



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:

**“ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG
PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE
INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES
MEDIANTE MALLAS METÁLICAS”**

AUTOR: Yanchaliquin Morales Christian Daniel

TUTOR: Ing. Acosta Lozada Rodrigo Ivan, Mg.

AMBATO - ECUADOR

Julio - 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS”**, elaborado por el Sr. Christian Daniel Yanchaliquin Morales portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804900296 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, Junio 2021

Para constancia firma:

Ing. Acosta Lozada Rodrigo Ivan, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACION

Yo, Christian Daniel Yanchaliquin Morales, con C.I. 1804900296 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema: **“ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Junio 2021

Para constancia firma:



Yanchaliquin Morales Christian Daniel

C.I: 1801900296

AUTOR

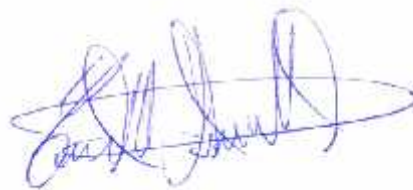
DERECHOS DE AUTOR

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, Junio 2021

Para constancia firma:



Yanchaliquin Morales Christian Daniel

C.I: 1801900296

AUTOR

APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Christian Daniel Yanchaliquin Morales, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS”**.

Ambato, Junio 2021

Para constancia firman:

Ing. Mg. Byron Genaro Cañizares Proaño

Miembro Calificador

Ing. Milton Rodrigo Aldas Sánchez PhD.

Miembro Calificador

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

Para mi hijo Mateo que es la inspiración y motor principal para poder levantarme cada mañana con las ganas de salir adelante.

A mis padres Luis Yanchaliquin y María Morales que son los dos pilares fundamentales de mi vida y gracias a su Amor, Honestidad, Respeto, Humildad me han sabido guiar en diferentes etapas de mi vida para poder ser mejor padre, amigo hermano y profesional.

A mis hermanos Pamela, Stalin, Darwin y Gabriela mi sobrina por estar siempre presentes con todo su apoyo, amor y consejos brindados los amo mucho.

A mi novia Jhoselin por su amor, comprensión y paciencia que se necesita para poder llevar una relación sentimental le amo.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer profundamente a la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por permitirme educarme en sus aulas y poder recibir los conocimientos necesarios para formarme como profesional.

Al Ing. Rodrigo Acosta quien con sus conocimientos y profesionalismo fue una gran guía para el desarrollo de cada una de las etapas del presente proyecto

A mis docentes quienes supieron transmitir sus valiosos conocimientos y experiencias vividas para poder mejorar en el desempeño de nuestras labores profesionales en nuestro día a día.

A mis amigos José Luis, Adriána, Germania, Roberto, Franklin, Alex gracias por todo el apoyo brindado dentro y fuera de las aulas a lo largo de todo nuestro desarrollo como profesionales en la hermosa carrera de Ingeniería Civil.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii, xix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv, xvi, xvii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xix
ABSTRACT	xx
CAPÍTULO I.....	1
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.1. Justificación.....	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO II	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
2.1. Pavimento.....	4
2.2. Tipos de pavimento	4
2.2.1. Pavimentos flexibles	4
2.2.2. Pavimentos semi rígidos	5
2.2.3. Pavimentos rígidos	5

2.3. Estructura de un pavimento convencional	6
2.3.1. Subrasante	7
2.3.2. Capa de sub - base.....	7
2.3.3. Capa de base.....	7
2.3.4. Carpeta asfáltica	8
2.4. Características de los pavimentos	8
2.5. Principales causas del deterioro de los pavimentos	8
2.6. Fallas en los pavimentos	9
2.6.1. Fallas funcionales.....	9
2.6.2. Fallas estructurales	10
2.7. Índice de servicio	10
2.8. Conservación de los pavimentos.....	10
2.8.1. Conservación vial.....	11
2.8.2. Conservación rutinaria	11
2.8.3. Conservación periódica.....	11
2.9. Talud	12
2.10. Partes de un talud	12
2.11. Estabilización de taludes	13
2.12. Tráfico	14
2.12.1. Tráfico promedio anual (TPDA).....	14
2.12.2. Clasificación vial con relación al TPDA.....	15
2.12.3. Tráfico futuro	15
2.12.4. Tráfico promedio atraído	16
2.12.5. Tráfico de desarrollo	16
2.13. Índice de Condición del Pavimento	16
2.13.1. Procedimiento de cálculo	17
2.14. Ensayos de materiales	18

2.14.1. Composición granulométrica	19
2.14.2. Límites de consistencia	19
2.15. Estabilización con mallas metálicas.....	21
2.15.1. Especificaciones técnicas	21
2.15.2. Funcionamiento.....	22
2.16. Aplicación de la Metodología (Viga Benkelman) para la evaluación estructural del pavimento	22
2.17. Hipótesis.....	23
2.18. Señalamiento de las variables de la hipótesis	23
CAPÍTULO III	23
3. METODOLOGÍA	23
3.1. MATERIALES	23
3.1.1. Estudio de suelos.....	23
3.1.2. PCI	26
3.1.3. TDPA	26
3.1.4. Materiales.....	26
3.2. MÉTODOS	27
3.2.1. Enfoque	27
3.2.2. Nivel o tipo de investigación.....	27
3.2.3. Población y muestra	27
3.2.3.1. Población.....	27
3.2.3.2. Muestra.....	28
3.2.4. Operacionalización de variables	28
3.2.5. Plan de recolección de información	30
3.2.6. Plan de procesamiento de la información	30
3.2.6.1. Metodología para la elaboración de el Plan de conservación vial	30
3.2.6.2. Metodología para estabilización de taludes mediante mallas metálicas	31

CAPÍTULO IV	32
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	32
4.1. Recolección de datos.....	32
4.1.1. Geometría y condiciones del talud.....	32
4.1.1.1. Propiedades físicas	33
4.1.1.2. Propiedades mecánicas del suelo	36
4.1.1.3. Aplicación del programa GeoStudio 2012 para la determinación del factor de seguridad en la determinación del método de estabilización de taludes	39
4.1.1.3.1. Ingreso al programa	39
4.1.1.3.2. Análisis	39
4.1.1.3.3. Configuración del área de trabajo	41
4.1.1.3.4. Dimensiones del talud – datos de ingreso.....	45
4.1.1.3.5. Radio y cuadrícula en superficie de deslizamiento.....	48
4.1.1.3.6. Ejecución de los cálculos.....	49
4.1.1.3.7. Análisis de los resultados	50
4.1.1.3.8. Aplicación del sistema de malla metálica	51
4.1.1.3.9. Asignación de cargas de reforzamiento dentro del programa GeoStudio	53
4.1.1.3.10. Resultados obtenidos para el diseño de la malla metálica.....	55
4.1.2. Ubicación de la vía.....	58
4.1.3. Evaluación de la vía	59
4.1.3.1. Levantamiento topográfico	59
4.1.3.2. Análisis de resultados del estudio del tránsito	60
4.1.3.3. Comprobación de la estructura del pavimento.....	61
4.1.3.4. Índice de Condición de Pavimento	61
4.1.3.5. Viga Benkelman.....	63
4.1.3.6. Características de la vía.....	63
4.2. Análisis de resultados.....	63
4.2.1. Conteo vehicular	63

4.2.2. Análisis de los datos del PCI.....	69
4.2.2.1. Cálculo de la densidad	74
4.2.2.2. Cálculo del valor deducido (VD)	74
4.3. Resultados de los ensayos de suelos	78
4.3.1. Proctor modificado tipo D.....	78
4.3.1.1. Proctor modificado tipo D para subrasante	78
4.3.1.2. Proctor modificado tipo D para bases	80
4.3.2. CBR.....	82
4.3.2.1. CBR Subrasante	82
4.3.2.2. CBR Base	85
4.3.3. Granulometría	87
4.3.4. Límites de Atterberg	88
4.3.5. Viga Benkelman.....	90
4.3.6. Plan de mantenimiento.....	97
4.3.6.1. Procedimiento de trabajo.....	100
4.4. Comprobación de la hipótesis	100
CAPÍTULO V	101
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	101
5.1. CONCLUSIONES	101
5.2. RECOMENDACIONES	103
6. BIBLIOGRAFÍA	104
Bibliografía	104
7. ANEXOS	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Calificación índice PSI	10
Tabla 2: Estimación del TPDA	15
Tabla 3: Clasificación vial en función del tráfico proyectado	15
Tabla 4: Rango de clasificación del PCI.....	17
Tabla 5: Longitudes de unidades de muestreo asfáltica.....	17
Tabla 6: Materiales a usar en el estudio de suelos	23
Tabla 7: Materiales a usar en el estudio PCI.....	26
Tabla 8: Material a utilizar en el cálculo de TPDA	26
Tabla 9: Material extraído de la vía y el talud	26
Tabla 10. Operacionalización de variable independiente	28
Tabla 11. Operacionalización de variable dependiente.....	29
Tabla 12. Descripción del plan de recolección de información	30
Tabla 13: Resumen de la clasificación y propiedades físicas de las muestras	33
Tabla 14: Clasificación de los suelos mediante el sistema SUCS	35
Tabla 15: Cuadro de resumen, resultados compresión triaxial	38
Tabla 16: Materiales por estrato.....	43
Tabla 17: Puntos de contorno.....	46
Tabla 18: Resultados generales para el análisis realizado	51
Tabla 19: Características malla metálica - Triple torsión	53
Tabla 20: Resultados con refuerzo malla metálica	55
Tabla 21: Resultados por dovelas - Sin esfuerzo	56
Tabla 22: Resultados por dovelas - Con esfuerzos	57
Tabla 23: Formato para la recolección de información	60
Tabla 24: Formato empleado para el cálculo de las unidades de muestreo	61
Tabla 25: Formato para la evaluación del PCI.....	62
Tabla 26: Número total de vehículos circulantes por día.....	64
Tabla 27: Tráfico de la hora pico	64
Tabla 28: TPDA actual calculado	66
Tabla 29: Tasa de crecimiento anual del tráfico	66
Tabla 30: Cálculo del TPDA actual total	67
Tabla 31: Valores del TPDA actual para el primer año.....	68
Tabla 32: Cálculo del tráfico futuro	68

Tabla 33: Clasificación funcional de las vías en base al TPDA	69
Tabla 34: Clasificación de carreteras de acuerdo al MOP	69
Tabla 35: Longitudes de unidades de muestreo asfálticas	70
Tabla 36: Tabla de fallas en pavimentos asfálticos.....	72
Tabla 37: Formato empleado en la evaluación del PCI	73
Tabla 38: Cálculo del tipo de daños para la unidad de muestreo 7	75
Tabla 39: Cálculo de valores deducidos para la unidad de muestreo	76
Tabla 40: Resumen del cálculo del PCI para el tramo de vía analizada	77
Tabla 41: Parámetros de compactación de la subrasante	80
Tabla 42: Parámetros de compactación de la subbase	82
Tabla 43: Clasificación general del CBR.....	84
Tabla 44: Clasificación general del CBR subrasantes	85
Tabla 45: Clasificación del CBR de la subbase	87
Tabla 46: Resumen granulométrico subrasante	88
Tabla 47: Resumen granulométrico subbase.....	88
Tabla 48: Clasificación de los límites de Atterberg para subrasantes.....	89
Tabla 49: Clasificación de los límites de Atterberg para subbases	89
Tabla 50: Deflexiones obtenidas	90
Tabla 51: Factores de corrección por estacionalidad	91
Tabla 52: Deflexiones corregidas por temperatura y estacionalidad	91
Tabla 53: Factores de daño según el tipo de vehículo	93
Tabla 54: Cálculo de ejes equivalentes	93
Tabla 55: Deflexiones y radio de curvatura calculados	94
Tabla 56: Criterios para análisis de la calidad estructural.....	95
Tabla 57: Criterios para análisis de la calidad estructural.....	95
Tabla 58: Plan de mantenimiento.....	97

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1: Sección transversal de un pavimento flexible	5
Figura 2: Sección transversal de pavimento rígido	6
Figura 3: Estructura de pavimento convencional.....	6
Figura 4: Dimensiones principales de un talud	12
Figura 5: Partes principales de un talud	122
Figura 6. Distribución y abertura de la malla entrelazada	21
Figura 7: Viga Benkelman	23
Figura 8: Condición actual del talud en la abscisa km 1+680 vía Quero – Puñachizag	32
Figura 9: Esquematación de la geometría del talud, Vía Quero – Puñachizag	33
Figura 10: Análisis granulométrico - Material 1	34
Figura 11: Análisis granulométrico - Material 2.....	34
Figura 12: Análisis granulométrico - Material 3.....	35
Figura 13: Curvas Esfuerzo vs Deformación, Ensayo Triaxial - Material 1.....	36
Figura 14: Curvas Esfuerzo vs Deformación, Ensayo Triaxial - Material 2.....	36
Figura 15: Curvas Esfuerzo vs Deformación. Ensayo Triaxial - Material 3.....	37
Figura 16: Envolvente de Mohr, Esfuerzos totales - Material 1	37
Figura 17: Envolvente de Mohr, Esfuerzos totales - Material 2	38
Figura 18: Envolvente de Mohr, Esfuerzos totales - Material 3	38
Figura 19: Ingreso al programa GeoStudio 2012.....	39
Figura 20: Selección de análisis - Método ordinario	40
Figura 21: Superficie de deslizamiento.....	40
Figura 22: Parámetros de dovelas	41
Figura 23: Configuración de página de trabajo.....	42
Figura 24: Configuración de unidades y escala	42
Figura 25: Definición de ejes	43
Figura 26: Materiales por cada estrato	44
Figura 27: Características y geometría del talud.....	45
Figura 28: Ingreso puntos de contorno de talud.....	46
Figura 29: Ingreso de regiones.....	47
Figura 30: Asignación de materiales a cada estrato	47
Figura 31: Radio de la superficie de deslizamiento	48

Figura 32: Cuadrícula de localización de centro de círculo crítico.....	48
Figura 33: Resultados de cálculos. factor de seguridad crítico.....	49
Figura 34: Fuerzas que actúan sobre cada dovela.....	50
Figura 35: Mecanismos de interacción malla – terreno.....	52
Figura 36: Ingreso fuerzas de anclajes.....	53
Figura 37: Determinación del nuevo factor de seguridad.....	54
Figura 38: Fuerzas actuantes en cada dovela.....	54
Figura 39: Ubicación geográfica de la vía.....	58
Figura 40: Levantamiento topográfico de la vía.....	59
Figura 41: Factor para el tránsito de hora pico.....	65
Figura 42: Curvas del valor deducido del daño.....	74
Figura 43: Valor deducido corregido.....	75
Figura 44: Resumen de la evaluación del índice de PCI para la vía.....	77
Figura 45: Proctor modificado subrasante tramo km0 + 900.....	78
Figura 46: Proctor modificado subrasante tramo km 1+900.....	79
Figura 47: Proctor modificado subrasante tramo km 2+850.....	79
Figura 48: Proctor modificado subbase tramo km 0+900.....	80
Figura 49: Proctor modificado subbase tramo km 1+900.....	81
Figura 50: Proctor modificado subbase tramo km 2+850.....	81
Figura 51: Presión vs penetración de la capa subrasante tramo km 0+900.....	82
Figura 52: Densidad vs CBR de la subrasante tramo km 0+900.....	83
Figura 53: Presión vs penetración capa subrasante tramo km 1+900.....	83
Figura 54: Densidad vs CBR de la subrasante tramo km 1+900.....	83
Figura 55: Presión vs penetración capa subrasante tramo km 2+850.....	84
Figura 56: Densidad vs CBR de la subrasante tramo km 2+850.....	84
Figura 57: Presión vs penetración de la capa base tramo km 0+900.....	85
Figura 58: Densidad vs CBR de la base tramo km 0+900.....	85
Figura 59: Presión vs penetración de la base tramo km 1+900.....	86
Figura 60: Densidad vs CBR de la base tramo km 1+900.....	86
Figura 61: Presión vs penetración de la base tramo km 2+850.....	86
Figura 62: Densidad vs CBR de la base tramo km 2+850.....	87
Figura 63: Deflectograma.....	95
Figura 64: Conteo vehicular.....	165

Figura 65: Conteo vehicular	165
Figura 66: Ubicación de calicatas	166
Figura 67: Ubicación de calicatas	166
Figura 68: Verificación de capas encontradas	167
Figura 69: Ensayo de granulometría	167
Figura 70: Ensayo compa pie de rey	168
Figura 71: Muestras para pesaje.....	168
Figura 72: Peso de la muestra para Proctor modificado	169
Figura 73: Ensayo Proctor modificado	169
Figura 74: Extracción de muestras	170
Figura 75: Ensayo de carga vs penetración.....	170
Figura 76: Esponjamiento	171
Figura 77: Ensayo de carga vs penetración.....	171
Figura 78: Fisuras longitudinales y transversales	172
Figura 79: Piel de cocodrilo	172
Figura 80: Fisuras en bloque	173
Figura 81: Fisuras longitudinales y transversales	173
Figura 82: Piel de cocodrilo	174
Figura 83: Estado actual del talud.....	175
Figura 84: Toma de muestras inalteradas 1 para ensayo triaxial	175
Figura 85: Toma de muestras inalteradas.....	176
Figura 86: Muestra inalterada	176
Figura 87: Muestras para ensayo triaxial	177
Figura 88: Preparación ensayo triaxial.....	177
Figura 89: Cámara triaxial	178

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Abscisado de la vía.....	107
Anexo 2: Cálculo del PCI para todas las unidades de muestreo	112
Anexo 3: Resultados ensayos Proctor modificado.....	128
Anexo 4: Resultados ensayo CBR	134
Anexo 5: Resultados ensayos de granulometría	140
Anexo 6: Resultados ensayo de límites de plasticidad.....	146
Anexo 7: Resumen diario del TPDA	152
Anexo 8: Ensayo triaxial para el talud	159
Anexo 9: Ensayo de granulometría para el talud	162
Anexo 10: Memoria fotográfica de la investigación.....	165
Anexo 11: Fallas del PCI	172
Anexo 12: Anexo fotográfico estabilización de talud.....	175
Anexo 13: Levantamiento Topografico	175

RESUMEN

El desarrollo de esta investigación tiene como objetivo proponer un sistema de conservación vial con una estabilización de taludes mediante el método de mallas metálicas en la vía Quero Puñachizag en el tramo desde la abscisa 0+000 hasta 3+500 de la provincia de Tungurahua. Inicialmente se realizó el levantamiento topográfico en coordenadas UTM WGS 84 zona 17 sur donde se identificó el tramo vial y la zona para la estabilización del talud. Se realizó el conteo vehicular TPDA durante 7 días. Para la recolección de la información del tramo vial se utilizaron calicatas (PCA), con esto se realizaron los ensayos de laboratorio: Granulometría, Límites Atterberg, Proctor modificado y CBR. En la evaluación del estado del pavimento se utilizó el índice PCI y viga Benkelman, estos ensayos permitieron identificar la calidad y severidad de fallas que existen en la capa de rodadura. En la estabilización de talud realizamos una extracción de muestras alteradas e inalteradas donde se identificaron las características principales de los tipos de suelo encontrados y mediante el método estabilización de Fellenius y aplicación del programa GEOSTUDIO se determinó un factor de seguridad siendo el principal indicador de la condición en la que se encuentra el talud, lo cual permitió que el talud aumente considerablemente su estabilidad.

Palabras Claves: Conservación vial, Estabilización de talud, Granulometría, CBR, Índice de condición, Pavimento.

ABSTRACT

The development of this research aims to propose a road conservation system with slope stabilization using the metal mesh method on the Quero Puñachizag road in the stretch from abscissa 0 + 000 to 3 + 500 in the province of Tungurahua. Initially, the topographic survey was carried out in coordinates UTM WGS 84 zone 17 south where the road section and the zone for the stabilization of the slope were identified. The TPDA vehicle count was performed for 7 days. For the collection of the information of the road section, test pits (PCA) were used, with this the laboratory tests were carried out: Granulometry, Atterberg Limits, modified Proctor and CBR. In the evaluation of the state of the pavement, the PCI index and Benkelman beam were used, these tests allowed to identify the quality and severity of faults that exist in the tread layer. In the stabilization of the slope, we carried out an extraction of altered and unaltered samples where the main characteristics of the types of soil found were identified and by means of the Fellenius stabilization method and application of the GEOSTUDIO program, a safety factor was determined, being the main indicator of the condition. where the slope is located, which allowed the slope to considerably increase its stability.

Keywords: Road conservation, Slope stabilization, Granulometry, CBR, Condition index, Pavement.

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES

1.1. Antecedentes

Desde el principio de la existencia del ser humano, su progresiva evolución y crecimiento a través de la historia fue generando variadas necesidades para la población entre una de ellas la movilización y socialización con otras culturas y regiones distintas a su lugar de origen por lo que fue necesario tener vías de comunicación entre distintas poblaciones. [1]

Las infraestructuras viales fueron un claro signo del avance de la civilización y son parte fundamental para el crecimiento y desarrollo de distintas poblaciones ya que han permitido establecer relaciones tanto de tipo cultural como económico ya que una carretera facilita la distribución tanto de bienes y servicios es por eso que el mantenimiento óptimo de una infraestructura vial debe brindar seguridad y calidad a todas las personas que la utilicen. En un mundo globalizado las carreteras imponen una gran diferencia entre países desarrollados y los que se encuentran en vías de desarrollo, siendo los países más desarrollados los que poseen tecnología métodos constructivos programas de conservación, seguridad vial y distintas innovaciones e investigaciones que a través del paso del tiempo ha contribuido a la mejora de la función de una carretera. [2]

En nuestro país la infraestructura vial se ve afectada por distintos factores ya sean físicos, climáticos por lo que llevan a un deterioro temprano de la capa de rodadura. En la NORMA ECUATORIANA VIAL (NEVI-12-MTOP), nos expone diferentes trabajos de mantenimiento que requieren los caminos denominados Operaciones, cada operación conduce a la concreción del mantenimiento de una determinada parte o elemento del camino describiendo procesos de ejecución, materiales necesarios, requisitos de calidad y requisitos de calidad que deben cumplirse cada vez que se finaliza una tarea. [5]

En la evaluación estructural de los pavimentos en la (NEVI-12-MTOP) nos presenta que entre todos los factores que intervienen en la evaluación de la condición global del pavimento la evaluación estructural es la más importante. La evaluación estructural

global consiste en un examen de toda la información que se haya recolectado que tiene relación con deterioros, deflexiones, pruebas destructivas y drenaje que tienen por finalidad determinar un juicio sobre la condición en que se encuentra el pavimento para poder establecer que tanto daño a sufrido. [5]

1.1.Justificación

Con el paso del tiempo, alrededor del mundo el desarrollo de la nación se mide por la calidad de sus vías de comunicación y ordenamiento del tránsito. La construcción de vías ha sido importante en el avance de las distintas sociedades, llegando a la actualidad, donde se encuentra un mundo globalizado, pero con marcadas diferencias entre países desarrollados y países en vías de desarrollo. [9]

La problemática observada a nivel general en las carreteras del Ecuador, es el deterioro prematuro de las vías, ya sea por los materiales que las constituyen, o por deficientes procesos en su construcción. En diversos tramos de carretera en el país continuamente sufren interrupciones del tránsito debido a deslizamientos de laderas porque no se consideró un óptimo diseño de talud y un mantenimiento permanente. El problema se agrava en las zonas donde las condiciones climáticas son rigurosas y las características de los suelos poco favorables. Este fenómeno obliga a la necesidad de realizar costosas reconstrucciones luego de haber sufrido numerosas y periódicas interrupciones de tráfico, accidentes graves y el consecuente incremento económico en la operación vehicular. [5]

En la provincia de Tungurahua, mediante la identificación de las vías y que según su estado actual requieren de una intervención que minimice un deterioro prematuro de la capa de rodadura. Con el presente proyecto de estudio para un plan conservación vial que debe contribuir con la optimización de los recursos para que una evaluación vial relacionando con la estructura y drenaje del pavimento y con una estabilización de taludes proponer una opción denominada sistema flexible que constituye una técnica superficial compuesta principalmente por una malla metálica, cables y pernos anclados al terreno. La técnica es ampliamente extendida debido al bajo impacto visual y su mínima influencia sobre el tráfico durante su instalación. [5]

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Proponer un plan de conservación vial y una estabilización de talud mediante mallas metálicas en la vía Quero – Puñachizag en el tramo 0+000 al 3+500 cantón Quero provincia de Tungurahua.

1.2.2. Objetivos específicos

-) Obtener los datos sobre las características actuales de la infraestructura vial.
-) Determinar y analizar el tráfico del proyecto en el tramo estudiado (TPDA).
-) Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Quero – Puñachizag en el tramo Km 0+000 hasta Km 3+500.
-) Determinar el diseño óptimo que debe asumir el talud en el tramo estudiado.
-) Analizar la implementación de la malla metálica para estabilización de taludes

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Pavimento

El pavimento es el conjunto de capas de un material seleccionado que están destinadas a recibir, de manera directa, cargas de tránsito. Estas capas de material transmiten las cargas a los estratos inferiores de las mismas de manera disipada, lo que proporciona una superficie de rodamiento que debe tener un comportamiento eficaz. Esta superficie de rodamiento va a permitir que puedan presentarse las condiciones necesarias para el adecuado funcionamiento de las capas, presentando factores como anchura, trazo horizontal, vertical y resistencia adecuada a las cargas aplicadas sobre las mismas con el fin de prevenir y evitar las fallas y agrietamientos en dichas capas. [1]

Otra de las características fundamentales del pavimento es su capacidad de adherencia con las llantas del vehículo en diferentes condiciones atmosféricas (humedad, presencia de agua en la vía, etc.), así como la resistencia adecuada a dichos factores mencionados. [1]

2.2. Tipos de pavimento

En la práctica existen dos tipos de pavimentos: pavimentos rígidos y pavimentos flexibles. Sin embargo, a esta clasificación se pueden añadir los pavimentos semirrígidos, mismos que serán descritos a continuación.

2.2.1. Pavimentos flexibles

Este tipo de pavimentos están formados por una capa bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, de la base y las sub base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. [1]

Este tipo de pavimentos son de los más económicos al momento de su construcción inicial. La principal desventaja que este tipo de pavimento presenta es el requerimiento constante de mantenimiento para que pueda cumplir con su vida útil, misma que se encuentra estimada entre un periodo de 10 a 15 años, dependiendo de las condiciones de uso y las condiciones climáticas que se puedan presentar [2]

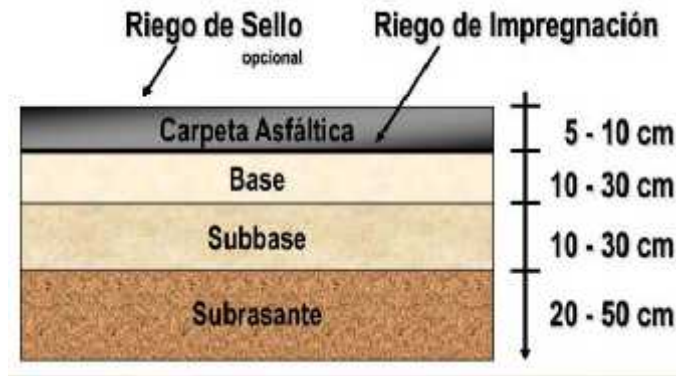


Figura 1: Sección transversal de un pavimento flexible

Fuente: [2]

2.2.2. Pavimentos semi rígidos

Este tipo de pavimentos guarda la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento. [1]

Este pavimento combina a los pavimentos flexibles y rígidos. Por lo general, la capa flexible se ubica por encima de la capa rígida. En este tipo de pavimentos se puede presentar la particularidad de que un pavimento base comprenda la capa base de concreto o se encuentre tratada con cemento portland. [3]

2.2.3. Pavimentos rígidos

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles de subrasante. [1]

Sección Transversal:



Figura 2: Sección transversal de pavimento rígido

Fuente: [2]

2.3. Estructura de un pavimento convencional

La estructura de un pavimento convencional está formada por una superestructura que estará ubicada por encima de una fundación. Esta debe ser tomada conforme a estudios geotécnicos debidamente realizados y adecuados a la zona en donde se realiza el estudio correspondiente. Por otra parte, en los pavimentos de camino, la superestructura se encuentra constituida por la capa de revestimiento y la capa base, mientras que la fundación va a estar conformada por las capas de sub-base y el suelo compactado. La siguiente figura permite tener una mayor apreciación de lo explicado en este apartado. [3]

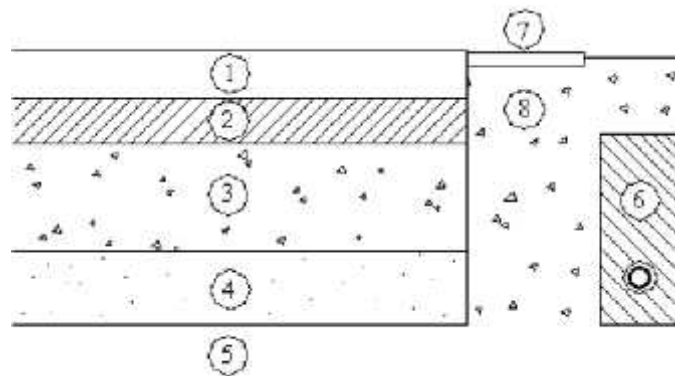


Figura 3: Estructura de pavimento convencional

Fuente: [3]

En la figura anterior se enlistan las capas principales que posee un pavimento, listadas en el siguiente orden:

1. Capa de rodadura
2. Capa base
3. Capa sub-base
4. Suelo compactado
5. Subrasante
6. Subdrenaje longitudinal
7. Revestimiento de hombreras
8. Sub-base de hombreras

Por otro lado, los componentes principales de los pavimentos flexibles se describen a continuación.

2.3.1. Subrasante

La sub-rasante es el nivel superior de la plataforma de una carretera donde se coloca la estructura del pavimento. [4]

La subrasante es la capa superior de la explanación. Esta capa se la denomina también como terreno de fundación o cimiento del pavimento. La principal función de esta capa es el brindar una plataforma de construcción al pavimento que permita soportar las cargas del mismo sin sufrir algún tipo de deformación que afecte al comportamiento del mismo. [5]

2.3.2. Capa de sub - base

Una de las principales funciones de esta capa es netamente económica; en efecto, el espesor total que se requiere para que el nivel de esfuerzos en la subrasante sea igual o menor que su propia resistencia, puede ser construida con materiales de alta calidad; sin embargo, se recomienda distribuir la parte superior con capas más calificadas y en la parte inferior las de menor calidad, esta capa también en algunos casos se utiliza para el drenaje del agua entre las capas e impedir la ascensión capilar. [4]

2.3.3. Capa de base

Esta capa debe tener una calidad superior a la exigida para la capa de sub – base, esto debido a que esta capa debe brindar una proporción significativa de la capacidad estructural del pavimento completo. Esta capa no debe presentar cambios de volumen y ser resistente a los cambios climáticos y del entorno que puedan presentarse. [6]

La función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la sub-base y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tráfico en una intensidad apropiada. [7]

2.3.4. Carpeta asfáltica

La capa de rodadura debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito. Hasta donde sea posible debe impedir el paso del agua al interior del pavimento. [7]

2.4. Características de los pavimentos

Todos los pavimentos deben cumplir con determinadas características que les permitan cumplir la función para lo que están asignados. Estas se pueden considerar como un conjunto de características, mismas que se detallan a continuación. [8]

-)] Ser resistente a las acciones de carga impuestas por el tránsito.
-)] Presentar una estructura adaptada a las velocidades provistas de circulación vehicular, ya que este aspecto influye mucho en la seguridad vial. Además, debe presentar resistencia al desgaste producido por el efecto abrasivo de los neumáticos de los vehículos al pasar.
-)] Presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, permitiendo así la comodidad de los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
-)] Tener una larga duración
-)] Presentar condiciones que permitan un drenaje adecuado
-)] Debe tener un ruido moderado
-)] Debe poseer un color adecuado con el fin de prevenir y evitar los deslumbramientos que pudieran producirse.

2.5. Principales causas del deterioro de los pavimentos

Se debe considerar que el deterioro de cualquier tipo de pavimento va a tener diversos orígenes. El deterioro de un pavimento va a producir imperfecciones que van a afectar de manera desfavorable a la comodidad de la vía en cuestión, a la seguridad de los conductores que transiten por esa vía y a los costos de operación que tengan los usuarios de los vehículos que transiten por esa vía. [9]

En ese aspecto, los procesos de conservación de pavimento buscan corregir este tipo de imperfecciones, de acuerdo a las imperfecciones que puedan presentarse en una vía. Estos procesos tienen como objetivo principal la conservación de la vía para que pueda cumplir con sus años de vida útil. Las principales causas que generan deterioro en los pavimentos son las siguientes. [9]

-) Diseño mal elaborado
-) Deficiencias constructivas
-) Incrementos imprevistos en el flujo vehicular
-) Factores ambientales
-) Agotamiento del periodo de diseño

2.6. Fallas en los pavimentos

Las fallas en los pavimentos se presentan a manera de imperfecciones visuales. El proceso de análisis de una falla en determinado pavimento se debe realizar de manera oportuna y cuidadosa por medio del análisis de los factores y circunstancias que intervienen en la vía y dependiendo del caso que está presente, pudiendo así obtener las conclusiones necesarias y respectivas de acuerdo a la falla que puede presentarse en la vía. [10]

Se pueden definir dos tipos de fallos en el pavimento, mismos que serán detallados de mejor manera a continuación.

2.6.1. Fallas funcionales

Las fallas funcionales son aquellas que se encuentran de manera superficial en el pavimento y que están directamente asociadas al índice de servicio. Este factor va a afectar en mayor o menor medida a la capacidad de la vía para proporcionar un tránsito cómodo al usuario de la misma. Si se toma únicamente el índice de servicio como factor de fallo, se refiere únicamente a las condiciones de la superficie de rodamiento, misma que se encarga de proporcionar al usuario de la vía el funcionamiento adecuado acorde a sus necesidades. En este funcionamiento van a intervenir factores como el diseño geométrico y el estado de los señalamientos horizontales y verticales. [11]

2.6.2. Fallas estructurales

Este tipo de fallas abarca a los defectos de la superficie de rodamiento, que tienen como origen una falla en la estructura propia del pavimento; es decir, se localiza en una o varias de las capas constitutivas del mismo. Estas capas deben resistir la carga impuesta por el tránsito en la vía y el conjunto de factores climáticos regionales. Para corregir este tipo de fallas, se hace necesario un refuerzo sobre el pavimento existente con el propósito de que el paquete estructural pueda responder de una manera correcta a las exigencias del tránsito al momento del diseño y en un futuro. [12]

2.7. Índice de servicio

Se define al índice de servicio como el factor que está asociado a la seguridad y comodidad del usuario de la vía. Este factor viene definido por la calidad de rodamiento, misma que va a depender de la regularidad o rugosidad superficial del pavimento. La validación de este parámetro se define dentro del concepto de Índice de Serviciabilidad Presente (PSI por sus siglas en inglés). Este índice va a calificar a la superficie del pavimento tomando como referencia una escala de valores que se indica en la siguiente tabla.

Tabla 1: Calificación índice PSI

CALIFICACIÓN	ESTADO DEL PAVIMENTO
0 – 1	Muy malo
1 – 2	Malo
2 – 3	Regular
3 – 4	Bueno
4 – 5	Muy bueno

Fuente: [3]

2.8. Conservación de los pavimentos

La conservación de los pavimentos es una tarea necesaria que debe realizarse para que la vía pueda garantizar el cumplimiento de su vida útil. En una vía se debe tomar en consideración el contacto directo que esta tiene con los factores externos que pudieran presentarse, tales como el contacto con los vehículos, factores climáticos y el efecto

de las cargas que soportan sus elementos estructurales. Por tal motivo, es menester someter a las vías a una vigilancia continua, dándole un nivel especial de atención con el propósito de mantenerlas en las mejores condiciones de servicio posibles. [13]

En este aspecto, se consideran tres tipos de conservación de pavimentos, dependiendo del estado de las vías.

2.8.1. Conservación vial

La conservación vial es el conjunto de actividades y operaciones necesarias que permiten la prevención o mantenimiento de una vía, abarcando cada uno de sus elementos y componentes con el propósito de mantenerlos en las mejores condiciones de uso para los usuarios de la vía. Este tipo de conservación debe ser compatible con las características geométricas, la capa de rodadura que tuvo cuando fue construida y el estado al que ha llegado la vía después de su uso y de haber recibido todas las mejoras posibles a lo largo del tiempo. [14]

2.8.2. Conservación rutinaria

Este tipo de conservación se define como el conjunto de actividades que se realizan permanentemente y de manera periódica en los diferentes tramos de la vía. Este tipo de conservación tiene como objetivo principal la conservación preservación de todos los elementos viales con la mínima cantidad de alteraciones o daños posibles, conservando así las condiciones que tenían después de la construcción o la rehabilitación. [15]

Este tipo de conservación debe tener el carácter de preventiva, incluyéndose dentro de ella las actividades de limpieza de la vía y de las obras de drenaje complementarias a esta, el corte de la vegetación de la zona del derecho de la vía y las reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma. [15]

2.8.3. Conservación periódica

La conservación periódica hace referencia al conjunto de actividades que se ejecutan en periodos de alrededor de un año. Este tipo de conservación tiene como principal objetivo evitar la aparición o el agravamiento de defectos presentes en la vía, permitiendo preservar las características superficiales y la integridad estructural de la vía, corrigiendo también algunos defectos puntuales presentes en la vía. [15]

2.9. Talud

Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana, sino que presenta una pendiente o cambios significativos de altura. En la literatura técnica se define como “ladera” cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y “talud” cuando se conformó artificialmente. [16]

En el siguiente gráfico se puede apreciar la nomenclatura principal de un talud, definiendo sus principales dimensiones.

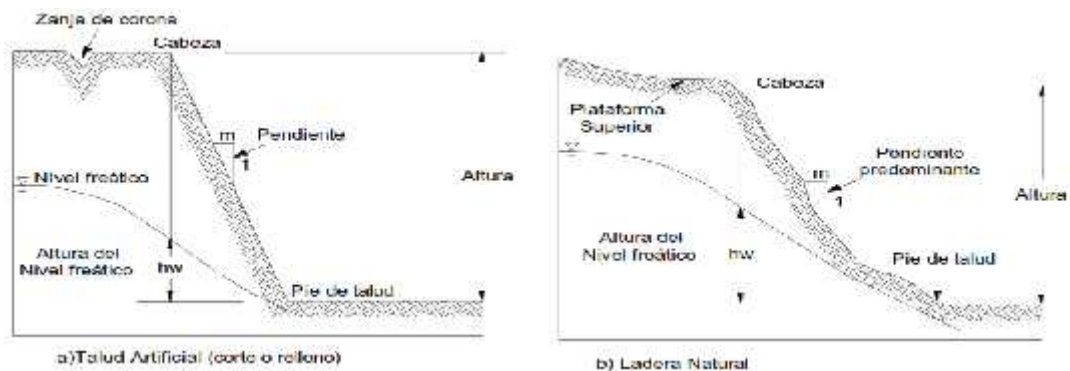


Figura 4: Dimensiones principales de un talud

Fuente: [16]

2.10. Partes de un talud

Existen algunos términos para definir las partes de un talud. El talud comprende una parte alta o superior convexa con una cabeza, cima, cresta o escarpe, donde se presentan procesos de erosión; una parte intermedia semirrecta y una parte baja o inferior cóncava con un pie, pata o base, en la cual ocurren principalmente procesos de caída de material del talud. [17]

En la siguiente figura se presentan las partes principales de un talud o ladera.

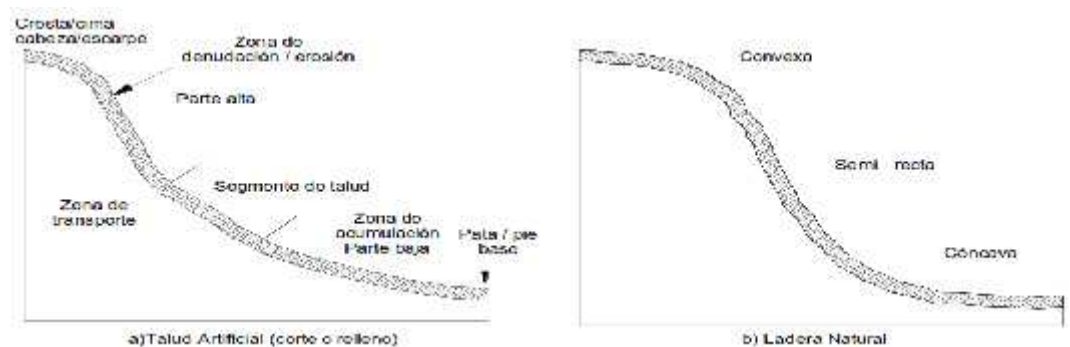


Figura 5: Partes principales de un talud

Fuente: [17]

Entre las principales partes de un talud o ladera se tienen las siguientes:

-) Pie, pata o base: Esta parte corresponde al cambio brusco de la pendiente en la parte inferior de la ladera. Por lo general, la forma del pie de una ladera es cóncava.
-) Cabeza, cresta, cima o escarpe. Cabeza se refiere al sitio de cambio brusco de la pendiente en la parte superior del talud o ladera. Cuando la pendiente de este punto hacia abajo es semi- vertical o de alta pendiente, se le denomina Escarpe. Los escarpes pueden coincidir con coronas de deslizamientos. La forma de la cabeza generalmente es convexa.
-) Altura: Hace referencia a la distancia vertical entre el pie y la cabeza del talud. Esta altura se presenta definida en taludes artificiales, siendo complicada de cuantificar en las laderas puesto que el pie y la cabeza de la ladera no son accidentes topográficos bien marcados.
-) Altura de nivel freático: Se define como la distancia vertical desde el pie del talud hasta el nivel de agua. La altura del nivel freático se la mide por debajo de la cabeza del talud.
-) Pendiente: Se define como la medida de la inclinación de la superficie del talud. Esta se puede medir en grados, en porcentaje o en relación m: 1, en donde m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical. Los suelos o rocas con mayor resistencia, por lo general, forman laderas de mayor pendiente; por el contrario, los materiales de baja resistencia o blandos forman laderas de baja pendiente. [17]

2.11. Estabilización de taludes

Un talud de tierra no se puede considerar estable indefinidamente, porque tarde o temprano la estabilidad que puede presentar se pierde debido a los agentes naturales tales como las presiones hidrostáticas, el intemperismo y erosión. [17]

Los taludes se dividen en naturales o artificiales, el primer término se refiere a las laderas que, aunque han permanecido estables por varios años, pueden fallar debido a los cambios en la topografía, sismicidad, circulación de agua subterránea, cambios en la resistencia del suelo, meteorización o factores de tipo antrópico o natural que modifiquen su estado natural de estabilidad. [17]

2.12. Tráfico

El tráfico se define como un factor de vital importancia al momento de diseñar un pavimento, ya que este se realiza tomando como referencia las cargas que el flujo de tráfico vehicular ejerce sobre la capa de rodadura de la vía. El tráfico es la cantidad de vehículos que circulan por una vía en un determinado tiempo. [5]

Al momento de hablar acerca de proyectos viales enfocados en el mejoramiento de vías ya existentes, la estimación del tránsito actual y el pronóstico del tránsito futuro no suponen un problema grave en la investigación; sin embargo, cuando se trata de una vía nueva, es decir, que comienza desde cero, esta estimación se complica. Por tal motivo, se emplean los siguientes términos que ayudan a la estimación del tráfico en una vía. [18]

2.12.1. Tráfico promedio anual (TPDA)

Este factor hace referencia al volumen de tránsito promedio por día de manera anual de una vía, es decir, la cantidad de tránsito total que circula por la vía durante un año, haciendo estimaciones de manera diaria. Este valor es importante para el diseño de pavimentos debido a que permite determinar y justificar los costos de diseño de la vía. [7]

Para realizar correctamente la estimación de este factor se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

-) El tráfico debe ser considerado en el sentido en el que se ha diseñado la vía.
-) Para el análisis de vías de dos sentidos, se tomará en consideración el volumen de tráfico existente en las dos vías.
-) En autopistas el cálculo del TPDA se realiza para cada sentido de circulación.

Los valores estimados de tránsito promedio anual para los siguientes años de acuerdo al Ministerio de Transporte y Obras Públicas se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 2: Estimación del TPDA

AÑO	TIPO DE VEHÍCULOS		
	Automóviles	Buses	Carga pesada
2010	4,47	2,22	2,18
2015	3,97	1,97	1,94
2020	3,57	1,78	1,74
2025	3,25	1,62	1,58

Fuente: [19]

2.12.2. Clasificación vial con relación al TPDA

El Ministerio de Obras Públicas clasifica a las vías del país tomando como referencia el volumen de tráfico para cada vía. Para realizar esta clasificación, el Ministerio recomienda un periodo de 15 o 20 años, en función del pronóstico del tráfico previamente establecido. En este sentido, la siguiente tabla indica la clasificación vial en función al tráfico proyectado. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 los 7000 vehículos deben investigarse la posibilidad de construir una autopista. [20].

Tabla 3: Clasificación vial en función del tráfico proyectado

Tipo de vía	Proyección de tráfico (TPDA)
R-I o R-II	Mas de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

2.12.3. Tráfico futuro

Este factor hace referencia a la estimación del tráfico que circulará por la vía en un intervalo de 15 a 20 años aproximadamente. Este tipo de proyecciones influyen en la velocidad del diseño. Para el cálculo de este factor se emplea la siguiente expresión:

$$T_f = T_A(1 + I)^n$$

Donde:

T_F : Tráfico estimado para la vía

T_A : Tráfico actual de la vía

IC: Índice de crecimiento vehicular. Se estima este factor en un 7% anual de acuerdo con cifras del MOP

n: Número de años de proyección vehicular

2.12.4. Tráfico promedio atraído

Este factor hace referencia al flujo de vehículos posterior a la readecuación y mantenimiento de una vía o a la inauguración de una vía nueva. En este sentido, se considera tráfico promedio atraído a todo el volumen de tráfico que se beneficia de los factores mencionados anteriormente. [5]

2.12.5. Tráfico de desarrollo

Este tipo de tráfico hace referencia al flujo de vehículos que se incorpora como consecuencia del incremento de tráfico vial localizado en un área en específico. Se diferencia del tráfico producido en el tiempo de duración del mismo, pudiendo extenderse por más tiempo que el periodo señalado en el tráfico futuro. [7]

2.13. Índice de Condición del Pavimento

Este factor, también conocido como Pavement Condition Index (PCI) ayuda a relacionar a tres factores que inciden de manera directa en el deterioro de la estructura del pavimento: la clase de daño sufrido, la severidad del daño y la cantidad de densidad. Por muchos años, la formulación de un índice que permita agrupar a estas tres características resultó un problema debido al amplio número de condiciones que tiene cada factor mencionado y que se pueden considerar al momento de realizar un análisis. [19]

En este sentido, el PCI es un índice que puede tomar valores desde cero (pavimentos en muy mal estado) hasta 100 (pavimentos en excelentes condiciones). En la siguiente tabla se indican los diferentes rangos del índice con su descripción.

Tabla 4: Rango de clasificación del PCI

Rango de PCI	Clasificación	Intervención
100 – 86	Excelente	Mantenimiento
85 – 71	Muy Bueno	Mantenimiento
70 – 56	Bueno	Rehabilitación
55 – 41	Regular	Rehabilitación
40 – 26	Malo	Rehabilitación
25 – 11	Muy Malo	Reconstrucción
10 - 0	Fallado	Reconstrucción

Fuente: [19]

El cálculo del PCI se realiza en base a resultados de un inventario visual de las condiciones del pavimento, teniendo en cuenta la clase, severidad y cantidad de cada daño que existe. El desarrollo del PCI se hizo con el fin de obtener un índice de la integridad estructural del pavimento, y de las condiciones de operaciones de la superficie, toda la información que se obtiene por medio del inventario permite tener una percepción claro de las causas de los daños y la relación que estas tienen con el clima y las cargas a las que es sometido el pavimento. [19]

2.13.1. Procedimiento de cálculo

En primer lugar, se realiza un trabajo de campo por medio de la realización de un inventario de daños en el pavimento, mismos que se registran por medio de gráficos adecuados. Posterior a eso, se divide la vía en secciones o unidades de muestreo, cuyas unidades varían de acuerdo con los tipos de vía y de la capa de rodadura. [21]

El tamaño de la longitud para las unidades de muestreo se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5: Longitudes de unidades de muestreo asfáltica

Ancho de la calzada	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5,0	46,0
5,5	41,8
6,0	38,3
6,5	35,4
7,3 (máximo)	31,5

Fuente: [21]

Otro factor a considerar dentro de la investigación es el número de unidades de muestreo para la evaluación de la vial. En este sentido, pueden tenerse un gran número de unidades de muestreo, mismas que demandarán de un gran tiempo de inspección. Por tal motivo, es necesario aplicar un método de muestreo que permita reducir dicho número. En la evaluación de un proyecto se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la siguiente ecuación, la cual produce un estimado del $PCI \pm 5$ del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N * \delta^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \delta^2}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimado del PCI (5%)

δ : Desviación estándar del PCI entre las unidades. (Para un pavimento asfáltico asumir 10). [19]

En este sentido, también se recomienda que las unidades de muestreo elegidas para el análisis tengan un espacio igual entre ellas a lo largo de la sección del pavimento a analizar. Este intervalo de muestreo se determina con la siguiente expresión.

$$i = \frac{N}{n}$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

2.14. Ensayos de materiales

Los ensayos de materiales se definen como la evaluación del material que va a ser empleado para una construcción determinada. Este tipo de ensayos es necesario para todo tipo de trabajo de construcción, siendo de gran importancia conocer el tipo de

terreno en donde se desea construir. En esta situación, siempre se debe partir de la identificación del tipo de suelo. Esta estimación se debe completar por medio de un análisis de composición granulométrica y una determinación de los límites de Atterberg. [22]

2.14.1. Composición granulométrica

Este análisis permite analizar y medir las partículas que se encuentran presentes en el suelo. Este análisis resulta importante porque se pueden conocer las principales características del suelo en donde se plantea realizar el levantamiento de la construcción. Este ensayo se lo realiza mediante un tamizado, o por sedimentación cuando el tamaño que comprenden las partículas es muy pequeño (bajo del tamiz #200, 0.08 mm, según la serie A.S.T.M). Con base en este análisis, se pueden encontrar los siguientes tipos de elementos:

) Gravas, arcillas, arenas, y limos.

