

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Mejoramiento con suelo cemento de la subrasante en la vía existente de acceso a Conduespol L=127.47 m, Copol L=81.10 m y parqueadero de área=2961.87 m² para el Campus Prosperina ESPOC.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Jhean Carlos Arévalo Mendoza

Anizia Rosángela Villegas Guerrero

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi mamá por haberme dado la vida, por su apoyo incondicional y que representa en mi, la humildad y valor para seguir adelante, a mis hermanos que simbolizan en mi, la inocencia y simplicidad; A mi padre quien me dio la educación, por guiarme, aconsejarme e impulsarme a seguir adelante.

A mis amigos y profesores por ya que sin ellos no habría sido posible este proyecto.

Jhean Carlos Arévalo Mendoza

DEDICATORIA

Dedicado a mis ángeles en el cielo, mi papá Alberto y mi tío Vicente. Mi mamá Esperanza por ser el motor de mi vida, por el amor, la paciencia y las enseñanzas brindadas. Mis hermanos Viviana, Carlos y Joseph por el cariño y apoyo constante. Mis sobrinos Ariana, Carlos, Mía y Analí porque siempre serán mi motivo para seguir adelante. Mis tíos que son como mis padres. A mi familia y amigos en general, que forman parte de este logro. Finalmente, Johnny por ser mi compañía en todo momento.

Anizia Villegas Guerrero

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a nuestros tutores de materia integradora el Ing. Miguel A. Chávez, Ing. Carola Gordillo, Ing. Santos Baquerizo y Ing. Andrés Velastegui por su colaboración en cada momento de consulta.

También nos gustaría agradecer al Ing. Erwin Larreta, al Ing. Daniel Falquez y Ing. Kevin Duque por tiempo y colaboración.

A Joel Rodríguez, Giordano Rosado, Fabricio Chasiguasin, Julio Vergara, Victoria Palma, Frank Toro y Fiorella Mendoza por su apoyo para que este proyecto se haga realidad.

Por último, al equipo de CIH y Agrovial de la empresa Holcim Ecuador, muy especialmente al Ing. Henry Zambrano, Ing. Alexis Zambrano y Ing. José Quinancela por su gentileza de prestarnos sus instalaciones y su colaboración al momento de cada consulta.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Jhean Carlos Arévalo Mendoza, Anizia Villegas Guerrero*, damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Jhean Carlos Arévalo
Mendoza

Anizia Villegas
Guerrero

EVALUADORES

P.hD. Miguel Ángel Chávez M.

PROFESOR DE LA MATERIA

M.S.c Carola Gordillo

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En el Ecuador el 65% de las vías provinciales están en mal estado y sin pavimentar, esto es un indicador directo de la economía del país. La parte vial es un punto importante que se debe considerar, sin embargo, realizar proyectos de gran magnitud representa mayor uso de recursos y tiempo. Por este motivo, este estudio a presentar se ha enfocado en resolver la problemática mencionada, pero a menor escala. El objetivo principal es dar una solución para mejorar la subrasante de un parqueadero y vías existentes sin pavimentar, dentro del Campus Gustavo Galindo Espol. El método a emplearse es la estabilización de suelo con cemento, ya que, a comparación de métodos convencionales de pavimentación, representa mayores beneficios. El trabajo se dividió en partes, primero se realizó el levantamiento topográfico del sitio, seguido de esto, se realizaron los estudios de suelo, entre los resultados se obtuvo que las vías estaban conformadas por arcillas de alta plasticidad y el parqueadero por arenas limosas. Para mejorar la granulometría del suelo se realizó una mezcla con 50% de subbase clase 1 y se aplicó 6% cemento dando como resultado una resistencia a la compresión mayor 18kg/cm², cumpliendo la normativa dada por la MTOP. A pesar de definir esta dosificación, se recomendó realizar estudios con la aplicación de un 50% de piedra #4 para disminuir los costos. Para una mayor durabilidad se aplicará un doble tratamiento superficial, el cual protegerá la estabilización. Para definir el espesor de estabilización se siguió el método dado por la PCA, se llegó a la conclusión de que para vías se debe estabilizar una capa de 17.5 cm y para el parqueadero 15cm. Un problema adicional, es que en épocas de invierno el parqueadero sufría inundaciones por falta de un sistema de drenaje de aguas lluvias. La solución consistió en la construcción de cunetas triangulares que captarán las aguas lluvias de distintas áreas y las dirigirá hacia un sumidero tipo rejilla, conectado con una tubería que se direcciona hacia la zona de desfogue de agua. El presupuesto total considerando la aplicación de piedra #4 fue de 88'591.27 USD.