Es importante mencionar que, si bien este tipo de ensayo permite conocer las principales características de gravas y arenas, es necesario aplicar otro tipo de ensayos al momento de hablar de arcillas, limos y otros tipos de suelo fino, esto con el fin de determinar su plasticidad. [3]

2.14.2. Límites de consistencia

Estos límites, de acuerdo a los límites de Atterberg, definen los contenidos de agua característicos para una arcilla determinada, mismos que se expresan de la siguiente manera:

) **Límite líquido:** Este límite se define como la frontera existente entre el estado semilíquido y el estado plástico del suelo. El contenido de humedad del suelo se representa como el porcentaje de agua con relación a la muestra del suelo secada al horno. Para la determinación de este límite se emplea el ensayo de la “Copa de Casagrande”. Este tipo de ensayo permite determinar el número de golpes con relación al contenido de humedad del suelo. Con estos datos se puede graficar la curva de escurrimiento, misma que representa la relación entre el contenido de humedad del suelo y su correspondiente número de golpes. Se toma un estándar de 25 golpes como límite líquido. [3]

- J) **Límite plástico:** Se define como la frontera entre el estado plástico y el estado semisólido del suelo. Se obtiene de igual manera que el contenido de humedad promedio. Se determina enrollando pequeñas muestras de alrededor 3mm de diámetro teniendo en cuenta el contenido de agua que estas tiene al momento de empezar a resquebrajarse. [23]
- J) **Límite de contracción:** Este límite representa un tipo de contenido de humedad, mismo que también se puede definir como la frontera entre el estado semisólido y sólido. Se define como el contenido de humedad que contiene un suelo que, a pesar de secarse, permanece con el mismo volumen. [3]
- J) **Índice de plasticidad:** Se define como el rango en el que el suelo mantiene su comportamiento plástico. Si el índice es bajo, el suelo tiende a pasar de un estado semisólido a un estado líquido con solo un ligero incremento de humedad; por el contrario, si el índice tiene un valor alto, el suelo necesita una mayor cantidad de humedad para cambiar de estado. Este índice viene dado por la siguiente expresión:

$$I_p = L - L$$

- J) **Proctor:** Este tipo de ensayo se realiza para determinar la humedad optima de compactación necesaria para el suelo, aplicando una determinada energía de compactación. La humedad optima, por su parte, se define como la humedad necesaria para que el suelo pueda alcanzar su densidad máxima. Esta humedad se determina por medio de la realización de 4 ensayos de un mismo suelo con humedades distintas para cada uno. [13]
- J) **Índice CBR (California Bearing Ratio):** Este índice es utilizado para la determinación de la capacidad portante del suelo, siendo aplicable en la determinación de las bases y subbases del suelo. También puede definirse como el porcentaje de la presión ejercida por un pistón sobre el suelo con una penetración determinada. Este ensayo es el de mayor ocupación en la actualidad, esto debido a que el ensayo permite analizar el índice de la resistencia del suelo al esfuerzo cortante. [23]

2.15. Estabilización con mallas metálicas

Con el pasar de los años las tecnologías de estabilización en la formación de talud se va modificando, es así que actualmente se emplean elementos flexibles encargados de soportar elevadas fuerzas de tensión, dejando de lado la misión de protección para enfocarse en la contención del terreno por factores de erosión, filtración, hundimiento o cualquier situación que afecte directamente a la condición del suelo. [24]

Este método de estabilización emplea como elemento flexible mallas de alta resistencia, dejando de lado las típicas geomallas o geosintéticos que generalmente son ocupados en la protección de semillas de vegetación. [24]

Este tipo de sistemas de estabilización basa su funcionamiento en la transmisión de presión sobre un paramento; de esta forma los anclajes y mallas se pretensan directamente sobre la superficie del talud. [24]

2.15.1. Especificaciones técnicas

Para que la malla sea considerada como un elemento estabilizador se requiere cumplir con los siguientes requisitos:

-) **Malla entrelazada:** fabricada a base de alambre de galvanizado deben tener forma hexagonal mediante la unión de dos alambres con mínimo tres medias vueltas.
-) **Abertura de malla:** la abertura entre mallas debe ser perfecta para la formación de hexágonos. De acuerdo a la NTP INEN 1626, debe cumplirse con las siguientes dimensiones siendo ancho (a) y largo (b): (80x100mm) o (50x70) mm

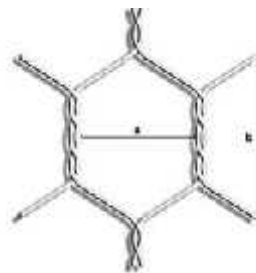


Figura 6. Distribución y abertura de la malla entrelazada

Fuente: (Palate, 2018)

-) **Tolerancia:** la tolerancia permitida es de $\pm 2,5$ %
-) **Requisitos mecánicos:** el alambre utilizado debe cumplir con las siguientes propiedades mecánicas antes de ser sometida a procesos de corrosión:
 - ✓ Bajo la norma INEN 127 debe tener una resistencia a la tracción de al menos 343 MPa o lo que lo mismo 35 kg/mm^2
 - ✓ Bajo la norma INEN 109 el alargamiento mínimo para 300 mm es de 12mm.
-) **Resistencia a la tracción:** después de ser sometido a 1000 horas de corrosión debe soportar una carga de rotura de al menos el 95%.

2.15.2. Funcionamiento

Para elegir esta metodología es necesario analizar las condiciones de trabajo, es decir:

-) La inclinación del talud
-) Consideración de materiales que pueden desprenderse
-) Uso de anclajes y cables de acero

En la selección del anclaje intervienen factores como:

-) El tipo de material a estabilizar
-) La zona hacia la cual se encausa
-) Análisis de desprendimientos
-) Facilidad de desmontaje para el respectivo mantenimiento
-) Fijación de cables, varillas y cualquier otro anclaje en la parte inferior.

2.16. Aplicación de la Metodología (Viga Benkelman) para la evaluación estructural del pavimento

La viga Benkelman es un deflectógrafo que funciona por medio del principio de la palanca. Este instrumento tiene un funcionamiento netamente mecánico y posee un diseño simple. Esta viga se emplea ante un posible caso de un problema estructural. En estos casos, se procede a la realización de calicatas o pozos a cielo abierto, mismos que ayudan en la tarea de recolección de muestras del suelo para su posterior tratamiento y análisis en laboratorio. No obstante, realizar este tipo de pozos resulta costoso y tedioso por el largo tiempo de análisis que conlleva. [25]

Es aquí donde radica la importancia de la viga Benkelman. Este ensayo no destructivo permite tomar las deflexiones presentadas en el pavimento a nivel superficial. Este método se interpreta por medio del modelo matemático denominado “Modelo Hogg”, mismo que considera las deflexiones medidas para la obtención de los parámetros estructurales del sistema (módulo de elasticidad y CBR de la subrasante) y su necesidad o no de recibir mantenimiento. La viga Benkelman se muestra en la siguiente figura.

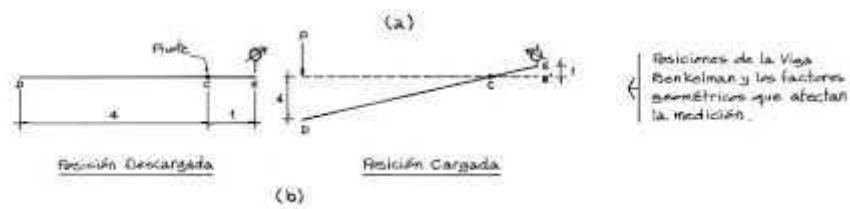


Figura 7: Viga Benkelman

Fuente: [23]

2.17. Hipótesis

La implementación de un plan de conservación vial que incluye implementación de estabilización de taludes mediante mallas metálicas mejorará la estructura de la capa de rodadura de la vía Quero - Puñachizag en el tramo Km 0+000-Km 3+350 de la provincia de Tungurahua.

2.18. Señalamiento de las variables de la hipótesis

-) **Variable independiente:** Implementación del plan de conservación vial
-) **Variable dependiente:** Estructura de la capa de rodadura

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES

Los materiales y equipos a usarse se indican en las siguientes tablas, dependiendo de cada una de las fases del proyecto de investigación.

3.1.1. Estudio de suelos

Tabla 6: Materiales a usar en el estudio de suelos

Tamices para agregado grueso y fino



Martillo de compactación



Horno





Balanzas



Bandejas



Máquina para ensayo CBR

	
<p>Máquina de compresión triaxial</p>	

Fuente: El autor

3.1.2. PCI

Tabla 7: Materiales a usar en el estudio PCI

Manuel de identificación de fallas

3.1.3. TDPA

Tabla 8: Material a utilizar en el cálculo de TPDA

Hojas de contabilización de vehículos

3.1.4. Materiales

Tabla 9: Material extraído de la vía y el talud

Material extraído del talud

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Enfoque

En la presente propuesta el investigador maneja, conoce, interpreta los objetivos y actuara frente a la realidad presentada en el tramo de vía, buscando soluciones objetivas que permitan dar seguridad a los miembros de la colectividad y usuarios de la vía.

3.2.2. Nivel o tipo de investigación

Investigación exploratoria: se utiliza para estudiar un problema sin dar una solución definida.

En este caso se estudiará la posibilidad de elaborar un plan de conservación vial en la vía Quero – Puñachizag, en el tramo km 0+000 hasta km 3+500, mediante el reconocimiento de parámetros geológicos, condición del suelo, y estado del pavimento.

Investigación descriptiva: describe las características de un fenómeno

Se describirá las condiciones de trabajo de acuerdo con el problema planteado, también se considerará los instrumentos físicos o digitales utilizados para análisis y solución del mismo.

Investigación experimental: considera variables de estudio que pueden ser modificadas en un laboratorio.

Para el presente estudio se procederá a realizar pruebas de laboratorio para conocer las condiciones del suelo, en donde se determinará el esfuerzo cortante, la base y sub-base granular y las condiciones de humedad y densidad.

3.2.3. Población y muestra

3.2.3.1. Población

Al tratarse de un proyecto experimental se considera como población al suelo de la vía Quero – Puñachizag

Variable dependiente: Estructura de la capa de rodadura

Tabla 11. Operacionalización de variable dependiente

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Es un tratamiento superficial no muy espeso, ya que es menor a los 4 centímetros, conformado por una mezcla de agregados pétreos y asfalto	Parámetros	Índice de condición del pavimento	Ángulo de inclinación Deformaciones Hundimientos	Observación Investigación Análisis de campo
		Medición de deflexiones	Rigidez estructural Módulo resiliente	
	Factor de seguridad	Método de Fellenius	Equilibrio de momentos Fuerzas	Investigación

Fuente: Autor

3.2.5. Plan de recolección de información

Tabla 12. Descripción del plan de recolección de información

Pregunta	Explicación
¿Para qué?	Para realizar un plan de conservación vial mediante la aplicación de estabilización de taludes con mallas metálicas
¿De qué objeto?	De la vía Quero – Puñachizag
¿Sobre qué aspectos	Sobre la estabilización de taludes alcanzada con el uso de mallas metálicas
¿Quién?	Cristian Yanchaliquin
¿Dónde?	¿laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.
¿Cómo?	Con ensayos de campo Investigación bibliográfica

Fuente: Autor

3.2.6. Plan de procesamiento de la información

3.2.6.1. Metodología para la elaboración de el Plan de conservación vial

-) Se procederá con el levantamiento de la vía Quero – Puñachizag, en el tramo km 0+000 hasta km 3+500, se creará un modelo digital del terreno.
-) Estudio de Tráfico (TPDA) para realizar el conteo vehicular se tomará un punto estratégico, en el tramo de vía por estudiar.
-) Estudio de suelos para conocer el tipo de suelo en el que encuentra construida la vía, se tomaron muestras mediante calicatas por excavación manual.
-) Índice de Condición del Pavimento PCI.
-) Medición de Deflexiones empleando la viga Benkelman se encuentra estandarizado de acuerdo a la norma de la ASTM D-4695.
-) Clasificación vial en función del TPDA. Este tráfico será proyectado a 20 años.

-) La capacidad de soporte del suelo (CBR). Con la cual se obtendrá la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, sub-base o base granular, bajo condiciones controladas de humedad y densidad.
-) Análisis Mantenimiento y Rehabilitación.

3.2.6.2. Metodología para estabilización de taludes mediante mallas metálicas

-) La presente investigación se basará en la colocación de una malla metálica y anclajes de fijación para la estabilización de taludes en suelos arenolimosos y pendientes entre 60 y 90 grados.
-) Se realizará la recopilación de información mediante visitas de campo, registro fotográfico, toma de muestras del suelo.
-) Se determinará las propiedades del suelo mediante ensayos de laboratorio y campo.
-) Método triaxial se utilizará para determinar el ángulo de fricción y cohesión del suelo.
-) Se obtendrá el factor de seguridad del talud por el método de Fellenius en base a los datos obtenidos de los ensayos. La malla metálica se deberá instalar anclándola en la parte superior del talud y ciñéndola a éste mediante anclaje de varillas y placas de fijación. Dejar el anclaje adecuado en la parte inferior de la malla, de modo que ésta se pueda remover, sacar el desprendimiento acumulado y fijar de nuevo

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Recolección de datos

La recopilación de la información correspondiente a la vía se realizó por medio de un registro fotográfico, visitas de campo, toma de muestras en el suelo y ensayos realizados en laboratorio. Los parámetros geotécnicos necesarios para la modelación de taludes se tomaron como base en las siguientes normativas.

-) Densidad ASTM C-128-01
-) Compresión triaxial ASTM D-2850-95

4.1.1. Geometría y condiciones del talud

Por medio de recolección de información de campo se pudo identificar que del tramo de vía Quero – Puñachizag, a la altura de la abscisa km 1+680, se observó un desprendimiento de material y derrumbes; por tal motivo, se seleccionó este lugar para obtener la geometría del talud y las muestras para el análisis de la estabilidad.



Figura 8: Condición actual del talud en la abscisa km 1+680 vía Quero – Puñachizag

Fuente: El autor

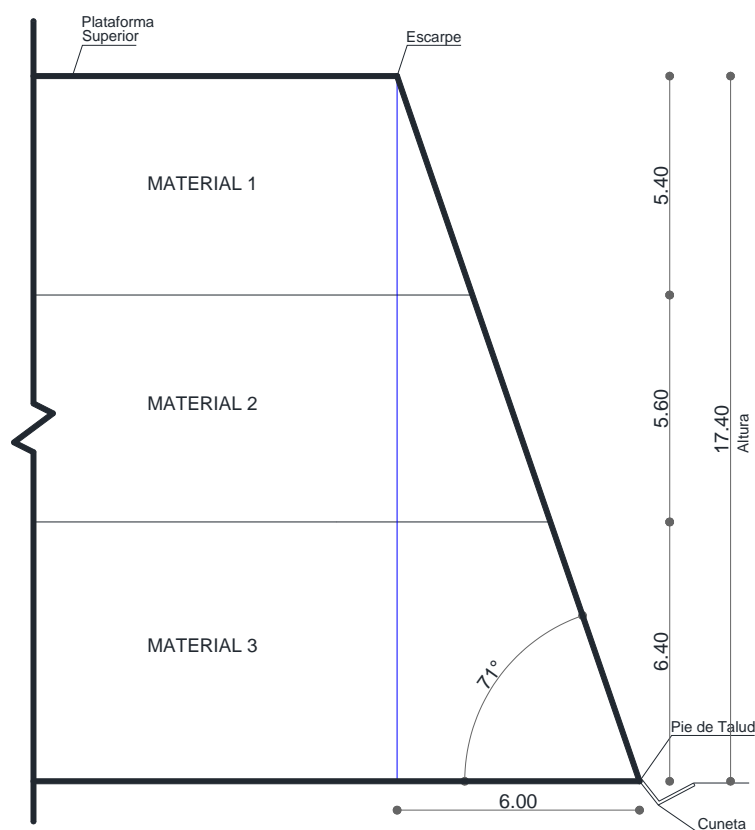


Figura 9: Esquemmatización de la geometría del talud, Vía Quero – Puñachizag

Fuente: El autor

4.1.1.1. Propiedades físicas

Se pudieron identificar 3 tipos de materiales en el perfil del talud analizado. Se tomaron muestras de cada material para su análisis en laboratorio con el fin de obtener las propiedades físicas de cada material. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 13: Resumen de la clasificación y propiedades físicas de las muestras

MATERIAL	CLASIFICACIÓN		CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD (gr/cm ³)
	SUCS	DESCRIPCIÓN		
M1	SM	Arena Limosa	20,92	1,70
M2	SM	Arena Limosa	21,69	1,71
M3	SM	Arena Limosa	22,23	1,90

Fuente: El autor

Posterior a este ensayo se realiza un ensayo granulométrico, en donde se identifican el tamaño de las partículas de las muestras de suelo tomadas. Los resultados se presentan

a manera de graficas como curvas de distribución granulométrica, mismos que se muestran en las siguientes figuras.

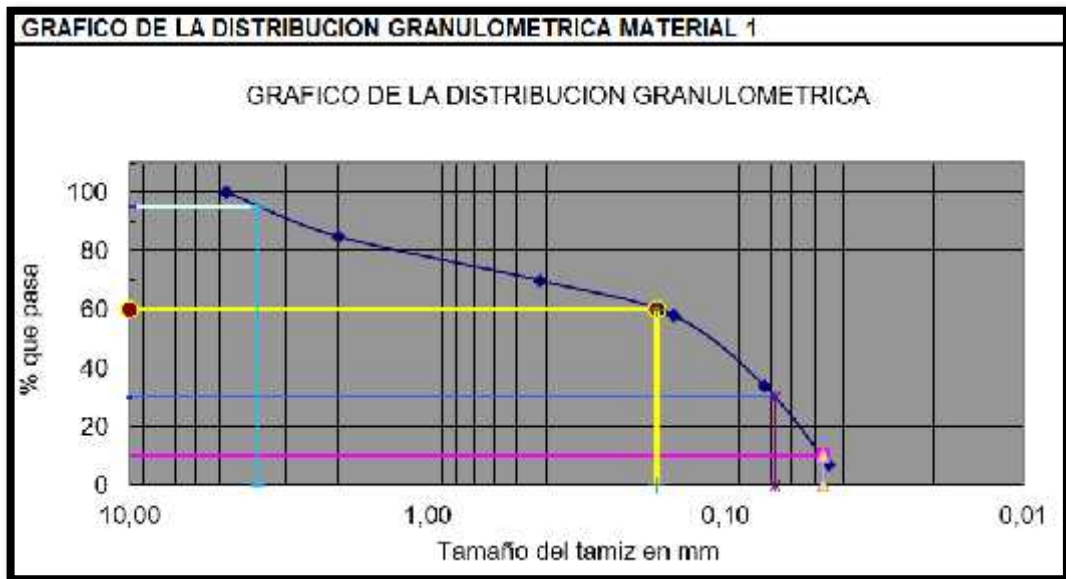


Figura 10: Análisis granulométrico - Material 1

Fuente: El autor

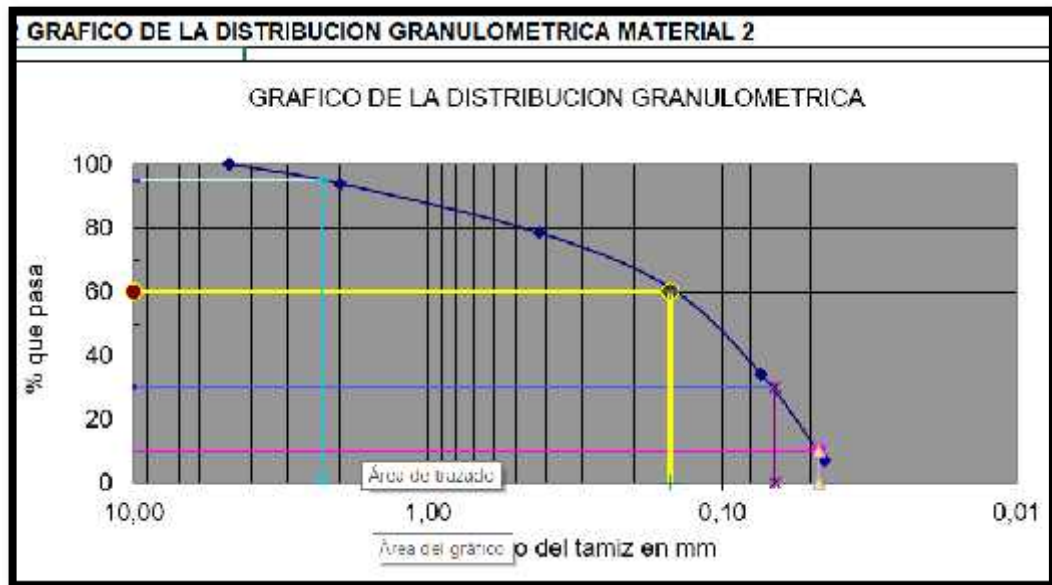


Figura 11: Análisis granulométrico - Material 2

Fuente: El autor

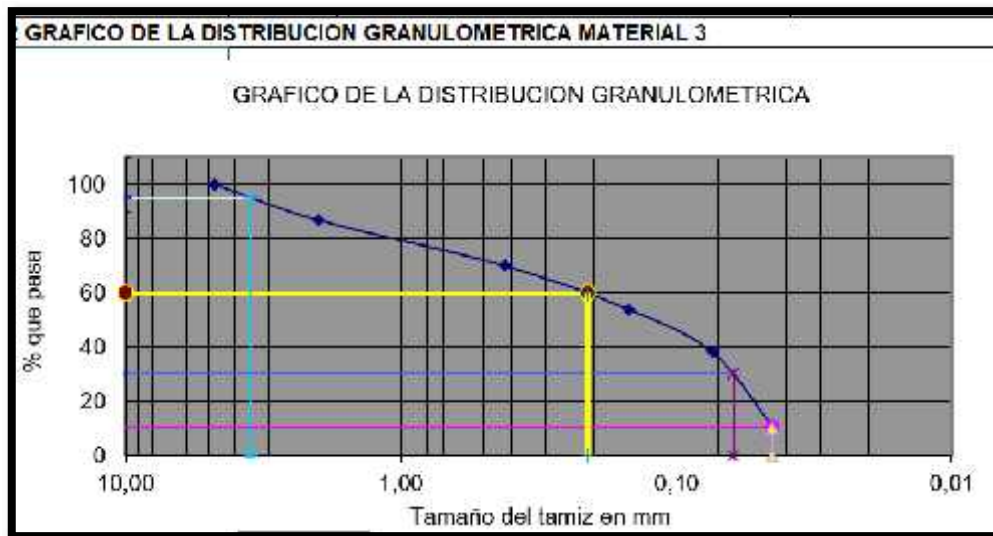


Figura 12: Análisis granulométrico - Material 3

Fuente: El autor

Para la clasificación de las muestras de suelo se empleó el sistema unificado de clasificación de suelos, mismo que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 14: Clasificación de los suelos mediante el sistema SUCS

Divisiones mayores	Símbolo del grupo	Nombre del Grupo		
		Símbolo	Descripción	
Suelos granulares gruesos Más del 50% retenido en el tamiz N° 200 (0.075)	Grava > 50% de la fracción gruesa retenida en el tamiz n°4	Grava limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200	GW	Grava bien gradada, grava fina a gruesa
			GP	Grava pobremente gradada
		Grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	GM	Grava limosa
			GC	Grava arcillosa
	Arena ≥ 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz n°4	Arena limpia	SW	Arena bien gradada, arena fina a gruesa
			SP	Arena pobremente gradada
		Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	SM	Arena limosa
			SC	Arena arcillosa
Suelos de grano fino Más del 50% pasa el tamiz N°200	Limos y arcillas Limite liquido < 50	Inorgánico	ML	Limo
			CL	Arcilla
		Orgánico	OL	Limo orgánico, arcilla orgánica
	Limo y arcilla Limite liquido ≥ 50	Inorgánico	MH	Limo de alta plasticidad, limo elástico
			CH	Arcilla de alta plasticidad
		Orgánico	OH	Arcilla orgánica, limo orgánico
Suelos altamente orgánicos		PI	Turba	

Fuente: SUCS, Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos

4.1.1.2. Propiedades mecánicas del suelo

Posterior a la clasificación del suelo, se procedió a determinar las propiedades mecánicas del suelo por medio de un ensayo de Compresión Triaxial, en donde se obtuvieron los parámetros del suelo: cohesión (c) y ángulo de fricción interna (ϕ), con la relación esfuerzo deformación del esfuerzo de cortante. Se realizó 3 pruebas con presiones laterales de 0.50 kgf/cm², 1.00 kgf/cm² y 1.50 kgf/cm².

En las siguientes figuras se pueden ver las curvas de esfuerzo - deformación obtenidas para las tres muestras de suelo obtenidas.

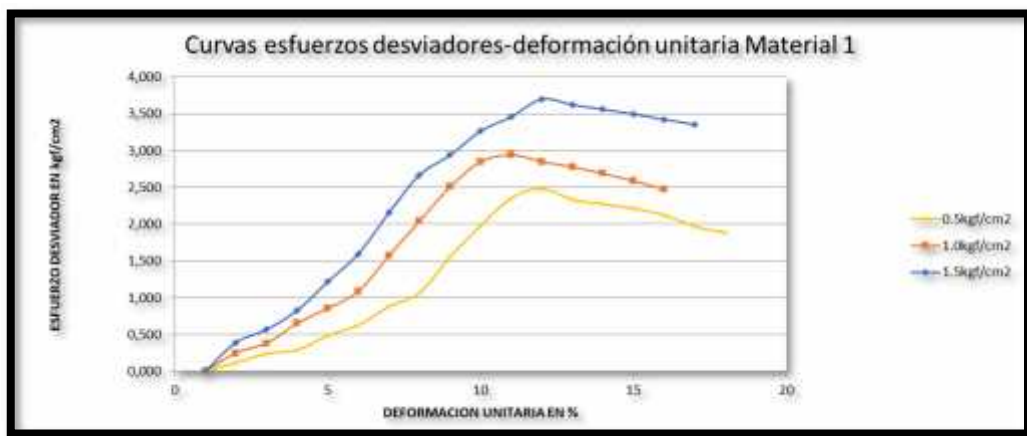


Figura 13: Curvas Esfuerzo vs Deformación, Ensayo Triaxial - Material 1

Fuente: El autor



Figura 14: Curvas Esfuerzo vs Deformación, Ensayo Triaxial - Material 2

Fuente: El autor

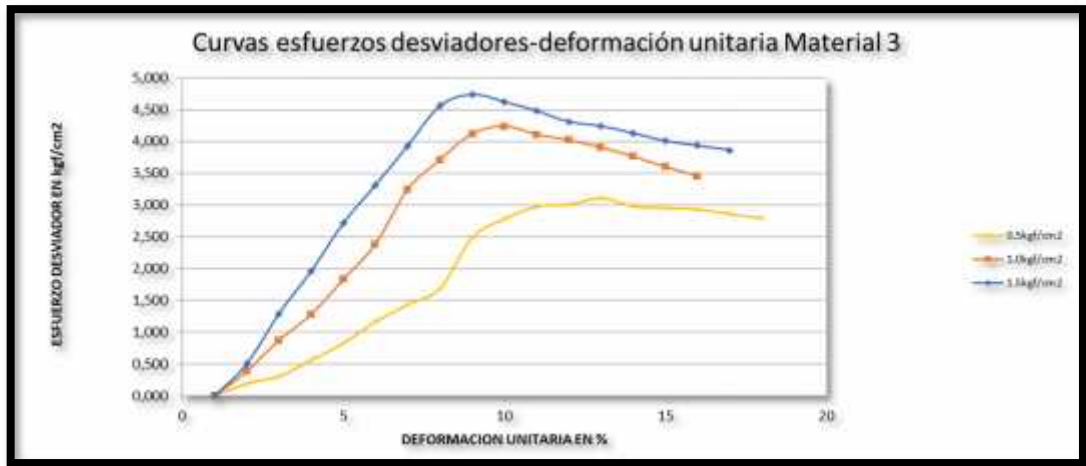


Figura 15: Curvas Esfuerzo vs Deformación. Ensayo Triaxial - Material 3

Fuente: El autor

Posterior a este análisis, se realizan los círculos de Mohr para cada muestra, en donde se encuentran representados los esfuerzos de falla y trazado una tangente a estos, se determinó los parámetros σ_c y ϕ , como se puede apreciar en las siguientes figuras.

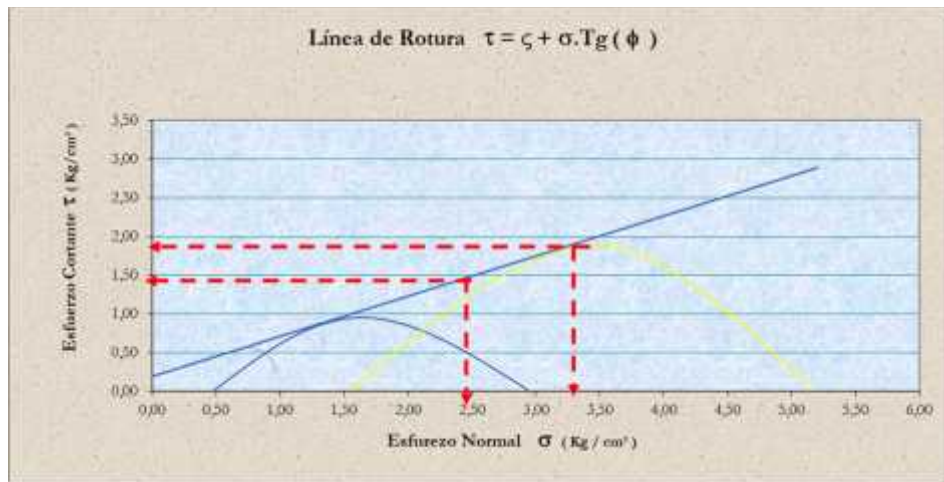


Figura 16: Envolvente de Mohr, Esfuerzos totales - Material 1

Fuente: El autor

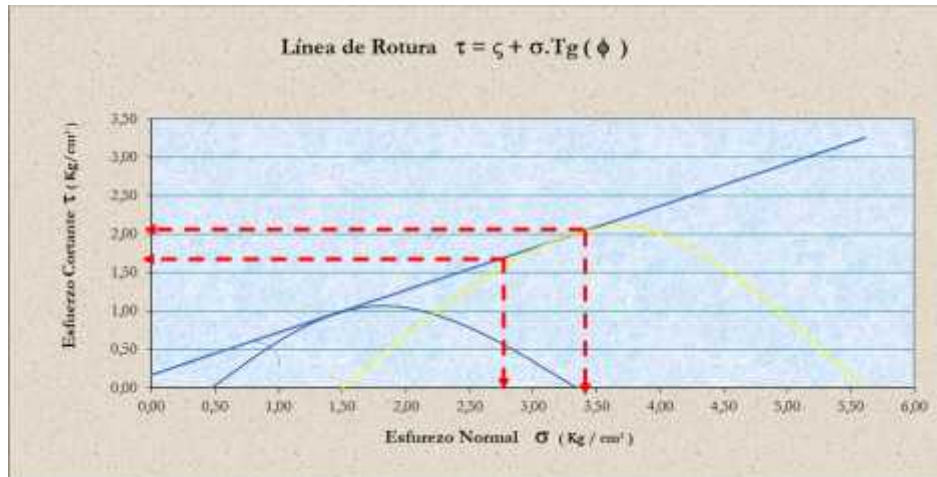


Figura 17: Envoltente de Mohr, Esfuerzos totales - Material 2

Fuente: El autor

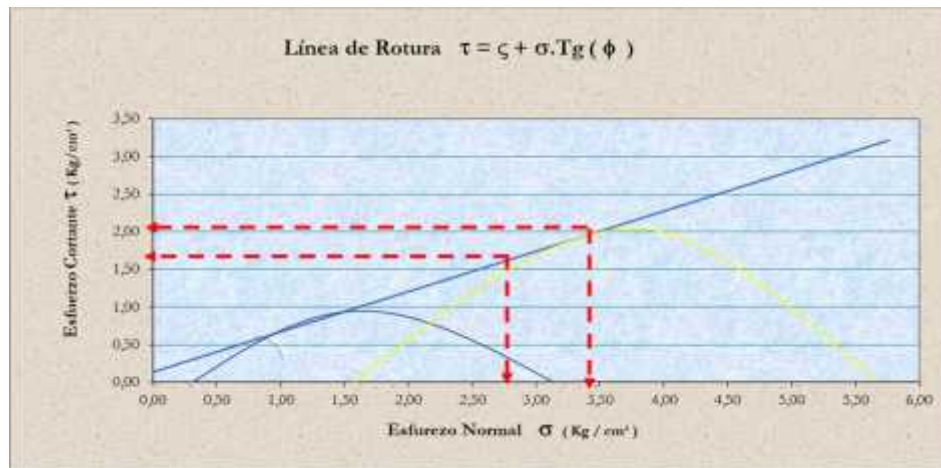


Figura 18: Envoltente de Mohr, Esfuerzos totales - Material 3

Fuente: El autor

Resultados del ensayo de Compresión Triaxial

Tabla 15: Cuadro de resumen, resultados compresión triaxial

MATERIAL	CLASIFICACIÓN DEL SUELO	COHESIÓN		ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA $\phi(^{\circ})$	PESO UNITARIO kN/m ³
		kg/cm ²	Kpa		
M1	SM (Arena Limosa)	0,19	18,63	27,4	16,67
M2	SM (Arena Limosa)	0,17	16,67	28,8	16,75
M3	SM (Arena Limosa)	0,14	13,73	27,1	18,63

Fuente: El autor

4.1.1.3. Aplicación del programa GeoStudio 2012 para la determinación del factor de seguridad en la determinación del método de estabilización de taludes

Se empleó el programa GeoStudio 2012 para la modelación matemática y el cálculo del factor de seguridad dentro de la determinación del método adecuado para la estabilización del talud. Este programa emplea el método general del equilibrio límite para satisfacer las fuerzas y momentos de equilibrio del talud.

4.1.1.3.1. Ingreso al programa

Al momento de iniciar el programa se selecciona la opción de “licencia de estudiante”, esto con el fin de acceder a la opción Slope/W. Con esta opción se puede calcular el factor de seguridad.



Figura 19: Ingreso al programa GeoStudio 2012

Fuente: El autor

4.1.1.3.2. Análisis

Para el análisis es necesario ingresar un nombre de archivo y seleccionar el tipo de análisis que se desea realizar. Para el presente trabajo se seleccionará el método ordinario (Fellenius).

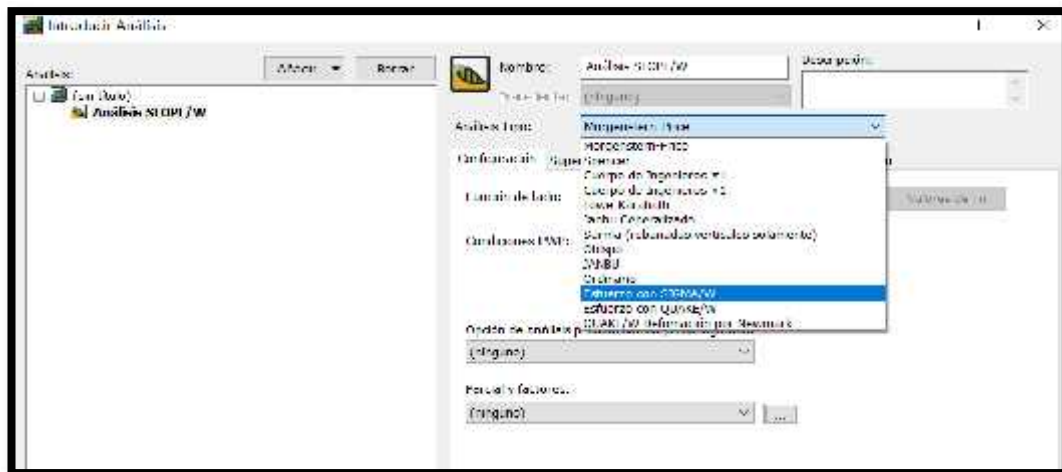


Figura 20: Selección de análisis - Método ordinario

Fuente: El autor

En la opción “Superficie de Deslizamiento”, seleccionar el sentido de desarrollo de los círculos de rotura (izquierda- derecha), defina por la geometría del talud. En “Superficie de Deslizamiento” marcar “cuadrícula y radio” que permitirá el ingreso del círculo crítico y radio.

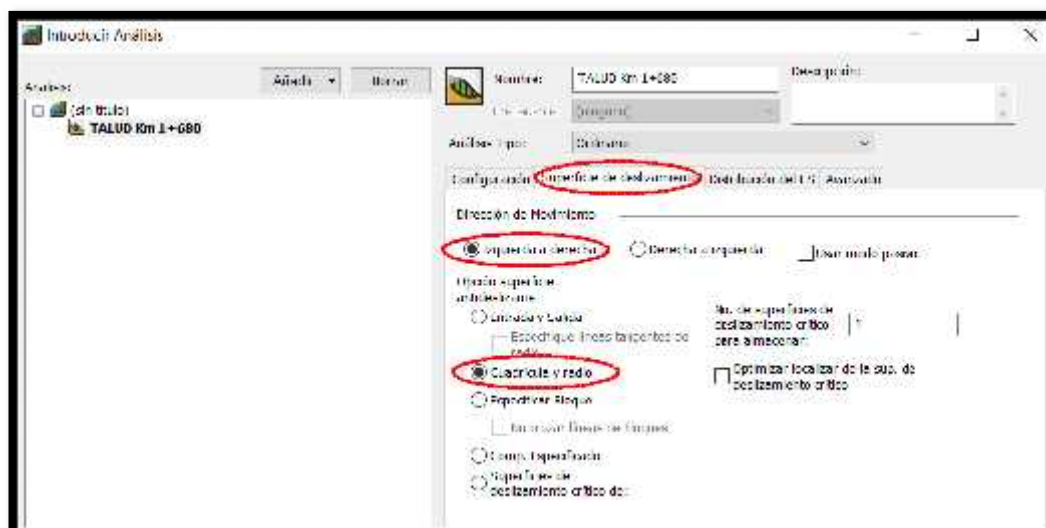


Figura 21: Superficie de deslizamiento

Fuente: El autor

En la distribución del FS se deben mantener las opciones por defecto mostradas (FS constante). En la pestaña de “Avanzado” se presentan diferentes opciones, mismas que ayudan a indicar criterios de convergencia para el modelo realizado. Las opciones que se deben seleccionar para el análisis son las siguientes:

-) Numero de dovelas
-) En la zona de “máximo número de iteraciones” se coloca 2000 ya que es el número de repeticiones que realiza el método del cálculo.
-) Se marca la tolerancia del factor de seguridad en este caso para una mayor afinidad 0.001.

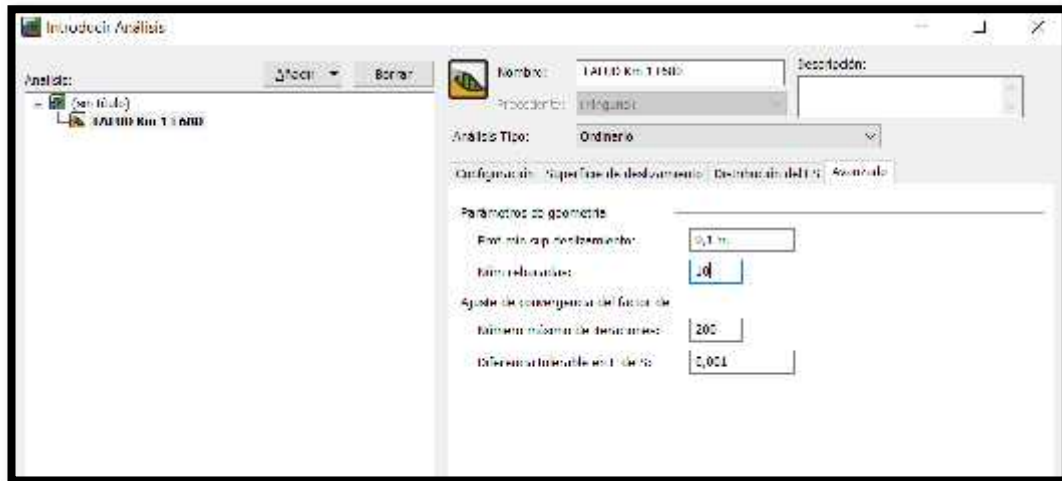


Figura 22: Parámetros de dovelas

Fuente: El autor

4.1.1.3.3. Configuración del área de trabajo

Luego de seleccionados los parámetros adecuados para el estudio, se procede a configurar el espacio de trabajo. En la pestaña superior “Entornos Geométricos” seleccionar “Pagina” definir ancho y altura de la hoja de acuerdo al espacio de la geometría del talud, ejes, texto, etc.



Figura 23: Configuración de página de trabajo

Fuente: El autor

Posterior a eso, en la misma pestaña de entornos geométricos se debe definir la escala y las unidades que se van a manejar para los gráficos generados, optando por los siguientes parámetros:

-) Escala horizontal y vertical 1:200
-) Unidades de Ingeniería: Métrico
-) Unidades de fuerza: kilo newtons



Figura 24: Configuración de unidades y escala

Fuente: El autor

Insertar ejes del perfil y poder referenciar geoméricamente el talud
 Sentido X: Distancia e incremento, Sentido Y: Altura e Incremento

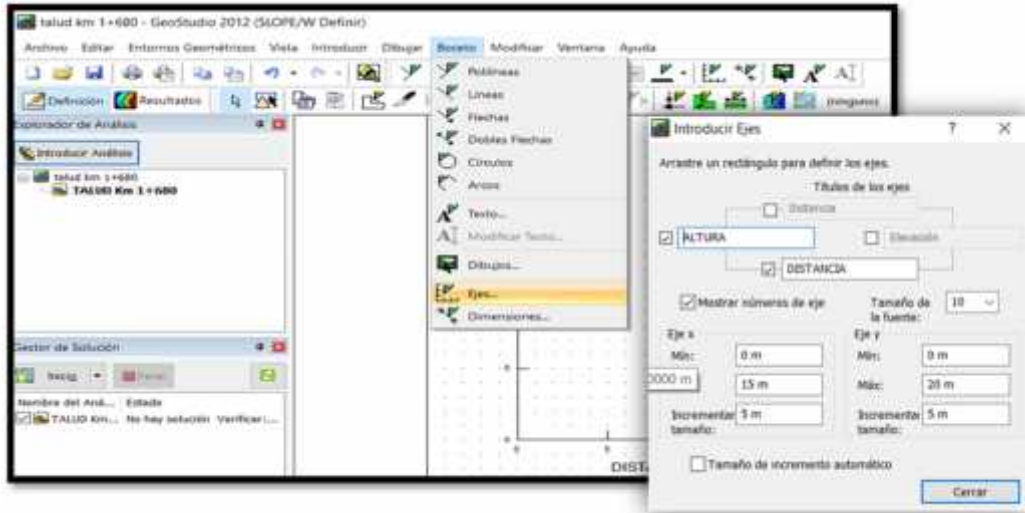


Figura 25: Definición de ejes

Fuente: El autor

Ingreso de materiales de acuerdo a las características de cada estrato.

Tabla 16: Materiales por estrato

MATERIAL	CLASIFICACIÓN DEL SUELO	COHESIÓN		ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA $\phi(^{\circ})$	PESO UNITARIO kN/m ³
		kg/cm ²	Kpa		
M1	SM (Arena Limosa)	0,19	18,63	27,4	16,67
M2	SM (Arena Limosa)	0,17	16,67	28,8	16,75
M3	SM (Arena Limosa)	0,14	13,73	27,1	18,63

Fuente: El autor

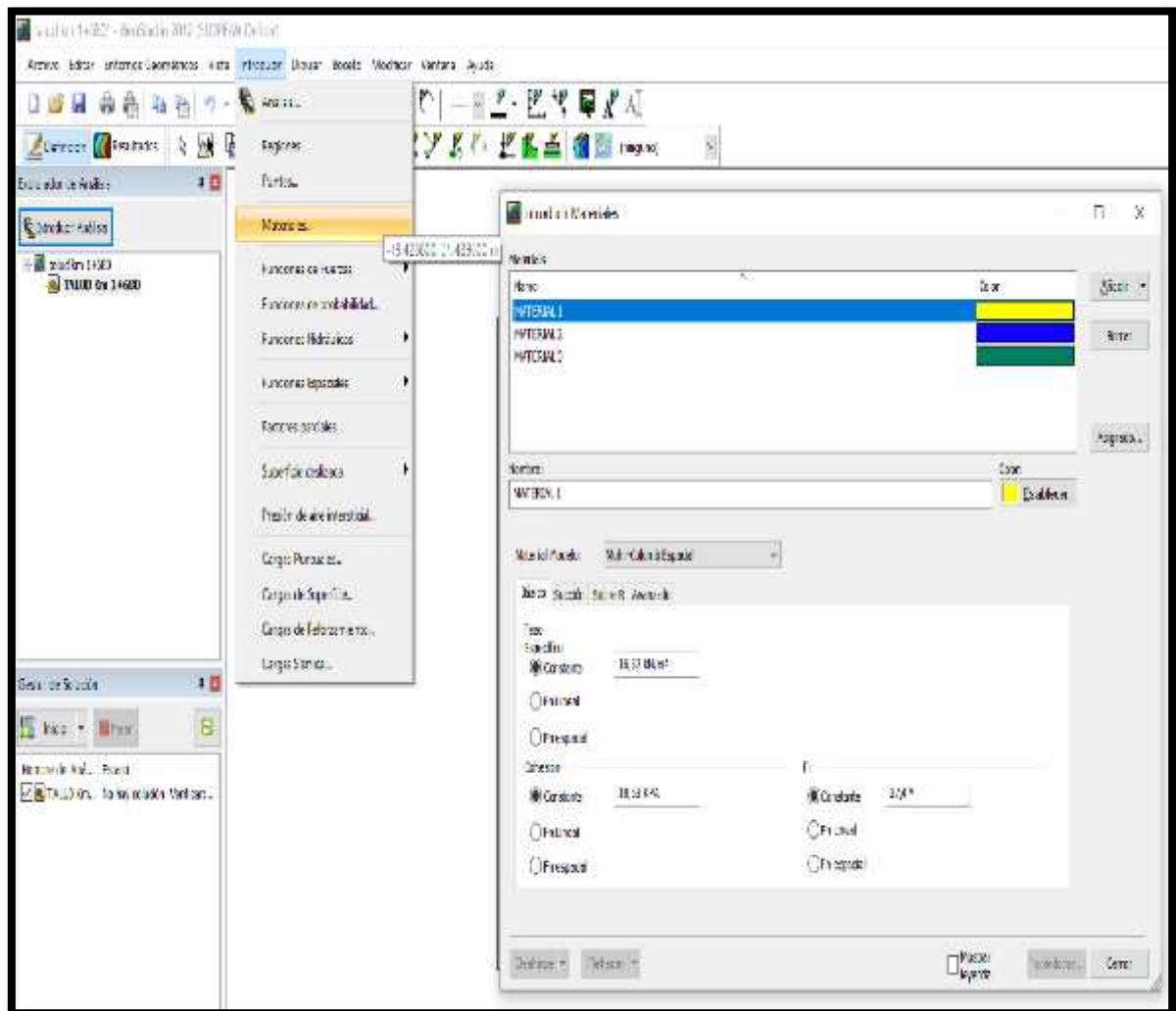


Figura 26: Materiales por cada estrato

Fuente: El autor

4.1.1.3.4. Dimensiones del talud – datos de ingreso

Los datos iniciales para comenzar con el análisis se muestran en la siguiente figura.

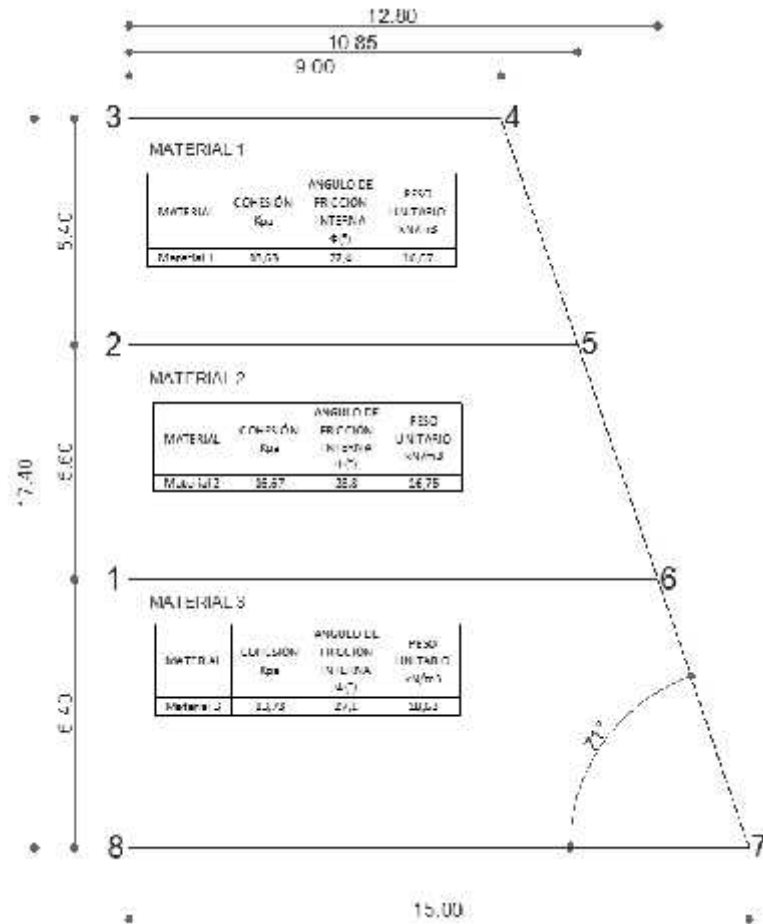


Figura 27: Características y geometría del talud

Fuente: El autor

Para la definición de los puntos del contorno del perfil del talud se hace una medición con respecto a la base inferior izquierda del mismo, obteniendo así coordenadas en X e Y para cada uno de los puntos del contorno, tomando en consideración el cambio de estrato y el perfil del talud como tal

Tabla 17: Puntos de contorno

PUNTOS DE CONTORNO		
Nº	Sentido X	Sentido Y
1	0	6,4
2	0	12
3	0	17,4
4	9	17,4
5	10,85	12
6	12,8	6,4
7	15	0
8	0	0

Fuente: El autor

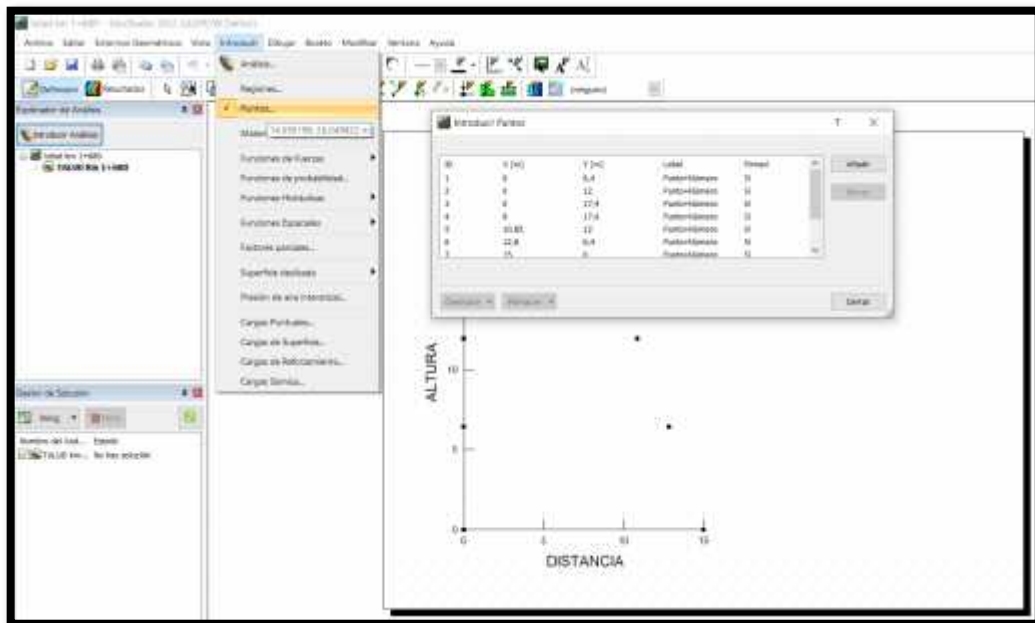


Figura 28: Ingreso puntos de contorno de talud

Fuente: El autor

Posterior a eso, se deben ingresar las regiones de acuerdo a los puntos previamente establecidos, tomando como prioridad la geometría de cada estrato del talud.

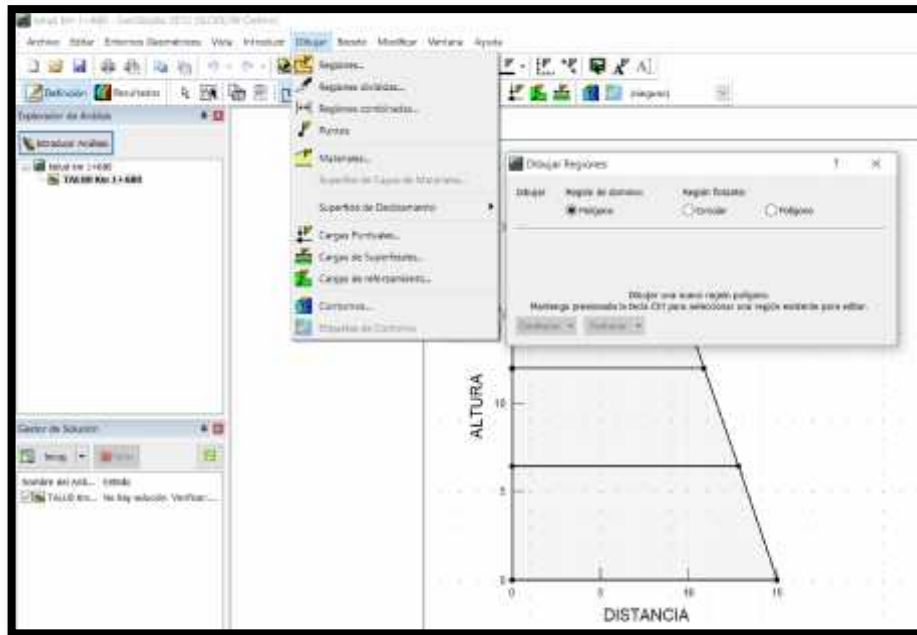


Figura 29: Ingreso de regiones

Fuente: El autor

Posterior a la identificación de las regiones correspondientes, se deben asignar propiedades a cada una de ellas, colocando las características halladas para cada tipo de suelo.

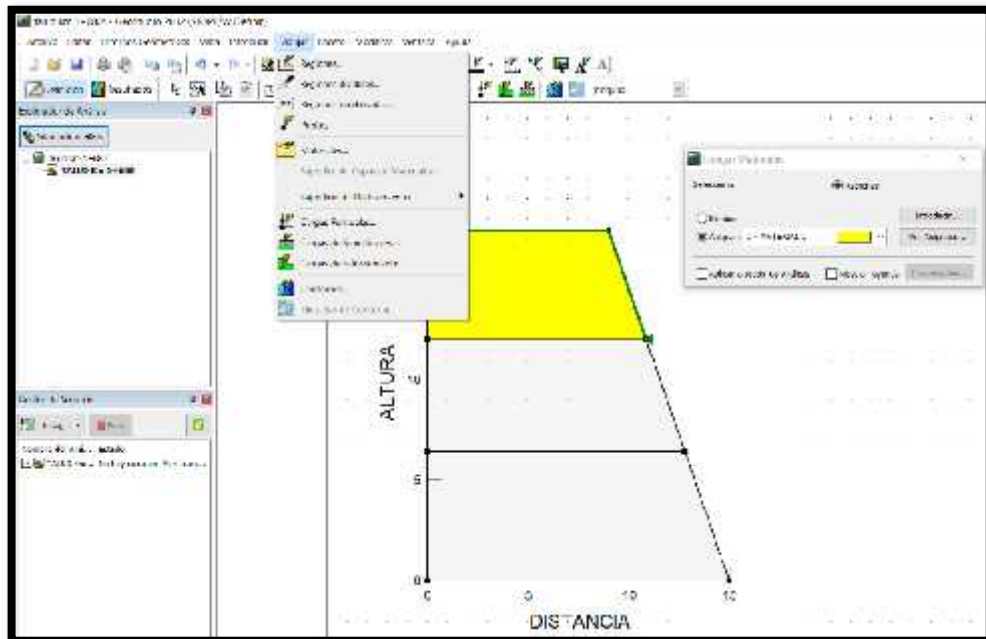


Figura 30: Asignación de materiales a cada estrato

Fuente: El autor

4.1.1.3.6. Ejecución de los cálculos

Luego de realizada toda la configuración, se procede a ejecutar los cálculos necesarios para el estudio. El programa mostrará una imagen similar a la mostrada en la siguiente figura, en donde aparece el modelo, la malla de centros y la superficie de rotura para el coeficiente de seguridad mínimo que para el presente caso $F.S = 0.764$, así como su centro correspondiente.

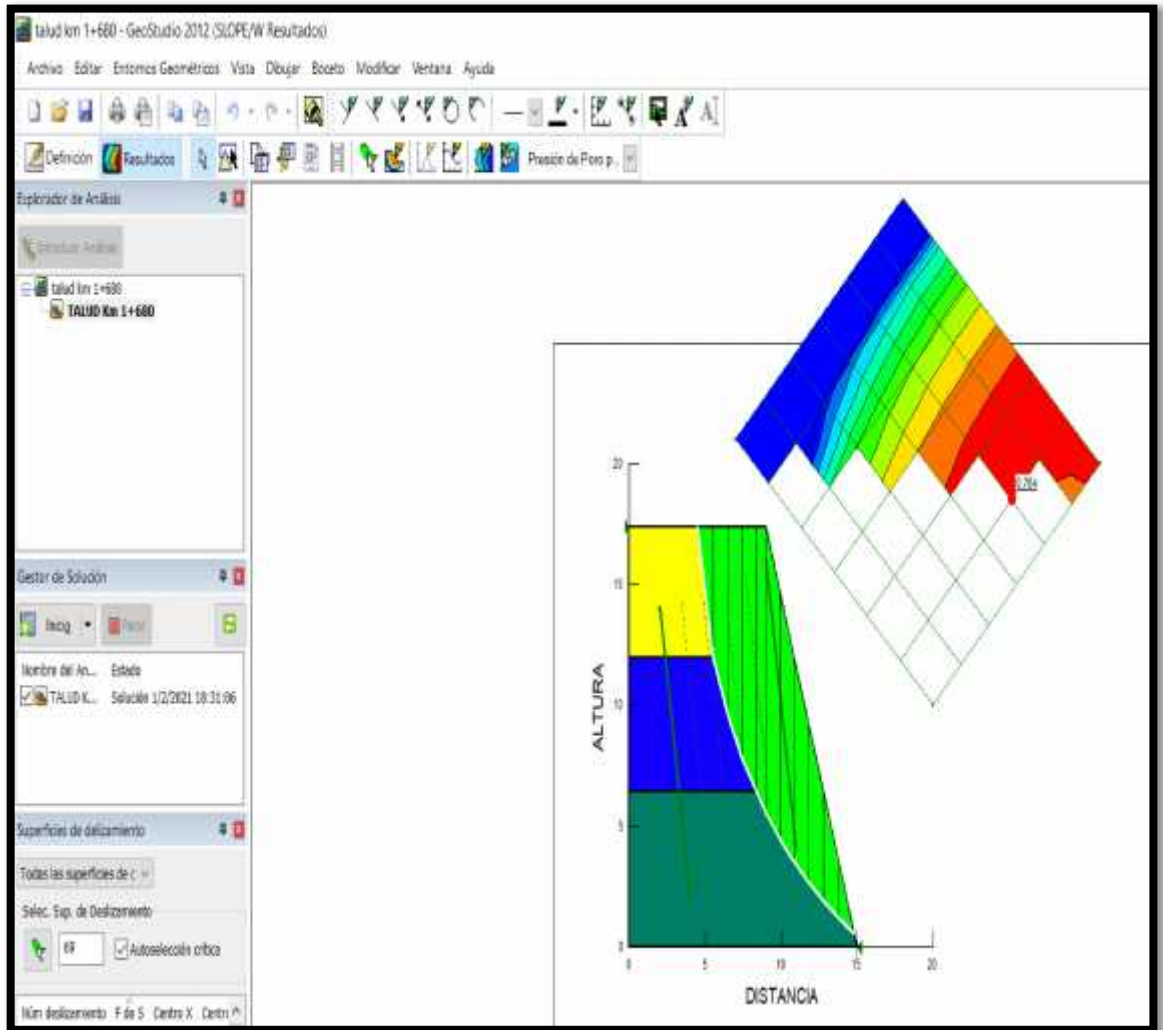


Figura 33: Resultados de cálculos. factor de seguridad crítico

Fuente: El autor

Posterior a este paso, se visualizan las fuerzas que actúan sobre cada rebanada, como se muestra en la siguiente figura.

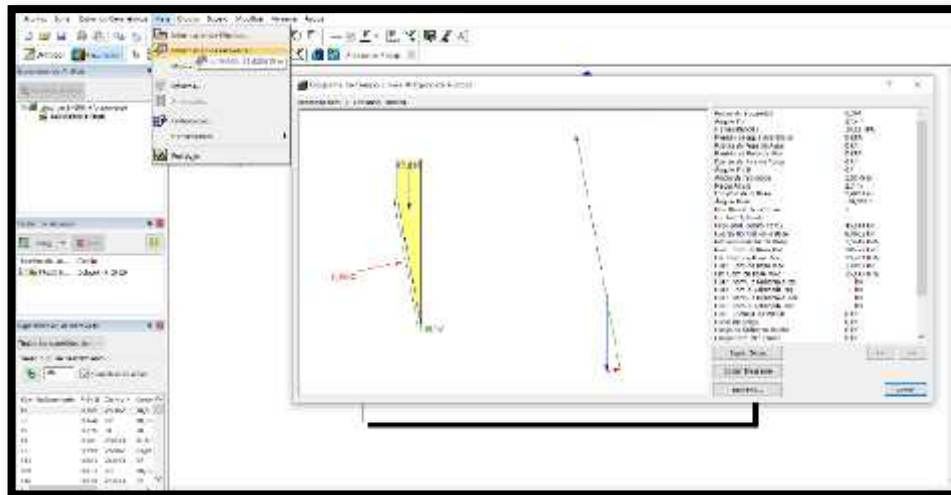


Figura 34: Fuerzas que actúan sobre cada dovela

Fuente: El autor

4.1.1.3.7. Análisis de los resultados

Por medio de la ejecución del programa GeoStudio 2012 se pudo determinar el factor de seguridad mínimo requerido para el talud de estudio. Para la correcta interpretación de este factor de seguridad se deben tomar en consideración los aspectos mencionados a continuación:

-) El centro de deslizamiento crítico debe quedar relativamente centrado en la malla de centros definida, no debiendo estar nunca en sus laterales.
-) Se debe tomar con la debida precaución los resultados obtenidos para los coeficientes de seguridad que tengan un valor demasiado elevado o demasiado bajo.
-) Se deben revisar los equilibrios de fuerzas entre las distintas fajas de deslizamiento previamente establecidas, verificando que no exista ninguna fuerza colgada en dichos equilibrios.
-) Al ser un proceso iterativo los resultados son confiables bajo en criterio adecuado de ingreso de datos [26]

En la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados generales obtenidos para el análisis del talud del presente estudio.

Tabla 18: Resultados generales para el análisis realizado

MASA DE DESLIZAMIENTO	
Método	Ordinario
Factor de Seguridad	0,764
Volumen Total (m ³)	70,23
Peso Total (kN)	1203,4
Momento de Resistencia Total (kN-m)	14647
Momento de Activación Total (kN-m)	19160

Fuente: El autor

De la tabla anterior se puede apreciar que se obtiene un valor de factor de seguridad de 0,764. De acuerdo con la NEC 2014, se debe tener un factor de seguridad mínimo en taludes de 1,5 para diseño y de 1,25 para construcción [27].

4.1.1.3.8. Aplicación del sistema de malla metálica

Tomando en consideración las dificultades que podrían presentarse en la aplicación de la metodología de análisis de estabilidad de taludes y diseño de estabilizaciones con malla metálica flexible planteadas en la presente investigación, se utilizó el programa GeoStudio 2012 para poder determinar un nuevo factor de seguridad con la implementación de este sistema flexible, ya que el programa si permite realizar el ingreso de cargas de reforzamiento y anclaje que van de acuerdo al método a emplearse.

Es importante considerar ciertos parámetros relativos a la aplicación del sistema de malla metálica, mismos que fueron seleccionados tomando como referencia a criterios y resultados en estudios similares con sistemas metálicos flexibles. Los parámetros mencionados son los siguientes:

-) Los pernos ejercen una fuerza sobre el terreno a través de sus propias placas de anclaje. el valor de las mismas está condicionado por la fuerza del apriete de las tuercas, que en la mayoría de los casos no es controlada, y depende básicamente del brazo de la llave con la que se realice la tarea y de la fuerza aplicada por el operario [26].
-) En algunos manuales técnicos de algunos fabricantes se indica que el par de apriete aplicado por el trabajador es igual a una fuerza axial aproximada de 50 kN, mientras que otros estudios mencionan que las fuerzas axiales no sobrepasan los 15 kN [26].

-) Otra de las observaciones analizadas por diferentes estudios similares es acerca de la tensión de los cables que se encuentran entre las placas y el terreno a tratar. Si los cables están muy tensos antes del apriete de la tuerca, lo más probable es que la fuerza aplicada por el operario para apretar la tuerca no sea suficiente para ceñirla al terreno, en cuyo caso la placa aumenta la tensión inicial en los cables, siendo esta transmitida al terreno y generando una reflexión en este [26].
-) En el mecanismo de transmisión de fuerzas cuando los cables poseen poca penetración inicial y la hendidura alrededor del perno es reducida, la fuerza de apriete se emplea en unir la placa al terreno y de forma indirecta en tensar los cables de la malla. Pero la mayor parte se empleará en aumentar la fuerza de compresión placa - terreno, caso en el cual la principal forma de transmisión de fuerzas al terreno será a través del plano y no de la red, como se puede apreciar en la figura a continuación.

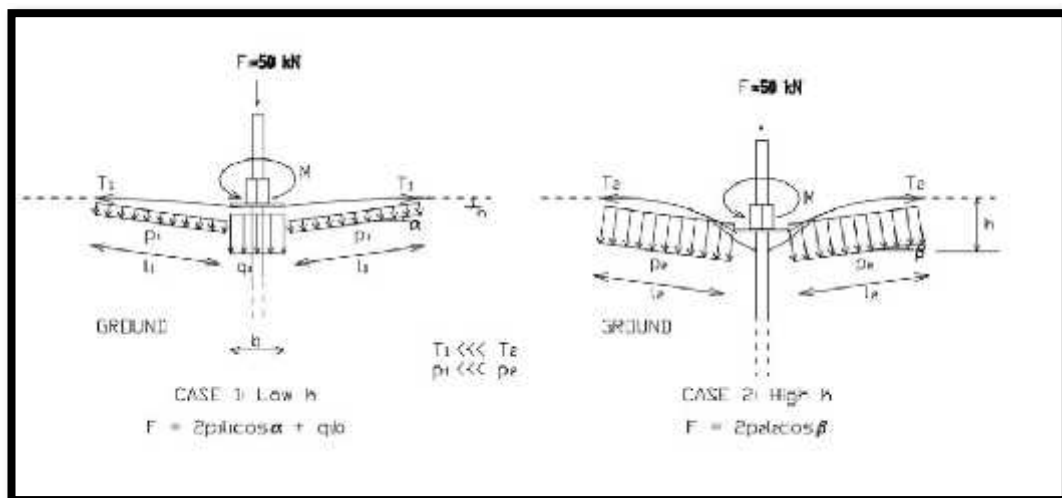


Figura 35: Mecanismos de interacción malla – terreno

Fuente: Grattz y Salazar (2016) [26]

Para uno de los sitios monitoreados en el presente estudio, se pudo determinar que la presión máxima ejercida por la malla es de 3,26 kN/m². Este resultado implica que la red ejerce solamente un 20% de la fuerza para la que estaba diseñada en el mejor de los casos posibles. Por otra parte, la presión sobre el terreno se realiza en zonas puntuales, no siendo una presión repartida de manera uniforme.

A su vez, para otro sitio monitoreado, se determinó que la fuerza máxima que ejercía la red tiene un valor de 1,94 kN/m². Esta situación implica que la red solo ejerció alrededor del 12% de la fuerza de diseño para la red.

Tomando como referencia estos antecedentes, se procede a ingresar al programa GeoStudio 2012 con los datos mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 19: Características malla metálica - Triple torsión

Malla metálica (triple torsión Galvanizada)	
Resistencia última a la tracción	177 KPA
Capacidad de carga	150 kN/m
Fuerza de Pretensado	30 a 50 KN

Fuente: GEOBRUGG – Revista Técnica

4.1.1.3.9. Asignación de cargas de reforzamiento dentro del programa GeoStudio

En primer lugar, se deben ingresar las cargas de refuerzo para los anclajes, tomando en consideración un valor del 20% de la fuerza total de diseño para la malla metálica.

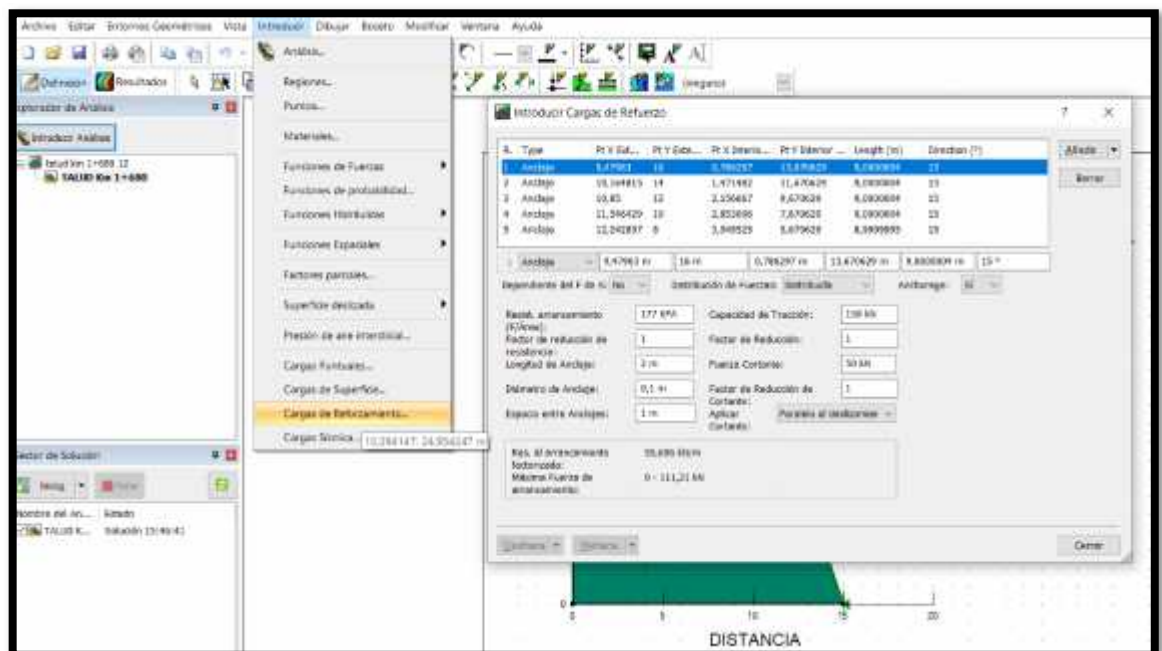


Figura 36: Ingreso fuerzas de anclajes

Fuente: El autor

Luego del ingreso de las fuerzas y valores indicados anteriormente, se procede a ejecutar el cálculo en el programa.

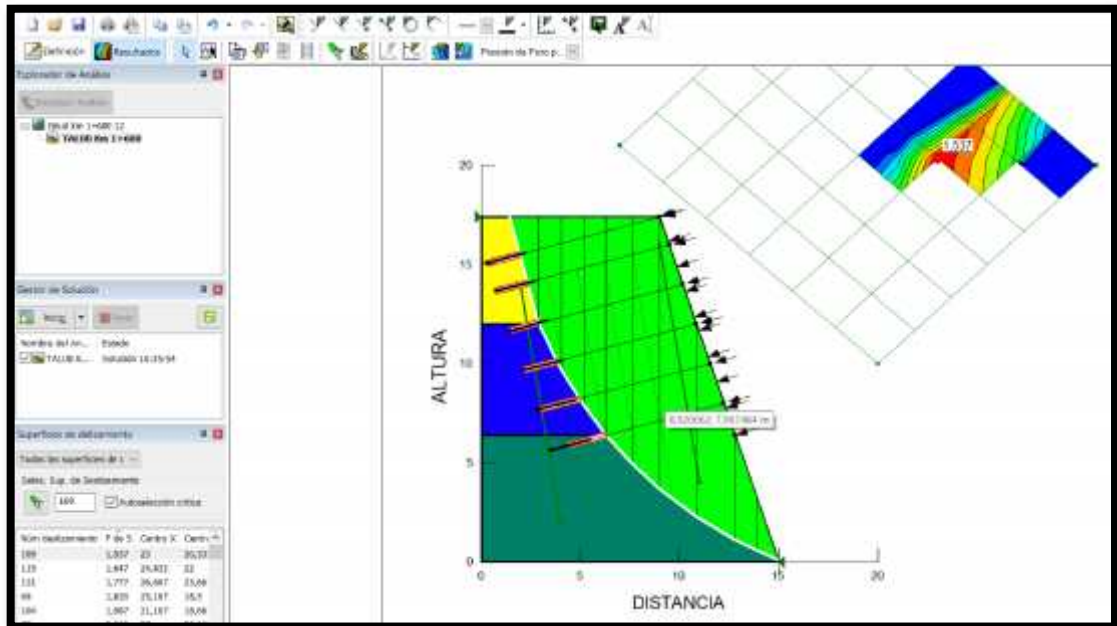


Figura 37: Determinación del nuevo factor de seguridad

Fuente: El autor

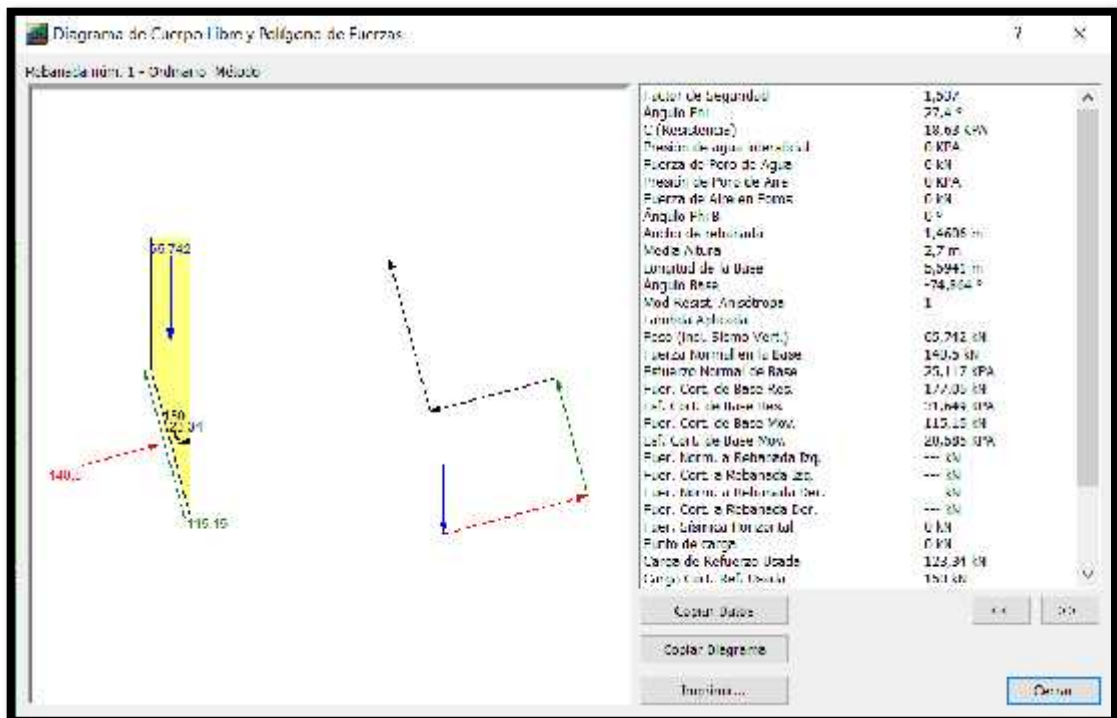


Figura 38: Fuerzas actuantes en cada dovela

Fuente: El autor

Los resultados obtenidos luego de la realización del recálculo mencionado se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 20: Resultados con refuerzo malla metálica

MASA DE DESLIZAMIENTO	
Método	Ordinario
Factor de Seguridad	1,537
Volumen Total (m ³)	108,35
Peso Total (kN)	1858,7
Momento de Resistencia Total (kN-m)	28740
Momento de Activación Total (kN-m)	18693

Fuente: El autor

4.1.1.3.10. Resultados obtenidos para el diseño de la malla metálica

Los resultados obtenidos para el diseño de la malla metálica que se implementará en el talud se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 21: Resultados por dovelas - Sin esfuerzo

RESULTADOS POR DOVELAS - SIN REFUERZO - PROGRAMA GEOSTUDIO 2012											
N° Rebanada	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Factor de seguridad	0,764	0,764	0,764	0,764	0,764	0,764	0,764	0,764	0,764	0,764	0,764
Ángulo Phi (°)	27,4	28,8	28,8	28,8	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1
C (Resistencia) (KPA)	18,63	16,67	16,67	16,67	13,63	13,63	13,63	13,63	13,63	13,63	13,63
Ancho de rebanada (m)	1,0179	0,9527	0,9527	0,9527	0,625	0,925	0,925	0,975	0,975	0,99	0,99
Media Altura (m)	2,7	6,58	8,66	10,27	11,41	11,01	9,32	7,48	5,51	3,39	1,14
Longitude de la Base (m)	5,49	2,56	2,017	1,73	1,035	1,42	1,32	1,31	1,24	1,21	1,17
Ángulo base (°)	-79,325	-68,15	-61,81	-56,62	-52,79	-49,39	-45,59	-41,95	-38,41	-35	-31,68
Peso (incl. Sismo Vert.) (KN)	45,81	104,72	137,86	163,59	119,86	172,72	148,52	128,28	97,53	63,17	21,31
Fuerza normal en la base (KN)	8,48	38,97	65,12	89,99	72,47	112,42	103,92	95,4	76,42	51,74	18,13
Esfuerzo normal de base (KPA)	1,54	15,22	32,28	51,97	70,02	79,1	78,61	72,77	61,41	42,42	15,44
Fuer. Cort. De base Res. (KN)	106,77	64,1	69,42	78,345	51,19	76,89	71,19	66,68	56,06	43,1	25,28
Esf. Cort. de Base Res. (KPA)	19,43	25,03	34,41	45,24	49,46	54,109	53,85	50,87	45,05	35,33	21,53
Fuer. Cort. de Base Mov. (KN)	139,67	83,84	90,81	102,48	66,97	100,59	93,13	87,23	73,34	56,38	33,07
Esf. Cort. de Base Mov. (KPA)	25,41	32,75	45,02	59,17	64,7	70,78	70,45	66,54	58,93	46,22	28,16
Coordenada Superior Izq. (m)	4,49 ; 17,4	5,51 ; 17,4	6,46 ; 17,4	7,42 ; 17,4	8,37 ; 17,4	9 ; 17,4	9,92 ; 14,7	10,85 ; 12	11,82 ; 9,2	12,8 ; 6,4	13,79 ; 3,49
Coordenada Superior Der.	5,51 ; 17,4	6,46 ; 17,4	7,42 ; 17,4	8,37 ; 17,4	9 ; 17,4	9,925 ; 14,7	10,85 ; 12	11,825 ; 9,2	12,8 ; 6,4	13,79 ; 3,49	14,79 ; 0,58
Coordenada Izq. Inferior	4,49 ; 17,4	5,51 ; 12	6,46 ; 9,62	7,42 ; 7,84	8,37 ; 6,4	9 ; 5,57	9,92 ; 4,49	10,85 ; 3,55	11,825 ; 2,67	12,8 ; 1,9	13,79 ; 1,20
Coordenada Der. Inferior	5,51 ; 12	6,46 ; 9,62	7,42 ; 7,84	8,37 ; 6,4	9 ; 5,57	9,92 ; 4,49	10,85 ; 3,55	11,82 ; 2,67	12,8 ; 1,9	13,79 ; 1,2	14,79 ; ,586

Fuente: El autor

Tabla 22: Resultados por dovelas - Con esfuerzos

RESULTADOS POR DOVELAS - CON REFUERZO - PROGRAMA GEOSTUDIO 2012											
N° Rebanada	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Factor de seguridad	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537
Ángulo Phi (°)	27,4	28,8	28,8	28,8	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1
C (Resistencia) (KPA)	18,63	16,67	16,67	16,67	13,63	13,63	13,63	13,63	13,63	13,63	13,63
Ancho de rebanada (m)	1,46	1,12	1,12	1,12	1,35	1,35	1,85	1,95	1,07	1,07	1,01
Media Altura (m)	2,7	6,56	8,62	10,26	11,74	13,09	11,71	7,49	3,98	1,33	1,04
Longitude de la Base (m)	5,59	2,58	2,12	1,86	2	1,83	2,31	2,27	1,2	1,17	1,07
Ángulo base (°)	-74,86	-64,07	-57,87	-52,62	-47,53	-42,47	-37	-30,95	-26,37	-23,23	-21,54
Peso (incl. Sismo Vert.) (KN)	65,74	123,63	162,62	193,61	267,56	301,86	374,53	262,13	80,05	26,92	16,48
Fuerza normal en la base (KN)	140,5	97,71	150,23	282,05	239,84	278,9	329,47	225,05	71,72	24,74	19,96
Esfuerzo normal de base (KPA)	25,11	37,82	70,74	151,61	119,59	151,92	142,23	98,97	59,51	21,05	18,03
Fuer. Cort. De base Res. (KN)	177,05	96,77	117,99	186,07	150,07	167,74	200,17	146,16	53,12	28,67	22,43
Esf. Cort. de Base Res. (KPA)	31,64	37,46	55,56	100,02	74,82	91,37	86,41	64,27	44,08	24,41	20,03
Fuer. Cort. de Base Mov. (KN)	115,15	62,94	76,74	121,03	97,6	109,1	130,2	95,06	34,55	18,65	17,75
Esf. Cort. de Base Mov. (KPA)	20,58	24,36	36,13	65,05	48,66	59,43	56,2	41,8	28,67	15,87	11,56
Coordenada Superior Izq. (m)	1,44 ; 17,4	2,90 ; 17,4	4,03 ; 17,4	5,16 ; 17,4	6,29 ; 17,4	7,64 ; 17,4	9 ; 17,4	10,85 ; 12	12,8 ; 6,4	13,87 ; 3,25	13,87 ; 3,26
Coordenada Superior Der.	2,90 ; 17,4	4,03 ; 17,4	5,16 ; 17,4	6,29 ; 17,4	7,64 ; 17,4	9 ; 17,4	10,85 ; 12	12,8 ; 6,4	13,87 ; 3,25	14,95 ; 0,11	14,95 ; 0,12
Coordenada Izq. Inferior	1,44 ; 17,4	2,90 ; 12	4,03 ; 9,67	5,16 ; 7,87	6,29 ; 6,4	7,64 ; 4,92	9 ; 3,68	10,85 ; 2,28	12,8 ; 1,12	13,87 ; 0,58	13,87 ; 0,59
Coordenada Der. Inferior	2,9 ; 12	4,03 ; 9,67	5,16 ; 7,87	6,29 ; 6,4	7,64 ; 4,92	9 ; 3,68	10,85 ; 2,28	12,8 ; 1,12	13,87 ; 0,58	14,95 ; 0,12	14,95 ; 0,13

Fuente: El autor

Los datos obtenidos para el método de estabilización de taludes en suelos arenolimosos con pendientes que fluctúan entre 60 y 90 grados mediante el sistema de mallas metálicas produce un incremento del Factor de Seguridad de hasta un 60% del valor inicial, con las características, método de anclaje y especificaciones que se trató en la presente investigación, lo cual contribuye considerablemente al control de posibles inestabilidades superficiales, además de servir como un elemento de contención ante posibles deslizamientos.

4.1.2. Ubicación de la vía

El presente proyecto de investigación se realiza en la vía Quero – Puñachizag. Esta vía permite el intercambio comercial, turístico e industrial del cantón Quero con el resto de ciudades cercanas, lo que genera ingresos económicos a los habitantes del sector. La caracterización de la vía se puede observar en la siguiente figura.

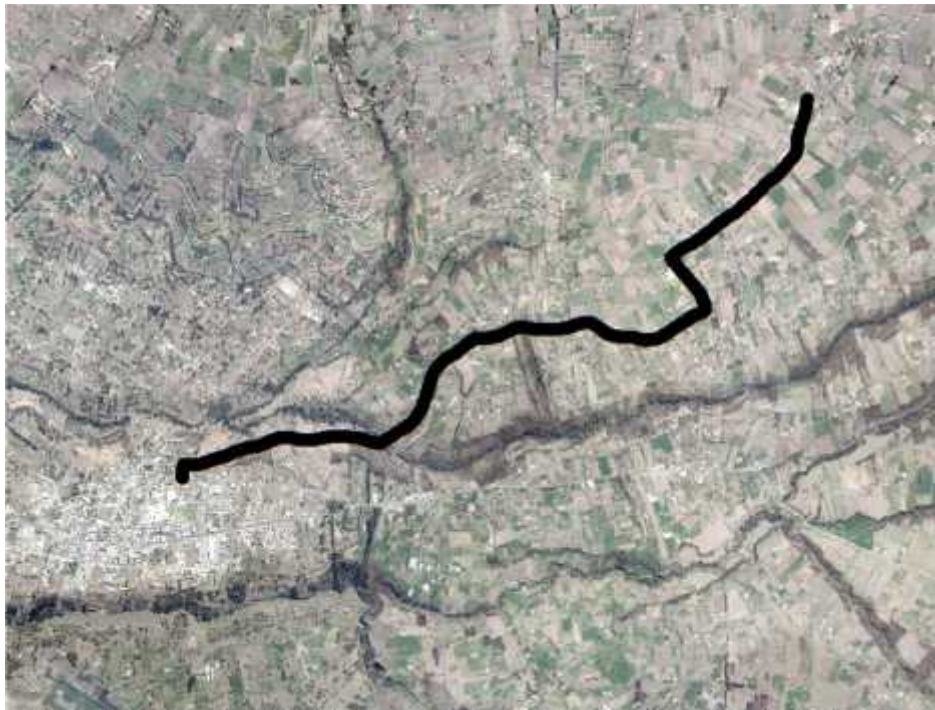


Figura 39: Ubicación geográfica de la vía

Fuente: Google Earth

4.1.3. Evaluación de la vía

4.1.3.1. Levantamiento topográfico

En la vía Quero – Puñachizag en el tramo 0+000 al 3+500 se determinó las condiciones técnicas de la vía y las condiciones naturales que presenta el terreno en el que se va a realizar la investigación. También se realizó el levantamiento topográfico por medio del programa Civil Cad mediante el uso de los datos arrojados por el GPS. Para la medición del ancho de la calzada, las cunetas, los pasos de agua y las entradas de los vehículos se empleó una cinta métrica.

En el Anexo A se puede visualizar de mejor manera el abscisado realizado a la vía Quero – Puñachizag en el tramo km 0+000 al km 3+500, mientras que en la siguiente figura se puede apreciar el plano del levantamiento topográfico realizado.

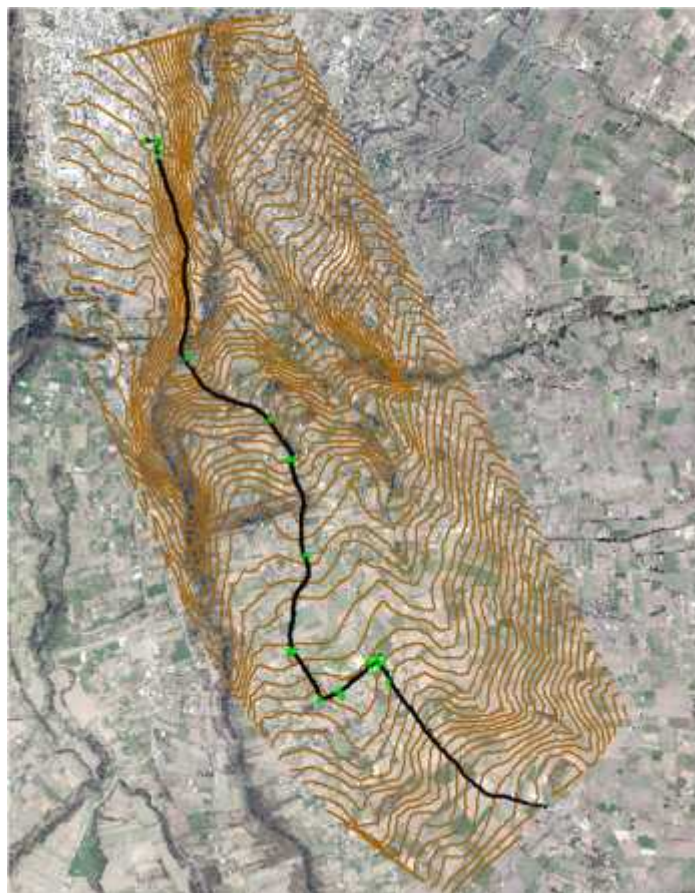




Figura 40: Levantamiento topográfico de la vía

Fuente: El autor

4.1.3.2. Análisis de resultados del estudio del tránsito

Para la realización del cálculo del TPDA correspondiente, se realizó un conteo manual del flujo vehicular circulante por la vía. Este conteo se realizó por una semana completa (de lunes a domingo) en un intervalo de 12 horas por día (7 am a 7 pm) cada 15 minutos. El formato empleado para la recolección de la información correspondiente se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 23: Formato para la recolección de información

  UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL							
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS							
Conteo vehicular día Lunes							
Fecha:	12/10/2020			Estación de Conteo		Vía Quero - Puñachizag	
Clima:	Nublado			Sentido de Conteo		Ambos Sentidos	
Elaborado por:	Egdo. Christian Yanchaliquin			Hora de Inicio:		7:00 AM	
Docente Tutor	Ing. Mg. Rodrigo Acosta			Hora final:		7:00 PM	
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
7:00:00 AM	11	0	2	0	0	13	
7:15:00 AM	12	0	0	0	0	12	
7:30:00 AM	10	0	1	0	0	11	
7:45:00 AM	16	0	5	0	0	21	57
8:00:00 AM	23	1	1	0	0	25	
8:15:00 AM	29	0	3	0	0	32	
8:30:00 AM	37	0	1	0	0	38	
8:45:00 AM	27	0	1	0	0	28	123
9:00:00 AM	29	0	0	0	0	29	
9:15:00 AM	22	0	1	0	0	23	
9:30:00 AM	24	0	4	0	0	28	
9:45:00 AM	15	0	2	0	0	17	97
10:00:00 AM	30	1	4	0	0	35	
10:15:00 AM	25	0	0	0	0	25	
10:30:00 AM	24	0	2	0	0	26	
10:45:00 AM	30	0	2	1	0	33	
11:00:00 AM	25	0	1	0	0	26	
11:15:00 AM	30	0	0	0	0	30	
11:30:00 AM	22	0	1	1	0	24	
11:45:00 AM	26	0	1	0	0	27	107
12:00:00 PM	24	0	1	0	0	25	
12:15:00 PM	19	0	0	0	0	19	
12:30:00 PM	28	0	3	0	0	31	
12:45:00 PM	31	0	4	0	0	35	
1:00:00 PM	27	0	0	0	0	27	
1:15:00 PM	25	0	1	0	0	26	
1:30:00 PM	25	0	1	0	0	26	
1:45:00 PM	16	0	0	0	0	16	95
2:00:00 PM	21	0	0	0	0	21	
2:15:00 PM	34	0	0	0	0	34	
2:30:00 PM	29	0	1	0	0	30	
2:45:00 PM	28	0	1	0	0	29	114
3:00:00 PM	39	0	3	0	0	42	
3:15:00 PM	22	0	1	0	0	23	
3:30:00 PM	24	0	1	0	0	25	
3:45:00 PM	25	0	1	0	0	26	116
4:00:00 PM	26	0	2	0	0	28	
4:15:00 PM	28	0	2	0	0	30	
4:30:00 PM	20	0	3	0	0	23	
4:45:00 PM	25	0	1	0	0	26	107
5:00:00 PM	22	1	0	0	0	23	
5:15:00 PM	14	0	2	1	0	17	
5:30:00 PM	17	0	4	0	0	21	
5:45:00 PM	17	0	5	0	0	22	83
6:00:00 PM	24	0	1	0	0	25	
6:15:00 PM	25	0	2	0	0	27	
6:30:00 PM	23	0	1	0	0	24	
18:45:00-19:00	13	0	0	0	0	13	89
TOTAL	1138	3	73	3	0	1217	
%	94	0	6	0,246507806	0	100	

Fuente: El autor

4.1.3.3. Comprobación de la estructura del pavimento

Para la obtención de las muestras necesarias para el análisis de la estructura del pavimento se realizó la extracción de muestras por medio del empleo de pozos a cielo abierto (calicatas). Este tipo de pozos consiste en realizar excavaciones de 1m² de dimensión a un costado de la vía a analizar, lo que permite obtener muestras de las diferentes capas de las que se compone el pavimento con el fin de identificar las dimensiones de cada capa y realizar los ensayos de suelo pertinentes para determinar las propiedades de los suelos obtenidos en el sitio.

4.1.3.4. Índice de Condición de Pavimento

El Índice de Condición de Pavimento se calcula con el objetivo de conocer la condición de los daños que se localizan en la capa de rodadura del tramo de vía analizado. Para la determinación de estos valores se realizan unidades de muestreo tomando como referencia un ancho de vía promedio de 6,5. El formato empleado para el cálculo de las unidades de muestreo a emplear se muestra en la siguiente tabla.



Tabla 24: Formato empleado para el cálculo de las unidades de muestreo

CÁLCULO DE LA UNIDADES DE MUESTREO			
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS			
Datos del Tramo			
Longitud de vía:		3500	
Ancho de vía Promedio:		7,16	
Datos del PCI			
Area de Muestreo		230m ² +/- 93m ²	
Longitud de la muestra m	35,4	Utilizado m:	35
Número de unidades de Muestreo			
$N = \frac{\text{Longitud de total del tramo}}{\text{Longitud de muestra utilizado}}$			
N=	100	Total de muestras	100
Número mínimo de unidades de Muestreo			
$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$			
Error admisible en el estimado del pci de la seccion:	e=	5%	
Desviacion estandar del PCI entre unidades		10	
Numero minimo de unidades de muestreo		utilizado	10

Fuente: El autor

Con los cálculos realizados en la tabla anterior, se procede a realizar el levantamiento de los datos en campo, empleando muestras de 35 metros de longitud. El formato para la evaluación del PCI se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 25: Formato para la evaluación del PCI

	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA	
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS		
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI		
ENSAYADO POR : EGDO. CHRISTIAN YANCHALIQUN DOCENTE TUTOR: ING. RODRIGO ACOSTA		TABLA : FECHA :

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO		
NOMBRE DE LA VIA : <input style="width: 90%;" type="text"/>	ESQUEMA : <input style="width: 95%; height: 60px;" type="text"/>	
TRAMO : <input style="width: 50%;" type="text"/>		
SECCION DEL TRAMO : <input style="width: 50%;" type="text"/>		
UNIDAD DE MUESTRA : <input style="width: 50%;" type="text"/>	ABCSISA INICIAL : <input style="width: 50%;" type="text"/>	
AREA DE LA MUESTRA: <input style="width: 50%;" type="text"/>	ABCSISA FINAL : <input style="width: 50%;" type="text"/>	

TIPO DE DAÑOS			
1.- Piel de cocodrilo (m2)	6.- Depresiones (m2)	11.- Parcheo (m2)	16.- Desplazamiento (m2)
2.- Exudación (m2)	7.- Fisuras de borde (m)	12.- Pulimento de agregados (m2)	17.- Grietas parabólica (m2)
3.- Fisuras en bloque (m2)	8.- Fisuras de reflexión de junta(m)	13.- Huecos (cantidad)	18.- Hinchamiento (m2)
4.- Elevaciones, hundimientos (m)	9.- Desnivel / carril / berma (m)	14.- Cruce de vía ferrea (m2)	19.- Desprendimiento de agregados (m2)
5.- Corrugaciones (m2)	10.- Fisuras long. y transv. (m)	15.- Ahuellamiento (m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Valor total de Deducción (VDT)					

$$Densidad = \frac{\text{Área Total del Daño} \times 100}{\text{Área de Muestra}}$$

HDVi = Mayor valor deducido individual
 HDVi =
 mi =
 PCI = 100 - MVD PCI = 100

No.	VALORES DEDUCIDOS	TOTAL	mi	VDC
Maximo Valor de Deducción Corregido (MVDC)				

Fuente: El autor

4.1.3.5. Viga Benkelman

Para poder identificar las deflexiones presentes en la superficie del pavimento provocadas por el paso de vehículos, se empleó el método de la Viga Benkelman. Este método se empleó con el propósito de conocer el estado actual de la estructura del pavimento del tramo de vía estudiado. El ensayo de la viga Benkelman se realizó en intervalos de 200 m, tomando en consideración que este ensayo debe realizarse en tramos rectos de la vía. Para la realización de este ensayo, es necesario el uso de un vehículo de eje posterior doble (de preferencia una volqueta), mismo que debe tener un peso de 8,2 toneladas en el eje posterior. Hay que también tomar en consideración la temperatura del pavimento al momento de realizarse el ensayo, para lo que se empleará un termómetro.

4.1.3.6. Características de la vía

Para la caracterización de la vía se llevó a cabo un registro de las principales características de la vía y de los distintos componentes que se pudieron encontrar en la misma (aceras, cunetas, pozos de alcantarillado, pasos de agua, entradas a casas, uniones con otras vías). Este paso se realiza con el objetivo de tener información de ayuda para el momento de realizar el levantamiento topográfico correspondiente, mismo que será realizado por medio de software.

4.2. Análisis de resultados

A continuación, se detallan los resultados obtenidos posterior al levantamiento y recolección de la información necesaria para el presente estudio. Los resultados se muestran por medio de tablas y gráficos, mismos que facilitan el análisis y posterior interpretación de los resultados obtenidos.

4.2.1. Conteo vehicular

Para proceder a la realización del cálculo del TPDA (tráfico diario promedio anual), se tomó la lectura del total de vehículos circulantes en la vía como se detalló en puntos anteriores. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 26: Número total de vehículos circulantes por día

DÍA	NÚMERO TOTAL DE VEHICULOS AMBOS SENTIDOS
LUNES	1217
MARTES	1196
MIÉRCOLES	1185
JUEVES	1082
VIERNES	1183
SÁBADO	1132
DOMINGO	1334

Fuente: El autor

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el día con mayor flujo vehicular en la vía es el día domingo. Este flujo aumentado se debe a que en el cantón Quero se realiza una feria agrícola en ese día. Este dato permite obtener los valores de hora pico para la vía mencionada, mismos que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 27: Tráfico de la hora pico

ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS							
TRÁFICO DE LA HORA PICO							
Fecha:	18/10/2020			Estación de Conteo	Via Quero - Puñachizag		
Clima:	Soleado			Sentido de Conteo	Ambos Sentidos		
Elaborado por:	Egdo. Christian Yanchaliquin			Hora de Inicio:	7:00 a. m.		
Docente Tutor	Ing. Mg. Rodrigo Acosta			Hora final:	7:00 p. m.		
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
11:00:00	39	1	3	0	0	43	
11:15:00	38	0	2	0	0	40	
11:30:00	35	0	3	0	0	38	
11:45:00	29	1	2	0	0	32	153
Totales	141	2	10			153	
Porcentaje %	92,16	1,31	6,54			100%	

Fuente: El autor

Con la determinación de los valores de hora pico de la vía se procede a calcular el valor de hora pico por medio de la siguiente expresión:

$$F = \frac{Q}{4x \ 15m}$$

Donde:

Q= Volumen de tráfico durante la hora.

Q15max= volumen máximo registrado en el transcurso de 15 minutos durante la hora pico

Se reemplazaron los valores en la expresión mencionada:

$$F = \frac{153}{4 \times 43}$$

$$F = 0.89$$

Posterior al cálculo del valor de hora pico se procedió a calcular el TPDA actual. Para este fin se empleó el método de la 30va hora máxima, conocido también como el porcentaje de la trigésima hora. Este método permite obtener el valor del TPDA actual. El factor de diseño se sitúa entre el 12 y el 18% para el caso de las carreteras rurales. Para esta investigación, se tomó un valor promedio de 15%.

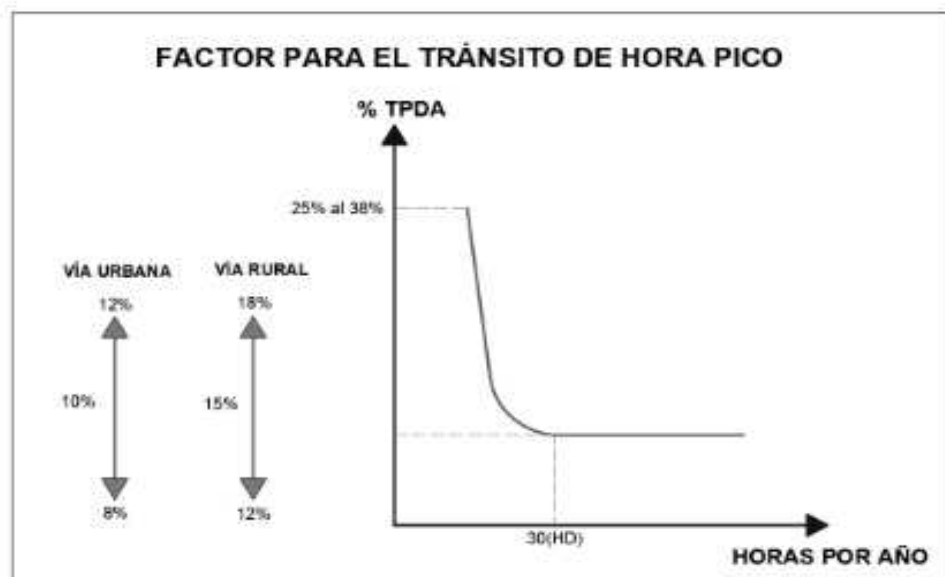


Figura 41: Factor para el tránsito de hora pico

Fuente: Estudio de tráfico vehicular MTOP (2003)

Para el cálculo del TPDA actual se empleará la siguiente expresión:

$$T = \frac{Q * F}{\% T}$$

Donde:

Q_v = volumen de un tipo de vehículo durante una hora.

% TH= Porcentaje de trigésima hora, según MTOP.

Realizando el reemplazo de valores correspondiente se obtiene lo siguiente:

$$T_{li} = \frac{141 * 0.89}{0.15} = 1086$$

$$T_b = \frac{2 * 0.89}{0.15} = 11.86 = 12$$

$$T_{cc} = \frac{10 * 0.89}{0.15} = 59$$

En la siguiente tabla se resumen los valores de TPDA calculado para vehículos livianos, buses y camiones.

Tabla 28: TPDA actual calculado

TPDA actual calculado		
VEHICULO	VOLUMEN HORA PICO	TPDA actual
LIVIANOS	141	1086
BUSES	2	12
CAMIONES PEQUEÑOS DE 2 EJES C-2	10	59

Fuente: El autor

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la vía tendrá una mayor circulación de vehículos livianos. Para el cálculo del TPDA actual se empleará la siguiente tabla, en donde se detalla la tasa de crecimiento anual del tráfico a manera de porcentajes.

Tabla 29: Tasa de crecimiento anual del tráfico

Periodo	Livianos	Buses	Camiones
2010-2014	4,47	2,22	2,18
2015-2019	3,97	1,97	1,94
2020-2024	3,57	1,78	1,74
2024-2030	3,25	1,62	1,58

Fuente: Estudio de tráfico vehicular MTOP (2003)

Para el cálculo del TPDA futuro se emplea la siguiente expresión:

$$T_f = T_a (1 + i)^n \quad (1)$$

Donde:

i = Índice de crecimiento tabla

n= numero de años de proyecto

Reemplazando los valores para cada uno de los tipos de vehiculos que circulan por la vía se obtienen los siguientes resultados.

$$T_{f \text{ li}} = 1086(1 + 3.97)^1 = 1129.11 = 1129$$

$$T_{f \text{ b}} = 12(1 + 3.97)^1 = 12.5 = 13$$

$$T_{f \text{ cc}} \quad C - 2 = 59(1 + 3.97)^1 = 61.34 = 61$$

De acuerdo con las normas emitidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas en 2013, para el cálculo del tránsito generado se empleará el 20% del TDPA actual; para el cálculo del tráfico atraído se empleará el 10% del tráfico actual y para el tráfico desarrollado se empleará el 5% del TPDA actual. Los valores mencionados para los cálculos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 30: Cálculo del TPDA actual total

CÁLCULO DEL TPDA ACTUAL TOTAL							
VEHICULOS	TPDA Actual	INDICE DE CRECIMIENTO	TPDA (1 Año)	Tg TPDAactual*20%	Ta TPDAactual*10%	Td TPDAactual 5%	Transito Actual "TPDA Tot" (TPDAactual+Tg+Ta+Td)
Livianos	1086	3,97%	1129	217	109	54	1509
Buses	12	1,97%	13	2	1	1	17
Camiones							
C-2	59	1,94%	61	12	6	3	82
C-2G	0	1,94%	0	0	0	0	
C-3	0	1,94%	0	0	0	0	
C-4	0	1,94%	0	0	0	0	
C-5	0	1,94%	0	0	0	0	
C-6	0	1,94%	0	0	0	0	

Fuente: El autor

En la tabla se pueden apreciar los valores del TPDA actual para el primer año. Estos valores se constituyen por la suma de los vehículos livianos, buses y camiones. El resumen de los valores mencionados se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 31: Valores del TPDA actual para el primer año

VEHICULOS	TRAFICO ACTUAL
LIVIANOS	1509
BUSES	17
CAMIONES	82

Fuente: El autor

Para el cálculo del tráfico futuro se muestra la siguiente tabla:

Tabla 32: Cálculo del tráfico futuro

CÁLCULO DEL TRÁFICO FUTURO							
AÑO	CRECIMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO ANUAL			TPDA Actual
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
2020	3,97%	1,97%	1,94%	1509	17	82	1608
2021	3,57%	1,78%	1,74%	1563	17	83	1664
2022	3,57%	1,78%	1,74%	1619	18	85	1721
2023	3,57%	1,78%	1,74%	1676	18	86	1781
2024	3,57%	1,78%	1,74%	1736	18	88	1842
2025	3,25%	1,62%	1,58%	1793	19	89	1901
2026	3,25%	1,62%	1,58%	1851	19	91	1960
2027	3,25%	1,62%	1,58%	1911	19	92	2022
2028	3,25%	1,62%	1,58%	1973	19	94	2086
2029	3,25%	1,62%	1,58%	2037	20	95	2152
2030	3,25%	1,62%	1,58%	2104	20	97	2220
2031	3,25%	1,62%	1,58%	2172	20	98	2290
2032	3,25%	1,62%	1,58%	2243	21	100	2363
2033	3,25%	1,62%	1,58%	2315	21	101	2438
2034	3,25%	1,62%	1,58%	2391	21	103	2515
2035	3,25%	1,62%	1,58%	2468	22	104	2595
2036	3,25%	1,62%	1,58%	2549	22	106	2677
2037	3,25%	1,62%	1,58%	2631	22	108	2762
2038	3,25%	1,62%	1,58%	2717	23	109	2849
2039	3,25%	1,62%	1,58%	2805	23	111	2940
2040	3,25%	1,62%	1,58%	2896	24	113	3033

Fuente: El autor

De acuerdo con los datos del cálculo del tráfico futuro, se pudo obtener un valor de TPDA proyectado para 20 años de 3033 vehículos/día. Con este valor obtenido, se procede a clasificar a la vía de acuerdo a los parámetros indicados en las siguientes tablas.

Tabla 33: Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA _d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _d) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

* TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual
 ** TPDA_d - TPDA correspondiente al año horizonte de diseño
 En esta clasificación considera un TPDA_d para el año horizonte se define como:
 TPDA_d = Año de inicio de estudios + Años de Licitación, Construcción + Años de Operación
 C1 = Equivale a carretera de mediana capacidad
 C2 = Equivale a carretera convencional básica y camino básico
 C3 = Camino agrícola / forestal

Fuente: NEVI-12 (2013)

Tabla 34: Clasificación de carreteras de acuerdo al MOP

CLASES DE CARRETERAS		
Relación Función, Clase MOP y Tráfico		
FUNCIÓN	CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
Corredor arterial ┌ Colectora └ Vecinal	RI- RII (2)	>8000
	I	3000 - 8000
	II	1000 - 3000
	III	300 - 1000
	IV	100 - 300
	V	<100

Fuente: MOP – Normas de diseño geométrico (2003)

Con los datos obtenidos de TPDA, se llega a la conclusión de que la vía se ubica en la clasificación C1, de dos carriles. Esta vía también es una vía de tipo I, siendo una vía de capacidad alta.

4.2.2. Análisis de los datos del PCI

Antes del análisis de los datos de PCI, es necesario calcular el Índice de Condición del Pavimento. Para carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$. En la siguiente tabla se puede apreciar las longitudes de muestreo asfálticas.

Tabla 35: Longitudes de unidades de muestreo asfálticas

LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS	
Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: El autor

El ancho de la vía promedio en estudio es igual a 7.38 m siendo el valor de longitud de la unidad de 31.5 m. tomada de la tabla de longitudes de unidades asfálticas. En este sentido, se presenta el siguiente cálculo:

Área de cada unidad = ancho promedio de vía x longitud de unidad

Área de cada unidad = 7.38m x 31.5m

Área de cada unidad = 232.47 ≈ 232 m² que se encuentra en el rango establecido

Como se puede apreciar, el valor del área de cada unidad es de 232 metros. Posterior a eso se realiza el cálculo del número de unidades de muestreo por medio de la siguiente expresión:

$$N = \frac{l_c \cdot d \cdot t_i \cdot u}{l_c \cdot d \cdot u \cdot d \cdot m} \quad E . (2)$$

$$N = \frac{3500}{31.5}$$

$$N = 111 \text{ u } \quad d \text{ m}$$

Las unidades de muestreo totales serán 111. Es necesario también calcular el número mínimo de unidades de muestreo. Dentro de la evaluación de una red vial se puede tener un número demasiado grande de unidades de muestreo, cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables. Por tal motivo, se hace necesaria la aplicación de un proceso de muestreo. También se deben evaluar todas las unidades, no obstante, de no ser posible esta evaluación total, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene por medio de la siguiente formula, con un estimado del PCI de +- 5 del promedio verdadero y una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \quad E . (3)$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

s: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25).

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} = \frac{111 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (111 - 1) + 10^2} = \frac{11100}{787.5} = 14.09$$

≈ 14 UNIDADES

El número mínimo de unidades de muestreo para evaluar calculado para la Sección N° 1 de la vía en estudio es igual a 14, con este valor obtenido se procede a determinar el intervalo de muestreo mediante la siguiente ecuación:

$$i = \frac{N}{n} \quad E . (4)$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3).

$$i = \frac{111}{14}$$

$$i = 7.92$$

El intervalo de muestreo obtenido para el tramo de vía en estudio es de 7 unidades. Luego de realizado el cálculo correspondiente, se determinaron las principales fallas

del suelo por medio de observación para cada unidad de muestreo, tomando en consideración el área que posee cada una de las muestras y unidades de medición de cada falla y la severidad de cada una, misma que puede variar entre alta, media o baja. En la siguiente tabla se muestran las unidades de las fallas que pueden presentar los pavimentos asfálticos.

Tabla 36: Tabla de fallas en pavimentos asfálticos

1.- PIEL DE COCODRILO	(m2)
2.- EXUDACIÓN	(m2)
3.- FISURAS DE BLOQUE	(m2)
4.- ELEVACIONES, HUNDIMIENTOS	(m)
5.- CORRUGACIONES	(m2)
6.- DEPRESIONES	(m2)
7.- FISURAS DE BORDE	(m)
8.- FISURAS DE DEFLEXIÓN DE JUNTA	(m)
9.- DESNIVEL/ CARRIL / BERMA	(m)
10.- FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	(m)
11.- PARCHEO	(m2)
12.- PULIMENTO DE AGREGADOS	(m2)
13.- HUECOS	(cantidad)
14.- CRUCE DE VÍA FERREA	(m2)
15.- AHUELLAMIENTO	(m2)
16.- DESPLAZAMIENTO	(m2)
17.- GRIETAS PARABÓLICAS	(m2)
18.- HINCHAMIENTO	(m2)
19.- DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	(m2)

Fuente: Manual Pavement Condition (2002)

Para el cálculo del PCI se empleó el siguiente formato para poder determinar los valores totales en cada una de las mediciones de las fallas localizadas en las unidades de muestreo y calculando la densidad que representa cada una.

4.2.2.1. Cálculo de la densidad

Para el cálculo de la densidad se tomará como ejemplo a la unidad de muestreo 7, misma que se localiza entre las abscisas km 0+189 hasta km 0+220,5. Para el cálculo mencionado se emplea la siguiente fórmula.

$$D = \frac{T}{A \text{ d l u}} * 100 \text{ E .(5)}$$

$$D = \frac{6.51}{232} * 100$$

$$D = 2.81\%$$

Se aplicará la misma fórmula para el cálculo de la densidad en todas las fallas registradas.

4.2.2.2. Cálculo del valor deducido (VD)

Con la ayuda de las curvas denominadas “valor deducido del daño” se determina el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad.

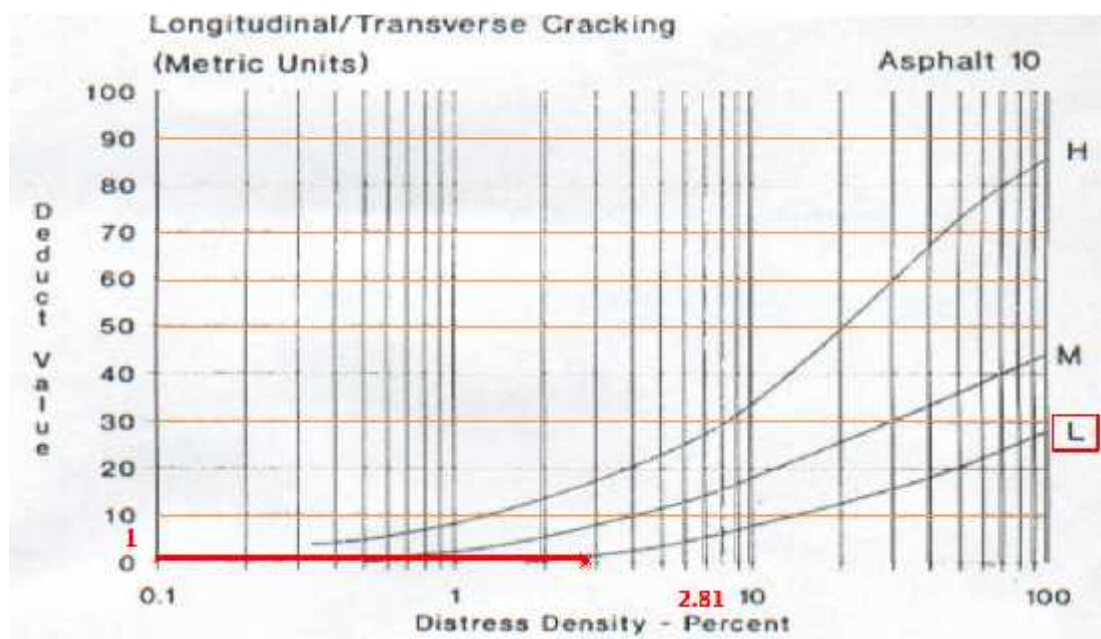


Figura 42: Curvas del valor deducido del daño

Fuente: El autor

Para el presente ejemplo con una densidad de 2.81% e intersectando con la curva de severidad L se obtiene un valor deducido de 1.

Tabla 40: Resumen del cálculo del PCI para el tramo de vía analizada

 					
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
TEMA: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI					
ENSAYADO POR : CHRISTIAN YANCHALIQUIN					
DOCENTE TUTOR: ING. RODRIGO ACOSTA	FECHA :				
PCI MUESTRAS VÍA MONTALVO - CEVALLOS SECCION 1					
ÁREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	PCI	CLASIFICACIÓN
232	7	Km 0+189	km 0+220,5	90,5	EXCELENTE
232	14	Km 0+409,5	km 0+441	91,5	EXCELENTE
232	21	Km 0+630	km 0+661,5	87	MUY BUENO
232	28	Km 0+850,5	km 0+882	80	MUY BUENO
232	35	Km 1+071	km 1+102,5	86,5	EXCELENTE
232	42	Km 1+291,5	km 1+323	80	MUY BUENO
232	49	Km 1+512	km 1+543,5	79,5	MUY BUENO
232	56	Km 1+732,5	km 1+764	94,5	EXCELENTE
232	63	Km 1+953	km 1+984,5	91	EXCELENTE
232	70	Km 2+173,5	km 2+205	88	EXCELENTE
232	77	Km 2+394	km 2+425	80,5	MUY BUENO
232	84	Km 2+614,5	km 2+646	86	MUY BUENO
232	91	Km 2+803,5	km 2+835	83,5	MUY BUENO
232	98	Km 3+024	km 3+055,5	84	MUY BUENO
232	105	Km 3+244,5	km 3+276	84,5	MUY BUENO
232	112	Km 3+465	km 3+496,5	93,5	EXCELENTE
Valor promedio PCI vía Quero - Puñachizag				86	MUY BUENO

Fuente: El autor



Figura 44: Resumen de la evaluación del índice de PCI para la vía

4.3. Resultados de los ensayos de suelos

4.3.1. Proctor modificado tipo D

Este ensayo se realizó para las muestras tomadas a cada kilómetro por medio de calicatas o pozos a cielo abierto. Este ensayo es importante debido a que permite conocer los valores de humedad óptima y densidad seca del suelo, factores que ayudarán a la realización del ensayo CBR.

4.3.1.1. Proctor modificado tipo D para subrasante

En las siguientes figuras se pueden apreciar los resultados obtenidos del ensayo Proctor modificado D que se efectuó en las subrasantes de las muestras tomadas de acuerdo con el procedimiento de la norma AASHTO T-180.

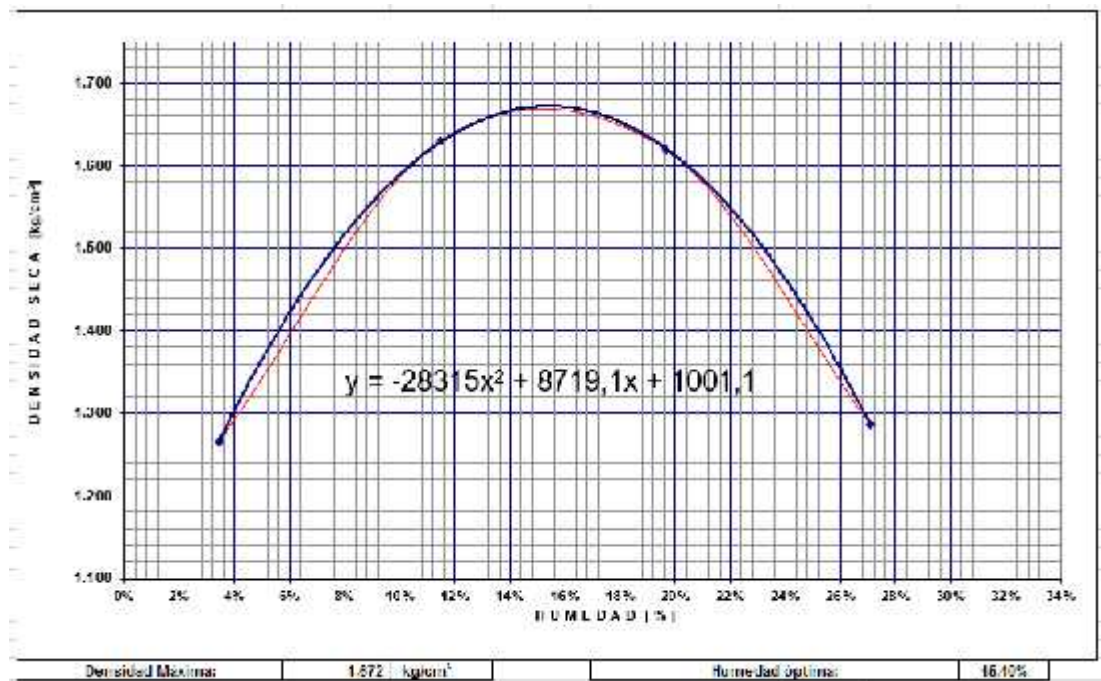


Figura 45: Proctor modificado subrasante tramo km0 + 900

Fuente: El autor

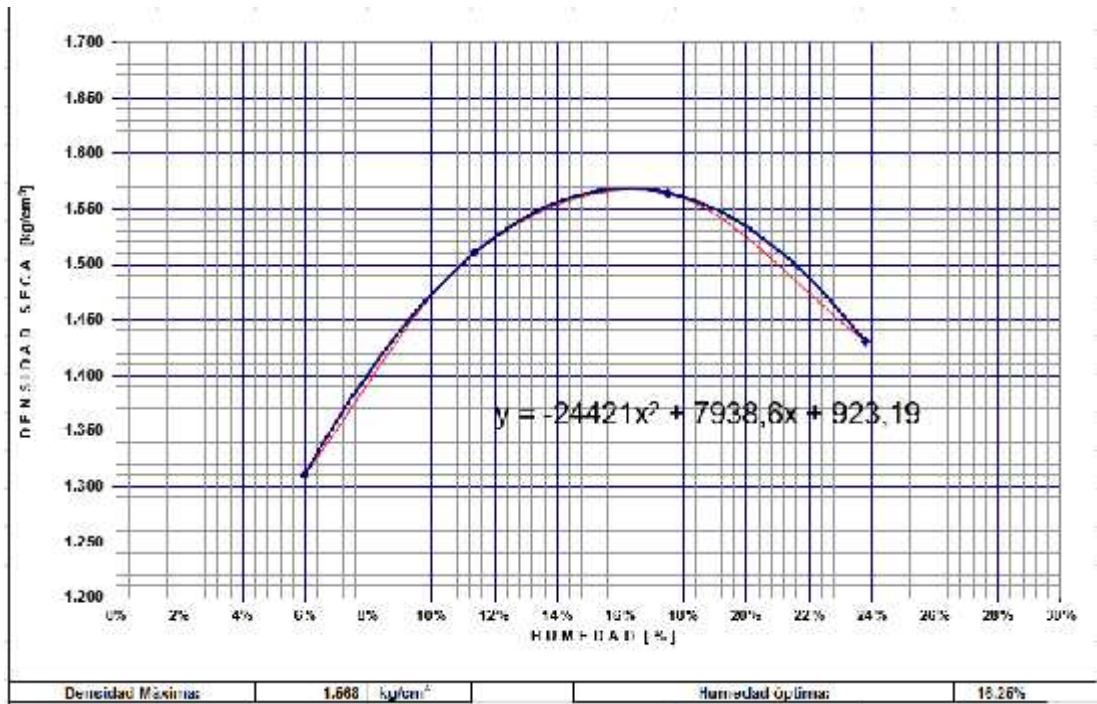


Figura 46: Proctor modificado subrasante tramo km 1+900

Fuente: El autor

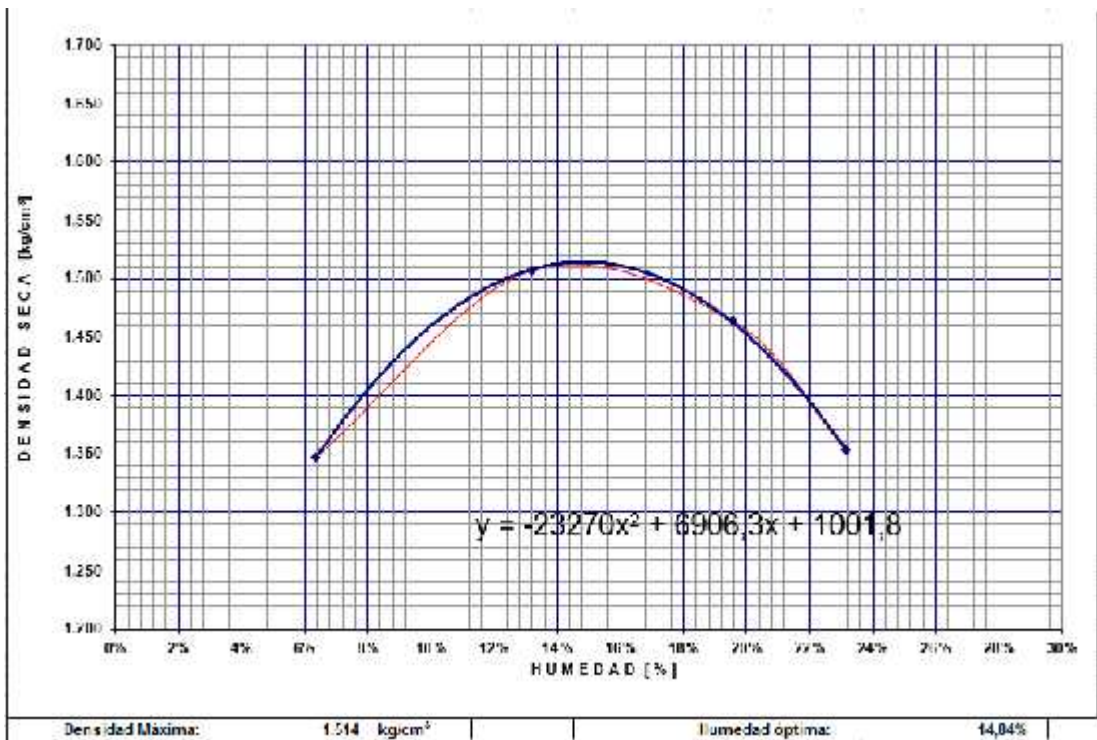


Figura 47: Proctor modificado subrasante tramo km 2+850

Fuente: El autor

Por otro lado, en la siguiente tabla se puede apreciar un cuadro de resumen de los valores de humedad óptica y densidad seca calculados del ensayo.

Tabla 41: Parámetros de compactación de la subrasante

PARÀMETROS DE COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE				
ABCISA	w% Optimo	DENSIDAD SECA DE LABORATORIO		TIPO DE SUELOS SUCS
	%	gr/cm ³		
km 0+900	15,40%	1,672		SM Arenas limosas mezcla de arena y limo
km 1+900	16,25%	1,568		SM Arenas limosas mezcla de arena y limo
km 2+850	14,84%	1,514		SM Arenas limosas mezcla de arena y limo

Fuente: El autor

4.3.1.2. Proctor modificado tipo D para bases

En las siguientes figuras se pueden apreciar los resultados obtenidos del ensayo Proctor modificado D que se efectuó en las subrasantes de las muestras tomadas de acuerdo con el procedimiento de la norma AASHTO T-180.

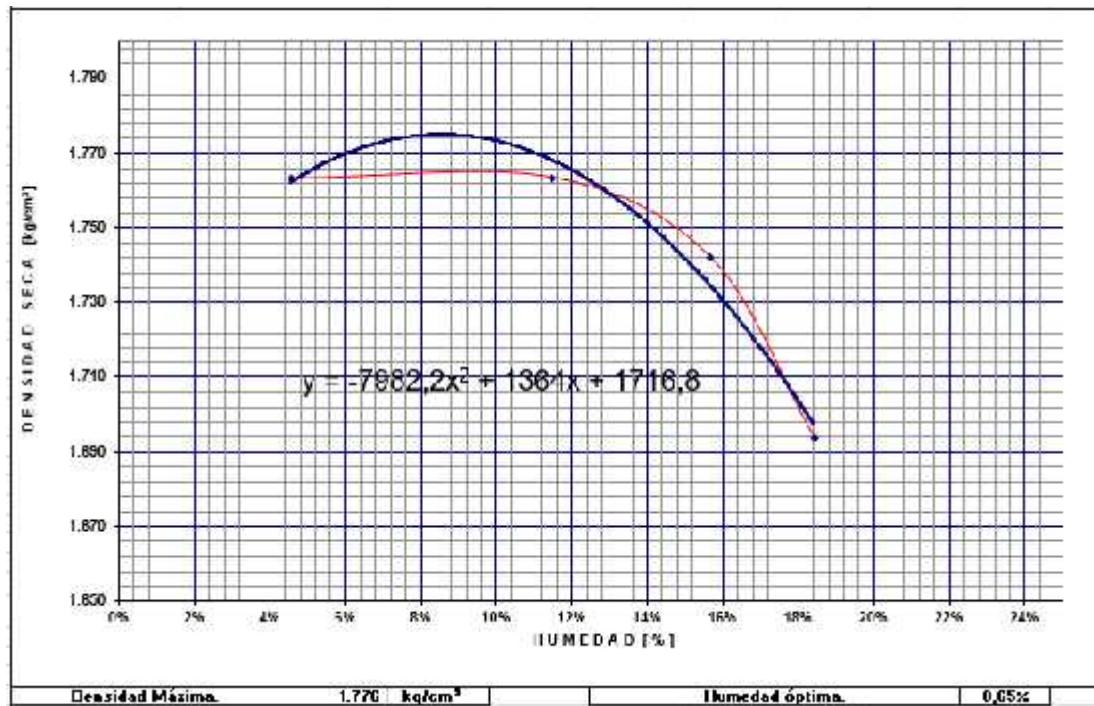


Figura 48: Proctor modificado subbase tramo km 0+900

Fuente: El autor

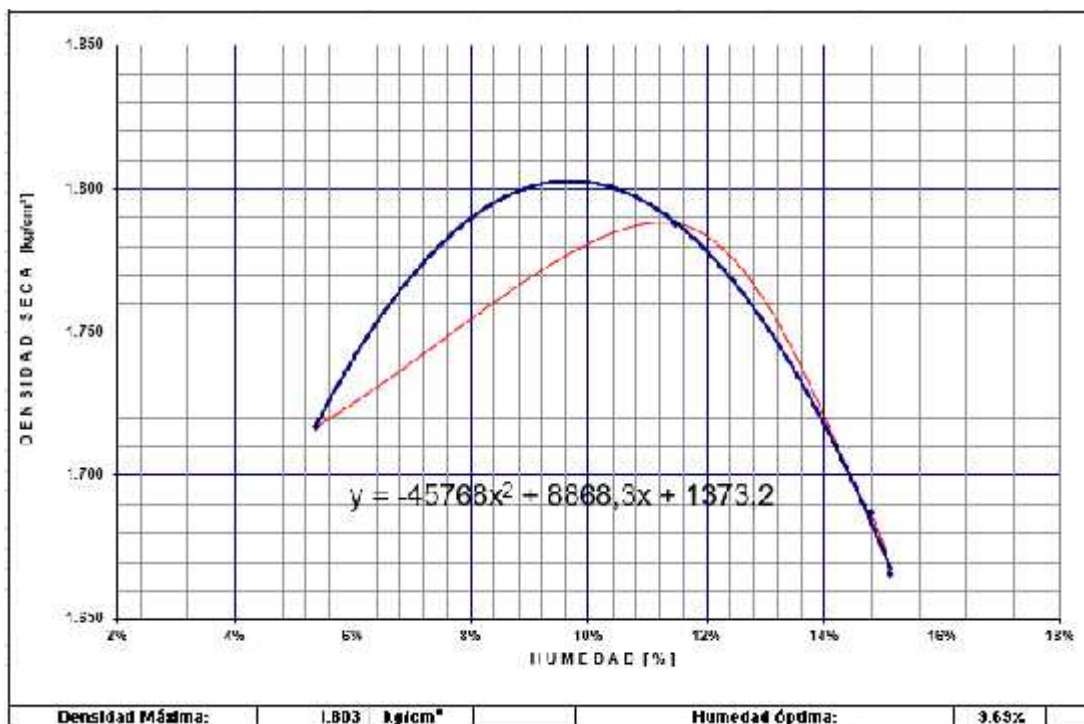


Figura 49: Proctor modificado subbase tramo km 1+900

Fuente: El autor

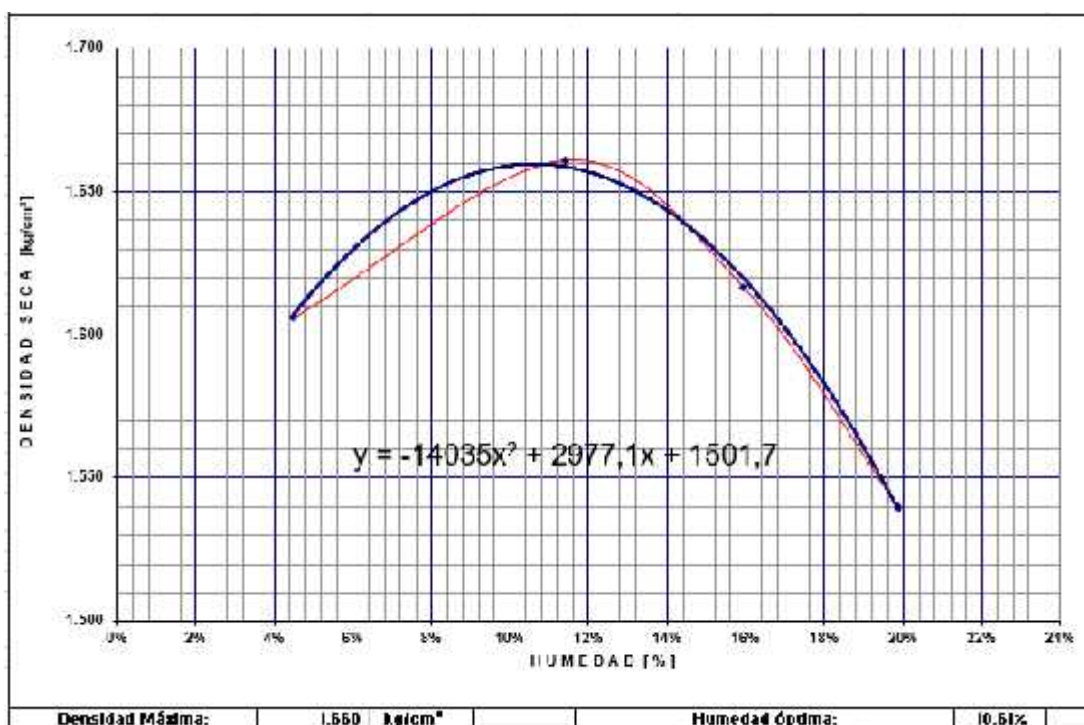


Figura 50: Proctor modificado subbase tramo km 2+850

Fuente: El autor

En la siguiente tabla se aprecia un cuadro de resumen con los valores de humedad óptima y densidad seca calculados.

Tabla 42: Parámetros de compactación de la subbase

PARÀMETROS DE COMPACTACIÓN DE LA SUB-BASE				
ABCISA	w% Optimo	DENSIDAD SECA DE LABORATORIO	TIPO DE SUELOS SUCS	
	%	gr/cm ³		
km 0+900	8,65%	1,776	SM	Arenas limosas mezcla de arena y limo
km 1+900	9,69%	1,803	SM	Arenas limosas mezcla de arena y limo
km 2+850	10,61%	1,66	SM	Arenas limosas mezcla de arena y limo

Fuente: El autor

4.3.2. CBR

Posterior a la realización del ensayo Proctor modificado, se emplean los parámetros calculados (densidad seca y contenido de humedad óptima) para realizar el ensayo CBR (California Bearing Ratio).

4.3.2.1. CBR Subrasante

Los resultados de CBR para la subrasante se muestran en las siguientes tablas.

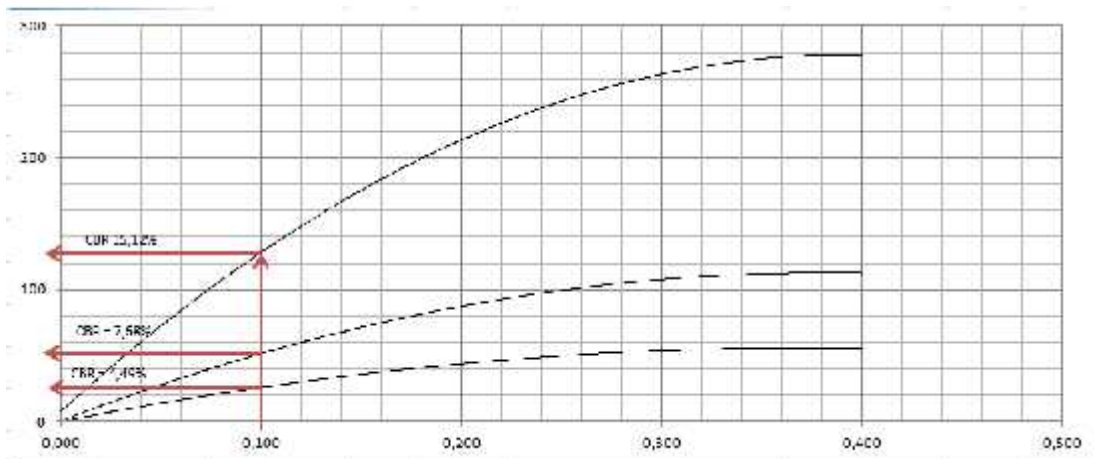


Figura 51: Presión vs penetración de la capa subrasante tramo km 0+900

Fuente: El autor

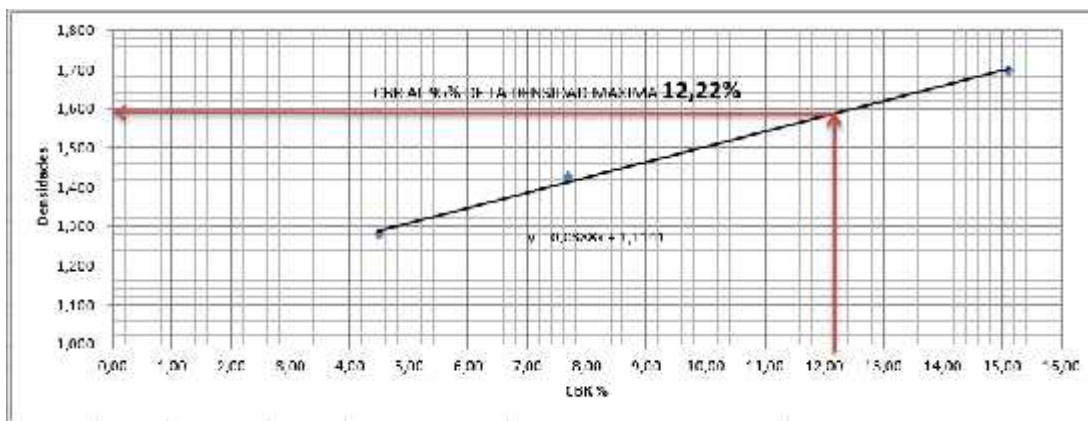


Figura 52: Densidad vs CBR de la subrasante tramo km 0+900

Fuente: El autor

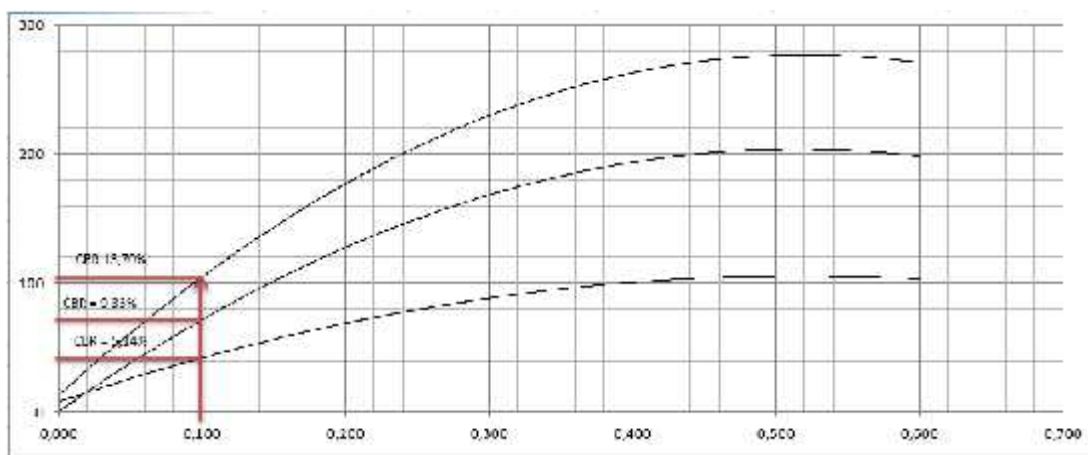


Figura 53: Presión vs penetración capa subrasante tramo km 1+900

Fuente: El autor

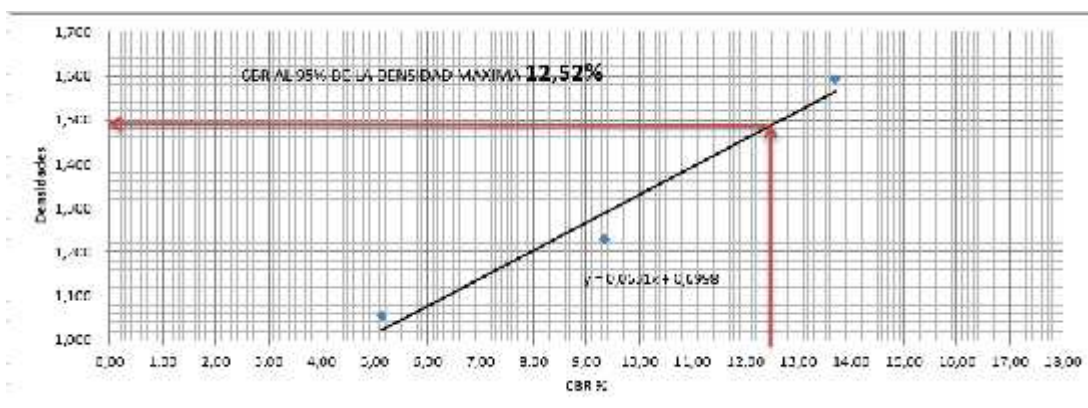


Figura 54: Densidad vs CBR de la subrasante tramo km 1+900

Fuente: El autor

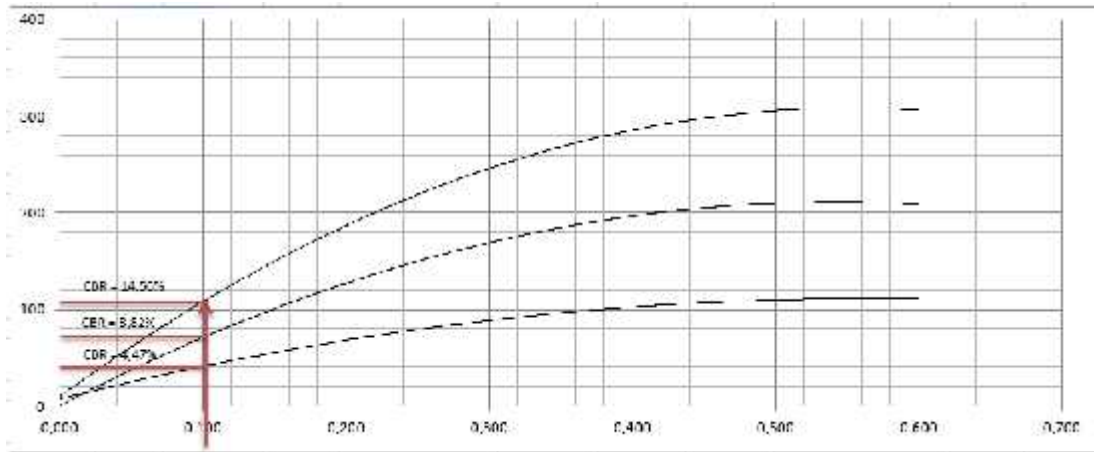


Figura 55: Presión vs penetración capa subrasante tramo km 2+850

Fuente: El autor

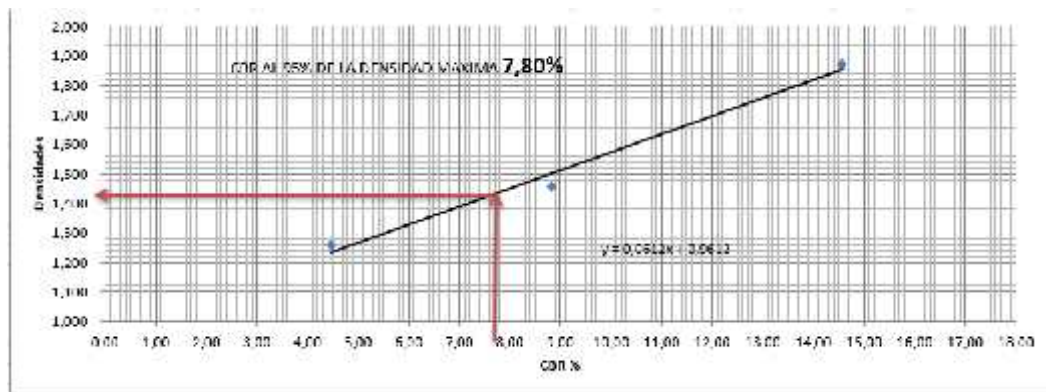


Figura 56: Densidad vs CBR de la subrasante tramo km 2+850

Fuente: El autor

Tabla 43: Clasificación general del CBR

CBR	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	SISTEMA DE CALIFICACIÓN	
			UNIFICADO	AASHTO
0 - 3	muy pobre	subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 - 7	pobre a regular	subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 - 20	regular	sub - base	OL, CL, ML, SC	A2, A4, A6, A7
			SM, SP	
20 - 50	bueno	base, sub - base	GM, GC, W, SM	A1b, A2-6, A3
			SP, GP	A2-6
50	excelente	base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Fuente: El autor

Tabla 44: Clasificación general del CBR subrasantes

CLASIFICACION DEL CBR DE LA SUBRASANTE				
MUESTRA	CBR %	Clasificación AASHTO-93		Clasificación MOP 202
		Min 3%	USOS	Subrasante min 20%
km 0+900	12,22	regular	Sub - base	No cumple
km 1+900	12,52	regular	Sub - base	No cumple
km 2+850	7,80	regular	Sub - base	No cumple

Fuente: El autor

Por medio de los resultados obtenidos, se pudo determinar que la subrasante no posee el CBR necesario para ser una subrasante.

4.3.2.2. CBR Base

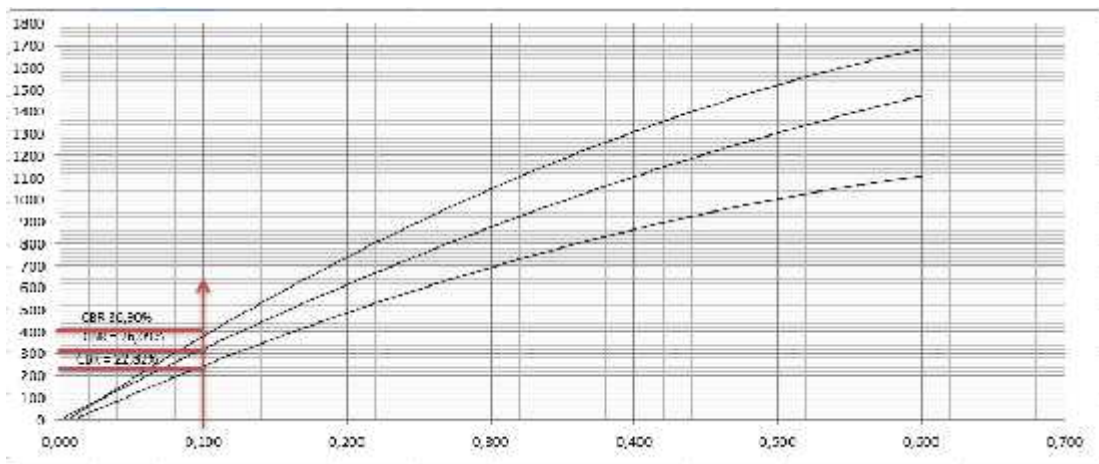


Figura 57: Presión vs penetración de la capa base tramo km 0+900

Fuente: El autor

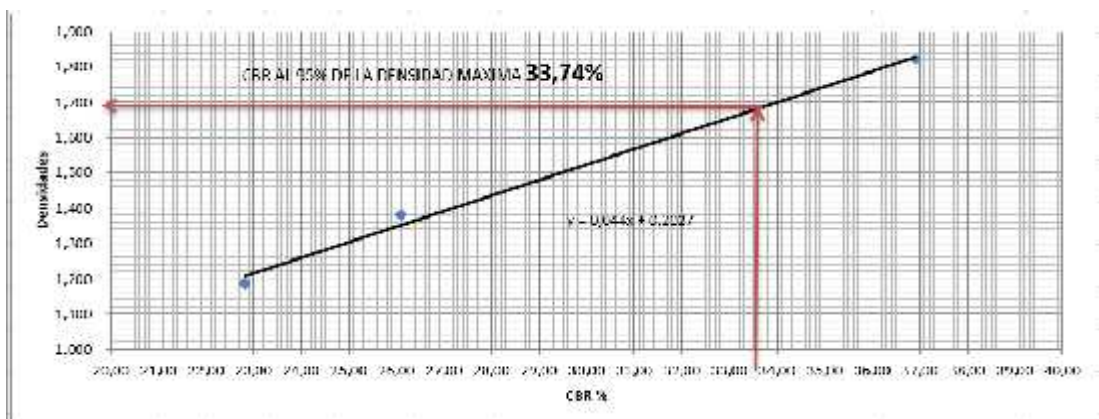


Figura 58: Densidad vs CBR de la base tramo km 0+900

Fuente: El autor

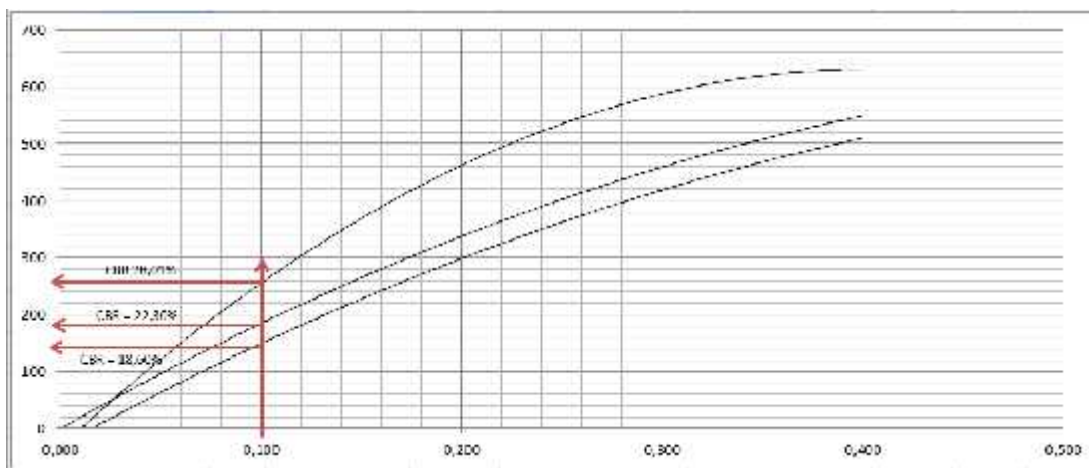


Figura 59: Presión vs penetración de la base tramo km 1+900

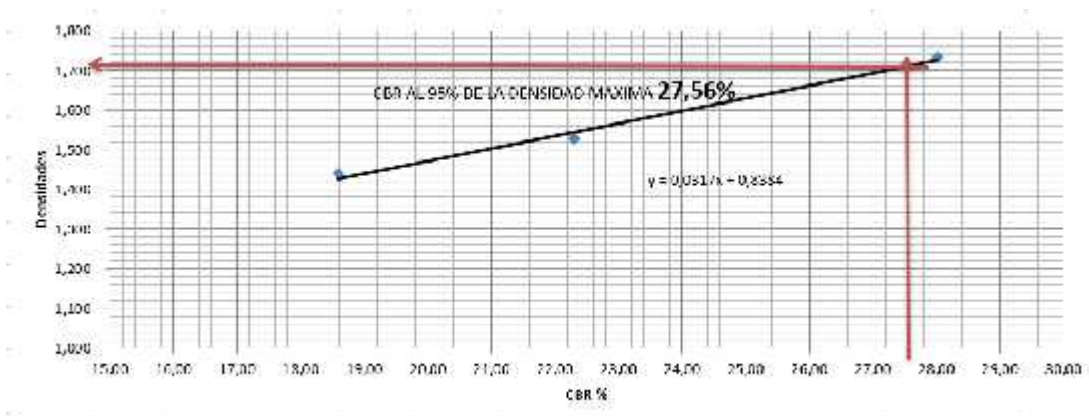


Figura 60: Densidad vs CBR de la base tramo km 1+900

Fuente: El autor

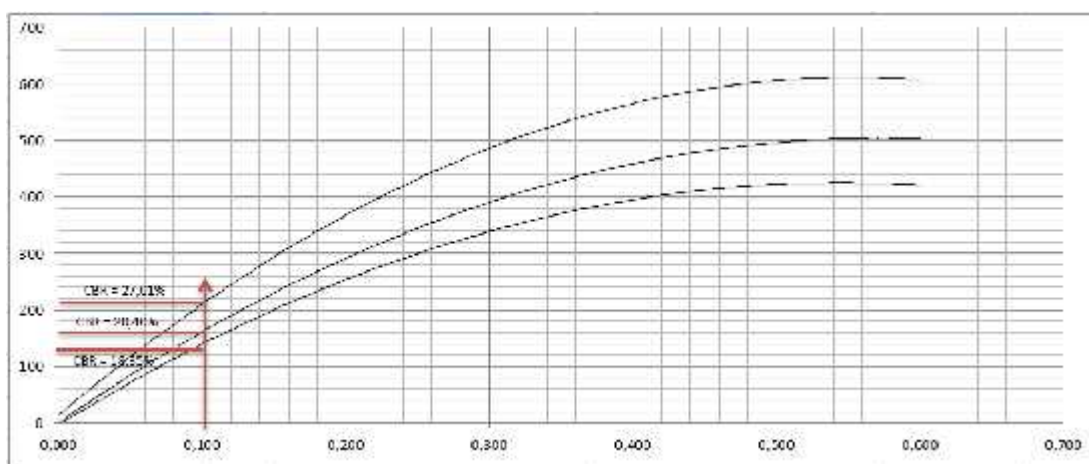


Figura 61: Presión vs penetración de la base tramo km 2+850

Fuente: El autor

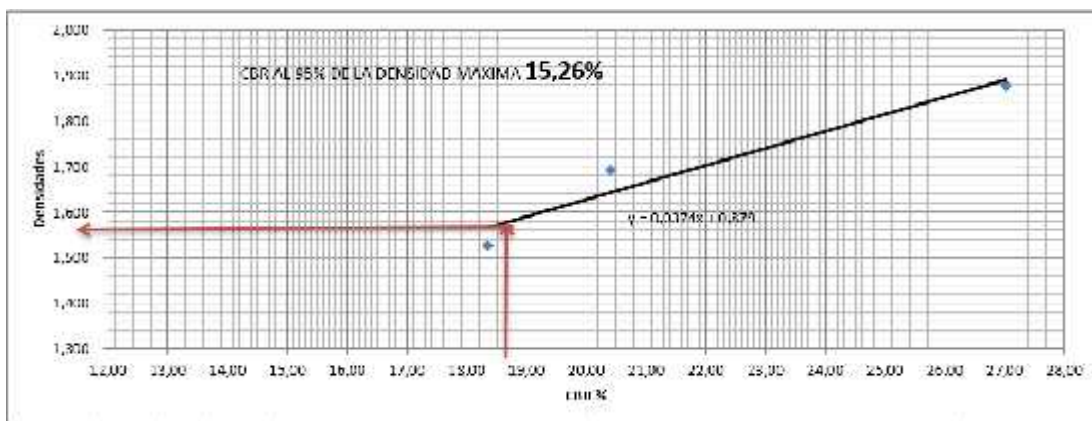


Figura 62: Densidad vs CBR de la base tramo km 2+850

Fuente: El autor

Tabla 45: Clasificación del CBR de la subbase

CLASIFICACION DEL CBR DE LA SUB BASE					
MUESTRA	CBR %	Clasificación AASHTO-93		Clasificación MOP 202	
		Min 20%	USOS	Sub base min 30%	Base min 80%
km 0+900	33,74	bueno	Sub - base	cumple	No cumple
km 1+900	27,59	bueno	Sub - base	No cumple	No cumple
km 2+850	18,66	regular	base, Sub - base	No cumple	No cumple

Fuente: El autor

De los resultados obtenidos luego de realizado el estudio, se puede apreciar que las bases no presentan la resistencia necesaria para ser consideradas como bases.

4.3.3. Granulometría

La determinación de la granulometría se llevó a cabo mediante el procedimiento que detalla la norma AASHTO T-87-70, obteniendo los resultados que se encuentran en el Anexo 8.

El resumen de los resultados obtenidos de la granulometría se presenta en las siguientes tablas.

Tabla 46: Resumen granulométrico subrasante

N°	ABSCISA	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	Coefficiente de Curvatura (Cc)	Descripción
C1	km 0+900	1,70	3,19	0,70	SM Arena Limosa
C2	km 1+900	0,65	2,67	0,78	SM Arena Limosa
C3	km 2+850	1,50	2,89	0,72	SM Arena Limosa

Fuente: El autor

Tabla 47: Resumen granulométrico subbase

N°	ABSCISA	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	Coefficiente de Curvatura (Cc)	Descripción (AASHTO)
C1	km 0+900	50,00	52,94	0,24	A1b grava y arena
C2	km 1+900	35,00	46,15	0,26	A1b grava y arena
C3	km 2+850	50,00	86,67	0,15	A1b grava y arena

Fuente: El autor

4.3.4. Límites de Atterberg

Para la determinación de los límites líquidos e índices plásticos se realizó el procedimiento que se detalla en la norma AASHTO T-90-70 (Determinación del Índice Plástico y Límite Líquido), los valores obtenidos mediante estos procedimientos se encuentran detallados en el Anexo 8.

A continuación, se muestran cuadros resumen comparando los valores obtenidos con los valores mínimos para bases, subbases y subrasantes que se especifican en la MOP 2002.

Tabla 48: Clasificación de los límites de Atterberg para subrasantes

N°	ABSCISA	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)	MOP 2002		AASHTO 93 Sub rasante	
					LL < 35	IP < 6	LL < 35	IP < 6
C1	km 0+900	26,30	25,15	1,15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
C2	km 1+900	28,50	27,30	1,20	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
C3	km 2+850	27,70	26,10	1,60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Fuente: El autor

Tabla 49: Clasificación de los límites de Atterberg para subbases

N°	ABSCISA	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)	MOP 2002		AASHTO 93 Sub rasante	
					LL < 25	IP < 6	LL < 25	IP < 6
C1	km 0+900	24,70	22,37	2,33	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
C2	km 1+900	23,90	21,95	1,95	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
C3	km 2+850	24,25	22,61	1,64	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Fuente: El autor

4.3.5. Viga Benkelman

Basado en los datos que se obtenido del valor del TPDA en el presente proyecto son similares a los datos obtenidos en el proyecto de tesis de Romero Aldas Johnny Gabriel por motivos de pandemia no se pudo realizar el ensayo de viga Benkelman y se asumirán los valores obtenidos en el proyecto de Romero Aldas Johnny Gabriel.

Para calcular el valor de las deflexiones presentes en el tramo de la vía ensayada se realizó el ensayo de la viga Benkelman, obteniéndose los resultados mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 50: Deflexiones obtenidas

DEFLEXIONES OBTENIDAS DE LA VIGA BENKELMAN															
Nº	ABSCISA	Deflexiones (x-10-2) mm						Deflexiones Reales (x-10-2) mm						Temperatura (°C)	Espesor del Asfalto (cm)
		d0	d5	d10	d30	Dfinal	d0	d5	d10	d30	Dfinal				
1	km 0+260	0	10	14	18	21	22	44	24	16	8	2	0	26	10
2	km 0+380	0	3	5	6	7	8	16	10	6	4	2	0	32	10
3	km 0+720	0	15	20	30	36	37	74	44	34	14	2	0	33	10
4	km 0+920	0	2	19	30	32	33	66	62	28	6	2	0	32	10
5	km 1+140	0	3	17	16	17	17	34	28	0	2	0	0	32	10
6	km 1+340	0	3	7	9	11	12	24	18	10	6	2	0	32	10
7	km 1+320	0	3	9	15	17	18	36	30	18	6	2	0	32	10
8	km 1+780	0	5	16	20	25	25	52	42	20	12	2	0	33	10
9	km 1+980	0	12	19	25	28	29	58	34	20	8	2	0	30	10
10	km 2+220	0	11	18	29	31	32	64	42	28	6	2	0	31	10
11	km 2+340	0	4	24	34	36	36	72	64	24	4	0	0	32	10

Luego de la obtención de las deformaciones, se procede a realizar el cálculo de las deformaciones corregidas por la temperatura y las estaciones corregidas por estacionalidad. Las deflexiones que pueden encontrarse en pavimentos asfálticos flexibles mayores a 5 cm se ven afectadas por la temperatura, esto debido a que la magnitud de las deflexiones aumenta en el momento que la temperatura se incrementa. Por tal motivo, es necesario corregir las deflexiones de campo por medio de la siguiente ecuación:

$$D = \frac{D_c}{\left[1 * 10^{-5} * \frac{1}{C} * e * (T - 20^{\circ}C)\right] + 1}$$

Donde:

Dc= Deflexión corregida por temperatura.

e= Espesor teórico de la carpeta asfáltica en cm.

T= Temperatura del pavimento en °C.

Es importante señalar que las condiciones y estaciones climáticas juegan un papel fundamental en el momento de tomar en consideración las deflexiones corregidas por estacionalidad. Es por eso que hay que tomar en cuenta la acción que el clima ejerce sobre la carpeta asfáltica, estas correcciones se realizan por medio de la siguiente ecuación:

$$D_T = D_C * F_{c}$$

Los factores de corrección por estacionalidad varían dependiendo la estación climática, sea esta seca o lluviosa y dependiendo del tipo de suelo de la subrasante, en el caso de la vía motivo de estudio y mediante los ensayos de límite líquido y límite plástico se determinó mediante la tabla de clasificación de la ASTM que la subrasante presenta en su mayoría un tipo de suelo arenoso, por lo que se tomaran los datos de estación para un tipo de suelo Arenoso- Permeable, como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 51: Factores de corrección por estacionalidad

TIPO DE SUELO DE LA SUBRASANTE	ESTACIÓN	
	LLUVIOSA	SECA
Arenosa - Permeable	1.00	1.10 - 1.30
Arcillosa - Sensible al agua	1.00	1.20 - 1.40

En la siguiente tabla se pueden apreciar las correcciones a las deflexiones obtenidas.

Tabla 52: Deflexiones corregidas por temperatura y estacionalidad

DEFLEXIONES OBTENIDAS DE LA VIGA BENKELMAN												
Deflexiones Corregidas por Temperatura						Deflexiones por Estacionalidad						Temperatura (°C)
d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	
41.51	22.64	15.09	7.55	1.89	0.00	49.81	27.17	18.11	9.06	2.26	0	26
14.29	8.93	5.36	3.57	1.79	0.00	17.14	10.71	6.43	4.29	2.14	0	32
65.49	38.94	30.09	12.39	1.77	0.00	78.58	46.73	36.11	14.87	2.12	0	33
58.93	55.36	25.00	5.36	1.79	0.00	70.71	66.43	30.00	6.43	2.14	0	32
30.36	25.00	0.00	1.79	0.00	0.00	36.43	30.00	0.00	2.14	0.00	0	32
21.43	16.07	8.93	5.36	1.79	0.00	25.71	19.29	10.71	6.43	2.14	0	32
32.14	26.79	16.07	5.36	1.79	0.00	38.57	32.14	19.29	6.43	2.14	0	32
46.02	37.17	17.70	10.62	1.77	0.00	55.22	44.60	21.24	12.74	2.12	0	33
52.73	30.91	18.18	7.27	1.82	0.00	63.27	37.09	21.82	8.73	2.18	0	30
57.66	37.84	25.23	5.41	1.80	0.00	69.19	45.41	30.27	6.49	2.16	0	31
64.29	57.14	21.43	3.57	0.00	0.00	77.14	68.57	25.71	4.29	0.00	0	32

Posterior a la realización del cálculo de la corrección de las deflexiones, se procede a realizar el cálculo de la deflexión estándar, característica, admisible y crítica. La deflexión característica se obtiene mediante la siguiente expresión.

$$D_c = D_p + f * \gamma \quad E \quad .(8)$$

Donde:

Dc= Deflexión característica

Dp= Promedio de las deflexiones iniciales corregidas por estacionalidad.

f= Factor igual a 1.645

= Desviación estándar, la cual se calcula con los valores de deflexiones iniciales (do) por estacionalidad.

Para el cálculo de la deflexión admisible se utiliza la siguiente ecuación:

$$D_a = \left(\frac{1,15}{W_1} \right)^{\frac{1}{4}} \quad E \quad .(9)$$

Donde:

Da= Deflexión admisible.

W18= Número de ejes equivalente.

Para el cálculo del número de ejes equivalentes se tomará en cuenta los ejes que circulan por la vía en base al TPDA y los factores de daño correspondientes al tipo de vehículo como lo detalla la siguiente tabla.

Tabla 53: Factores de daño según el tipo de vehículo

FACTORES DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHICULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TÁMDEM		TRIDEM		Factor de Daño (FD)
	Tons	(P/6.6) ⁴	Tons	(P/8.2) ⁴	Tons	(P/15) ⁴	Tons	(P/23) ⁴	
Bus	4	0.13	8	0.91					1.04
C2-P	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
C2-G	6	0.68	11	3.24					3.92
C-3	6	0.68			18	2.07			2.76
C-4	6	0.68					25	1.40	2.08
C-5	6	0.68			18	4.15			4.83
C-6	6	0.68			18	2.07	25	1.40	4.15

$$W_1 = \sum T \text{ v n i c } p * F * 365$$

Donde:

W18= Número de ejes equivalentes.

TPDA= Tránsito promedio diario actual.

FD= Factor de daño

Tabla 54: Cálculo de ejes equivalentes

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES			
VEHÍCULOS	TOTAL, TPDA actual	FACTOR DE DAÑO	EJES EQUIVALENTES (W18)
BUSES	38	1.04	14425
CAMIONES			
C2-P	132	1.29	62152
C2-G	26	3.92	37201
		W18 TOTAL=	113778
		W18	0.1137778

Como se puede apreciar en la tabla anterior el número de ejes equivalentes a usarse será de W18=113778, con el cual procedemos a realizar los cálculos necesarios.

Para el cálculo de la deflexión crítica se utilizó la siguiente fórmula:

$$D_{cr} = \left(\frac{1,90}{W_1} \right)^{\frac{1}{5,3}}$$

Donde:

Dcr= Deflexión crítica.

W18= Número de ejes equivalentes.

El radio de curvatura es el valor más relevante para conocer el estado de la estructura, y se obtiene con la ayuda de la siguiente fórmula:

$$R = \left(\frac{10 * 25^2}{2 * (D - D25)} \right)$$

Donde:

R= Radio de curvatura

Do= Promedio de la deflexión por estacionalidad.

D25= Promedio de la deflexión por estacionalidad a los 25cm.

En la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados obtenidos para las deflexiones y radio de curvatura calculados.

Tabla 55: Deflexiones y radio de curvatura calculados

RESULTADOS		
Promedio Do	52.890	mm x10-2
Desviación estándar	21.088	mm x10-2
Deflexión característica	87.579	mm x10-2
Deflexión admisible	178.304	mm x10-2
Deflexión crítica	170.097	mm x10-2
Radio de curvatura	223.7134047	m

Fuente: El autor

En la siguiente figura se puede apreciar el deflectograma obtenido.

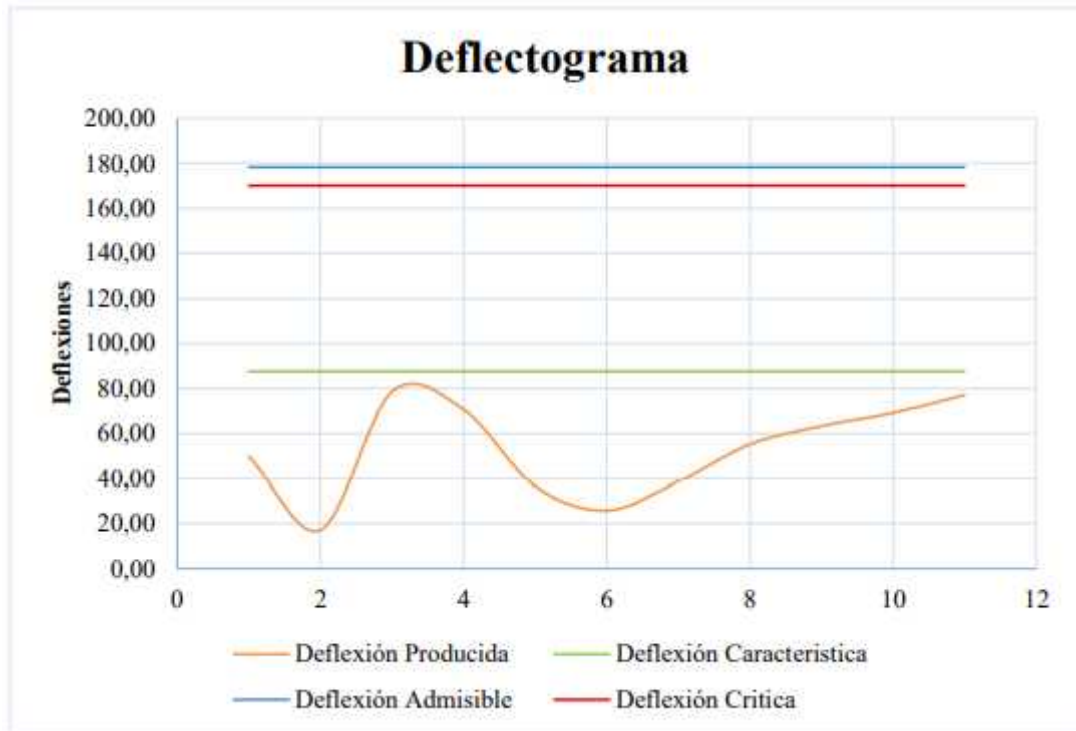


Figura 63: Deflectograma

Tabla 56: Criterios para análisis de la calidad estructural

Hipótesis	Comportamiento de la Subrasante		Comportamiento del Pavimento	
	I	$D < D_{adm}$	Buena	$R_c > 100m$
II	$D > D_{adm}$	Mala	$R_c > 100m$	Bueno
III	$D < D_{adm}$	Buena	$R_c < 100m$	Malo
IV	$D > D_{adm}$	Mala	$R_c < 100m$	Malo

Tabla 57: Criterios para análisis de la calidad estructural

Hipótesis	Datos deflectométricos obtenidos	Calidad estructural	Necesidad de estudios complementarios	Criterio para el cálculo del refuerzo	Medidas correctivas
I	$D_p \leq D_{adm}$, $R \geq 100m$	Buena	NO	Solo correccion de suprficie
II	$D_p > D_{adm}$, $R \geq 100m$	Si $D_p \leq 3D_{adm}$ Regular	NO	Deflectométrico	Refuerzo
III	$D_p \leq D_{adm}$, $R < 100m$	Si $D_p \leq 3D_{adm}$ Regular	NO	Resistencia	Refuerzo estructura del pavimento
IV	$D_p > D_{adm}$, $R \geq 100m$	Si $D_p > 3D_{adm}$ Malo	SI	Delectometrico y resitencia	Refuerzo y reconstruccion
V	$D_p > D_{adm}$, $R \geq 100m$	Regular a Malo	SI	Delectometrico y resitencia	Refuerzo y reconstruccion
VI	$D_p > D_{adm}$, $R < 100m$	Malo	SI	Resistencia	Refuerzo y reconstruccion
VII	Malo, pavimento con deformacion permanente y rotura plástica	SI	Resistencia	Reconstruccion

Tomando en cuenta las tablas anteriores, criterios de la evaluación estructural, al obtener los resultados de las deflexiones tomadas en el tramo estudiado se determina que el comportamiento de la subrasante es bueno, de la misma manera la calidad estructural de la vía se considera buena ya que esta posee un radio de curvatura de 223.71 la cual según los datos deflectométricos de la tabla 51 daría a conocer que en este tramo de la vía solo existen problemas superficiales.

4.3.6. Plan de mantenimiento

Tabla 58: Plan de mantenimiento

PLAN DE MANTENIMIENTO

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO										
No.	Sección	Abscisa inicial	Abscisa final	Tipo de falla representativa	PCI	Rango PCI	Operaciones de reparación manual PCI	Radio de curvatura	Comportamiento del pavimento	Medidas Correctivas
1	1	Km 0+189	km 0+220,5	Fisura de bloque	90,5	EXCELENTE	Sellado de grietas mayores 3mm	138,02	Bueno	Solo corrección de Superficie
2	1	Km 0+409,5	km 0+441	Fisura de bloque	91,5	EXCELENTE	Sellado de grietas mayores 3mm	486,11	Bueno	Solo corrección de Superficie
3	1	Km 0+630	km 0+661,5	Fisura longitudinal y transversal	87	MUY BUENO	Sellado de grietas mayores 3mm	486,11	Bueno	Solo corrección de Superficie
4	1	Km 0+850,5	km 0+882	Fisura longitudinal y transversal	80	MUY BUENO	Sellado de grietas mayores 3mm	113,18	Bueno	Solo corrección de Superficie
5	1	Km 1+071	km 1+102,5	Fisura longitudinal y transversal	86,5	EXCELENTE	Sellado de grietas mayores 3mm	729,19	Bueno	Solo corrección de Superficie

PLAN DE MANTENIMIENTO

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO										
No.	Sección	Abscisa inicial	Abscisa final	Tipo de falla representativa	PCI	Rango PCI	Operaciones de reparación manual PCI	Radio de curvatura	Comportamiento del pavimento	Medidas Correctivas
6	1	Km 1+291,5	km 1+323	Piel de cocodrilo	80	MUY BUENO	sellado superficial	486,11	Bueno	Solo corrección de Superficie
7	1	Km 1+512	km 1+543,5	Huecos	79,5	MUY BUENO	Parqueo parcial o profundo	487,11	Bueno	Solo corrección de Superficie
8	1	Km 1+732,5	km 1+764	Fisura longitudinal y transversal	94,5	EXCELENTE	Sellado de grietas mayores 3mm	488,11	Bueno	Solo corrección de Superficie
9	1	Km 1+953	km 1+984,5	Fisura de bloque	91	EXCELENTE	Sellado de grietas mayores 3mm	489,11	Bueno	Solo corrección de Superficie
10	1	Km 2+173,5	km 2+205	Piel de cocodrilo	88	EXCELENTE	sellado superficial	294,27	Bueno	Solo corrección de Superficie
11	1	Km 2+394	km 2+425	Piel de cocodrilo	80,5	MUY BUENO	sellado superficial	119,36	Bueno	Solo corrección de Superficie

PLAN DE MANTENIMIENTO

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO										
No.	Sección	Abscisa inicial	Abscisa final	Tipo de falla representativa	PCI	Rango PCI	Operaciones de reparación manual PCI	Radio de curvatura	Comportamiento del pavimento	Medidas Correctivas
12	1	Km 2+614,5	km 2+646	Fisura de bloque	86	MUY BUENO	Sellado de grietas mayores 3mm	131,39	Bueno	Solo corrección de Superficie
13	1	Km 2+803,5	km 2+835	Fisura longitudinal y transversal	83,5	MUY BUENO	Sellado de grietas mayores 3mm	364,58	Bueno	Solo corrección de Superficie
14	1	Km 3+024	km 3+055,5	Fisura longitudinal y transversal	84	MUY BUENO	Sellado de grietas mayores 3mm	364,58	Bueno	Solo corrección de Superficie
15	1	Km 3+244,5	km 3+276	Fisura de bloque	84,5	MUY BUENO	Sellado de grietas mayores 3mm	138,02	Bueno	Solo corrección de Superficie
16	1	Km 3+465	km 3+496,5	Fisura longitudinal y transversal	93,5	EXCELENTE	Sellado de grietas mayores 3mm	488,11	Bueno	Solo corrección de Superficie

Fuente: El autor

4.3.6.1. Procedimiento de trabajo

Mediante el sellado de fisuras como mantenimiento preventivo para superficies asfálticas, al sellar las grietas o fisuras en el pavimento permite evitar el ingreso de agua u otro distinto material que pudiera afectar a la estructura del pavimento. Para el sellado de fisuras se realizarán las siguientes actividades en la vía:

-) Colocar señales de seguridad
-) Barrer el material del suelo del área a sellar
-) Para grietas menores a 3mm rellenar aplicando asfalto líquido, agregando arena siguiendo la grieta con equipos manuales
-) Para grietas mayores a 3 mm es necesario rellenar con agregado fino y asfalto líquido, unificar toda el área aplicando recubrimiento con lechada asfáltica.
-) Limpiar el material excedente fuera de la vía.
-) Las lechadas deben ser de rompimiento rápido, para dar pronta apertura al tránsito
-) Retirar señales de seguridad [25].

4.4. Comprobación de la hipótesis

Luego de realizado el respectivo análisis e interpretación de los resultados obtenidos para el presente estudio técnico, se puede afirmar que la hipótesis planteada se cumplió, es decir, los trabajos realizados en el presente estudio cumplen con la implementación del proceso de conservación vial que incluye la estabilización de taludes mediante mallas metálicas, mismo que mejorará la estructura de la capa de rodadura de la vía Quero - Puñachizag en el tramo Km 0+000-Km 3+350 de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

-) La determinación de los valores de contenido de humedad óptimo y densidad seca mediante la norma AASHTO T-180 se obtuvo los valores de humedad óptima para la muestra 1 de la abscisa 0+900 un W% de 15,40% y una densidad seca de 1,672 gr/cm³ , para la muestra 2 de la abscisa 1+900 un W% de 16,25% y una densidad seca de 1.568 gr/cm³ , para la muestra 3 de la abscisa 2+850 un W% de 14,84% y una densidad seca de 1.514 gr/cm³ , y mediante la tabla del sistema unificado de clasificación de suelos SUCS se determinó que los suelos de las capas de la estructura del pavimento en la muestra 1,2 y 3 corresponden a suelos de características SM(Arenas limosas mezcla de arena y limo).Y la determinación de los límites de Atterberg se obtuvo los valores para las capas bases de Límite Líquido 22,37%, 21,95% y 24,25%, correspondientes a las muestras 1,2 y 3 respectivamente y un Índice Plástico de 2,33; 1,95; y 1,64 respectivamente, se concluyó mediante las especificaciones de la norma MOP 2002 que se encuentran dentro de los rangos admisibles para suelos utilizados como bases y subbases, de igual manera los valores de Límite líquido obtenidos para las subrasantes 26,30%, 28,50% y 27,70%, y 1,15; 1,20 y 1,60 correspondientes a valores de índices plásticos de las muestras 1,2 y 3 respectivamente, se encuentran dentro de los rangos permisibles dados por la norma MOP 2002, concluyendo que son suelos aptos para su uso como subrasantes.
-) La realización del estudio del TPDA permitió conocer el tipo y volumen del tráfico del lugar del proyecto, obteniendo como resultado un número de vehículos actual de 1509 vehículos al día, teniendo un valor proyectado de 3033 vehículos en 20 años.

-) Tras la determinación de la curva granulométrica de las capas de la estructura del pavimento se obtuvo que el suelo utilizado en la muestra 1 y 3 corresponden a una Subbase de tipo 1 y la muestra del punto 2 poseía una curva granulométrica superior a las especificadas por la norma MOP 2002, debemos tomar en cuenta que las muestras utilizadas son de tipo alteradas ya que son llevadas del punto de extracción a un laboratorio de suelos.
-) A través del método de cálculo (Fellenius u Ordinario) y la herramienta computacional de diseño (GeoSlope 2012) se determinó un factor de seguridad de 0.76 con las características actuales del talud en estudio, lo cual demuestra que el talud en estudio tiene un considerable grado de inestabilidad debido a que no cumple el valor mínimo de 1.25 que establece la NEC 2014. Mediante la implementación del sistema de estabilización con mallas metálicas se generó un nuevo factor de seguridad de 1.537, teniendo un notable crecimiento en el valor del factor de seguridad F_s con respecto valor inicial, lo cual al ser el principal indicador de estabilidad se determina que el sistema en estudio contribuye notablemente a la estabilidad del talud.
-) La implementación de mallas metálicas en la estabilización de un talud además de mejorar su estabilidad, contribuye como sistema de contención ante posibles desprendimientos. Debido a la rigidez que posee y además de ser un material galvanizado su mantenimiento será relativamente bajo. La adquisición es una gran ventaja debido a que la demanda si bien aún no es para fines de estabilidad, se la comercializa en su gran mayoría para el uso en cerramientos, por lo cual se tendrá un acceso fácil al mismo.

5.2. RECOMENDACIONES

-) Tomar las respectivas medidas de seguridad al realizar estos ensayos ya que para las mediciones o toma de datos es necesario parar el tránsito momentáneamente para evitar accidentes en el momento de las mediciones.
-) Es necesario contar con dos puestos de trabajo fijos para el conteo vehicular al inicio y final del tramo, dado que existen caminos vecinales y no se toma en su totalidad la densidad vehicular.
-) Posteriormente a la extracción de muestras alteradas las mismas deben ser trasladadas al laboratorio de la manera mas adecuada para que no existan materiales ajenos a la muestra que puedan tener repercusión en los resultados de los ensayos de laboratorio.
-) Para lograr aumentos en el factor de seguridad con los cuales se cumpla la normativa y mediante el uso de mallas de bajo módulo de rigidez, es necesario utilizar separaciones en los anclajes muy bajas.
-) Existen diferentes combinaciones de rigideces de la malla, fuerza de anclaje y separación de los mismos, con las cuales se podrá estabilizar el talud, por lo tanto, se recomienda realizar optimizaciones al diseño del sistema que permitan reducir costos y tiempos de construcción.

6. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía


- [1] A. Montejo, *Ingeniería de Pavimentos*, Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2010.
- [2] W. Villacís, *Manual práctico de optimización para la revisión de estudio de diseño de pavimentos*, Quito: Universidad Central del Ecuador, 2014.
- [3] G. Romero, *Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños en el tramo km 0+000-km 2+350 de la provincia de Tungurahua*, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2019.
- [4] J. Torres, «La importancia Vial,» 2015. [En línea]. Available: <http://elnacional.com.do/la-importancia-vial/>.
- [5] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, *Norma Ecuatoriana Vial*, vol. VI, 2013: MTOP, 2013.
- [6] F. Sánchez y S. Campagnoñi, *Pavimentos asfálticos de carreteras. Guía práctica para los estudios y diseños*, Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2016.
- [7] Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, "*MTOP-001-f-2003,*" *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes*, 2003.
- [8] A. Becerril y D. Miranda, *Procedimiento constructivo flexible en la carretera*, 2016.
- [9] A. Martínez, *Análisis del ciclo de vida de los pavimentos asfálticos*, 2015.
- [10] C. Crespo, *Vías de comunicación*, 4 ed., México: Limusa, 2010.
- [11] O. Cruz, *Conservación de caminos de pavimento flexible*, Sonora: Universidad de Sonora, 2002.
- [12] M. Benavides, N. Vidales y F. Posada, *Patología de pavimentos flexibles*, 2013.

- [13] M. Casani y Y. Ferro, *Evaluación y Análisis de Pavimentos en la ciudad de Abancay, para Proponer una Mejor Alternativa en el Diseño de Pavimentos*, Universidad Tecnológica de los Andes, 2017.
- [14] M. Camacho, *Introducción a la conservación normal de carreteras, tramo: Estación Don - Nogales*, Sonora: Universidad de Sonora, 2001.
- [15] E. Apolinario, *INNOVACIÓN DEL MÉTODO VIZIR EN ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS CON BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO*, Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
- [16] F. Ayala, *Manual de ingeniería de taludes*, Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, 1991.
- [17] W. Lambe y R. Whitman, *Mecánica de suelos*, México: Limusa, 1997.
- [18] C. Beltrán, *Las condiciones de las vías centrales de la parroquia El Rosario, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus moradores*, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2013.
- [19] J. Escobar, *IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO – PATATE EN EL TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 4+170 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA*, Ambato, 2019.
- [20] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, *Normas de diseño geométrico de carreteras*, Quito: MTOP, 2003.
- [21] R. Vásquez, *Paviment Condicion Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*, Universidad Nacional de Colombia, 2002.
- [22] A. Beltrán, *LAS CONDICIONES DE LAS VÍAS CENTRALES DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS MORADORES*, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2013.

- [23] A. Vargas, *VÍA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE Y SU INCIDENCIA EN EL BUEN VIVIR DE LOS HABITANTES DE LAS COMUNIDADES ESCORZONERAS - EL SALADO DE LA PARROQUIA PILAHUÍN EN EL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA*, Universidad Técnica de Ambato, 2015.
- [24] L. Palate, «“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE TALUDES CON MALLAS METÁLICAS EN LA VÍA ECOLÓGICA SANTA ROSA KM 3+500 DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”»,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2018.
- [25] C. Higuera, *Nociones sobre la evaluación y rehabilitación de estructuras de pavimentos*, Tunja, 2015.
- [26] K. Grattz y J. Salazar, «Análisis de los factores que determinan el diseño de mallas metálicas para la estabilización de taludes en macizos rocosos,» Noviembre 2016. [En línea]. Available: https://drive.google.com/file/d/1r9bZqChXryGTG3hn6731n352KwML93_n/view. [Último acceso: 15 Abril 2021].
- [27] NEC - SE - GC, «Norma Ecuatoriana de la Construcción,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>. [Último acceso: 15 Abril 2021].

7. ANEXOS

Anexo 1: Abcísado de la vía

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ABCISADO DE LA VIA QUERO PUÑACHIZAG TRAMO ENTRE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500										
PROYECTO:	"ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS"									
REALIZADO:	Egdo. Christian Daniel Yanchaliquin Morales									
UBICACIÓN:	TRAMO VIAL QUERO - PUÑACHIZAG ABCISA 0+000 HASTA 3+500									
	SENTIDO: QUERO - PUÑACHIZAG									
ABCISA	ANCHO DE VIA (M)	ACERA DERECHA	ACERA IZQUIERDA	CUNETA DERECHA	CUNETA IZQUIERDA	POZO DE ALCANTARILLADO	PASO DE AGUA	ENTRADA DERECHA	ENTRADA IZQUIERDA	observaciones
0+000	6,95	x								
0+020	6,60	x								
0+040	6,57	x	x							
0+060	6,90	x	x			x				
0+080	9,00	x	x							
0+100	9,00	x	x							
0+120	9,00	x	x							
0+140	5,95					x				
0+160	6,20			x						
0+180	6,90			x						
0+200	6,10			x						
0+220	6,05			x						
0+240	6,30			x						
0+260	5,65			x						
0+280	6,10			x						
0+300	6,30			x						
0+320	6,65			x						
0+340	6,05			x						
0+360	6,00			x						
0+380	6,10			x						
0+400	5,95			x						

0+420	5,90			x						
0+440	5,65			x						
0+460	6,15			x						
0+480	6,60			x						
0+500	6,50			x		x				
0+520	6,05			x						
0+540	6,15			x						
0+560	6,30			x						
0+580	5,85			x				3,5		
0+600	6,20			x						
0+620	6,15			x						
0+640	6,25			x						
0+660	6,25			x						
0+680	6,00			x						
0+700	6,20			x						
0+720	6,20			x						
0+740	6,70			x				3,8		
0+760	6,55			x						
0+780	6,50			x						
0+800	6,30			x						
0+820	6,75			x						
0+840	6,60			x						
0+860	6,80			x						
0+880	6,85			x						
0+900	6,80			x						
0+920	7,05			x						
0+940	7,30			x						
0+960	8,00			x						
0+980	7,65			x						
1+000	7,50			x						
1+020	9,90			x				4		
1+040	9,60									
1+060	9,45						x	6,6		
1+080	8,30				x					
1+100	8,70			x	x					
1+120	8,60			x	x					
1+140	7,90			x	x					
1+160	7,40			x	x					
1+180	7,25			x	x	x				
1+200	7,20			x	x					
1+220	8,50			x	x	x				
1+240	9,25			x	x					
1+260	7,45			x	x	x				
1+280	6,90			x	x	x				

1+300	6,40			x	x					
1+320	5,85			x	x					
1+340	5,90			x	x					
1+360	5,90			x	x	x				
1+380	6,80			x	x					
1+400	6,00			x	x					
1+420	6,20			x	x	x				
1+440	7,25			x	x					
1+460	6,85			x	x	x				
1+480	6,30			x	x					
1+500	5,80			x	x					
1+520	6,05			x	x	x				
1+540	5,15			x	x					
1+560	5,25			x	x	x			5	
1+580	5,35			x	x					
1+600	6,15			x	x					
1+620	6,80			x	x					
1+640	6,45			x	x	x				
1+660	5,75			x	x	x				
1+680	6,10			x	x	x				ubicación talud
1+700	6,65			x	x					
1+720	8,55									
1+740	6,85							7	6	
1+760	11,20			x						
1+780	8,50			x	x	x				
1+800	8,00			x	x					
1+820	8,40			x	x					
1+840	8,75			x	x					
1+860	9,60			x	x	x				
1+880	10,25			x	x					
1+900	11,70			x	x					
1+920	9,90			x	x					
1+940	8,25			x	x					
1+960	7,70			x	x					
1+980	7,85			x	x					
2+000	7,50			x	x					
2+020	7,60			x	x	x				
2+040	7,25			x	x					
2+060	8,10			x	x					
2+080	6,90			x	x	x				
2+100	7,15			x	x					
2+120	7,20			x	x					
2+140	7,40			x	x					
2+160	8,10			x	x					


2+180	6,70			x	x			6		
2+200	6,75			x	x					
2+220	7,30			x	x					
2+240	7,40			x	x				4	
2+260	7,15			x	x			5		
2+280	7,65			x	x					
2+300	7,00			x	x	x				
2+320	6,80			x	x					
2+340	6,15			x	x	x		4		
2+360	6,75			x	x					
2+380	6,90			x	x	x				
2+400	6,85			x	x					
2+420	6,65			x	x					
2+440	5,85			x	x	x			4	
2+460	5,95			x	x					
2+480	7,20			x	x					
2+500	8,35			x	x					
2+520	6,90			x	x					
2+540	7,20			x	x					
2+560	6,60			x	x	x				
2+580	6,65			x	x					
2+600	7,10			x	x					
2+620	7,30			x	x	x				
2+640	7,00			x	x	x				
2+660	6,90			x	x					
2+680	6,85			x	x					
2+700	6,55			x	x	x				
2+720	6,50			x	x					
2+740	6,65			x	x	x				
2+760	6,90			x	x	x				
2+780	7,55			x	x					
2+800	8,00			x	x					
2+820	7,85			x	x	x				
2+840	8,30			x	x					
2+860	8,40			x	x					
2+880	8,25				x	x				
2+900	8,10			x	x					
2+920	8,70			x	x					
2+940	8,15			x	x					
2+960	9,85			x	x					
2+980	8,85	x	x	x		x				
3+000	8,00	x	x	x						
3+020	8,25	x	x							
3+040	8,20	x	x							

3+060	8,25	x	x							
3+080	8,45	x	x							
3+100	8,40	x	x			x				
3+120	8,30	x	x							
3+140	22,31					x				
3+160	18,19									
3+180	20,17									
3+200	6,70		x	x						
3+220	6,40			x						
3+240	6,35			x	x					
3+260	6,70			x	x					
3+280	6,70			x	x					
3+300	6,10			x	x					
3+320	6,00			x	x	x				
3+340	6,20			x	x					
3+360	6,25			x	x	x				
3+380	6,10			x	x					
3+400	7,00			x	x					
3+420	7,60			x	x					
3+440	7,80			x	x					
3+460	8,15			x	x	x				
3+480	7,75			x	x					
3+500	7,35			x	x					

Anexo 2: Cálculo del PCI para todas las unidades de muestreo

	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO	
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA	
TEMA: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VIA QUERO – PUNACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS		
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI		
ENSAYADO POR : CHRISTIAN YANCHALIQUIN	TABLA : N° 1	
DOCENTE TUTOR: ING. RODRIGO ACOSTA	FECHA :	

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

NOMBRE DE LA VIA : Via Quero - Puñachizag	ESQUEMA :
TRAMO : 1	
SECCION DEL TRAMO : 1	
UNIDAD DE MUESTRA : 7	
AREA DE LA MUESTRA : 232	
ABCSISA INICIAL : Km 0+189	ABCSISA FINAL : km 0+220,5

TIPO DE DAÑOS			
1.- Piel de cocodrilo (m2)	6.- Depresiones (m2)	11.- Parcheo (m2)	16.- Desplazamiento (m2)
2.- Exudación (m2)	7.- Fisuras de borde (m)	12.- Pulimento de agregados (m2)	17.- Grietas parabólicas (m2)
3.- Fisuras en bloque (m2)	8.- Fisuras de reflexión de junta (m)	13.- Huecos (cantidad)	18.- Hinchamiento (m2)
4.- Elevaciones, hundimientos (m)	9.- Desnivel / carril / berma (m)	14.- Cruce de vía ferrea (m2)	19.- Desprendimiento de agregados (m2)
5.- Corrugaciones (m2)	10.- Fisuras long. y transv. (m)	15.- Ahuellamiento (m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10 L		5,5	0,75	0,26		6,51	2,81	1
10 L		3,56	1,2	0,85		5,61	2,42	1
10 L		3,5	1	0,85		5,35	2,31	1
3 L		1,425	0,75	0,575		2,75	1,19	1,5
Valor total de Deducción (VDT)								4,5

$$Densidad = \frac{\text{Área Total del Daño} \times 100}{\text{Área de Muestra}}$$

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDVi)$$

NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)

HDVi = Mayor valor deducido individual

HDVi = 1,5

mi = 10,05

PCI = 100 - MVDc **PCI = 90,5**

No.	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	mi	VDC
1	1,5	1	1	1	4,5	4	5,5
2	1,5	1	1	2	5,5	3	6,5
3	1,5	1	2	2	6,5	2	8,5
4	1,5	2	2	2	7,5	1	9,5
Máximo Valor de Deducción Corregido (MVDc)							9,5



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

TEMA: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VIA QUERO – PUNACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS



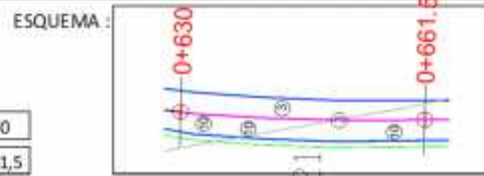
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI

ENSAYADO POR : CHRISTIAN YANCHALQUIN
DOCENTE TUTOR: ING. RODRIGO ACOSTA

TABLA : Nº 3
FECHA :

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

NOMBRE DE LA VIA : Via Quero - Puñachizag
TRAMO : 1
SECCION DEL TRAMO : 1
UNIDAD DE MUESTRA : 21
AREA DE LA MUESTRA : 232
ABCSISA INICIAL : Km 0+630
ABCSISA FINAL : km 0+661,5



TIPO DE DAÑOS

1.- Piel de cocodrilo (m2)	6.- Depresiones (m2)	11.- Parcheo (m2)	16.- Desplazamiento (m2)
2.- Exudación (m2)	7.- Fisuras de borde (m)	12.- Pulimento de agregados (m2)	17.- Grietas parabólica (m2)
3.- Fisuras en bloque (m2)	8.- Fisuras de reflexión de junta (m)	13.- Huecos (cantidad)	18.- Hinchamiento (m2)
4.- Elevaciones, hundimientos (m)	9.- Desnivel / carril / berma (m)	14.- Cruce de vía ferrea (m2)	19.- Desprendimiento de agregados (m2)
5.- Corrugaciones (m2)	10.- Fisuras long. y transv. (m)	15.- Ahuellamiento (m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10 L		3,50	0,75	2,50	1,00	7,75	3,34	2,00
10 L		1,60	1,00	1,50		4,10	1,77	1,00
10 L		0,75	1,00	0,50		2,25	0,97	1,00
3 L		1,80	3,75	0,16	0,38	6,09	2,62	4,00
3 M		0,19	3,60	0,25	0,03	4,07	1,75	2,50
Valor total de Deducción (VDT)								10,50

$$Densidad = \frac{\text{Área Total del Daño} \times 100}{\text{Área de Muestra}}$$

$$mi = 1,00 + \frac{9}{98} (100,00 - HDVi)$$

NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)

HDVi = Mayor valor deducido individual

HDVi = 4

mi = 9,82

PCI = 100 · MVDC

PCI = 87

No.	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	mi	VDC
1	4	2,5	2	1	1	10,5	5	11	
2	4	2,5	2	1	2	11,5	4	12	
3	4	2,5	2	2	2	12,5	3	13	
4	4	2,5	2	2	2	12,5	2	13	
5	4	2	2	2	2	12	1	12	
Maximo Valor de Deducción Corregido (MVDC)									13



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

TEMA: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VIA QUERO – PUNACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS



EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI

ENSAYADO POR : CHRISTIAN YANCHALQUIN
DOCENTE TUTOR: ING. RODRIGO ACOSTA

TABLA : Nº 5
FECHA :

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

NOMBRE DE LA VIA : Via Quero - Puñachizag

ESQUEMA :

TRAMO : 1

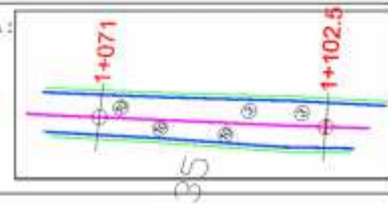
SECCION DEL TRAMO : 1

UNIDAD DE MUESTRA : 35

ABCSISA INICIAL : Km 1+071

AREA DE LA MUESTRA: 232

ABCSISA FINAL : km 1+102,5



TIPO DE DAÑOS

1.- Piel de cocodrilo (m2)	6.- Depresiones (m2)	11.- Parcheo (m2)	16.- Desplazamiento (m2)
2.- Exudación (m2)	7.- Fisuras de borde (m)	12.- Pulimento de agregados (m2)	17.- Grietas parabólica (m2)
3.- Fisuras en bloque (m2)	8.- Fisuras de reflexión de junta (m)	13.- Huecos (cantidad)	18.- Hinchamiento (m2)
4.- Elevaciones, hundimientos (m)	9.- Desnivel / carril / berma (m)	14.- Cruce de vía ferrea (m2)	19.- Desprendimiento de agregados (m2)
5.- Corrugaciones (m2)	10.- Fisuras long. y transv. (m)	15.- Ahuellamiento (m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10 L		1,20	0,45	0,25	0,85			2,75	1,19	1,00
10 L		2,00	1,00	0,50				3,50	1,51	1,00
10 L		1,60	1,50	0,50	0,25	0,35		4,20	1,81	1,00
3 L		1,13	0,50	0,38	0,90	1,13		4,03	1,73	3,00
3 L		1,88	0,45	1,70	1,93			5,95	2,56	4,50
Valor total de Deducción (VDT)										10,50

$$Densidad = \frac{\text{Área Total del Daño} \times 100}{\text{Área de Muestra}}$$

NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)

HDVi = Mayor valor deducido individual

HDVi = 4,5

mi = 9,77

PCI = 100 · MVDC

PCI = 86,5

$$mi = 1,00 + \frac{9}{98} (100,00 - HDVi)$$

No.	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	mi	VDC
1	4,5	3	1	1	1		10,5	5	10
2	4,5	3	1	1	2		11,5	4	12
3	4,5	3	1	2	2		12,5	3	13
4	4,5	3	2	2	2		13,5	2	9
5	4,5	2	2	2	2		12,5	1	13,5
Maximo Valor de Deducción Corregido (MVDC)									13,5



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

TEMA: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VIA QUERO – PUNACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI

ENSAYADO POR : CHRISTIAN YANCHALQUIN
DOCENTE TUTOR: ING. RODRIGO ACOSTA

TABLA : Nº 6
FECHA :

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

NOMBRE DE LA VIA : Via Quero - Puñachizag

ESQUEMA :

TRAMO : 1

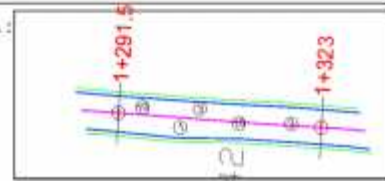
SECCION DEL TRAMO : 1

UNIDAD DE MUESTRA : 42

ABCSISA INICIAL : Km 1+291,5

AREA DE LA MUESTRA: 232

ABCSISA FINAL : km 1+323



TIPO DE DAÑOS

1.- Piel de cocodrilo (m2)	6.- Depresiones (m2)	11.- Parcheo (m2)	16.- Desplazamiento (m2)
2.- Exudación (m2)	7.- Fisuras de borde (m)	12.- Pulimento de agregados (m2)	17.- Grietas parabólica (m2)
3.- Fisuras en bloque (m2)	8.- Fisuras de reflexión de junta (m)	13.- Huecos (cantidad)	18.- Hinchamiento (m2)
4.- Elevaciones, hundimientos (m)	9.- Desnivel / carril / berma (m)	14.- Cruce de vía ferrea (m2)	19.- Desprendimiento de agregados (m2)
5.- Corrugaciones (m2)	10.- Fisuras long. y transv. (m)	15.- Ahuellamiento (m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10 L		2,25	0,85	1,10	2,15	6,35	2,74	1,00
10 L		3,00	1,20	1,50		5,70	2,46	1,00
3 L		0,63	0,63	3,30	0,90	5,45	2,35	3,00
3 L		1,88	0,45	1,70	1,93	5,95	2,56	3,50
1 L		1,25	1,25			2,50	1,08	11,50
Valor total de Deducción (VDT)								20,00

$$Densidad = \frac{\text{Área Total del Daño} \times 100}{\text{Área de Muestra}}$$

NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)

HDVi = Mayor valor deducido individual

HDVi = 11,5

mi = 9,13

PCI = 100 · MVDC

PCI = 80

$$mi = 1,00 + \frac{9}{98} (100,00 - HDVi)$$

No.	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	mi	VDC
1	11,5	3,5	3	1	1		20	5	14,5
2	11,5	3,5	3	1	2		21	4	15,5
3	11,5	3,5	3	1	2		21	3	10
4	11,5	3,5	3	2	2		22	2	14
5	11,5	2	2	2	2		19,5	1	20
Maximo Valor de Deducción Corregido (MVDC)									20



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

TEMA: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VIA QUERO – PUNACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS



EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI

ENSAYADO POR : CHRISTIAN YANCHALQUIN
DOCENTE TUTOR: ING. RODRIGO ACOSTA

TABLA : Nº 7
FECHA :

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

NOMBRE DE LA VIA : Via Quero - Puñachizag

ESQUEMA :

TRAMO : 1

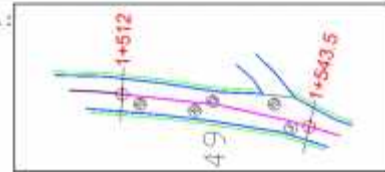
SECCION DEL TRAMO : 1

UNIDAD DE MUESTRA : 49

ABCSISA INICIAL : Km 1+512

AREA DE LA MUESTRA: 232

ABCSISA FINAL : km 1+543,5



TIPO DE DAÑOS

1.- Piel de cocodrilo (m2)	6.- Depresiones (m2)	11.- Parcheo (m2)	16.- Desplazamiento (m2)
2.- Exudación (m2)	7.- Fisuras de borde (m)	12.- Pulimento de agregados (m2)	17.- Grietas parabólica (m2)
3.- Fisuras en bloque (m2)	8.- Fisuras de reflexión de junta (m)	13.- Huecos (cantidad)	18.- Hinchamiento (m2)
4.- Elevaciones, hundimientos (m)	9.- Desnivel / carril / berma (m)	14.- Cruce de vía ferrea (m2)	19.- Desprendimiento de agregados (m2)
5.- Corrugaciones (m2)	10.- Fisuras long. y transv. (m)	15.- Ahuellamiento (m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13 L	1,00						1,00	0,43	11,00
10 L	1,20	1,00	0,75				2,95	1,27	1,00
10 L	2,50	1,15	0,50	0,25	0,75		5,15	2,22	1,00
10 L	0,63	0,63	3,30	0,90			5,45	2,35	1,00
3 L	6,60	0,56	1,70				8,86	3,82	5,00
Valor total de Deducción (VDT)									19,00

$$Densidad = \frac{\text{Área Total del Daño} \times 100}{\text{Área de Muestra}}$$

$$mi = 1,00 + \frac{9}{98} (100,00 - HDVi)$$

NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)

HDVi = Mayor valor deducido individual

HDVi = 11

mi = 9,17

PCI = 100 · MVDC

PCI = 79,5

No.	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	mi	VDC
1	11	5	1	1	1	19	5	13,5
2	11	5	1	1	2	20	4	14,5
3	11	5	1	2	2	21	3	10,5
4	11	5	2	2	2	22	2	16
5	11	2	2	2	2	19	1	20,5

Maximo Valor de Deducción Corregido (MVDC) 20,5



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

TEMA: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VIA QUERO – PUNACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI

ENSAYADO POR : CHRISTIAN YANCHALIQUIN
DOCENTE TUTOR: ING. RODRIGO ACOSTA

TABLA : Nº 15
FECHA :

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

NOMBRE DE LA VIA : Via Quero - Puñachizag

ESQUEMA :

TRAMO : 1

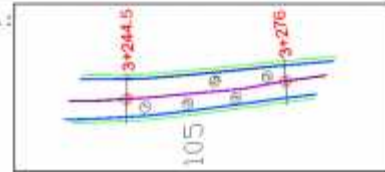
SECCION DEL TRAMO : 1

UNIDAD DE MUESTRA : 105

ABCSISA INICIAL : Km 3+244,5

AREA DE LA MUESTRA: 232

ABCSISA FINAL : km 3+276



TIPO DE DAÑOS

1.- Piel de cocodrilo (m2)	6.- Depresiones (m2)	11.- Parcheo (m2)	16.- Desplazamiento (m2)
2.- Exudación (m2)	7.- Fisuras de borde (m)	12.- Pulimento de agregados (m2)	17.- Grietas parabólica (m2)
3.- Fisuras en bloque (m2)	8.- Fisuras de reflexión de junta (m)	13.- Huecos (cantidad)	18.- Hinchamiento (m2)
4.- Elevaciones, hundimientos (m)	9.- Desnivel / carril / berma (m)	14.- Cruce de vía ferrea (m2)	19.- Desprendimiento de agregados (m2)
5.- Corrugaciones (m2)	10.- Fisuras long. y transv. (m)	15.- Ahuellamiento (m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10 L		2,20	1,25	0,85	0,50	2,25	7,05	3,04	1,50
3 L		0,54	1,43	1,88	0,40		4,25	1,83	3,00
3 L		1,50	1,76	1,87			5,13	2,21	3,50
3 L		2,10	2,24				4,34	1,87	2,75
1 L		0,75	0,46				1,21	0,52	7,00
Valor total de Deducción (VDT)									17,75

$$Densidad = \frac{\text{Área Total del Daño} \times 100}{\text{Área de Muestra}}$$

NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)

HDVi = Mayor valor deducido individual

HDVi = 7

mi = 9,54



PCI = 100 · MVDC

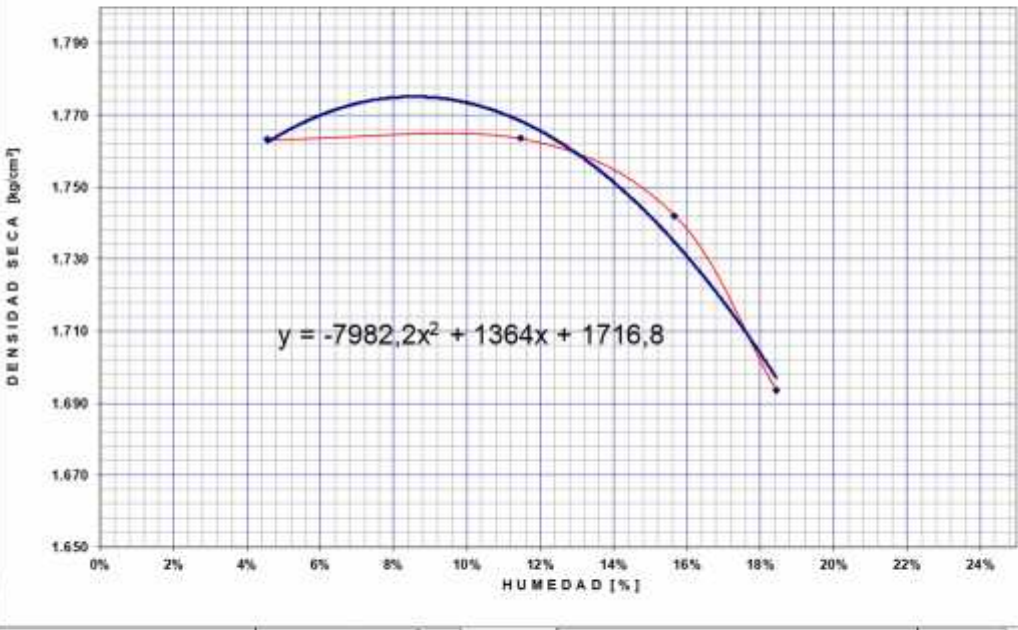
PCI = 84,5

$$mi = 1,00 + \frac{9}{98} (100,00 - HDVi)$$

No.	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	mi	VDC
1	7	3,5	3	2,75	1,5	17,75	5	13
2	7	3,5	3	2,75	2	18,25	4	13,5
3	7	3,5	3	2	2	17,5	3	12,5
4	7	3,5	2	2	2	16,5	2	12
5	7	2	2	2	2	15	1	15,5
Maximo Valor de Deducción Corregido (MVDC)								15,5

Anexo 3: Resultados ensayos Proctor modificado

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL									
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO PCA 1									
CALICATA:	C1 en Km 0+900	ENSAYADO POR:	CHRISTIAN YANCHALQUIN						
UBICACIÓN:	Via QUERO - PUÑACHIZAG	DOCENTE TUTOR:	ING. RODRIGO ACOSTA						
PROFUNDIDAD:	1 m	FECHA:							
ENSAYO PROCTOR	Modificado TIPO D	NORMA:	AASHO: T-160 - 74						
RELACION DENSIDAD SECA - HUMEDAD									
No. de Capas	Golpes por capa	Peso Martillo	Altura caída	PESO INICIAL DE LA MUESTRA					
5	56	10lb	18"	6000 g					
MUESTRA >>>		1	2	3	4				
Molde No.		A	A	A	A				
Agua aumentada	cc	180	360	720	1.440				
Agua aumentada en %	%	3	6	12	24				
Peso suelo húmedo + molde	A	10.389	10.650	10.755	10.735				
Peso del molde	B	6.457	6.457	6.457	6.457				
Peso suelo húmedo	C=A-B	3.932	4.193	4.298	4.278				
Volumen del molde	D	2.133	2.133	2.133	2.133				
Densidad húmeda	E=C/D	1.843	1.966	2.015	2.006				
Recipiente No.		3	45	82	34	23	76	9	65
Recipiente + suelo húmedo	F	148,40	159,36	155,22	158,36	195,56	170,26	198,25	177,83
Recipiente + suelo seco	G	141,69	154,60	141,23	144,25	172,20	156,26	189,20	152,36
Peso de agua	H=F-G	6,71	4,76	13,99	14,11	23,36	22,00	29,05	25,27
Peso del recipiente	I	20,10	21,40	20,30	20,10	20,14	18,50	14,90	12,11
Peso del suelo seco	J=G-I	121,59	133,20	120,93	124,15	152,06	137,76	154,30	140,25
Contenido de agua	K=H/J	5,52%	3,57%	11,57%	11,37%	15,36%	15,97%	18,83%	18,02%
Contenido de agua promedio	L	4,55%		11,47%		15,67%		18,42%	
Densidad seca	g/cm ³	M	1,763	1,764	1,742	1,694			



$y = -7982,2x^2 + 1364x + 1716,8$

Densidad Máxima:	1.776 kg/cm ³	Humedad óptima:	8,65%
-------------------------	--------------------------	------------------------	-------

Realizado por: Christian Yanchalquin	Docente tutor: Ing. Rodrigo Acosta
--------------------------------------	------------------------------------



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



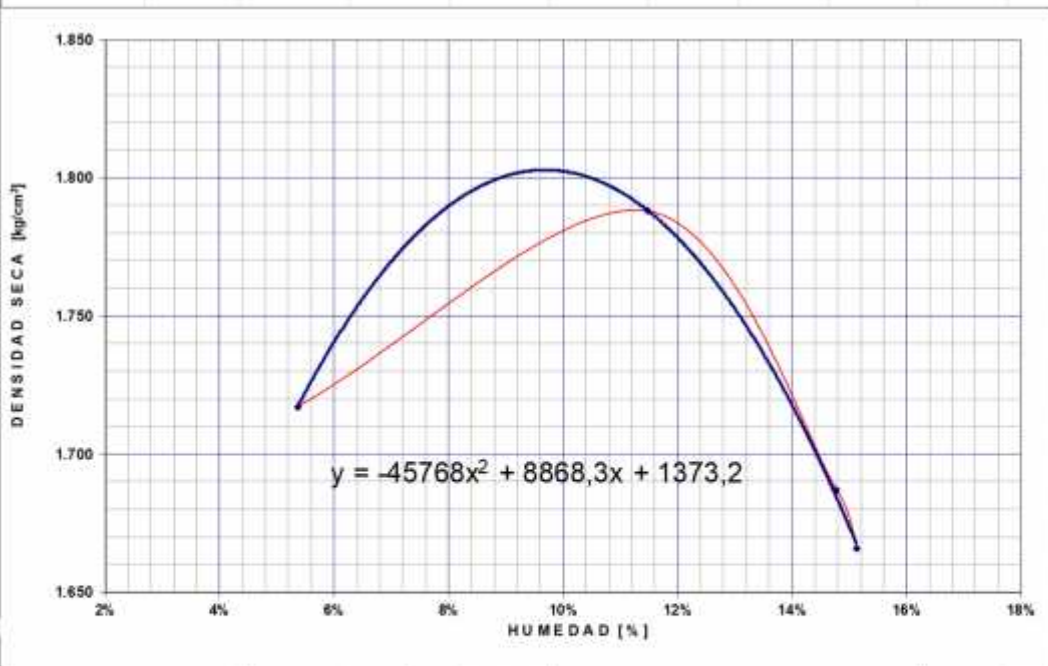
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO PCA 2

CALICATA:	C2en Km 1+900	ENSAYADO POR:	CHRISTIAN Y ANCHALIQUIN
UBICACIÓN:	Via QUERO - PUÑACHIZAG	DOCENTE TUTOR:	ING. RODRIGO ACOSTA
PROFUNDIDAD:	1 m	FECHA:	
ENSAYO PROC	Modificado TIPO D	NORMA:	AASHO T-180 - 74

RELACIÓN DENSIDAD SECA - HUMEDAD

No. de Capas	Golpes por capa	Peso Martillo	Altura caída	PESO INICIAL DE LA MUESTRA					
5	56	10lb	18"	6000 g					
MUESTRA >>>		1	2	3	4				
Molde No.		A	A	A	A				
Agua aumentada	cc	180	360	540	720				
	%	3	6	9	12				
Peso suelo húmedo + molde	A	10.316	10.708	10.587	10.547				
Peso del molde	B	6.457	6.457	6.457	6.457				
Peso suelo húmedo	C=A-B	3.859	4.251	4.130	4.090				
Volumen del molde	D	2.133	2.133	2.133	2.133				
Densidad húmeda	E=C/D	1.809	1.953	1.936	1.917				
Recipiente No.		13	25	56	63	41	23	14	10
Recipiente + suelo húmedo	F	133,10	144,10	138,10	92,12	175,50	173,00	193,00	220,50
Recipiente + suelo seco	G	128,30	137,50	126,50	85,16	155,50	154,20	170,30	195,60
Peso de agua	H=F-G	4,80	6,60	11,60	6,96	20,00	18,80	22,70	24,90
Peso del recipiente	I	28,80	25,60	25,70	24,30	25,10	21,80	25,60	24,50
Peso del suelo seco	J=G-I	99,50	111,90	100,80	60,86	130,40	132,40	144,70	171,10
Contenido de agua	K=H/J	4,82%	5,90%	11,51%	11,44%	15,34%	14,20%	15,69%	14,55%
Contenido de agua promedio	L	5,36%		11,47%		14,77%		15,12%	
Densidad seca	M	1,717		1,788		1,687		1,666	



Densidad Máxima:	1.803 kg/cm ³	Humedad óptima:	9,69%
-------------------------	--------------------------	------------------------	-------

Realizado por: Christian Yanchaliquin

Docente tutor Ing. Rodrigo Acosta



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



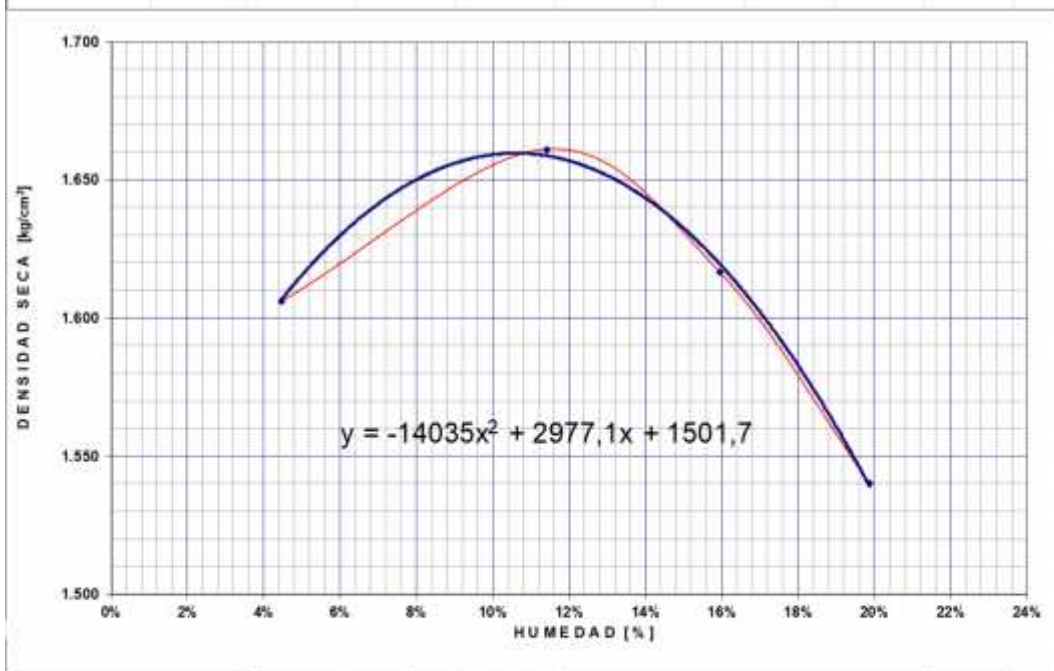
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO PCA 3

CALICATA:	C3 en Km 2+850	ENSAYADO POR:	CHRISTIAN YANCHALIQUIN
UBICACIÓN:	Via QUERO - PUÑACHIZAG	DOCENTE TUTOR:	ING. RODRIGO ACOSTA
PROFUNDIDAD:	1 m	FECHA:	
ENSAYO PROCTOR	Modificado TIPO D	NORMA:	AASHTO T-180 - 74

RELACIÓN DENSIDAD SECA - HUMEDAD

No. de Capas	Golpes por capa	Peso Martillo	Altura caída	PESO INICIAL DE LA MUESTRA					
5	56	10lb	18"	6000 g					
MUESTRA >>>		1	2	3	4				
Molde No.		A	A	A	A				
Agua aumentada	cc	180	360	540	720				
	%	3	6	9	12				
Peso suelo húmedo + molde	A	10.035	10.404	10.455	10.395				
Peso del molde	B	6.457	6.457	6.457	6.457				
Peso suelo húmedo	C=A-B	3.578	3.947	3.998	3.938				
Volumen del molde	D	2.133	2.133	2.133	2.133				
Densidad húmeda	E=C/D	1.677	1.850	1.874	1.846				
Recipiente No.		7	56	76	52	41	36	26	17
Recipiente + suelo húmedo	F	148,40	159,36	155,22	158,36	195,96	178,26	198,25	177,83
Recipiente + suelo seco	G	142,75	153,63	141,23	144,25	172,20	156,63	169,20	152,36
Peso de agua	H=F-G	5,65	5,73	13,99	14,11	23,36	21,63	29,05	25,27
Peso del recipiente	I	19,86	20,61	19,63	19,52	23,63	22,80	23,85	24,54
Peso del suelo seco	J=G-I	122,89	133,02	121,60	124,73	148,57	133,83	145,35	127,82
Contenido de agua	K=H/J	4,60%	4,31%	11,50%	11,31%	15,72%	16,16%	19,99%	19,77%
Contenido de agua promedio	L	4,45%		11,41%		15,94%		19,88%	
Densidad seca	g/cm ³	M	1,606	1,661	1,617	1,617		1,540	



Densidad Máxima:	1.660 kg/cm ³	Humedad óptima:	10,61%
-------------------------	--------------------------	------------------------	--------

Realizado por: Christian Yanchaliquin

Docente tutor: Ing. Rodrigo Acosta

Proctor modificado subbase

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL									
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO PCA 1									
CALICATA:	C1 en Km 0+900	ENSAYADO POR:	CHRISTIAN YANCHALQUIN						
UBICACIÓN:	Via QUERO - PUÑACHIZAG	DOCENTE TUTOR:	ING. RODRIGO ACOSTA						
PROFUNDIDAD:	1 m	FECHA:	2/12/2020						
ENSAYO PROCTOR	Modificado TIPO D	NORMA:	AASHO: T-160 - 74						
RELACION DENSIDAD SECA - HUMEDAD									
No. de Capas	Golpes por capa	Peso Martillo	Altura caída	PESO INICIAL DE LA MUESTRA					
5	56	10lb	18"	6000 g					
MUESTRA >>>		1	2	3	4				
Molde No.		A	A	A	A				
Agua aumentada	cc	0	480	960	1.440				
Agua aumentada en %	%	0	8	16	24				
Peso suelo húmedo + molde	A	9.249	10.332	10.590	9.945				
Peso del molde	B	6.457	6.457	6.457	6.457				
Peso suelo húmedo	C=A-B	2.792	3.875	4.133	3.488				
Volumen del molde	D	2.133	2.133	2.133	2.133				
Densidad húmeda	E=C/D	1.309	1.817	1.938	1.635				
Recipiente No.		3	45	82	34	23	76	9	65
Recipiente + suelo húmedo	F	76,56	83,29	90,73	99,13	92,90	98,86	77,43	65,07
Recipiente + suelo seco	G	74,55	61,49	83,55	90,98	81,08	85,54	64,09	54,43
Peso de agua	H=F-G	2,01	1,80	7,18	8,15	11,82	13,32	13,34	11,44
Peso del recipiente	I	12,26	11,70	20,30	20,40	20,14	18,50	14,90	12,11
Peso del suelo seco	J=G-I	62,29	49,79	63,25	70,58	60,94	67,04	49,19	42,32
Contenido de agua	K=H/J	3,23%	3,62%	11,35%	11,55%	19,40%	19,87%	27,12%	27,03%
Contenido de agua promedio	L	3,42%		11,45%		19,63%		27,08%	
Densidad seca	g/cm ³	M	1,266	1,630	1,620	1,620		1,287	

Densidad Máxima:	1.672 kg/cm ³	Humedad óptima:	15,40%
-------------------------	--------------------------	------------------------	--------

Realizado por: Christian Yanchalquin	Docente tutor: Ing. Rodrigo Acosta
--------------------------------------	------------------------------------



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



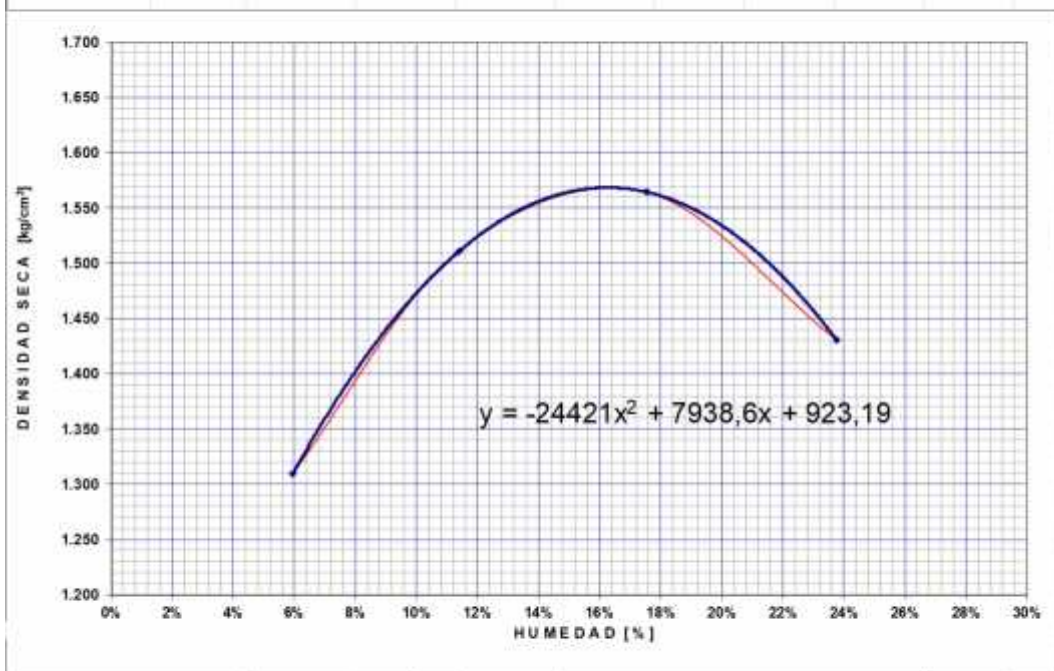
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO PCA 2

CALICATA:	C2en Km 1+900	ENSAYADO POR:	CHRISTIAN YANCHALIQUN
UBICACIÓN:	Via QUERO - PUÑACHIZAG	DOCENTE TUTOR:	ING. RODRIGO ACOSTA
PROFUNDIDAD:	1 m	FECHA:	3/12/2020
ENSAYO PROC	Modificado TIPO D	NORMA:	AASHTO T-190 - 74

RELACIÓN DENSIDAD SECA - HUMEDAD

No. de Capas	Golpes por capa	Peso Martillo	Altura caída	PESO INICIAL DE LA MUESTRA					
5	56	10lb	18"	6000 g					
MUESTRA >>>		1	2	3	4				
Molde No.		A	A	A	A				
Agua aumentada	cc	0	360	720	1.080				
	%	0	6	12	18				
Peso suelo húmedo + molde	A	9.417	10.046	10.378	10.233				
Peso del molde	B	6.457	6.457	6.457	6.457				
Peso suelo húmedo	C=A-B	2.960	3.589	3.921	3.776				
Volumen del molde	D	2.133	2.133	2.133	2.133				
Densidad húmeda	E=C/D	1.388	1.683	1.838	1.770				
Recipiente No.		6	30	45	53	9	49	24	11
Recipiente + suelo húmedo	F	52.31	55.09	89.93	92.12	98.75	103.22	75.43	78.97
Recipiente + suelo seco	G	50.43	53.11	82.63	84.00	86.73	90.87	64.02	65.98
Peso de agua	H=F-G	1.88	1.98	7.30	8.12	12.02	12.35	11.41	12.98
Peso del recipiente	I	18.50	20.32	18.95	12.13	16.79	21.80	15.20	12.31
Peso del suelo seco	J=G-I	31.93	32.79	63.68	71.87	69.94	69.07	48.82	53.68
Contenido de agua	K=H/J	5.89%	6.04%	11.46%	11.30%	17.19%	17.88%	23.37%	24.18%
Contenido de agua promedio	L	5.96%		11.38%		17.53%		23.78%	
Densidad seca	g/cm ³	M	1.310	1.511	1.564	1.430			



Densidad Máxima:	1.564 kg/cm ³	Humedad óptima:	16,25%
-------------------------	--------------------------	------------------------	--------

Realizado por: Christian Yanchaliquan

Docente tutor: Ing. Rodrigo Acosta



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



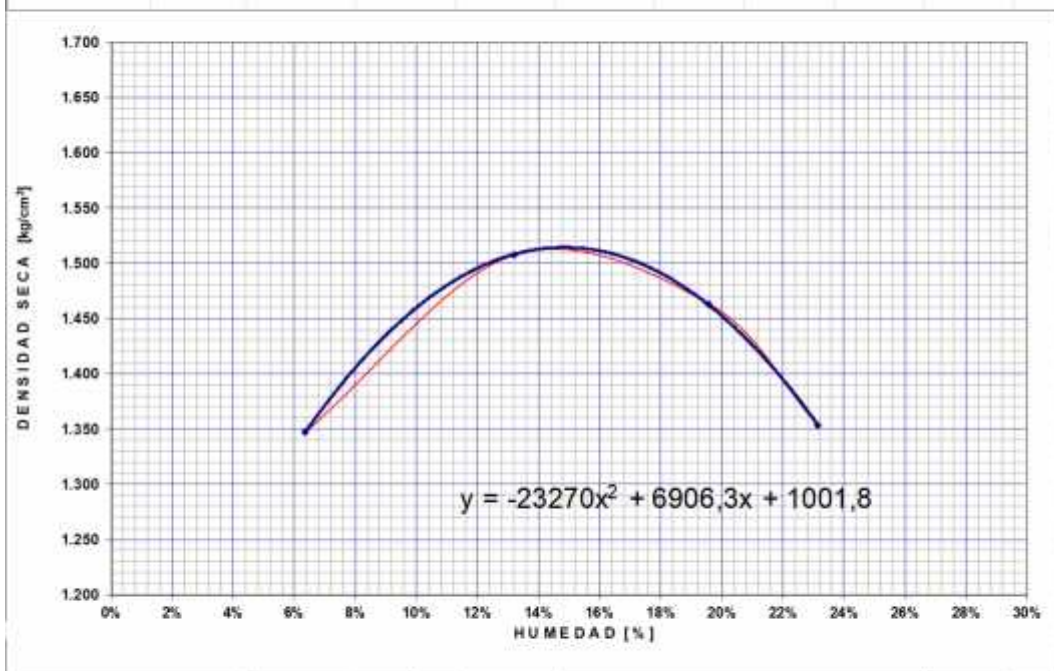
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO PCA 3

CALICATA:	C3 en Km 2+850	ENSAYADO POR:	CHRISTIAN YANCHALIQUN
UBICACIÓN:	Vía QUERO - PUÑACHIZAG	DOCENTE TUTOR:	ING. RODRIGO ACOSTA
PROFUNDIDAD:	1 m	FECHA:	4/12/2020
ENSAYO PROC	Modificado TIPO D	NORMA:	AASHO T-190 - 74

RELACIÓN DENSIDAD SECA - HUMEDAD

No. de Capas	Golpes por capa	Peso Martillo	Altura caída	PESO INICIAL DE LA MUESTRA					
5	56	10lb	18"	6000 g					
MUESTRA >>>		1	2	3	4				
Molde No.		A	A	A	A				
Agua aumentada	cc	0	360	720	1.080				
	%	0	6	12	18				
Peso suelo húmedo + molde	A	9.512	10.096	10.189	10.011				
Peso del molde	B	6.457	6.457	6.457	6.457				
Peso suelo húmedo	C=A-B	3.055	3.639	3.732	3.554				
Volumen del molde	D	2.133	2.133	2.133	2.133				
Densidad húmeda	E=C/D	1.432	1.706	1.750	1.666				
Recipiente No.		86	103	16	2	45	25	9	15
Recipiente + suelo húmedo	F	53,47	58,45	75,89	88,41	95,56	95,85	91,54	82,85
Recipiente + suelo seco	G	51,45	56,10	68,47	81,25	84,15	83,15	79,36	79,54
Peso de agua	H=F-G	2,02	2,35	7,42	7,16	11,41	12,70	12,18	13,11
Peso del recipiente	I	18,50	20,32	18,95	18,45	22,26	21,80	24,50	25,14
Peso del suelo seco	J=G-I	32,95	35,78	49,52	62,80	61,89	61,35	54,86	54,40
Contenido de agua	K=H/J	6,13%	6,57%	14,98%	11,40%	18,44%	20,70%	22,20%	24,10%
Contenido de agua promedio	L	6,35%		13,19%		19,57%		23,19%	
Densidad seca	g/cm ³	M	1,347		1,507		1,463		1,353



Densidad Máxima:	1.514 kg/cm ³	Humedad óptima:	14,84%
-------------------------	--------------------------	------------------------	--------

Realizado por: Christian Yanchaliquan

Docente tutor: Ing. Rodrigo Acosta

Anexo 4: Resultados ensayo CBR



Sub base



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL							
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS											
ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR SUB RASANTE PCAL											
CALICATA:	C1 en Km 0+900		ENSAYADO POR:	CHRISTIAN YANCHALUQUIN							
UBICACIÓN:	Via Quero - Puñachizag		DOCENTE TUTOR:	ING. RODRIGO ACOSTA							
PROFUNDIDAD:	1m		FECHA:	14/12/2020							
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN											
CONSTANTE DEL ANILLO: 11,40 lb/plg ² ÁREA DEL PISTON: 3,1333 plg ²											
Datos del ensayo modificado de compactación de suelo:											
NORMAS UTILIZADAS		Método:	MODIFICADO	TIPO D							
ASTM	D1983	Densidad Máxima:	1,776 Kg/cm ³								
AASTHO	T-180	Humedad Óptima:	8,65%								
Contenido de Humedad y peso Unitario de la Muestra de Ensayo											
Molde N°	R-1		R-2		R-3						
N° de Capas	5		5		5						
N° de golpes por capa	56		25		11						
Estado de la muestra	Antes de Remojar	Después de Remojar	Antes de Remojar	Después de Remojar	Antes de Remojar	Después de Remojar					
Peso muestra húmeda + molde (Kgs)	10756	11256	10256	10823	10095	10296					
Peso del molde (Kgs)	7125	7125	7136	7136	7112	7112					
Peso de muestra húmeda (Kgs)	3631	4131	3120	3687	2983	3184					
Volumen muestra (m ³)	2020	2020	2317	2317	2234	2234					
Peso unil. Húmedo, Kgs/m ³	1,798	2,045	1,347	1,591	1,335	1,425					
	Fondo	Arriba	1° de Arriba	Fondo	Arriba	1° de Arriba	Fondo	Arriba	1° de Arriba		
Cant. De humedad de muestra del tarro N°	7	8	11	22	31	43	54	14	37		
Peso de muestra humedad + tarro (g)	115,26	120,05	102,58	107,54	120,89	111,05	101,26	118,96	99,87		
Peso de muestra seca + tarro (g)	107,52	112,29	93,36	100,65	113,20	99,07	94,50	111,21	86,21		
Peso del agua (g)	7,74	7,76	9,22	6,89	7,69	11,98	6,76	7,75	13,66		
Peso del tarro (g)	20,36	19,96	18,41	20,87	18,65	19,94	18,75	18,65	19,06		
Peso de la muestra seca (g)	87,16	92,33	74,95	79,78	94,55	79,13	75,75	92,56	67,15		
Contenido de humedad %	8,88%	8,40%	12,30%	8,64%	8,13%	15,14%	8,92%	8,37%	20,34%		
Contenido de humedad promedio, %	8,64%		12,30%	8,38%		15,14%	8,65%		20,34%		
Peso Unit. Seco Kgs/m ³	1,655		1,821	1,242		1,382	1,229		1,184		
Datos del Esponjamiento (Hinchamiento)											
Dia del mes	Hora del día	Interv. De tiempo en días	Molde N° R-1			Molde N° R-2			Molde N° R-3		
			Lectura del Indicador	Esponjamiento		Lectura del Indicador	Esponjamiento		Lectura del Indicador	Esponjamiento	
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%
DA 1	14h00	1	1	0,001	0,021993	1	0,001000	0,022	3	0,003	0,065978
DA 2	14h00	2	1	0,001	0,021993	3	0,003000	0,066	3	0,003	0,065978
DA 3	14h00	3	3	0,003	0,065978	5	0,005000	0,110	5	0,005	0,109963
DA 4	14h00	4	3	0,003	0,065978	5	0,005000	0,110	7	0,007	0,153948
DA 5	14h00	5	5	0,005	0,109963	7	0,007000	0,154	9	0,009	0,197933
Datos del CBR											
Penetración Pulgada	Carga Standard d Lb pulg ²	Molde N° R-1		Molde N° R-2		Molde N° R-3					
		Carga del Ensayo	CBR Corr.	Carga del Ensayo	CBR Corr.	Carga del Ensayo	CBR Corr.				
0,000	0	0		0	0	0	0				
0,025	350	112		177	56	165	53				
0,050	589	188		356	114	345	110				
0,075	848	271		598	191	514	164				
0,100	1000	359	36,90	786	251	26,09	22,82				
0,150	1638	523		1358	433	1180	377				
0,200	2214	707	47,77	1958	625	42,33	29,81				
0,250	2848	909		2459	785	1856	592				
0,300	3258	1040		2893	923	2186	698				
0,400	4226	1349		3518	1123	2862	913				
0,500	4969	1586		4098	1308	3136	1001				
0,600	5102	1628		4529	1445	3418	1091				

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL							
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS											
ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR SUB RASANTE PCA2											
CALICATA:	C2 en Km 1+900	ENSAYADO POR:	CHRISTIAN YANCHALIQUIN								
UBICACIÓN:	Via Quero - Puñachizag	DOCENTE TUTOR:	ING. RODRIGO ACOSTA								
PROFUNDIDAD:	1 m	FECHA:	15/12/2020								
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN											
CONSTANTE DEL ANILLO: 11,40 lb/plg ² ÁREA DEL PISTON: 3,1333 plg ²											
Datos del ensayo modificado de compactación de suelo:											
NORMAS UTILIZADAS		Método:	MODIFICADO		TIPO D						
ASTM	D1883	Densidad Máxima:	1,803	Kg/cm ³							
AASHTO	T-180	Humedad Óptima:	9,69%								
Contenido de Humedad y peso Unitario de la Muestra de Ensayo											
Molde N°	SL-12		D-61		G-20						
N° de Capas	5		5		5						
N° de golpes por capa	56		25		11						
Estado de la muestra	Antes de Remojar	Después de Remojar	Antes de Remojar	Después de Remojar	Antes de Remojar	Después de Remojar					
Peso muestra húmeda + molde (Kgs)	11135	11656	11574	11967	10951	11498					
Peso del molde (Kgs)	7354	7354	7452	7452	7259	7259					
Peso de muestra húmeda (Kgs)	3781	4302	4122	4515	3692	4239					
Volumen muestra (m ³)	2020	2020	2317	2317	2234	2234					
Peso unit. Húmedo, Kgs/m ³	1,872	2,130	1,779	1,949	1,653	1,897					
Cant. De humedad de muestra del tarro N°	Fondo	Arriba	1° de Arriba	Fondo	Arriba	1° de Arriba	Fondo	Arriba	1° de Arriba		
Peso de muestra humedad + tarro (g)	36	71	69	49	64	44	12	17	8		
	99,08	77,63	79,57	83,86	87,50	99,08	79,57	93,02	83,86		
Peso de muestra seca + tarro (g)	87,63	70,17	68,44	75,45	78,61	81,66	71,69	83,23	68,44		
Peso del agua (g)	11,45	7,46	11,13	8,41	8,89	17,42	7,88	9,79	15,42		
Peso del tarro (g)	18,65	21,24	19,81	20,09	20,41	18,65	19,81	19,07	20,09		
Peso de la muestra seca (g)	66,98	48,93	48,63	55,36	58,20	63,01	51,88	64,16	48,35		
Contenido de humedad %	16,60%	15,25%	22,89%	15,19%	15,27%	27,65%	15,19%	15,26%	31,89%		
Contenido de humedad promedio, %	15,92%		22,89%		15,23%		15,22%		31,89%		
Peso Unit. Seco Kgs/m ³	1,615		1,733		1,544		1,527		1,439		
Datos del Esponjamiento (Hinchamiento)											
Dia del mes	Hora del día	Interv. De tiempo en días	Molde N° S-12			Molde N° D-61			Molde N° G-20		
			Lectura del indicador	Esponjamiento		Lectura del indicador	Esponjamiento		Lectura del indicador	Esponjamiento	
			Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%	
DA 1	14h00	1	1	0,001	0,021993	2	0,002	0,043985	3	0,003	0,065978
DA 2	14h00	2	1	0,001	0,021993	2	0,002	0,043985	5	0,005	0,109963
DA 3	14h00	3	3	0,003	0,065978	9	0,009	0,197933	5	0,005	0,109963
DA 4	14h00	4	3	0,003	0,065978	5	0,005	0,109963	9	0,009	0,197933
DA 5	14h00	5	5	0,005	0,109963	7	0,007	0,153948	11	0,011	0,241918
Datos del CBR											
Penetración Pulgada	Carga Standard d Lb pulg ²	Molde N° S-12		Molde N° D-61		Molde N° G-20					
		Carga del Ensayo	CBR Corr.	Carga del Ensayo	CBR Corr.	Carga del Ensayo	CBR Corr.				
0,000		0	0	0	0	0	0				
0,025		116	37	75	24	35	11				
0,050		265	85	195	62	115	37				
0,075		556	177	369	118	253	84				
0,100	1000	815	260	636	203	520	166				
0,150		1236	394	865	276	715	228				
0,200		1463	467	1089	341	963	307				
0,250		1694	541	1283	403	1106	353				
0,300		1796	573	1485	468	1369	437				
0,400		1982	633	1696	541	1569	501				
0,500		2013	642	1787	570	1686	541				
0,600		2203	703	1936	618	1756	560				

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL							
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS											
ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR SUB RASANTE PCA3											
CALICATA:	C3 en Km 2+850	ENSAYADO POR:	CHRISTIAN YANCHALIQUIN								
UBICACIÓN:	Via Quero - Puñachizag	DOCENTE TUTOR:	ING. RODRIGO ACOSTA								
PROFUNDIDAD:	1 m	FECHA:	15/12/2020								
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN											
CONSTANTE DEL ANILLO: 11,40 lb/plg ² ÁREA DEL PISTÓN: 3,1333 plg ²											
Datos del ensayo modificado de compactación de suelo:											
NORMAS UTILIZADAS		Método:	MODIFICADO		TIPO D						
ASTM	D1883	Densidad Máxima:	1,660	Kg/cm ³							
AASHTO	T-180	Humedad Óptima:	10,61%								
Contenido de Humedad y peso Unitario de la Muestra de Ensayo											
Molde N°	R-10		R-11		R-12						
N° de Capas	5		5		5						
N° de golpes por capa	56		25		11						
Estado de la muestra	Antes de Remojar	Después de Remojar	Antes de Remojar	Después de Remojar	Antes de Remojar	Después de Remojar					
Peso muestra húmeda + molde (Kgs)	11135	11656	11574	11967	10951	11298					
Peso del molde (Kgs)	7350	7350	7452	7452	7259	7259					
Peso de muestra húmeda (Kgs)	3785	4306	4122	4515	3692	4039					
Volumen muestra (m ³)	2020	2020	2317	2317	2234	2234					
Peso unit. Húmedo, Kgs/m ³	1.874	2.132	1.779	1.949	1.653	1.808					
	Fondo	Arriba	1° de Arriba	Fondo	Arriba	1° de Arriba	Fondo	Arriba	1° de Arriba		
Cant. De humedad de muestra del tarro N°	1	26	45	88	55	61	58	74	14		
Peso de muestra humedad + tarro (g)	105,89	98,63	108,96	97,45	88,65	104,52	116,96	104,92	88,27		
Peso de muestra seca + tarro (g)	97,65	91,35	98,37	90,47	81,95	93,36	107,64	96,68	77,75		
Peso del agua (g)	8,24	7,28	10,59	6,98	6,70	11,16	9,32	8,24	10,52		
Peso del tarro (g)	19,95	20,05	20,23	19,90	20,40	19,60	20,70	19,70	20,60		
Peso de la muestra seca (g)	77,70	71,30	78,14	70,57	61,55	73,76	86,94	76,98	57,15		
Contenido de humedad %	10,60%	10,21%	13,55%	9,89%	10,89%	15,13%	10,72%	10,70%	18,41%		
Contenido de humedad promedio, %	10,41%		13,55%	10,39%		15,13%	10,71%		18,41%		
Peso Unit. Seco Kgs/m ³	1.697		1.877	1.612		1.693	1.493		1.527		
Datos del Esponjamiento (Hinchamiento)											
Dia del mes	Hora del día	Interv. De tiempo en días	Molde N° R-10			Molde N° R-11			Molde N° R-12		
			Lectura del indicador	Esponjamiento		Lectura del indicador	Esponjamiento		Lectura del indicador	Esponjamiento	
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%
DA 1	14h00	1	1	0,001	0,021993	6	0,006000	0,132	7	0,007	0,153948
DA 2	14h00	2	3	0,003	0,065978	7	0,007000	0,154	7	0,007	0,153948
DA 3	14h00	3	5	0,005	0,109963	7	0,007000	0,154	9	0,009	0,197933
DA 4	14h00	4	5	0,005	0,109963	9	0,009000	0,198	11	0,011	0,241918
DA 5	14h00	5	7	0,007	0,153948	9	0,009000	0,198	11	0,011	0,241918
Datos del CBR											
Penetración Pulgada	Carga Standard d Lb pulg ²	Molde N° R-10		Molde N° R-11		Molde N° R-12					
		Carga del Ensayo	CBR Corr.	Carga del Ensayo	CBR Corr.	Carga del Ensayo	CBR Corr.				
0,000	0	0		0	0	0	0				
0,025	105	34		85	27	56	18				
0,050	307	98		192	61	165	53				
0,075	604	193		356	114	296	94				
0,100	815	260	27,01	608	194	20,40	18,35				
0,150	966	315		706	225	654	209				
0,200	1106	353	24,20	914	252	796	254				
0,250	1365	436		1106	353	974	311				
0,300	1526	487		1288	411	1059	338				
0,400	1695	541		1369	437	1163	371				
0,500	1818	580		1496	477	1285	410				
0,600	1986	634		1625	519	1369	437				



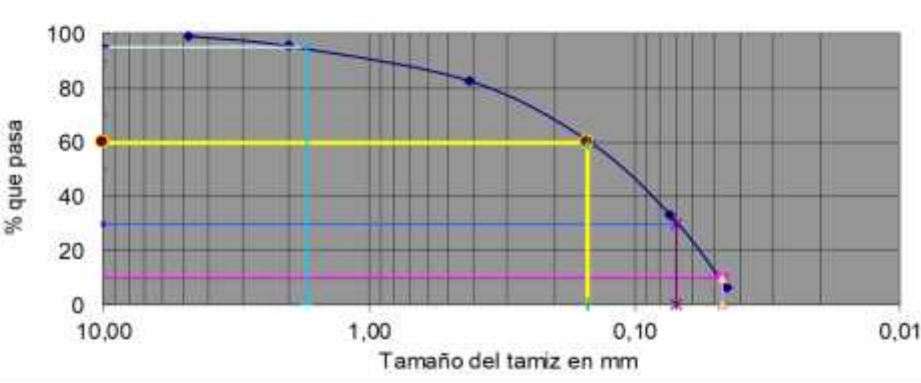
Ensayo CBR sub rasante

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL									
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR SUB RASANTE PCA1											
CALICATA:	C1 en Km 0+900		ENSAYADO POR:	CHRISTIAN YANCHALIQUIN							
UBICACIÓN:	Via Quero - Puñachizag		DOCENTE TUTOR:	ING. RODRIGO ACOSTA							
PROFUNDIDAD:	1 m		FECHA:	7/12/2020							
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN											
CONSTANTE DEL ANILLO: 11,40 lb/pig ² ÁREA DEL PISTON: 3,1333 pig ²											
Datos del ensayo modificado de compactación de suelo:											
NORMAS UTILIZADAS		Método:		MODIFICADO		TIPO D					
ASTM	D1883		Densidad Máxima:	1,672 Kg/cm ³							
AASTHO	T-180		Humedad Óptima:	15,40%							
Contenido de Humedad y peso Unitario de la Muestra de Ensayo											
Molde N°	SL-12		D-61		G-20						
N° de Capas	5		5		5						
N° de golpes por capa	56		25		11						
Estado de la muestra	Antes de Remojar	Después de Remojar	Antes de Remojar	Después de Remojar	Antes de Remojar	Después de Remojar					
Peso muestra húmeda + molde (Kgs)	11505	11845	11123	11567	10156	10657					
Peso del molde (Kgs)	7110	7110	7400	7400	6905	6905					
Peso de muestra húmeda (Kgs)	4395	4735	3723	4167	3251	3752					
Volumen muestra (m ³)	2270	2270	2291	2291	2223	2223					
Peso unit. Húmedo, Kgs/m ³	1,936	2,086	1,625	1,819	1,462	1,688					
Cant. De humedad de muestra del tarro N°	Fondo	Arriba	1" de Arriba	Fondo	Arriba	" de Arriba	Fondo				
Peso de muestra humedad + tarro (g)	QR-9	R-7	CDP	OR-7	A	QR-9	CDP				
	99,08	77,63	79,57	83,86	87,50	99,08	79,57				
Peso de muestra seca + tarro (g)	88,49	70,17	68,44	75,45	78,61	81,66	71,69				
Peso del agua (g)	10,59	7,46	11,13	8,41	8,89	17,42	7,88				
Peso del tarro (g)	18,65	21,24	19,81	20,09	20,41	18,65	19,81				
Peso de la muestra seca (g)	69,84	48,93	48,63	55,36	58,20	63,01	51,88				
Contenido de humedad %	15,16%	15,25%	22,89%	15,19%	15,27%	27,65%	15,19%				
Contenido de humedad promedio, %	15,20%		22,89%	15,23%		27,65%	15,22%				
Peso Unit. Seco Kgs/m ³	1,681	1,697	1,410	1,425	1,269	1,280					
Datos del Esponjamiento (Hinchamiento)											
Dia del mes	Hora del día	Interv. De tiempo en días	Molde N° S-12			Molde N° D-61			Molde N° G-20		
			Lectura del Indicador	Esponjamiento		Lectura del Indicador	Esponjamiento		Lectura del Indicador	Esponjamiento	
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%
DA 1	14h00	1	1	0,001	0,021993	2	0,002	0,043985	5	0,005	0,109963
DA 2	14h00	2	2	0,002	0,043985	5	0,005	0,109963	8	0,008	0,175940
DA 3	14h00	3	3	0,003	0,065978	7	0,007	0,153948	8	0,008	0,175940
DA 4	14h00	4	3	0,003	0,065978	7	0,007	0,153948	8	0,008	0,175940
DA 5	14h00	5	3	0,003	0,065978	7	0,007	0,153948	9	0,009	0,197933
Datos del CBR											
Penetración Pulgada	Carga Standard d Lb pulg ²	Molde N° S-12		Molde N° D-61		Molde N° G-20					
		Carga del Ensayo	CBR Corr.	Carga del Ensayo	CBR Corr.	Carga del Ensayo	CBR Corr.				
0,000	0	0		0	0	0	0				
0,025	121	39		66	18	23	7				
0,050	251	80		79	25	45	14				
0,075	339	108		112	36	59	19				
0,100	1000	411	15,12	178	57	78	25				
0,150		541		208	66	112	36				
0,200		631	14,76	289	92	143	46				
0,250		789		311	99	152	49				
0,300		811		331	106	168	54				
0,400		876		354	113	175	56				
0,500		890		367	117	184	59				
0,600		932		379	121	192	61				

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL										
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS												
ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR SUB RASANTE PCA2												
CALICATA:	C2 en Km 1+900		ENSAYADO POR:		CHRISTIAN YANCHAQUIN							
UBICACIÓN:	Via Quero - Puñachizag		DOCENTE TUTOR:		ING. RODRIGO ACOSTA							
PROFUNDIDAD:	1 m		FECHA:		9/12/2020							
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN												
CONSTANTE DEL ANILLO: 11,40 lb/plg ² ÁREA DEL PISTÓN: 3,1333 plg ²												
Datos del ensayo modificado de compactación de suelo:												
NORMAS UTILIZADAS		Método:		MODIFICADO		TIPO D						
ASTM	D1883	Densidad Máxima:		1,568 Kg/cm ³								
AASHTO	T-180	Humedad Óptima:		16,25%								
Contenido de Humedad y peso Unitario de la Muestra de Ensayo												
Molde Nº	R-32			R-12			GH					
Nº de Capas	5			5			5					
Nº de golpes por capa	56			25			11					
Estado de la muestra	Antes de Remojar		Después de Remojar		Antes de Remojar		Después de Remojar		Antes de Remojar		Después de Remojar	
Peso muestra húmeda + molde (Kgs)	10909		11265		10422		10823		9809		10233	
Peso del molde (Kgs)	7177		7177		7136		7136		7112		7112	
Peso de muestra húmeda (Kgs)	3732		4088		3286		3687		2697		3121	
Volumen muestra (m ³)	2020		2020		2317		2317		2234		2234	
Peso unit. Húmedo, Kgs/m ³	1,848		2,024		1,418		1,591		1,207		1,397	
	Fondo	Arriba	1° de Arriba	Fondo	Arriba	1° de Arriba	Fondo	Arriba	1° de Arriba	Fondo	Arriba	1° de Arriba
Cant. De humedad de muestra del tarro Nº	4	HHC	F	2	QR-9	HHC	F	ML-T	QR-9			
Peso de muestra humedad + tarro (g)	106,46	111,05	105,90	102,87	108,62	111,05	105,90	102,88	108,62			
Peso de muestra seca + tarro (g)	93,98	98,01	87,34	91,23	95,69	90,34	93,43	90,80	86,59			
Peso del agua (g)	12,48	13,04	18,56	11,64	12,93	20,71	12,47	12,08	22,03			
Peso del tarro (g)	19,07	20,12	18,41	20,87	18,65	20,12	18,41	18,78	18,65			
Peso de la muestra seca (g)	74,91	77,89	68,93	70,36	77,04	70,22	75,02	72,02	67,94			
Contenido de humedad %	16,66%	16,74%	26,93%	16,54%	16,78%	29,49%	16,62%	16,77%	32,43%			
Contenido de humedad promedio, %	16,70%		26,93%		16,66%		29,49%		16,70%		32,43%	
Peso Unit. Seco Kgs/m ³	1,583		1,594		1,216		1,229		1,035		1,055	
Datos del Esponjamiento (Hinchamiento)												
Dia del mes	Hora del día	Interv. De tiempo en días	Molde Nº R-32			Molde Nº R-12			Molde Nº GH			
			Lectura del indicador	Esponjamiento		Lectura del indicador	Esponjamiento		Lectura del indicador	Esponjamiento		
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%	
DA 1	14h00	1	3	0,003	0,065978	5	0,005000	0,110	7	0,007	0,153948	
DA 2	14h00	2	5	0,005	0,109963	8	0,008000	0,176	7	0,007	0,153948	
DA 3	14h00	3	7	0,007	0,153948	9	0,009000	0,198	11	0,011	0,241918	
DA 4	14h00	4	7	0,007	0,153948	9	0,009000	0,198	11	0,011	0,241918	
DA 5	14h00	5	7	0,007	0,153948	9	0,009000	0,198	11	0,011	0,241918	
Datos del CBR												
Penetración Pulgada	Carga Standar d Lb pulg ²	Molde Nº R-32		Molde Nº R-12		Molde Nº GH						
		Carga del Ensayo	CBR Corr.	Carga del Ensayo	CBR Corr.	Carga del Ensayo	CBR Corr.					
0,000		0	0	0	0	0	0					
0,025		115	37	79	25	42	13					
0,050		193	62	141	45	81	26					
0,075		257	82	197	63	112	36					
0,100	1000	398	127	13,70	261	83	9,33					
0,150		429	137	321	102	208	66					
0,200		563	180	12,65	382	122	8,79					
0,250		665	212	479	153	243	78					
0,300		711	227	512	163	265	85					
0,400		798	255	598	191	298	95					
0,500		831	265	611	195	313	100					
0,600		882	281	646	206	343	109					

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL							
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS											
ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR SUB RASANTE PCA3											
CALICATA:	C3 en Km 2+850		ENSAYADO POR:	CHRISTIAN YANCHALIQUIN							
UBICACIÓN:	Via Quero - Puñachizag		DOCENTE TUTOR:	ING. RODRIGO ACOSTA							
PROFUNDIDAD:	1 m		FECHA:	11/12/2020							
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN											
CONSTANTE DEL ANILLO: 11,40 lb/plg ² ÁREA DEL PISTON: 3,1333 plg ²											
Datos del ensayo modificado de compactación de suelo:											
NORMAS UTILIZADAS		Método:		MODIFICADO							
ASTM	D1883	Densidad Máxima:		1,514 Kg/cm ³							
AASHTO	T-180	Humedad Óptima:		14,84%							
Contenido de Humedad y peso Unitario de la Muestra de Ensayo											
Molde Nº	R-32			R-12		GH					
Nº de Capas	5			5		5					
Nº de golpes por capa	56			25		11					
Estado de la muestra	Antes de Remojar		Después de Remojar		Antes de Remojar		Después de Remojar				
Peso muestra húmeda + molde (Kgs)	11395		11704		11145		11458				
Peso del molde (Kgs)	7220		7220		7350		7350				
Peso de muestra húmeda (Kgs)	4175		4484		3795		4108				
Volumen muestra (m ³)	2020		2020		2317		2317				
Peso unit. Húmedo, Kgs/m ³	2,067		2,220		1,638		1,773				
	Fondo	Arriba	1º de Arriba	Fondo	Arriba	1º de Arriba	Fondo	Arriba	1º de Arriba		
Cant. De humedad de muestra del tarro Nº	4	HHC	F	2	QR-9	HHC	F	ML-T	QR-9		
Peso de muestra humedad + tarro (g)	120,57	115,26	104,59	109,26	98,78	105,63	123,16	102,59	88,27		
Peso de muestra seca + tarro (g)	107,35	102,51	91,25	97,52	88,54	90,36	110,28	91,64	75,24		
Peso del agua (g)	13,22	12,75	13,34	11,74	10,24	15,27	12,88	10,95	13,03		
Peso del tarro (g)	20,10	19,65	19,65	19,65	19,52	19,52	20,14	19,83	19,84		
Peso de la muestra seca (g)	87,25	82,86	71,60	77,87	69,02	70,84	90,14	71,81	55,40		
Contenido de humedad %	15,15%	15,39%	18,63%	15,08%	14,84%	21,56%	14,29%	15,25%	23,52%		
Contenido de humedad promedio, %	15,27%		18,63%		14,96%		21,56%		14,77%		
Peso Unit. Seco Kgs/m ³	1,793		1,871		1,425		1,459		1,112		
Datos del Esponjamiento (Hinchamiento)											
Día del mes	Hora del día	Interv. De tiempo en días	Molde Nº R-32			Molde Nº R-12			Molde Nº GH		
			Lectura del Indicador	Esponjamiento		Lectura del Indicador	Esponjamiento		Lectura del Indicador	Esponjamiento	
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%
DA 1	14h00	1	1	0,001	0,021993	6	0,006000	0,132	7	0,007	0,153948
DA 2	14h00	2	3	0,003	0,065978	7	0,007000	0,154	7	0,007	0,153948
DA 3	14h00	3	5	0,005	0,109963	7	0,007000	0,154	9	0,009	0,197933
DA 4	14h00	4	5	0,005	0,109963	9	0,009000	0,198	11	0,011	0,241918
DA 5	14h00	5	7	0,007	0,153948	9	0,009000	0,198	11	0,011	0,241918
Datos del CBR											
Penetración Pulgada	Carga Standard d Lb pulg ²	Molde Nº R-32		Molde Nº R-12		Molde Nº GH					
		Carga del Ensayo	CBR Corr.	Carga del Ensayo	CBR Corr.	Carga del Ensayo	CBR Corr.				
0,000		0	0	0	0	0	0				
0,025		120	38	69	22	51	16				
0,050		208	66	156	50	76	24				
0,075		174	56	179	57	109	35				
0,100	1000	425	136	245	78	140	45				
0,150		496	158	309	99	198	63				
0,200		598	191	403	129	214	68				
0,250		698	223	462	147	239	76				
0,300		742	237	520	166	285	91				
0,400		874	279	613	196	304	97				
0,500		931	297	635	203	319	102				
0,600		986	315	674	215	367	117				

Anexo 5: Resultados ensayos de granulometría

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																																		
Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS																																																																																																				
ENSAYO DE GRANULOMETRIA DE LA SUB RASANTE PCA 1																																																																																																				
DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA																																																																																																				
CALICATA: C1 km 0+900 UBICACIÓN: Vía Quero - Puñachizag PROFUNDIDAD: 1 metro		ENSAYADO POR: CHRISTIAN YANCHALIGUIN DOCENTE TUTOR: ING. RODRIGO ACOSTA FECHA:																																																																																																		
NORMAS:		AASHTO: T-87-70 Y T-88-70		ASTM: D 421-58 Y D 422-63																																																																																																
1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>mm</th> <th>PESO RET/ACUM</th> <th>% RETENIDO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76,200</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38,100</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25,400</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19,050</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12,700</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9,530</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N 4</td><td>4,760</td><td>7,50</td><td>0,75</td><td>99,25</td></tr> <tr><td colspan="2">PASA N 4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N 10</td><td>2,000</td><td>37,96</td><td>3,80</td><td>95,45</td></tr> <tr><td>N 40</td><td>0,420</td><td>165,25</td><td>16,53</td><td>82,73</td></tr> <tr><td>N100</td><td>0,149</td><td>389,00</td><td>38,90</td><td>60,35</td></tr> <tr><td>N200</td><td>0,074</td><td>659,30</td><td>65,93</td><td>33,32</td></tr> <tr><td colspan="2">PASA N200</td><td>340,70</td><td>34,07</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">TOTAL</td><td>1000,00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Peso ant lavado</td><td>1000,00</td><td colspan="2">Peso cuarteo antes del lavado</td></tr> <tr><td colspan="2">Peso des lavado</td><td></td><td colspan="2">Peso cuarteo después de lavado</td></tr> <tr><td colspan="2">Total - diferencia</td><td></td><td colspan="2">Diferencia o pasa el tamiz # 200</td></tr> <tr><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td>340,70</td></tr> </tbody> </table>		TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA	3"	76,200				1 1/2"	38,100				1"	25,400				3/4"	19,050				1/2"	12,700				3/8"	9,530				N 4	4,760	7,50	0,75	99,25	PASA N 4					N 10	2,000	37,96	3,80	95,45	N 40	0,420	165,25	16,53	82,73	N100	0,149	389,00	38,90	60,35	N200	0,074	659,30	65,93	33,32	PASA N200		340,70	34,07		TOTAL		1000,00			Peso ant lavado		1000,00	Peso cuarteo antes del lavado		Peso des lavado			Peso cuarteo después de lavado		Total - diferencia			Diferencia o pasa el tamiz # 200						340,70				
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA																																																																																																
3"	76,200																																																																																																			
1 1/2"	38,100																																																																																																			
1"	25,400																																																																																																			
3/4"	19,050																																																																																																			
1/2"	12,700																																																																																																			
3/8"	9,530																																																																																																			
N 4	4,760	7,50	0,75	99,25																																																																																																
PASA N 4																																																																																																				
N 10	2,000	37,96	3,80	95,45																																																																																																
N 40	0,420	165,25	16,53	82,73																																																																																																
N100	0,149	389,00	38,90	60,35																																																																																																
N200	0,074	659,30	65,93	33,32																																																																																																
PASA N200		340,70	34,07																																																																																																	
TOTAL		1000,00																																																																																																		
Peso ant lavado		1000,00	Peso cuarteo antes del lavado																																																																																																	
Peso des lavado			Peso cuarteo después de lavado																																																																																																	
Total - diferencia			Diferencia o pasa el tamiz # 200																																																																																																	
				340,70																																																																																																
2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA																																																																																																				
GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA																																																																																																				
																																																																																																				
3 DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DEL SUELO																																																																																																				
D10 en mm		0,05		Cu																																																																																																
D30 en mm		0,07		Cc																																																																																																
D60 en mm		0,15		TNM																																																																																																
				D60 / D10																																																																																																
				3,19																																																																																																
				$D_{30}^2 / (D_{60} \cdot D_{10})$																																																																																																
				0,70																																																																																																
				en mm																																																																																																
				1,70																																																																																																
4 CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO																																																																																																				
SISTEMAS		VISUAL SUELO ARENOSO																																																																																																		
		AASHTO A-3																																																																																																		
		SUCS SM		ARENA LIMOSA																																																																																																
REALIZADO POR: Christian Yanchaliquin			REVISADO POR: Ing. Rodrigo Acosta																																																																																																	



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



Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

ENSAYO DE GRANULOMETRIA DE LA SUB RASANTE PCA 2

DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA

CALICATA: C2 km 1+900
UBICACIÓN: Via Quero - Puñachizag
PROFUNDIDAD: 1 metro

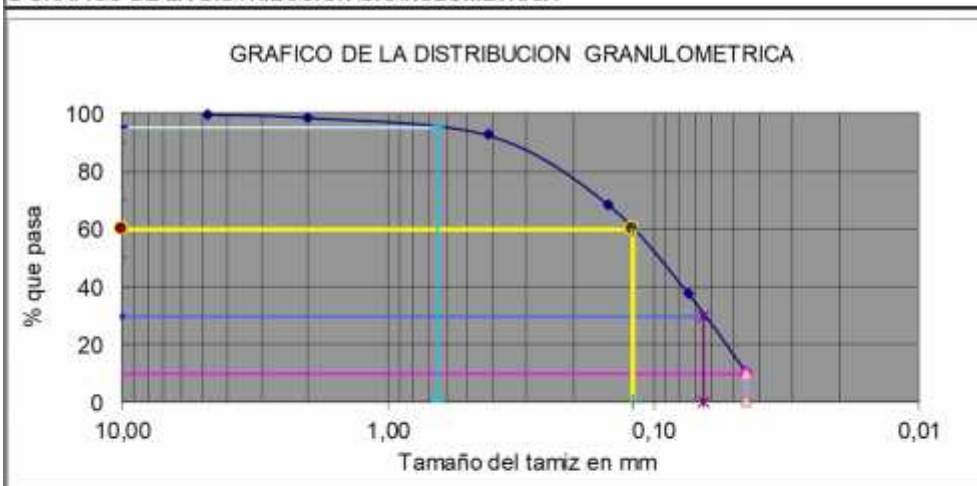
ENSAYADO POR: CHRISTIAN YANCHALIQUN
DOCENTE TUTOR: ING. RODRIGO ACOSTA
FECHA:

NORMAS: AASHTO: T-87-70 Y T-88-70 ASTM: D 421-56 Y D 422-63

1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS

TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	2,40	0,24	99,76
PASA N 4				
N 10	2,000	11,10	1,11	98,65
N 40	0,420	71,90	7,19	92,57
N100	0,149	311,40	31,14	68,62
N200	0,074	622,00	62,20	37,56
PASA N200		378,00	37,80	
TOTAL		1000,00		
Peso ant lavado	1000,00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		378,00

2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



3 DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DEL SUELO

D10 en mm	0,05	Cu	D60 / D10	2,67
D30 en mm	0,07	Cc	$D30^2 / (D60 \cdot D10)$	0,78
D60 en mm	0,12	TNM	en mm	0,65

4 CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO

SISTEMAS	VISUAL	SUELO ARENOSO	
	AASHTO	A-3	
	SUCS	SM	ARENA LIMOSA

REALIZADO POR:
Christian Yanchaliquin

REVISADO POR:
Ing. Rodrigo Acosta



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



Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

ENSAYO DE GRANULOMETRIA DE LA SUB RASANTE PCA 3

DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA

CALICATA: C3 km 2+850
UBICACIÓN: Vía Quero - Puñachizag
PROFUNDIDAD: 1 metro

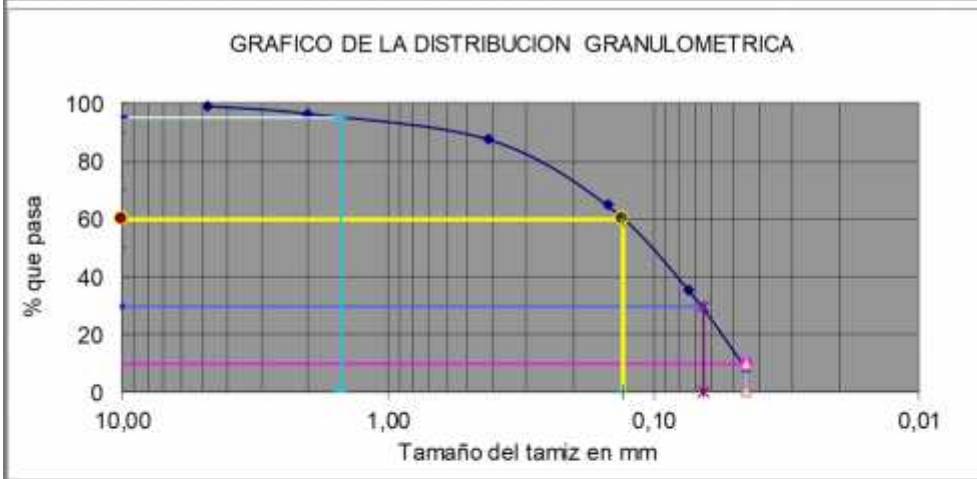
ENSAYADO POR: CHRISTIAN YANCHALIQUN
DOCENTE TUTOR: ING. RODRIGO ACOSTA
FECHA:

NORMAS: AASHTO: T-87-70 Y T-88-70 ASTM: D 421-56 Y D 422-63

1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS

TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	8,60	0,86	99,14
PASA N 4				
N 10	2,000	26,40	2,64	96,50
N 40	0,420	114,90	11,49	87,65
N100	0,149	344,10	34,41	64,73
N200	0,074	636,60	63,66	35,48
PASA N200		363,40	36,34	
TOTAL		1000,00		
Peso ant lavado	1000,00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		363,40

2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



3 DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DEL SUELO

D10 en mm	0,05	Cu	D60 / D10	2,89
D30 en mm	0,07	Cc	$D30^2 / (D60 \cdot D10)$	0,72
D60 en mm	0,13	TNM	en mm	1,50

4 CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO

SISTEMAS	VISUAL	SUELO ARENOSO	
	AASHTO	A-3	
	SUCS	SM	ARENA LIMOSA

REALIZADO POR:
Christian Yanchaliquin

REVISADO POR:
Ing. Rodrigo Acosta



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



Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑA CHIZA G PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

ENSAYO DE GRANULOMETRIA DE LA SUB-BASE PCA 1

DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA

CALICATA: C1 en Km 0+900
UBICACIÓN: Vía Quero - Puñachizag
PROFUNDIDAD: 1 metro CAPA SUB-BASE

ENSAYADO POR: CHRISTIAN Y ANCHALIQUIN
DOCENTE TUTOR: ING. RODRIGO A COSTA
FECHA:

NORMAS: AASHTO: T-87-70 Y T-88-70 ASTM: D 421-58 Y D 422-63

1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS

TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50,800	467,17	4,67	95,33
1 1/2"	38,100	830,28	8,30	91,70
1"	25,400	1528,42	15,28	84,72
3/4"	19,050	1812,91	18,13	81,87
1/2"	12,700	2186,14	21,86	78,14
3/8"	9,530	2802,03	28,02	71,98
N 4	4,760	3947,57	39,48	60,52
PASA N 4		6052,43	60,52	
N 10	2,000	172,43	10,44	50,09
N 40	0,420	426,73	25,83	34,70
N100	0,149	682,03	41,28	19,24
N200	0,074	878,63	53,18	7,35
PASA N200		175,40	10,62	
TOTAL		10000,00		
Peso ant lavado	1000,00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		175,40

2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



3 DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DEL SUELO

D10 en mm	0,09	Cu	D60 / D10	52,9
D30 en mm	0,30	Cc	$D30^2 / (D60 \cdot D10)$	0,24
D60 en mm	4,50	TNM	en mm	50,0

4 CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO

SISTEMAS	VISUAL	GRAVA Y ARENA	
	AASHTO	A-1-b	GRAVA Y ARENA
	SUCS	SP	ARENA MAL GRADUADA

REALIZADO POR:

REVISADO POR:



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



Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE LA SUB-BASE PCA 3

DETERMINACION DE LA GRANULOMETRÍA

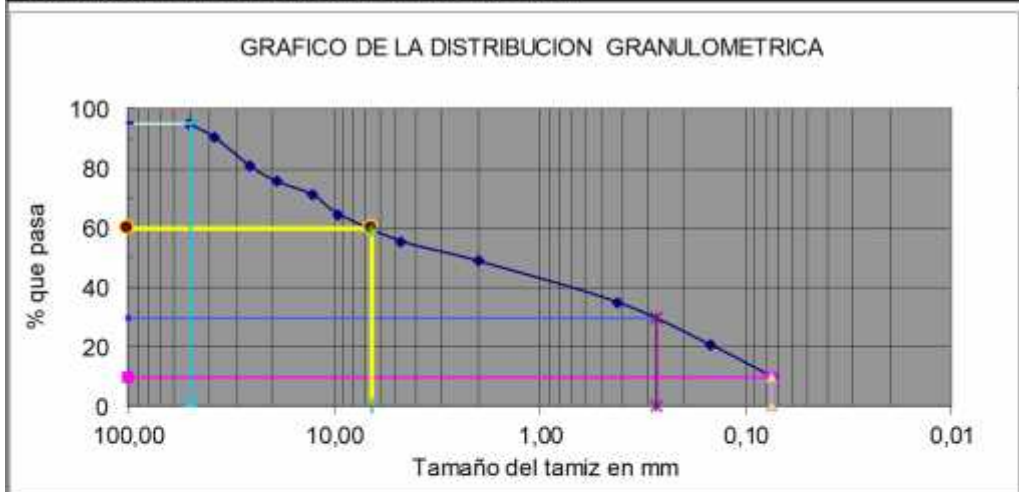
CALICATA: C3 en Km 2+850 **ENSAYADO POR:** CHRISTIAN YANCHALIQUN
UBICACIÓN: Vía Quero - Puñachizag **DOCENTE TUTOR:** ING. RODRIGO ACOSTA
PROFUNDIDAD: 1 metro CAPA SUB-BASE **FECHA:**

NORMAS: AASHTO: T-87-70 Y T-88-70 ASTM: D 421-58 Y D 422-63

1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS

TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50,800	493,37	4,93	95,07
1 1/2"	38,100	956,26	9,56	90,44
1"	25,400	1936,38	19,36	80,64
3/4"	19,050	2429,86	24,30	75,70
1/2"	12,700	2886,73	28,87	71,13
3/8"	9,530	3533,02	35,33	64,67
N 4	4,760	4439,96	44,40	55,60
PASA N 4		5560,04	55,60	
N 10	2,000	121,50	6,76	48,84
N 40	0,420	372,70	20,72	34,88
N100	0,149	630,00	35,03	20,57
N200	0,074	826,60	45,96	9,64
PASA N200		173,40	9,64	
TOTAL		10000,00		
Peso ant lavado	1000,00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		173,40

2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



3 DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DEL SUELO

D10 en mm	0,08	Cu	D60 / D10	86,7
D30 en mm	0,27	Cc	$D_{30}^2 / (D_{60} \cdot D_{10})$	0,15
D60 en mm	6,50	TNM	en mm	50,0

4 CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO

SISTEMAS	VISUAL	GRAVA Y ARENA	
	AASHTO	A-1-b	GRAVA Y ARENA
	SUCS	SP	ARENA MAL GRADUADA

REALIZADO POR:

REVISADO POR:

Anexo 6: Resultados ensayo de límites de plasticidad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS.									
ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA SUBRASANTE PCA C1									
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE SUELOS									
CALICATA: C1 Km 0+900		ENSAYADO POR: CHRISTIAN YANCHALIQUIN							
UBICACIÓN: Vía Quero - Puñachizag		DOCENTE TUTOR: ING. RODRIGO A COSTA							
PROFUNDIDAD: 1 metro		FECHA:							
NORMAS:	ASTM: D-424-71	AASHTO: T-89 YI-90-70	INEN: 691						
1 Determinación del Límite Líquido del suelo analizado LI%									
Recipiente número	10	11	15	34	36	39	61	69	
Peso húmedo + recipiente	Wm+rec	27,32	23,66	23,51	20,49	22,37	21,98	22,40	21,93
Peso seco + recipiente	Ws+rec	24,06	21,19	21,04	18,61	20,39	19,90	19,75	21,09
Peso recipiente	rec	11,30	11,50	11,50	11,70	11,60	11,20	11,40	11,50
Peso del agua	Ww	3,27	2,48	2,48	1,88	1,98	2,08	2,65	0,84
Peso de los sólidos	Ws	12,76	9,69	9,54	6,91	8,79	8,70	8,35	9,59
Contenido de humedad	w%	25,61	25,55	25,95	27,21	22,52	23,90	31,77	8,78
Contenido de humedad promedio	w%	25,58		26,58		23,21		20,28	
Número de golpes		13,00		24,00		34,00		45,00	
2 Determinación Gráfica									
1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%									
Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	
Peso húmedo + recipiente	Wm+rec	9,32	7,72	9,02	9,02	9,22	9,02	9,52	9,42
Peso seco + recipiente	Ws+rec	8,92	7,65	8,72	8,82	8,92	8,72	9,12	9,12
Peso recipiente	rec	7,4	7,4	7,4	7,5	7,5	7,4	7,4	7,5
Peso del agua	Ww	0,40	0,07	0,30	0,20	0,30	0,30	0,40	0,30
Peso de los sólidos	Ws	1,52	0,25	1,32	1,32	1,42	1,32	1,72	1,62
Contenido de humedad	w%	26,41	28,60	22,82	15,21	21,20	22,82	23,33	18,58
Contenido de humedad promedio	w%	22,37							
LÍMITE LÍQUIDO LI%		24,70							
LÍMITE PLÁSTICO Lp%		22,37							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD Ip%		2,33							
CLASIFICACIÓN AASHTO		A3							
CLASIFICACIÓN SUCS		SM							
3 DESCRIPCIÓN DEL SUELO ENSAYADO									
Realizado por:		Aprobado por:							



Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS.

ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA SUB RASANTE PCA C2

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE SUELOS

CALCATA: C2 Km 1+900
UBICACIÓN: Vía Quero - Puñachizag
PROFUNDIDAD: 1 metro

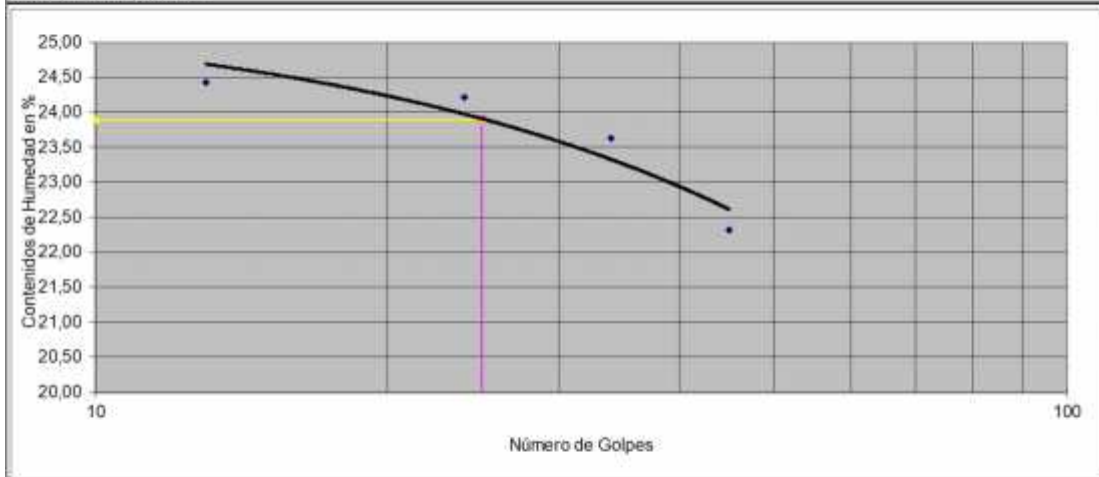
ENSAYADO POR: CHRISTIAN YANCHALIQUIN
DOCENTE TUTOR: ING RODRIGO ACOSTA
FECHA:

NORMAS: ASTM: D-424-71 AASHTO: T-89 YI-90-70 ENEN: 691

1 Determinación del Límite Líquido del suelo analizado LI%

Recipiente número		10	11	15	34	36	39	61	69
Peso húmedo + recipiente	Wm+rec	23,55	28,00	31,78	28,45	24,00	24,44	23,79	26,07
Peso seco + recipiente	Ws+rec	21,22	24,66	27,78	25,22	21,55	22,00	21,52	23,43
Peso recipiente	rec	11,30	11,50	11,50	11,70	11,60	11,20	11,40	11,50
Peso del agua	Ww	2,33	3,33	4,00	3,22	2,45	2,44	2,28	2,64
Peso de los sólidos	Ws	9,92	13,16	16,28	13,52	9,95	10,80	10,12	11,93
Contenido de humedad	w%	23,51	25,32	24,60	23,83	24,66	22,61	22,51	22,33
Contenido de humedad promedio	w%	24,42		24,22		23,63		22,32	
Número de golpes		13,00		24,00		34,00		45,00	

2 Determinación Gráfica



1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%

Recipiente número		1	2	3	4	5	6	7	8	
Peso húmedo + recipiente	Wm+rec	11,91	11,81	12,33	10,03	10,76	10,97	9,88	10,03	
Peso seco + recipiente	Ws+rec	11,08	11,08	11,39	9,61	10,14	10,24	9,46	9,61	
Peso recipiente	rec	7,4	7,4	7,4	7,5	7,5	7,4	7,4	7,5	
Peso del agua	Ww	0,84	0,73	0,94	0,42	0,63	0,73	0,42	0,42	
Peso de los sólidos	Ws	3,68	3,68	3,99	2,11	2,64	2,84	2,06	2,11	
Contenido de humedad	w%	22,74	19,89	23,57	19,77	23,78	25,75	20,32	19,77	
Contenido de humedad promedio	w%	21,95								

LÍMITE LÍQUIDO LI%	23,90
LÍMITE PLÁSTICO Lp%	21,95
ÍNDICE DE PLASTICIDAD Ip%	1,95
CLASIFICACION AASHTO	A3
CLASIFICACION SUCS	SM

SERIES DE NUMERO DE GOLPES			
X1	25	Y1	0
X2	25	Y2	-23,9
26,5			
X1	10	Y1	23,9
X2	25	Y2	23,9

3 DESCRIPCIÓN DEL SUELO ENSAYADO

Realizado por:

Aprobado por:



Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS.

ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA SUB RASANTE PCA C3

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE SUELOS

CALICATA: C1 Km 2+850
UBICACIÓN: Vía Quero - Puñachizag
PROFUNDIDAD: 1 metro

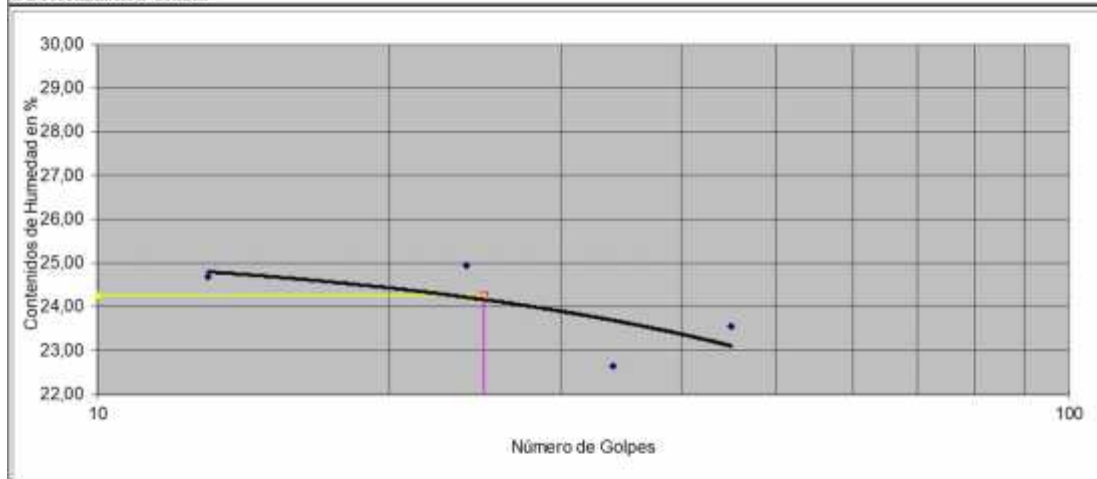
ENSAYADO POR: CHRISTIAN YANCHALIQUIN
DOCENTE TUTOR: ING RODRIGO ACOSTA
FECHA:

NORMAS: ASTM: D-424-71 AASHTO: T-89 Y1-90-70 ENEN: 691

1 Determinación del Límite Líquido del suelo analizado L_l%

Recipiente número		10	11	15	34	36	39	61	69
Peso húmedo + recipiente	W_{m+rec}	20,99	24,95	24,83	28,12	24,90	22,18	20,89	21,87
Peso seco + recipiente	W_{s+rec}	19,01	22,37	22,18	24,85	22,28	20,30	19,29	19,68
Peso recipiente	rec	11,30	11,50	11,50	11,70	11,60	11,20	11,40	11,50
Peso del agua	W_w	1,98	2,57	2,67	3,27	2,62	1,88	1,60	2,19
Peso de los sólidos	W_s	7,71	10,87	10,68	13,15	10,68	9,10	7,89	8,18
Contenido de humedad	w%	25,69	23,67	25,04	24,85	24,58	20,68	20,34	26,74
Contenido de humedad promedio	w%	24,68		24,94		22,63		23,54	
Número de golpes		13,00		24,00		34,00		45,00	

2 Determinación Gráfica



1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado L_p%

Recipiente número		1	2	3	4	5	6	7	8	
Peso húmedo + recipiente	W_{m+rec}	10,82	11,96	12,22	9,98	11,75	9,88	11,91	11,02	
Peso seco + recipiente	W_{s+rec}	10,19	11,18	11,28	9,57	10,92	9,45	11,02	10,34	
Peso recipiente	rec	7,4	7,4	7,4	7,5	7,5	7,4	7,4	7,5	
Peso del agua	W_w	0,62	0,78	0,94	0,42	0,83	0,43	0,88	0,69	
Peso de los sólidos	W_s	2,79	3,78	3,88	2,07	3,42	2,05	3,62	2,84	
Contenido de humedad	w%	22,35	20,63	24,10	20,12	24,33	20,76	24,39	24,19	
Contenido de humedad promedio	w%	22,61								

LÍMITE LÍQUIDO L _l %	24,25
LÍMITE PLÁSTICO L _p %	22,61
ÍNDICE DE PLASTICIDAD I _p %	1,64
CLASIFICACIÓN AASHTO	A3
CLASIFICACIÓN SUCS	SM

SERIES DE NUMERO DE GOLPES			
X1	25	Y1	0
X2	25	Y2	24,25
26,5			
X1	10	Y1	24,25
X2	25	Y2	24,25

3 DESCRIPCIÓN DEL SUELO ENSAYADO

Realizado por:

Aprobado por:



Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS.

ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA SUB RASANTE PCA C1

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE SUELOS

CALCATA: C1 Km 0+000

UBICACIÓN: Vía Quero - Puñachizag

PROFUNDIDAD: 1 metro

ENSAYADO POR:

DOCENTE TUTOR:

FECHA:

CHRISTIAN YANCHALIQUIN

ING RODRIGO ACOSTA

NORMAS:

ASTM: D-424-71

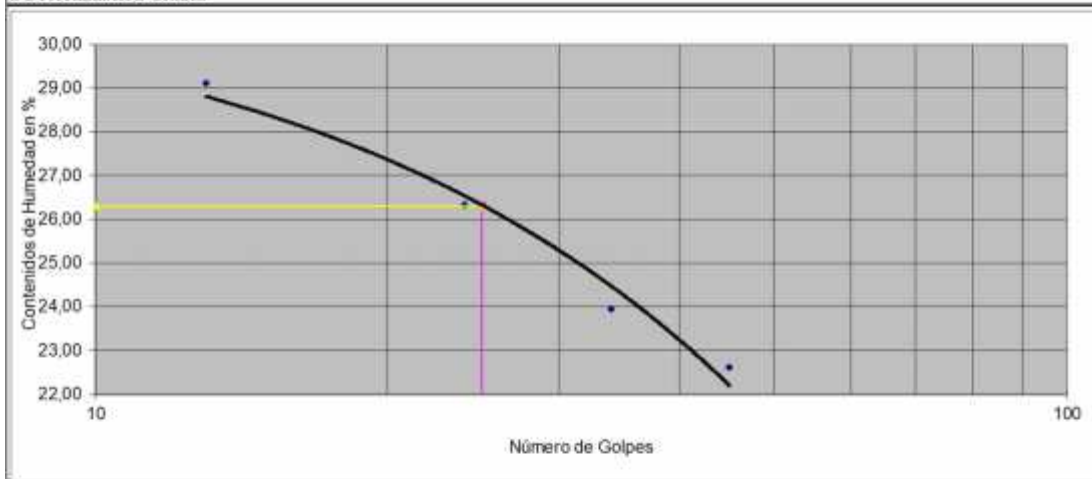
AASHTO: T-89 YT-90-70

ENEN: 691

1 Determinación del Límite Líquido del suelo analizado LI%

Recipiente número		10	11	15	34	36	39	61	69
Peso húmedo + recipiente	Wm+rec	21,19	23,17	22,67	21,98	21,38	23,96	19,50	19,50
Peso seco + recipiente	Ws+rec	18,91	20,59	20,49	19,70	19,50	21,48	18,02	18,02
Peso recipiente	rec	11,30	11,50	11,50	11,70	11,60	11,20	11,40	11,50
Peso del agua	Ww	2,28	2,57	2,18	2,28	1,88	2,48	1,49	1,49
Peso de los sólidos	Ws	7,61	9,09	8,99	8,00	7,90	10,28	6,62	6,52
Contenido de humedad	w%	29,93	28,31	24,22	28,46	23,80	24,07	22,44	22,78
Contenido de humedad promedio	w%	29,12		26,34		23,93		22,61	
Número de golpes		13,00		24,00		34,00		45,00	

2 Determinación Gráfica



1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%

Recipiente número		1	2	3	4	5	6	7	8	
Peso húmedo + recipiente	Wm+rec	8,6172	8,517	8,016	8,4168	8,4168	8,016	8,3166	8,6172	
Peso seco + recipiente	Ws+rec	8,4168	8,3166	7,9158	8,2164	8,2164	7,9158	8,1162	8,3166	
Peso recipiente	rec	7,4	7,4	7,4	7,5	7,5	7,4	7,4	7,5	
Peso del agua	Ww	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20	0,10	0,20	0,30	
Peso de los sólidos	Ws	1,02	0,92	0,52	0,72	0,72	0,52	0,72	0,82	
Contenido de humedad	w%	19,71	21,86	19,43	27,97	27,97	19,43	27,98	36,81	
Contenido de humedad promedio	w%	25,15								

LÍMITE LÍQUIDO LI%	26,30
LÍMITE PLÁSTICO Lp%	25,15
ÍNDICE DE PLASTICIDAD Ip%	1,15
CLASIFICACIÓN AASHTO	A3
CLASIFICACIÓN SUCS	SM

SERIES DE NUMERO DE GOLPES			
X1	25	Y1	0
X2	25	Y2	-26,3
26,5			
X1	10	Y1	26,3
X2	25	Y2	26,3

3 DESCRIPCIÓN DEL SUELO ENSAYADO

Realizado por:

Aprobado por:



Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS.

ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA SUB RASANTE PCA C2

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE SUELOS

CALICATA: C1 Km 1+900
UBICACIÓN: Vía Quero - Puñachizag
PROFUNDIDAD: 1 metro

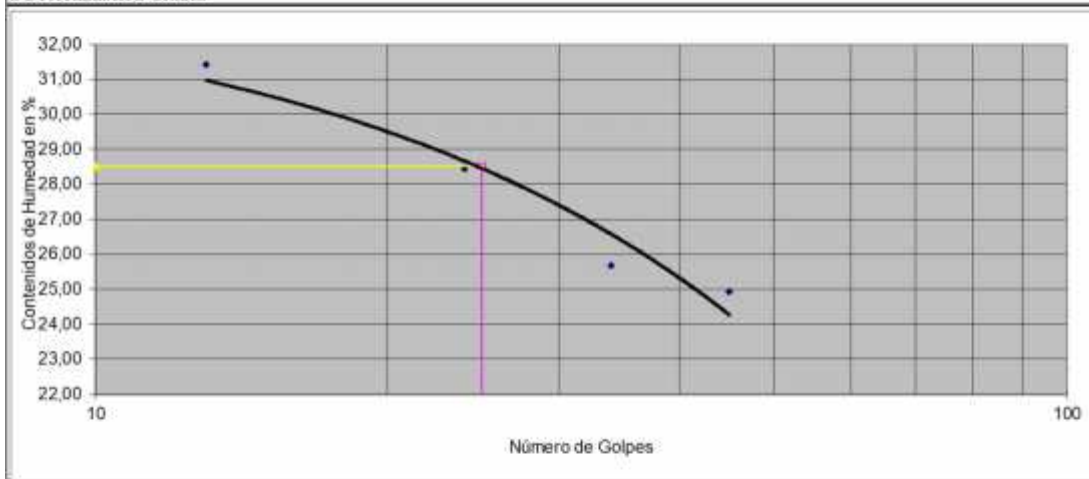
ENSAYADO POR: CHRISTIAN YANCHALIQUIN
DOCENTE TUTOR: ING RODRIGO ACOSTA
FECHA:

NORMAS: ASTM: D-424-71 AASHTO: T-89 YI-90-70 ENEN: 691

1 Determinación del Límite Líquido del suelo analizado LI%

Recipiente número		10	11	15	34	36	39	61	69
Peso húmedo + recipiente	Wm+rec	20,12	22,00	21,53	20,87	20,30	22,75	18,52	18,52
Peso seco + recipiente	Ws+rec	17,95	19,55	19,46	18,71	18,52	20,40	17,11	17,11
Peso recipiente	rec	11,30	11,50	11,50	11,70	11,60	11,20	11,40	11,50
Peso del agua	Ww	2,16	2,44	2,07	2,16	1,79	2,35	1,41	1,41
Peso de los sólidos	Ws	6,65	8,05	7,96	7,01	6,92	9,20	5,71	5,61
Contenido de humedad	w%	32,49	30,35	25,99	30,86	25,82	25,55	24,70	25,14
Contenido de humedad promedio	w%	31,42		28,42		25,68		24,92	
Número de golpes		13,00		24,00		34,00		45,00	

2 Determinación Gráfica



1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%

Recipiente número		1	2	3	4	5	6	7	8	
Peso húmedo + recipiente	Wm+rec	8,514	8,415	7,92	8,316	8,316	7,92	8,217	8,514	
Peso seco + recipiente	Ws+rec	8,316	8,217	7,821	8,118	8,118	7,821	8,019	8,217	
Peso recipiente	rec	7,5	7,5	7,3	7,4	7,5	7,4	7,4	7,3	
Peso del agua	Ww	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20	0,10	0,20	0,30	
Peso de los sólidos	Ws	0,82	0,72	0,52	0,72	0,62	0,42	0,62	0,92	
Contenido de humedad	w%	24,26	27,62	19,00	27,58	32,04	23,52	31,99	32,39	
Contenido de humedad promedio	w%	27,30								

LÍMITE LÍQUIDO LI%	28,50
LÍMITE PLÁSTICO Lp%	27,30
ÍNDICE DE PLASTICIDAD Ip%	1,20
CLASIFICACIÓN AASHTO	A3
CLASIFICACIÓN SUCS	SM

SERIES DE NUMERO DE GOLPES			
X1	25	Y1	0
X2	25	Y2	-28,5
26,5			
X1	10	Y1	28,5
X2	25	Y2	28,5

3 DESCRIPCIÓN DEL SUELO ENSAYADO

Realizado por:

Aprobado por:



Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS.

ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA SUB RASANTE PCA C3

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE SUELOS

CALICATA: C3 Km 2+850

UBICACIÓN: Vía Quero - Puñachizag

PROFUNDIDAD: 1 metro

ENSAYADO POR:

DOCENTE TUTOR:

FECHA:

CHRISTIAN YANCHALIQUIN

ING RODRIGO ACOSTA

NORMAS:

ASTM: D-424-71

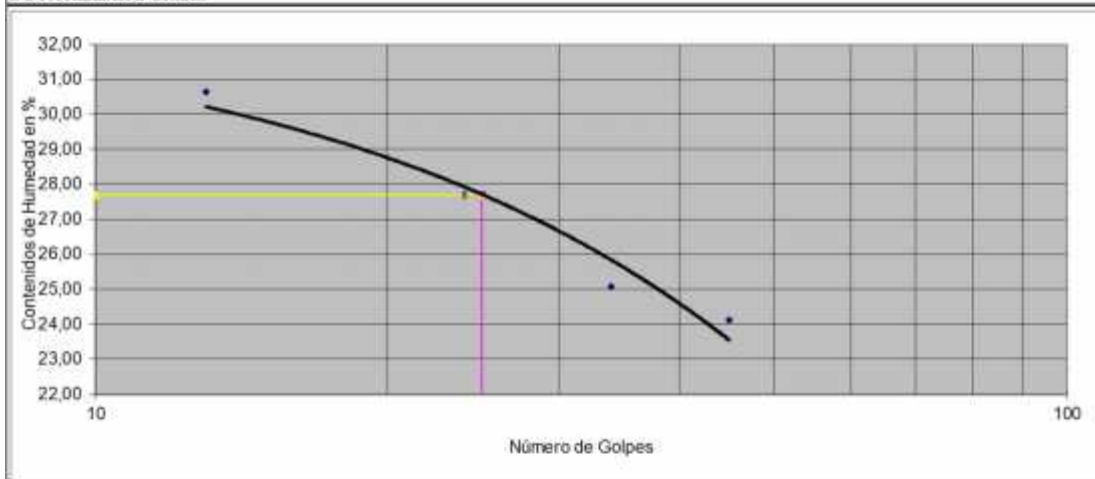
AASHTO: T-89 YT-90-70

ENEN: 691

1 Determinación del Límite Líquido del suelo analizado LI%

Recipiente número		10	11	15	34	36	39	61	69
Peso húmedo + recipiente	Wm+rec	20,46	22,37	21,89	21,22	20,65	23,14	18,83	18,83
Peso seco + recipiente	Ws+rec	18,26	19,88	19,79	19,02	18,83	20,75	17,40	17,40
Peso recipiente	rec	11,30	11,50	11,50	11,70	11,60	11,20	11,40	11,50
Peso del agua	Ww	2,20	2,49	2,10	2,20	1,82	2,39	1,43	1,43
Peso de los sólidos	Ws	6,96	8,38	8,29	7,32	7,23	9,55	6,00	5,90
Contenido de humedad	w%	31,59	29,64	25,37	30,02	25,11	25,04	23,90	24,31
Contenido de humedad promedio	w%	30,62		27,70		25,08		24,11	
Número de golpes		13,00		24,00		34,00		45,00	

2 Determinación Gráfica



1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%

Recipiente número		1	2	3	4	5	6	7	8	
Peso húmedo + recipiente	Wm+rec	8,5484	8,449	7,952	8,3496	8,3496	7,952	8,2502	8,5484	
Peso seco + recipiente	Ws+rec	8,3496	8,2502	7,8526	8,1508	8,1508	7,8526	8,0514	8,2502	
Peso recipiente	rec	7,5	7,5	7,3	7,4	7,5	7,4	7,4	7,3	
Peso del agua	Ww	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20	0,10	0,20	0,30	
Peso de los sólidos	Ws	0,85	0,75	0,55	0,75	0,65	0,45	0,65	0,95	
Contenido de humedad	w%	23,40	26,50	17,99	26,48	30,55	21,96	30,32	31,38	
Contenido de humedad promedio	w%	26,10								

LÍMITE LÍQUIDO LI%	27,70
LÍMITE PLÁSTICO Lp%	26,10
ÍNDICE DE PLASTICIDAD Ip%	1,60
CLASIFICACION AASHTO	A3
CLASIFICACION SUCS	SM



SERIES DE NUMERO DE GOLPES			
X1	25	Y1	0
X2	25	Y2	-27,7
26,5			
X1	10	Y1	27,7
X2	25	Y2	27,7

3 DESCRIPCIÓN DEL SUELO ENSAYADO

Realizado por:

Aprobado por:

Anexo 7: Resumen diario del TPDA

 		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS							
Conteo vehicular día Lunes							
Fecha:	12/10/2020			Estación de Conteo		Via Quero - Puñachizag	
Clima:	Nublado			Sentido de Conteo		Ambos Sentidos	
Elaborado por:	Egdo. Christian Yanchaliquin			Hora de Inicio:		7:00 AM	
Docente Tutor	Ing. Mg. Rodrigo Acosta			Hora final:		7:00 PM	
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
7:00:00 AM	11	0	2	0	0	13	
7:15:00 AM	12	0	0	0	0	12	
7:30:00 AM	10	0	1	0	0	11	
7:45:00 AM	16	0	5	0	0	21	57
8:00:00 AM	23	1	1	0	0	25	
8:15:00 AM	29	0	3	0	0	32	
8:30:00 AM	37	0	1	0	0	38	
8:45:00 AM	27	0	1	0	0	28	123
9:00:00 AM	29	0	0	0	0	29	
9:15:00 AM	22	0	1	0	0	23	
9:30:00 AM	24	0	4	0	0	28	
9:45:00 AM	15	0	2	0	0	17	97
10:00:00 AM	30	1	4	0	0	35	
10:15:00 AM	25	0	0	0	0	25	
10:30:00 AM	24	0	2	0	0	26	
10:45:00 AM	30	0	2	1	0	33	
11:00:00 AM	25	0	1	0	0	26	
11:15:00 AM	30	0	0	0	0	30	
11:30:00 AM	22	0	1	1	0	24	
11:45:00 AM	26	0	1	0	0	27	107
12:00:00 PM	24	0	1	0	0	25	
12:15:00 PM	19	0	0	0	0	19	
12:30:00 PM	28	0	3	0	0	31	
12:45:00 PM	31	0	4	0	0	35	
1:00:00 PM	27	0	0	0	0	27	
1:15:00 PM	25	0	1	0	0	26	
1:30:00 PM	25	0	1	0	0	26	
1:45:00 PM	16	0	0	0	0	16	95
2:00:00 PM	21	0	0	0	0	21	
2:15:00 PM	34	0	0	0	0	34	
2:30:00 PM	29	0	1	0	0	30	
2:45:00 PM	28	0	1	0	0	29	114
3:00:00 PM	39	0	3	0	0	42	
3:15:00 PM	22	0	1	0	0	23	
3:30:00 PM	24	0	1	0	0	25	
3:45:00 PM	25	0	1	0	0	26	116
4:00:00 PM	26	0	2	0	0	28	
4:15:00 PM	28	0	2	0	0	30	
4:30:00 PM	20	0	3	0	0	23	
4:45:00 PM	25	0	1	0	0	26	107
5:00:00 PM	22	1	0	0	0	23	
5:15:00 PM	14	0	2	1	0	17	
5:30:00 PM	17	0	4	0	0	21	
5:45:00 PM	17	0	5	0	0	22	83
6:00:00 PM	24	0	1	0	0	25	
6:15:00 PM	25	0	2	0	0	27	
6:30:00 PM	23	0	1	0	0	24	
18:45:00-19:00	13	0	0	0	0	13	89
TOTAL	1138	3	73	3	0	1217	
%	94	0	6	0,246507806	0	100	



ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

Conteo vehicular día Martes

Fecha:	13/10/2020			Estación de Conteo		Via Quero - Puñachizag	
Clima:	Soleado			Sentido de Conteo		Ambos Sentidos	
Elaborado por:	Egdo. Christian Yanchaliquin			Hora de Inicio:		7:00 AM	
Docente Tutor	Ing. Mg. Rodrigo Acosta			Hora final:		7:00 PM	
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
7:00:00 AM	15	0	0	0	0	15	
7:15:00 AM	27	0	5	0	0	32	
7:30:00 AM	31	0	1	0	0	32	
7:45:00 AM	31	0	2	0	0	33	112
8:00:00 AM	21	0	2	0	0	23	
8:15:00 AM	31	1	3	0	0	35	
8:30:00 AM	31	0	1	0	0	32	
8:45:00 AM	37	0	1	0	0	38	128
9:00:00 AM	23	0	5	0	0	28	
9:15:00 AM	13	0	3	0	0	16	
9:30:00 AM	24	0	3	0	0	27	
9:45:00 AM	16	0	3	0	0	19	90
10:00:00 AM	19	0	0	0	0	19	
10:15:00 AM	23	0	3	0	0	26	
10:30:00 AM	24	0	2	0	0	26	
10:45:00 AM	16	1	0	0	0	17	
11:00:00 AM	24	0	0	0	0	24	
11:15:00 AM	26	0	1	0	0	27	
11:30:00 AM	18	0	2	0	0	20	
11:45:00 AM	23	0	5	0	0	28	99
12:00:00 PM	22	0	2	0	0	24	
12:15:00 PM	21	0	0	0	0	21	
12:30:00 PM	24	0	3	0	0	27	
12:45:00 PM	13	0	3	0	0	16	
1:00:00 PM	26	1	3	0	0	30	
1:15:00 PM	18	0	4	0	0	22	
1:30:00 PM	21	0	2	0	0	23	
1:45:00 PM	24	0	1	0	0	25	100
2:00:00 PM	22	0	3	0	0	25	
2:15:00 PM	24	0	1	0	0	25	
2:30:00 PM	20	0	1	0	0	21	
2:45:00 PM	14	0	0	0	0	14	85
3:00:00 PM	18	0	0	0	0	18	
3:15:00 PM	19	0	1	0	0	20	
3:30:00 PM	22	0	1	0	0	23	
3:45:00 PM	24	0	2	0	0	26	87
4:00:00 PM	31	0	0	0	0	31	
4:15:00 PM	22	0	4	0	0	26	
4:30:00 PM	27	0	3	0	0	30	
4:45:00 PM	28	0	6	0	0	34	121
5:00:00 PM	29	0	0	0	0	29	
5:15:00 PM	25	0	1	0	0	26	
5:30:00 PM	15	1	1	0	0	17	
5:45:00 PM	23	0	4	0	0	27	99
6:00:00 PM	25	0	2	0	0	27	
6:15:00 PM	30	1	3	0	0	34	
6:30:00 PM	17	0	1	0	0	18	
18:45:00-19:00	19	0	1	0	0	20	99
TOTAL	1096	5	95	0	0	1196	
%	92	0	8	0	0	100	



ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

Conteo vehicular día Miércoles

Fecha:	14/10/2020			Estación de Conteo		Via Quero - Puñachizag	
Clima:	Parcialmente nublado			Sentido de Conteo		Ambos Sentidos	
Elaborado por:	Egdo. Christian Yanchaliquin			Hora de Inicio:		7:00 AM	
Docente Tutor	Ing. Mg. Rodrigo Acosta			Hora final:		7:00 PM	
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
7:00:00 AM	19	0	3	0	0	22	
7:15:00 AM	25	0	6	0	0	31	
7:30:00 AM	35	0	2	0	0	37	
7:45:00 AM	34	0	2	0	0	36	126
8:00:00 AM	26	0	3	0	0	29	
8:15:00 AM	23	0	3	0	0	26	
8:30:00 AM	37	0	8	0	0	45	
8:45:00 AM	25	1	5	0	0	31	131
9:00:00 AM	20	0	9	0	0	29	
9:15:00 AM	28	0	5	0	0	33	
9:30:00 AM	15	0	1	0	0	16	
9:45:00 AM	28	0	2	0	0	30	108
10:00:00 AM	25	0	5	0	0	30	
10:15:00 AM	28	0	2	0	0	30	
10:30:00 AM	11	0	3	0	0	14	
10:45:00 AM	21	0	0	0	0	21	
11:00:00 AM	18	0	0	0	0	18	
11:15:00 AM	16	0	2	0	0	18	
11:30:00 AM	21	0	4	0	0	25	
11:45:00 AM	22	0	1	0	0	23	84
12:00:00 PM	18	0	1	0	0	19	
12:15:00 PM	19	0	0	0	0	19	
12:30:00 PM	20	1	2	0	0	23	
12:45:00 PM	21	0	1	0	0	22	
1:00:00 PM	16	0	0	0	0	16	
1:15:00 PM	19	0	2	0	0	21	
1:30:00 PM	21	0	1	0	0	22	
1:45:00 PM	12	0	2	0	0	14	73
2:00:00 PM	21	0	3	0	0	24	
2:15:00 PM	10	0	1	0	0	11	
2:30:00 PM	23	0	2	0	0	25	
2:45:00 PM	14	0	4	0	0	18	78
3:00:00 PM	20	0	3	0	0	23	
3:15:00 PM	11	0	5	0	0	16	
3:30:00 PM	25	0	2	0	0	27	
3:45:00 PM	23	0	0	0	0	23	89
4:00:00 PM	19	0	0	0	0	19	
4:15:00 PM	23	0	4	0	0	27	
4:30:00 PM	17	0	3	0	0	20	
4:45:00 PM	21	0	1	0	0	22	88
5:00:00 PM	28	0	3	0	0	31	
5:15:00 PM	20	1	4	0	0	25	
5:30:00 PM	29	0	0	0	0	29	
5:45:00 PM	39	0	1	0	0	40	125
6:00:00 PM	26	0	2	0	0	28	
6:15:00 PM	26	0	1	0	0	27	
6:30:00 PM	21	0	5	0	0	26	
18:45:00-19:00	21	0	3	0	0	24	105
TOTAL	1060	3	122	0	0	1185	
%	89	0	10	0	0	100	



ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

Conteo vehicular día Jueves

Fecha:	15/10/2020			Estación de Conteo	Via Quero - Puñachizag		
Clima:	Soleado			Sentido de Conteo	Ambos Sentidos		
Elaborado por:	Egdo. Christian Yanchaliquin			Hora de Inicio:	7:00 AM		
Docente Tutor	Ing. Mg. Rodrigo Acosta			Hora final:	7:00 PM		
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
7:00:00 AM	20	0	2	0	0	22	
7:15:00 AM	19	0	3	0	0	22	
7:30:00 AM	25	0	1	0	0	26	
7:45:00 AM	35	1	3	0	0	39	109
8:00:00 AM	23	0	1	0	0	24	
8:15:00 AM	33	0	4	0	0	37	
8:30:00 AM	29	0	3	0	0	32	
8:45:00 AM	24	0	4	0	0	28	121
9:00:00 AM	28	1	2	0	0	31	
9:15:00 AM	23	0	3	0	0	26	
9:30:00 AM	25	0	3	0	0	28	
9:45:00 AM	25	0	1	0	0	26	111
10:00:00 AM	30	0	0	1	0	31	
10:15:00 AM	16	0	0	0	0	16	
10:30:00 AM	13	0	2	0	0	15	
10:45:00 AM	17	0	2	0	0	19	
11:00:00 AM	10	0	3	0	0	13	
11:15:00 AM	17	0	2	0	0	19	
11:30:00 AM	19	0	0	0	0	19	
11:45:00 AM	14	0	0	0	0	14	65
12:00:00 PM	15	0	1	0	0	16	
12:15:00 PM	21	0	2	0	0	23	
12:30:00 PM	12	0	1	0	0	13	
12:45:00 PM	21	0	3	0	0	24	
1:00:00 PM	17	0	3	0	0	20	
1:15:00 PM	12	0	1	0	0	13	
1:30:00 PM	19	0	0	0	0	19	
1:45:00 PM	19	0	1	0	0	20	72
2:00:00 PM	22	0	4	0	0	26	
2:15:00 PM	15	0	1	0	0	16	
2:30:00 PM	17	0	2	0	0	19	
2:45:00 PM	11	0	2	0	0	13	74
3:00:00 PM	22	0	2	0	0	24	
3:15:00 PM	20	0	3	0	0	23	
3:30:00 PM	14	0	2	0	0	16	
3:45:00 PM	14	0	3	0	0	17	80
4:00:00 PM	23	0	5	0	0	28	
4:15:00 PM	25	0	1	0	0	26	
4:30:00 PM	18	0	2	0	0	20	
4:45:00 PM	30	0	6	0	0	36	110
5:00:00 PM	21	0	3	0	0	24	
5:15:00 PM	21	0	2	0	0	23	
5:30:00 PM	23	0	1	0	0	24	
5:45:00 PM	16	0	4	0	0	20	91
6:00:00 PM	18	0	2	0	0	20	
6:15:00 PM	27	0	5	0	0	32	
6:30:00 PM	22	0	1	0	0	23	
18:45:00-19:00	16	0	1	0	0	17	92
TOTAL	976	2	103	1	0	1082	
%	90	0	10	0,092421442	0	100	



ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

Conteo vehicular día Viernes

Fecha:	16/10/2020			Estación de Conteo	Via Quero - Puñachizag		
Clima:	Soleado			Sentido de Conteo	Ambos Sentidos		
Elaborado por:	Egdo. Christian Yanchaliquin			Hora de Inicio:	7:00 AM		
Docente Tutor	Ing. Mg. Rodrigo Acosta			Hora final:	7:00 PM		
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
7:00:00 AM	17	0	2	0	0	19	
7:15:00 AM	18	0	4	0	0	22	
7:30:00 AM	25	0	2	0	0	27	
7:45:00 AM	34	1	4	0	0	39	107
8:00:00 AM	24	0	4	0	0	28	
8:15:00 AM	27	0	4	0	0	31	
8:30:00 AM	33	0	3	0	0	36	
8:45:00 AM	24	0	5	0	0	29	124
9:00:00 AM	23	1	2	0	0	26	
9:15:00 AM	24	0	2	0	0	26	
9:30:00 AM	25	0	3	0	0	28	
9:45:00 AM	32	0	2	0	0	34	114
10:00:00 AM	30	0	1	1	0	32	
10:15:00 AM	18	0	3	0	0	21	
10:30:00 AM	26	0	2	0	0	28	
10:45:00 AM	25	0	4	0	0	29	
11:00:00 AM	15	0	3	0	0	18	
11:15:00 AM	16	0	2	0	0	18	
11:30:00 AM	25	0	0	0	0	25	
11:45:00 AM	17	0	0	0	0	17	78
12:00:00 PM	16	0	1	0	0	17	
12:15:00 PM	25	0	2	0	0	27	
12:30:00 PM	22	0	1	0	0	23	
12:45:00 PM	26	0	3	0	0	29	
1:00:00 PM	21	0	3	0	0	24	
1:15:00 PM	13	0	4	0	0	17	
1:30:00 PM	26	0	2	0	0	28	
1:45:00 PM	18	0	2	0	0	20	89
2:00:00 PM	22	0	4	0	0	26	
2:15:00 PM	18	0	4	0	0	22	
2:30:00 PM	21	0	2	0	0	23	
2:45:00 PM	18	0	3	1	0	22	93
3:00:00 PM	28	0	2	0	0	30	
3:15:00 PM	24	0	3	0	0	27	
3:30:00 PM	21	0	2	0	0	23	
3:45:00 PM	16	0	2	0	0	18	96
4:00:00 PM	26	0	3	0	0	29	
4:15:00 PM	23	0	3	0	0	26	
4:30:00 PM	25	0	2	0	0	27	
4:45:00 PM	28	0	6	0	0	34	116
5:00:00 PM	24	0	1	0	0	25	
5:15:00 PM	19	0	2	0	0	21	
5:30:00 PM	19	0	3	0	0	22	
5:45:00 PM	15	0	4	0	0	19	87
6:00:00 PM	13	0	4	0	0	17	
6:15:00 PM	19	0	5	0	0	24	
6:30:00 PM	15	0	2	0	0	17	
6:45:00 PM	12	0	1	0	0	13	71
18:45:00-19:00	12	0	1	0	0	13	71
TOTAL	1051	2	128	2	0	1183	
%	89	0	11	0,169061708	0	100	



ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

Conteo vehicular día Sábado

Fecha:	17/10/2020			Estación de Conteo	Via Quero - Puñachizag		
Clima:	Parcialmente Nublado			Sentido de Conteo	Ambos Sentidos		
Elaborado por:	Egdo. Christian Yanchaliquin			Hora de Inicio:	7:00 AM		
Docente Tutor	Ing. Mg. Rodrigo Acosta			Hora final:	7:00 PM		
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
7:00:00 AM	14	0	0	0	0	14	
7:15:00 AM	17	0	3	0	0	20	
7:30:00 AM	28	1	2	0	0	31	
7:45:00 AM	21	0	0	0	0	21	86
8:00:00 AM	24	0	1	0	0	25	
8:15:00 AM	28	0	2	0	0	30	
8:30:00 AM	37	0	2	0	0	39	
8:45:00 AM	28	1	1	1	0	31	125
9:00:00 AM	21	0	2	0	0	23	
9:15:00 AM	23	0	1	0	0	24	
9:30:00 AM	24	0	0	0	0	24	
9:45:00 AM	21	0	3	0	0	24	95
10:00:00 AM	23	0	2	0	0	25	
10:15:00 AM	20	0	0	0	0	20	
10:30:00 AM	21	0	3	0	0	24	
10:45:00 AM	27	0	0	0	0	27	
11:00:00 AM	17	0	0	0	0	17	
11:15:00 AM	23	0	0	0	0	23	
11:30:00 AM	17	0	1	0	0	18	
11:45:00 AM	13	0	1	0	0	14	72
12:00:00 PM	20	0	4	0	0	24	
12:15:00 PM	13	1	3	0	0	17	
12:30:00 PM	21	0	3	0	0	24	
12:45:00 PM	12	1	1	0	0	14	
1:00:00 PM	20	0	3	0	0	23	
1:15:00 PM	20	0	2	0	0	22	
1:30:00 PM	19	0	1	0	0	20	
1:45:00 PM	22	0	3	0	0	25	90
2:00:00 PM	18	0	2	0	0	20	
2:15:00 PM	22	0	4	0	0	26	
2:30:00 PM	22	0	1	0	0	23	
2:45:00 PM	20	0	1	0	0	21	90
3:00:00 PM	16	0	4	0	0	20	
3:15:00 PM	22	0	2	0	0	24	
3:30:00 PM	18	0	1	0	0	19	
3:45:00 PM	18	0	4	0	0	22	85
4:00:00 PM	21	1	0	0	0	22	
4:15:00 PM	22	0	2	0	0	24	
4:30:00 PM	24	0	2	0	0	26	
4:45:00 PM	21	0	4	0	0	25	97
5:00:00 PM	20	0	1	0	0	21	
5:15:00 PM	19	0	1	0	0	20	
5:30:00 PM	36	1	1	0	0	38	
5:45:00 PM	39	0	3	0	0	42	121
6:00:00 PM	32	0	2	0	0	34	
6:15:00 PM	22	0	2	0	0	24	
6:30:00 PM	16	0	1	0	0	17	
18:45:00-19:00	18	0	3	0	0	21	96
TOTAL	1040	6	85	1	0	1132	
%	92	1	8	0,088339223	0	100	



ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

Conteo vehicular día Domingo

Fecha:	18/10/2020			Estación de Conteo	Via Quero - Puñachizag		
Clima:	Soleado			Sentido de Conteo	Ambos Sentidos		
Elaborado por:	Egdo. Christian Yanchaliquin			Hora de Inicio:	7:00 AM		
Docente Tutor	Ing. Mg. Rodrigo Acosta			Hora final:	7:00 PM		
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
7:00:00 AM	20	0	3	0	0	23	
7:15:00 AM	19	0	1	0	0	20	
7:30:00 AM	20	1	1	0	0	22	
7:45:00 AM	24	0	4	1	0	29	94
8:00:00 AM	18	0	0	0	0	18	
8:15:00 AM	25	1	1	0	0	27	
8:30:00 AM	30	0	2	1	0	33	
8:45:00 AM	24	0	2	0	0	26	104
9:00:00 AM	21	0	5	0	0	26	
9:15:00 AM	34	0	0	0	0	34	
9:30:00 AM	31	0	3	0	0	34	
9:45:00 AM	36	0	1	0	0	37	131
10:00:00 AM	37	0	2	0	0	39	
10:15:00 AM	34	0	2	0	0	36	
10:30:00 AM	34	0	2	0	0	36	
10:45:00 AM	36	0	1	0	0	37	
11:00:00 AM	39	1	3	0	0	43	
11:15:00 AM	38	0	2	0	0	40	
11:30:00 AM	35	0	3	0	0	38	
11:45:00 AM	29	1	2	0	0	32	153
12:00:00 PM	29	0	1	0	0	30	
12:15:00 PM	20	0	0	0	0	20	
12:30:00 PM	29	0	1	0	0	30	
12:45:00 PM	24	0	2	0	0	26	
1:00:00 PM	23	0	1	0	0	24	
1:15:00 PM	21	0	2	0	0	23	
1:30:00 PM	19	0	0	0	0	19	
1:45:00 PM	20	0	1	0	0	21	87
2:00:00 PM	20	0	0	0	0	20	
2:15:00 PM	25	0	0	0	0	25	
2:30:00 PM	32	0	1	0	0	33	
2:45:00 PM	42	0	2	0	0	44	122
3:00:00 PM	34	0	2	0	0	36	
3:15:00 PM	27	1	3	0	0	31	
3:30:00 PM	31	0	2	0	0	33	
3:45:00 PM	20	0	0	0	0	20	120
4:00:00 PM	22	0	1	0	0	23	
4:15:00 PM	23	0	2	0	0	25	
4:30:00 PM	23	0	1	0	0	24	
4:45:00 PM	20	1	1	0	0	22	94
5:00:00 PM	20	0	2	0	0	22	
5:15:00 PM	28	0	1	0	0	29	
5:30:00 PM	22	0	1	0	0	23	
5:45:00 PM	28	0	3	0	0	31	105
6:00:00 PM	20	0	1	0	0	21	
6:15:00 PM	18	0	2	0	0	20	
6:30:00 PM	15	0	0	0	0	15	
18:45:00-19:00	13	0	1	0	0	14	70
TOTAL	1252	6	74	2	0	1334	
%	94	0	6	0,149925037	0	100	

Anexo 8: Ensayo triaxial para el talud



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS

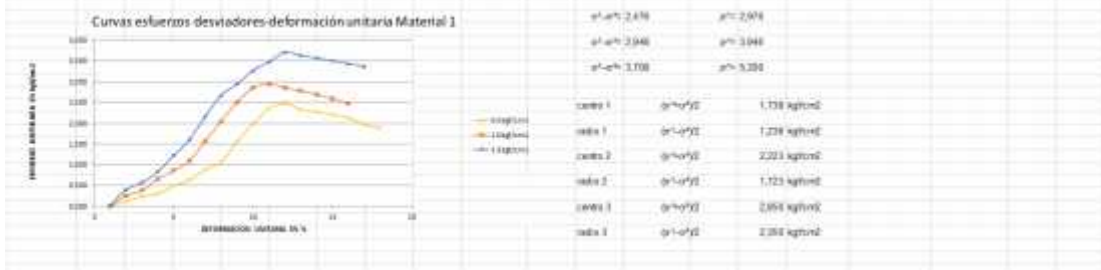



ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE TALUD MEDIANTE MALLAS METÁLICAS			FECHA:	07/2021		
UBICACIÓN:	ADCSA Km 1+58E			NORMA:	ASTM D-2954-95 (PARADIGMA) (1995)		
ELABORADO POR:	CHRISTIAN YANCHALQUI			TUTOR:	ING. ROBERTO ACOSTA		

MUESTRA:	1			2			3			Espesor (mm)	T (kg/cm ²)	σ ₁ (kg/cm ²)	σ ₂ (kg/cm ²)	σ ₃ (kg/cm ²)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
W (%)	6.21	5.4	1.81								3.323	1.205	1.205	
W _{max} (%)	1.91	3.4	6.11								3.323	1.474	1.382	
Plasticidad	4.47	3.7	6.93								0.5	3	3	1.3
Gravimétrico	6.52	5.37	6.49								451	351	444	

NIVEL DE DEFORMACIÓN (%)	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (mm)			ESTABILIZADOR DE CARGA (mm)			VALOR DE CARGA (kg)			DEFORMACIÓN LATERAL (mm)	DEFORMACIÓN VERTICAL (mm)	ÁREA DE PRESIÓN (mm ²)			ESTRÉS DESENVOLVIDO (kg/cm ²)			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			1	2	3	1	2	3	
0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.1	0.11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.39	0.81	0.99	0.99	0.21	0.20	0.21	0.11	0.11	0.20	0.20	0.20
0.2	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.78	1.62	1.98	1.98	0.42	0.40	0.42	0.22	0.22	0.40	0.40	0.40
0.3	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.17	2.43	2.97	2.97	0.63	0.60	0.63	0.33	0.33	0.60	0.60	0.60
0.4	0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.56	3.24	3.96	3.96	0.84	0.80	0.84	0.44	0.44	0.80	0.80	0.80
0.5	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.95	4.05	4.95	4.95	1.05	1.00	1.05	0.55	0.55	1.00	1.00	1.00
1.0	1.02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	123.90	8.10	9.90	9.90	2.10	2.00	2.10	1.10	1.10	2.00	2.00	2.00
1.5	1.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	185.85	12.15	14.85	14.85	3.15	3.00	3.15	1.65	1.65	3.00	3.00	3.00
2.0	2.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	247.80	16.20	19.80	19.80	4.20	4.00	4.20	2.20	2.20	4.00	4.00	4.00
2.5	2.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	309.75	20.25	24.75	24.75	5.25	5.00	5.25	2.75	2.75	5.00	5.00	5.00
3.0	3.06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	371.70	24.30	29.70	29.70	6.30	6.00	6.30	3.30	3.30	6.00	6.00	6.00
3.5	3.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	433.65	28.35	34.65	34.65	7.35	7.00	7.35	3.85	3.85	7.00	7.00	7.00
4.0	4.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	495.60	32.40	39.60	39.60	8.40	8.00	8.40	4.40	4.40	8.00	8.00	8.00
4.5	4.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	557.55	36.45	44.55	44.55	9.45	9.00	9.45	4.95	4.95	9.00	9.00	9.00
5.0	5.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	619.50	40.50	49.50	49.50	10.50	10.00	10.50	5.50	5.50	10.00	10.00	10.00
5.5	5.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	681.45	44.55	54.60	54.60	11.55	11.00	11.55	6.05	6.05	11.00	11.00	11.00
6.0	6.12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	743.40	48.60	59.70	59.70	12.60	12.00	12.60	6.60	6.60	12.00	12.00	12.00
6.5	6.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	805.35	52.65	64.80	64.80	13.65	13.00	13.65	7.15	7.15	13.00	13.00	13.00
7.0	7.14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	867.30	56.70	69.90	69.90	14.70	14.00	14.70	7.70	7.70	14.00	14.00	14.00
7.5	7.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	929.25	60.75	75.00	75.00	15.75	15.00	15.75	8.25	8.25	15.00	15.00	15.00
8.0	8.16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	991.20	64.80	80.10	80.10	16.80	16.00	16.80	8.80	8.80	16.00	16.00	16.00
8.5	8.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1053.15	68.85	85.20	85.20	17.85	17.00	17.85	9.35	9.35	17.00	17.00	17.00
9.0	9.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1115.10	72.90	90.30	90.30	18.90	18.00	18.90	9.90	9.90	18.00	18.00	18.00
9.5	9.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1177.05	76.95	95.40	95.40	19.95	19.00	19.95	10.45	10.45	19.00	19.00	19.00
10.0	10.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1239.00	81.00	100.50	100.50	21.00	20.00	21.00	11.00	11.00	20.00	20.00	20.00






UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS



ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE TALUD MEDIANTE MALLAS METÁLICAS			FECHA:	07/2021		
UBICACIÓN:	ADCSA Km 1+58E			NORMA:	ASTM D-2954-95 (PARADIGMA) (1995)		
ELABORADO POR:	CHRISTIAN YANCHALQUI			TUTOR:	ING. ROBERTO ACOSTA		

MUESTRA:	M1 Hoja 2 de 2					
----------	----------------	--	--	--	--	--

Cohesión: $c = 0.19 \text{ kg/cm}^2$

Ángulo: $\phi = 27.4^\circ$

Variación de σ ₁ 11.33			Variación de σ ₂ 11.33			Variación de σ ₃ 11.33		
Origen	C ₁ = 1.24	Radio	Origen	C ₂ = 2.22	Radio	Origen	C ₃ = 2.80	Radio
σ	0.00	0.00	σ	1.00	1.21	σ	1.55	1.82
11.33	0.11	0.25	11.33	0.22	0.50	11.33	0.41	0.47
22.66	0.22	0.49	22.66	0.44	0.99	22.66	0.82	0.92
34.00	0.33	0.73	34.00	0.66	1.36	34.00	1.24	1.34
45.33	0.44	0.98	45.33	0.99	1.99	45.33	1.66	1.75
56.67	0.55	1.23	56.67	1.32	2.76	56.67	2.08	1.86
68.00	0.66	1.48	68.00	1.64	3.69	68.00	2.49	2.20
79.33	0.77	1.73	79.33	1.96	4.70	79.33	2.91	2.52
90.67	0.88	1.98	90.67	2.28	5.79	90.67	3.32	2.79
102.00	0.99	2.23	102.00	2.60	6.96	102.00	3.74	2.99
113.33	1.10	2.48	113.33	2.92	8.20	113.33	4.15	3.12
124.67	1.21	2.73	124.67	3.24	9.51	124.67	4.57	3.26
136.00	1.32	2.98	136.00	3.56	10.88	136.00	4.98	3.34
147.33	1.43	3.23	147.33	3.88	12.30	147.33	5.39	3.41
158.67	1.54	3.48	158.67	4.20	13.77	158.67	5.80	3.48
170.00	1.65	3.73	170.00	4.52	15.28	170.00	6.21	3.54
181.33	1.76	3.98	181.33	4.84	16.83	181.33	6.62	3.59
192.67	1.87	4.23	192.67	5.16	18.41	192.67	7.03	3.64
204.00	1.98	4.48	204.00	5.48	20.02	204.00	7.44	3.69
215.33	2.09	4.73	215.33	5.80	21.66	215.33	7.85	3.74
226.67	2.20	4.98	226.67	6.12	23.33	226.67	8.26	3.79
238.00	2.31	5.23	238.00	6.44	25.03	238.00	8.67	3.84
249.33	2.42	5.48	249.33	6.76	26.75	249.33	9.08	3.89
260.67	2.53	5.73	260.67	7.08	28.50	260.67	9.49	3.94
272.00	2.64	5.98	272.00	7.40	30.27	272.00	9.90	3.99
283.33	2.75	6.23	283.33	7.72	32.06	283.33	10.31	4.04
294.67	2.86	6.48	294.67	8.04	33.87	294.67	10.72	4.09
306.00	2.97	6.73	306.00	8.36	35.70	306.00	11.13	4.14
317.33	3.08	6.98	317.33	8.68	37.55	317.33	11.54	4.19
328.67	3.19	7.23	328.67	9.00	39.42	328.67	11.95	4.24
340.00	3.30	7.48	340.00	9.32	41.31	340.00	12.36	4.29
351.33	3.41	7.73	351.33	9.64	43.22	351.33	12.77	4.34
362.67	3.52	7.98	362.67	9.96	45.14	362.67	13.18	4.39
374.00	3.63	8.23	374.00	10.28	47.08	374.00	13.59	4.44
385.33	3.74	8.48	385.33	10.60	49.03	385.33	14.00	4.49
396.67	3.85	8.73	396.67	10.92	51.00	396.67	14.41	4.54
408.00	3.96	8.98	408.00	11.24	53.00	408.00	14.82	4.59
419.33	4.07	9.23	419.33	11.56	55.01	419.33	15.23	4.64
430.67	4.18	9.48	430.67	11.88	57.04	430.67	15.64	4.69
442.00	4.29	9.73	442.00	12.20	59.09	442.00	16.05	4.74
453.33	4.40	9.98	453.33	12.52	61.16	453.33	16.46	4.79
464.67	4.51	10.23	464.67	12.84	63.24	464.67	16.87	4.84
476.00	4.62	10.48	476.00	13.16	65.34	476.00	17.28	4.89
487.33	4.73	10.73	487.33	13.48	67.45	487.33	17.69	4.94
498.67	4.84	10.98	498.67	13.80	69.58	498.67	18.10	4.99
510.00	4.95	11.23	510.00	14.12	71.72	510.00	18.51	5.04
521.33	5.06	11.48	521.33	14.44	73.88	521.33	18.92	5.09
532.67	5.17	11.73	532.67	14.76	76.05	532.67	19.33	5.14
544.00	5.28	11.98	544.00	15.08	78.24	544.00	19.74	5.19
555.33	5.39	12.23	555.33	15.40	80.44	555.33	20.15	5.24
566.67	5.50	12.48	566.67	15.72	82.65	566.67	20.56	5.29
578.00	5.61	12.73	578.00	16.04	84.87	578.00	20.97	5.34
589.33	5.72	12.98	589.33	16.36	87.10	589.33	21.38	5.39
600.67	5.83	13.23</						



Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO - FUÑACHIGAS PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUIE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS.

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE TALUD MEDIANTE MALLAS METÁLICAS
UBICACIÓN: AHCDA Km 1+000
ELABORADO POR: CHRISTIAN WACHALQUIZ
FECHA: 03/03/21
NORMA: ASTM D-2922 (REVISADO 2000)
TUJOS: ING ROBERTO ACOSTA

MUESTRA: M3
Faja 2 de 2

PROFUNDIDAD:	Altopi			F	F	F	
	1	2	3				
0-10 cm	6.21	3.84	3.71	14000	11.31	11.98	10.21
10-20 cm	6.39	6.32	6.61	10000	8.02	8.25	8.77
20-30 cm	6.51	5.71	6.24	10000	10.00	11.40	10.10
30-40 cm	6.59	5.81	5.89	10000	8.50	8.80	9.80

PORCENTAJE DE DEFORMACIÓN (%)	DEFINICIÓN DE LA MUESTRA (mm)			ESTRATIFICACIÓN DE CAPAS (mm)			VALOR DE CARGA (kgf)			DENSIDAD DE MATERIA (kg/m³)	DENSIDAD DE SATURACIÓN (kg/m³)	1. ESTABILIZACIÓN (kg/m³)	ÁREA GEOMÉTRICA (cm²)			ESTRUC. GEOMÉTRICA (kg/m³)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				1	2	3	1	2	3
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.1	0.11	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
0.2	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
0.3	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
0.4	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
0.5	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
1.0	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31
1.5	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
2.0	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61
2.5	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26
3.0	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91
3.5	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56
4.0	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21
4.5	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86
5.0	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51
5.5	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16
6.0	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81
6.5	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46
7.0	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11
7.5	9.76	9.76	9.76	9.76	9.76	9.76	9.76	9.76	9.76	9.76	9.76	9.76	9.76	9.76	9.76	9.76	9.76	9.76
8.0	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41
8.5	11.06	11.06	11.06	11.06	11.06	11.06	11.06	11.06	11.06	11.06	11.06	11.06	11.06	11.06	11.06	11.06	11.06	11.06
9.0	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71
9.5	12.36	12.36	12.36	12.36	12.36	12.36	12.36	12.36	12.36	12.36	12.36	12.36	12.36	12.36	12.36	12.36	12.36	12.36
10.0	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01



Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO - FUÑACHIGAS PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUIE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS.

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE TALUD MEDIANTE MALLAS METÁLICAS
UBICACIÓN: AHCDA Km 1+000
ELABORADO POR: CHRISTIAN WACHALQUIZ
MUESTRA: M3
FECHA: 03/03/21
NORMA: ASTM D-2922 (REVISADO 2000)
TUJOS: ING ROBERTO ACOSTA

Cobertura: V = 6.17 kg/cm³
r_{ap} = 30.0

Varación de σ_v: 11.00, 11.20, 11.85

Var. de σ _v	11.00	11.20	11.85
Diámetro	D _v = 3.98	D _v = 3.73	D _v = 3.08
Radio	R _v = 1.99	R _v = 1.87	R _v = 1.54
σ	0.00	0.00	0.00
11.00	0.02	0.00	11.00
11.20	0.03	0.08	11.20
11.85	0.35	0.65	11.85
12.00	0.96	1.27	12.00
12.50	1.56	1.94	12.50
13.00	2.16	2.61	13.00
13.50	2.76	3.28	13.50
14.00	3.36	3.94	14.00
14.50	3.96	4.61	14.50
15.00	4.56	5.28	15.00
15.50	5.16	5.94	15.50
16.00	5.76	6.61	16.00
16.50	6.36	7.28	16.50
17.00	6.96	7.94	17.00
17.50	7.56	8.61	17.50
18.00	8.16	9.28	18.00
18.50	8.76	9.94	18.50
19.00	9.36	10.61	19.00
19.50	9.96	11.28	19.50
20.00	10.56	11.94	20.00

RESULTADOS OBTENIDOS

Conexión: 1.17 kgf/cm²
Ángulo de fricción interna: 28.0°
Capacidad de soporte del suelo: 1.17 Tuf
Determinado por ensayo: 1.758 kgf/cm²

MUESTRA 2

CARGOS/ENSAYOS DEL ENSAYO			DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO					
ENSAYO	PRESIÓN LATERAL (kgf/cm²)	TENSIÓN DESVIADORA (kgf/cm²)	PRESIÓN VERTICAL (kgf/cm²)	CONEXIÓN	T _g (°)	σ (kgf/cm²)	ESFUERZO DEFORMACIONAL (kgf/cm²)	ESFUERZO DEFORMACIONAL (kgf/cm²)
1	3.71	3.91	3.91	0.17	0.04975	20.0	1.48	0.96
2	4.00	3.80	3.80	0.17	0.04975	20.0	2.29	1.00
3	4.00	4.12	4.12	0.17	0.04975	20.0	3.45	3.16

HUMEDAD NATURAL

PESO SUELO HUMEDO (W+TARRO) 60.64
PESO SUELO SECO (W+TARRO) 55.12
PESO TARRO 22.41
PESO BALZA 13.02
PESO SUELO SECO 57.71
% DE HUMEDAD 25.89
DENSIDAD HUMEDA 1.758
DENSIDAD SECA 1.484

FALLA:



Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+300 VÍA QUERO – PUÑACHUGA PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUIE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS.

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE TALUD MEDIANTE MALLAS METÁLICAS			FECHA:	11/05/21		
UBICACIÓN:	ARCSA Km 1180			NORMA:	ASTM D-2850-05 (SOLO PARA) - 1999		
ELABORADO POR:	CHRISTIAN VANDALQUIZ			TUTOR:	ING. EDUARDO ACOSTA		
MUESTRA:	Hoja 1 de 2			PROFUNDIDAD:	0m		
MUESTRA:							
Diámetro	1	2	3		1	2	3
Alteza	4.2	4.2	4.2	kg/cm ²	15.51	15.78	16.11
Peso	6.81	6.81	6.81	kg/cm ²	981	821	877
Densidad	1.81	1.81	1.81	kg/cm ²	18.87	18.07	18.23
					441	391	399

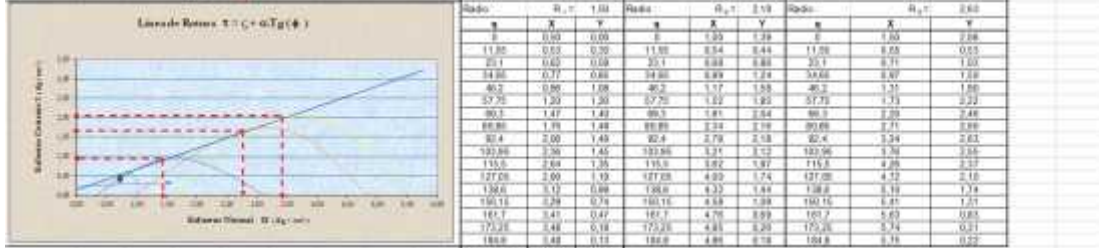
PORCENTAJE DE DEFORMACIÓN	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (mm)	SECCIONES DE LA GARGANTA (mm)			VALOR DE CARGA (kgf)			DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (mm)	ESTRÉS UNITARIO	ÁREA CORRENTE (cm ²)			ESFUERZO DE COMPRESIÓN (kg/cm ²)		
		1	2	3	1	2	3			1	2	3	1	2	3
0.0	0.00	50.0	50.0	50.0	8.00	8.00	8.00	0.00	0.00	16.00	16.00	16.00	0.00	0.00	0.00
0.1	0.11	49.9	49.9	49.9	8.12	8.00	8.12	0.01	0.01	15.99	15.99	15.99	0.01	0.01	0.01
0.2	0.28	49.8	49.8	49.8	8.24	7.88	8.24	0.02	0.02	15.96	15.96	15.96	0.02	0.02	0.02
0.3	0.49	49.6	49.6	49.6	8.36	7.76	8.36	0.03	0.03	15.93	15.93	15.93	0.03	0.03	0.03
0.4	0.72	49.4	49.4	49.4	8.48	7.64	8.48	0.04	0.04	15.90	15.90	15.90	0.04	0.04	0.04
0.5	1.00	49.2	49.2	49.2	8.60	7.52	8.60	0.05	0.05	15.87	15.87	15.87	0.05	0.05	0.05
0.6	1.33	49.0	49.0	49.0	8.72	7.40	8.72	0.06	0.06	15.84	15.84	15.84	0.06	0.06	0.06
0.7	1.71	48.8	48.8	48.8	8.84	7.28	8.84	0.07	0.07	15.81	15.81	15.81	0.07	0.07	0.07
0.8	2.14	48.6	48.6	48.6	8.96	7.16	8.96	0.08	0.08	15.78	15.78	15.78	0.08	0.08	0.08
0.9	2.62	48.4	48.4	48.4	9.08	7.04	9.08	0.09	0.09	15.75	15.75	15.75	0.09	0.09	0.09
1.0	3.15	48.2	48.2	48.2	9.20	6.92	9.20	0.10	0.10	15.72	15.72	15.72	0.10	0.10	0.10
1.1	3.73	48.0	48.0	48.0	9.32	6.80	9.32	0.11	0.11	15.69	15.69	15.69	0.11	0.11	0.11
1.2	4.36	47.8	47.8	47.8	9.44	6.68	9.44	0.12	0.12	15.66	15.66	15.66	0.12	0.12	0.12
1.3	5.04	47.6	47.6	47.6	9.56	6.56	9.56	0.13	0.13	15.63	15.63	15.63	0.13	0.13	0.13
1.4	5.77	47.4	47.4	47.4	9.68	6.44	9.68	0.14	0.14	15.60	15.60	15.60	0.14	0.14	0.14
1.5	6.55	47.2	47.2	47.2	9.80	6.32	9.80	0.15	0.15	15.57	15.57	15.57	0.15	0.15	0.15
1.6	7.38	47.0	47.0	47.0	9.92	6.20	9.92	0.16	0.16	15.54	15.54	15.54	0.16	0.16	0.16
1.7	8.26	46.8	46.8	46.8	10.04	6.08	10.04	0.17	0.17	15.51	15.51	15.51	0.17	0.17	0.17
1.8	9.19	46.6	46.6	46.6	10.16	5.96	10.16	0.18	0.18	15.48	15.48	15.48	0.18	0.18	0.18
1.9	10.17	46.4	46.4	46.4	10.28	5.84	10.28	0.19	0.19	15.45	15.45	15.45	0.19	0.19	0.19
2.0	11.20	46.2	46.2	46.2	10.40	5.72	10.40	0.20	0.20	15.42	15.42	15.42	0.20	0.20	0.20





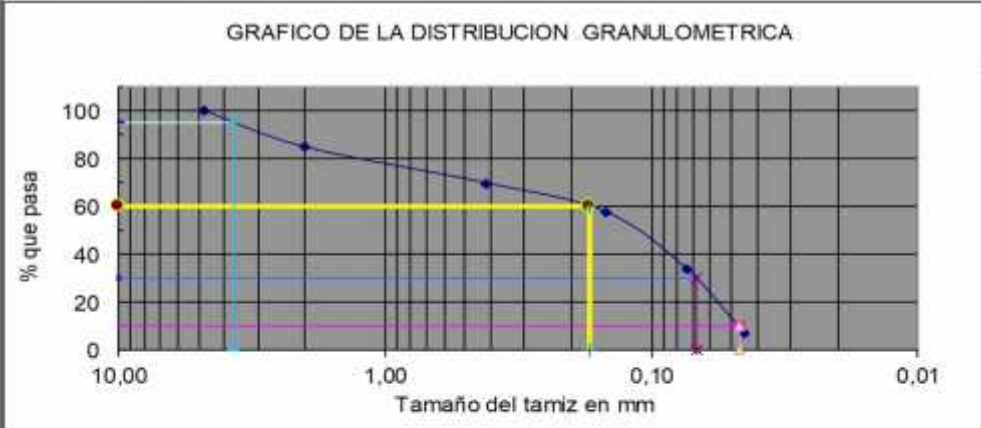
Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHUGA PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUIE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS.

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE TALUD MEDIANTE MALLAS METÁLICAS			FECHA:	11/05/21		
UBICACIÓN:	ARCSA Km 1180			NORMA:	ASTM D-2850-05 (SOLO PARA) - 1999		
ELABORADO POR:	CHRISTIAN VANDALQUIZ			TUTOR:	ING. EDUARDO ACOSTA		
MUESTRA:	Hoja 2 de 2						



Anexo 9: Ensayo de granulometría para el talud

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
Tema: ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO – PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS				
ENSAYO DE GRANULOMETRIA MATERIAL 1				
DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA				
CALICATA: MATERIAL 1 TALUD UBICACIÓN: Vía Quero - Puñachizag		ENSAYADO POR: DOCENTE TUTOR: FECHA:	CHRISTIAN Y ANCHALIQUIN ING. RODRIGO ACOSTA	
NORMAS:	AASHTO	T-87-70 Y T-88-70	ASTM D 421-58 Y D 422-63	
1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS				
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	0,00	0,00	100,00
PASA N 4				
N 10	2,000	75,16	15,03	84,97
N 40	0,420	150,34	30,07	69,93
N100	0,149	210,63	42,13	57,87
N200	0,074	330,25	66,05	33,95
PASA N200		169,75	33,95	
TOTAL		500,00		
Peso ant lavado	500,00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		169,75
2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA MATERIAL 1				
GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA				
				
3 DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DEL SUELO				
D10 en mm	0,05	Cu	D60 / D10	3,62
D30 en mm	0,07	Cc	$D_{30}^2 / (D_{60} \cdot D_{10})$	0,58
D60 en mm	0,17	TNM	en mm	3,70
4 CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO				
SISTEMAS	VISUAL	SUELO ARENOSO		
	AASHTO	A-3		
	SUCS	SM		
ARENA LIMOSA				
REALIZADO POR: Christian Yanchaliquin		REVISADO POR: Ing. Rodrigo Acosta		

Anexo 10: Memoria fotográfica de la investigación



Figura 64: Conteo vehicular



Figura 65: Conteo vehicular



Figura 66: Ubicación de calicatas



Figura 67: Ubicación de calicatas



Figura 68: Verificación de capas encontradas



Figura 69: Ensayo de granulometría



Figura 70: Ensayo compa pie de rey



Figura 71: Muestras para pesaje



Figura 72: Peso de la muestra para Proctor modificado



Figura 73: Ensayo Proctor modificado



Figura 74: Extracción de muestras



Figura 75: Ensayo de carga vs penetración



Figura 76: Esponjamiento



Figura 77: Ensayo de carga vs penetración

Anexo 11: Fallas del PCI



Figura 78: Fisuras longitudinales y transversales



Figura 79: Piel de cocodrilo



Figura 80: Fisuras en bloque



Figura 81: Fisuras longitudinales y transversales



Figura 82: Piel de cocodrilo

Anexo 12: Anexo fotográfico estabilización de talud



Figura 83: Estado actual del talud



Figura 84: Toma de muestras inalteradas 1 para ensayo triaxial



Figura 85: Toma de muestras inalteradas



Figura 86: Muestra inalterada



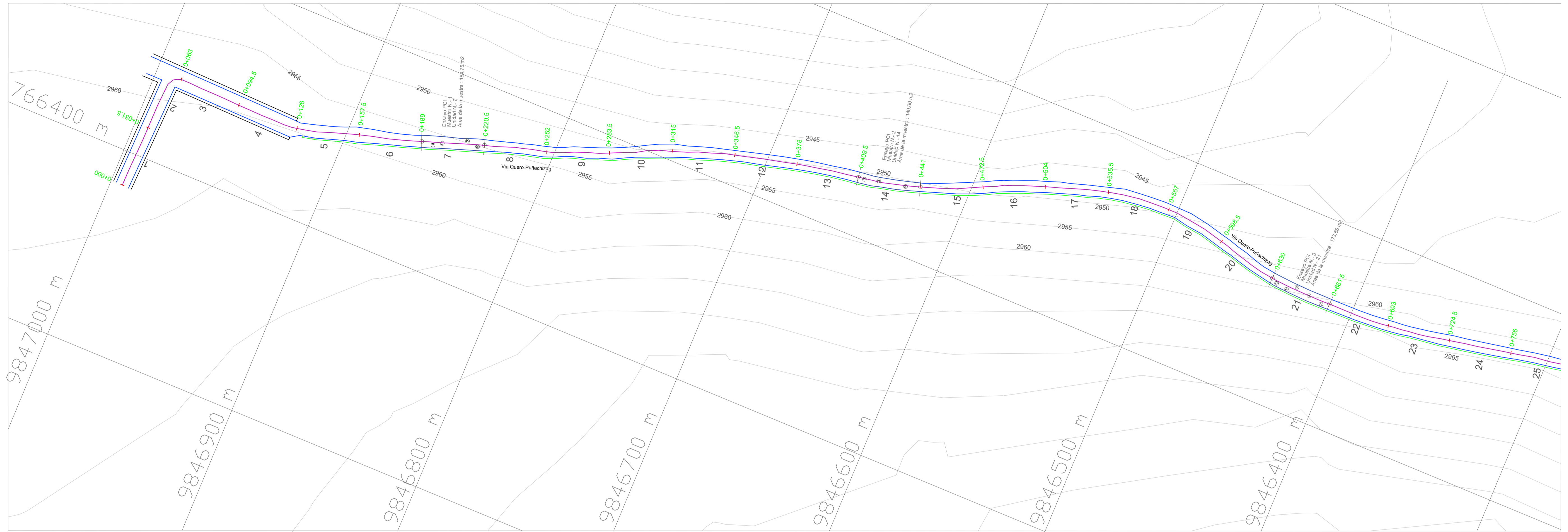
Figura 87: Muestras para ensayo triaxial





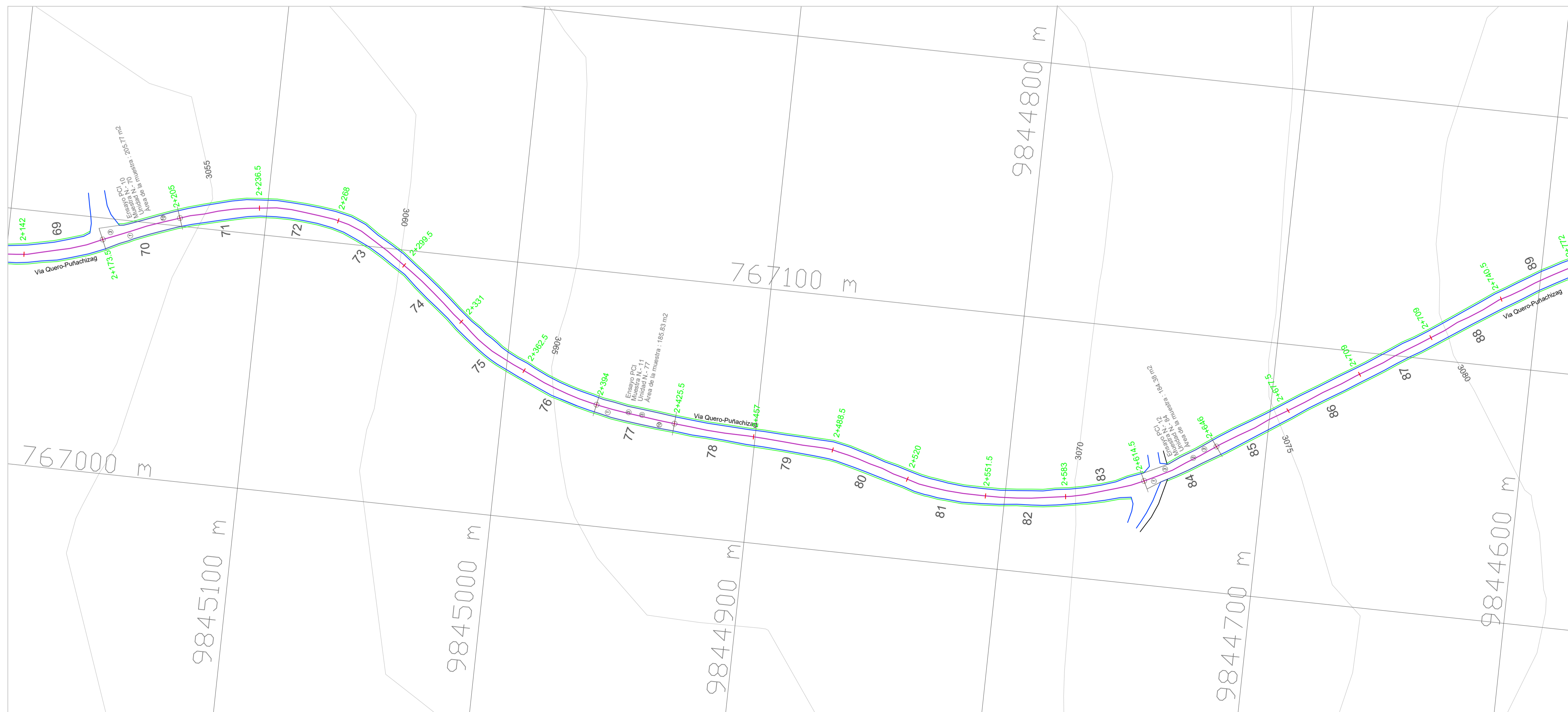
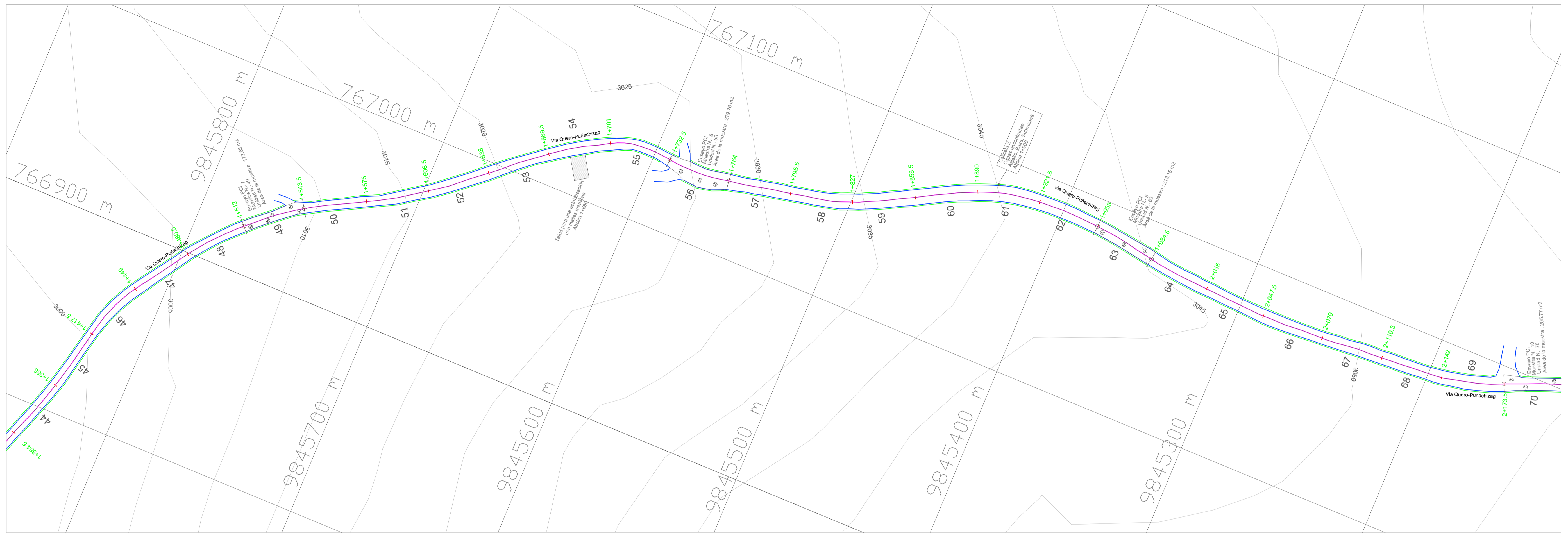
Figura 88: Preparación ensayo triaxial




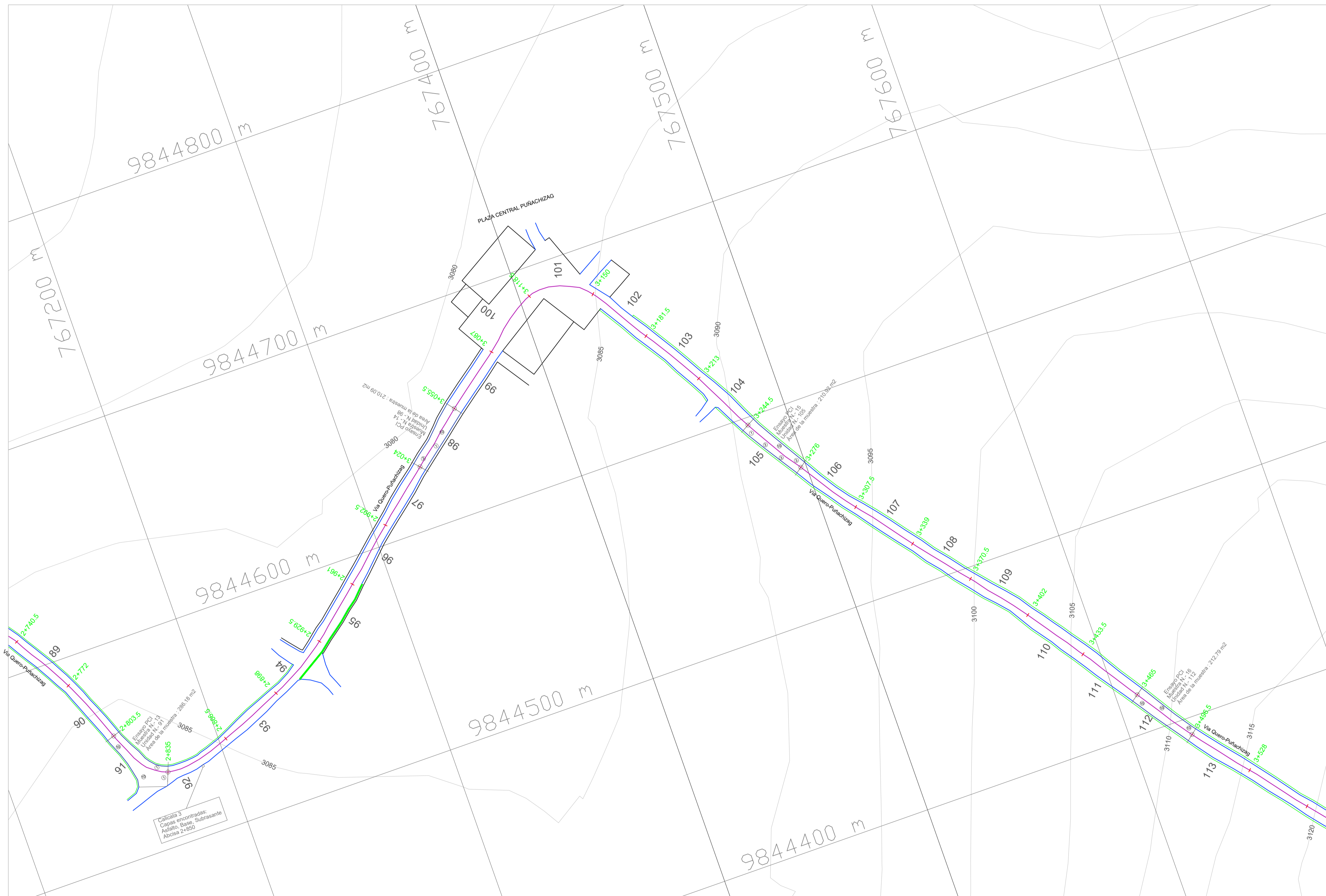
Figura 89: Cámara triaxial





 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: "ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO - PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS"		
CONTIENE	Topografía	LAMINA
ESCALA	1 : 1000	1
FECHA	MARZO 2021	DE 3
REVISADO:	Ing. Mg. Rodrigo Acosta Ego. Christian Yanchaliquin	



 	
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO: "ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO - PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS"	
CONTIENE	LAMINA
Topografía	2
ESCALA	FECHA
1 : 1000	MARZO 2021
REVISADO:	DE 3
Ing. Mg. Rodrigo Acosta	
Egdo. Christian Yanchaliquin	



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: "ESTUDIO DEL TRAMO 0+000 AL 3+500 VÍA QUERO - PUÑACHIZAG PARA DETERMINAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL QUE INCLUYE IMPLEMENTACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE MALLAS METÁLICAS"		
CONTIENE	Topografía	LAMINA
ESCALA	1 : 1000	3
FECHA	MARZO 2021	DE 3
REVISADO: <hr/> Ing. Mg. Rodrigo Acosta		
<hr/> Ego. Christian Yanchaliquin		