Palabras Clave: Suelo-cemento, vías, parqueadero, sistema de drenaje, doble tratamiento Superficial bituminoso.

ABSTRACT

In Ecuador 65% of provincial roads are in poor condition and unpaved, this is a direct indicator of the country's economy. The road part is an important point that should be considered, however, carrying out large scale project represents greater use of resources and time. For this reason, this study to be presented, has focused on solving the mentioned problem, but on a smaller scale. The main objective is to provide a solution to improve the subgrade of a parking and existing unpaved roads, inside the Gustavo Galindo Espol Campus. The method to be used is the stabilization of soil with cement, that if we make a comparison with a conventional paving method, it represents greater benefits. The work was divided into parts, first the topographic survey of the site was carried out, followed by this, soil studies were performed, among the results it was obtained that the roads were made up of high plasticity clay and the parking lot by silty sand. To improve the granulometry of the soil we made a mixture with 50% of subbase class 1 and then 6% of cement was applied, resulting in a mixture with a compressive strength greater than 18 kg/cm², complying with the regulations giving by the MTOP. Despite defining the dosage, it was recommended to conduct studies with the application of 50% stone #4 to reduce costs. For greater durability a double surface treatment will be applied, which will protect the stabilization. In order to define the stabilization thickness, the method given by the PCA was followed, it was concluded that a 17.5 cm layer should be stabilized for roads and 15 cm for the parking lot. An additional problem is that during the winter season the parking lot was flooded due to lack of a rainwater drainage system. The solution consisted of the construction of triangular ditches that will capture rainwater from different areas and direct them to a grid type drain, connected with a pipe that is directed towards a water vent zone. The total budget considering stone #4 application was USD 88'591.27.

Keywords: *Ground-cement, road, parking, drainage system, double bituminous surface treatment.*

Tabla de contenido

EVALUADORES	6
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ABREVIATURAS	xii
SIMBOLOGÍA	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE PLANOS	xvii
CAPÍTULO 1	18
1. INTRODUCCIÓN	18
1.1. Descripción del problema	19
1.2. Justificación del problema	20
1.3. Objetivos	20
1.3.1. Objetivo general	20
1.3.2. Objetivos específicos	20
1.4. Antecedentes	21
1.5. Marco teórico	22
1.5.1. Suelo	22
1.5.2. Cemento	23
CAPÍTULO 2	26
2. METODOLOGÍA	27
2.1. Procedimiento	27
2.2. Selección de alternativas	29
2.2.1. Suelo estabilizado con Cemento	30
2.2.2. Suelo estabilizado con organosilanos (Terrasil)	30
2.2.3. Diseño de una estructura de pavimento convencional	31
2.2.4. Selección de la mejor Alternativa	31
2.3. Topografía	32
2.3.1. Planimetría y altimetría	32
2.3.2. Nivelación	32
2.3.3. Triangulación	32
2.4. Caracterización del suelo	33

2.4.1.	Humedad ASTM D2216.....	33
2.4.2.	Análisis granulométrico ASTM C 136 – 06, INEN 696, AASHTO T-87, 88.....	34
2.4.3.	Límites de Atterberg	35
2.4.4.	Límite líquido ASTM D 4318	35
2.4.5.	Límite plástico ASTM D 4319	36
2.4.6.	Índice de plasticidad	36
2.4.7.	Ensayo de Proctor Modificado AASHTO T-180	36
2.4.8.	Ensayo de C.B.R. AASHTO T-193, ASTM D 1883	37
2.5.	Diseño de drenaje aguas lluvia	38
2.5.1.	Método Racional	38
2.5.2.	Coeficiente de escorrentía	38
2.5.3.	Tiempo de concentración	39
2.5.4.	Periodo de retorno	39
2.5.5.	Intensidad de lluvia	40
2.5.6.	Cunetas	41
2.6.	Diseño de Pavimento	43
Capítulo 3	.....	45
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	45
3.1.	Estudio Topográfico	45
3.1.1.	Triangulación.....	45
3.2.	Estudios de suelos.....	47
3.2.1.	Introducción.....	47
3.2.2.	Sistema de clasificación SUCS	47
3.2.3.	Sistema de clasificación AASHTO.....	49
3.2.4.	Ensayo de Proctor Modificado AASHTO T-180	51
3.2.5.	Ensayo de C.B.R. AASHTO T-193, ASTM D 1883	54
3.3.	Drenaje	55
3.3.1.	Limitación de cuenca.....	55
3.3.2.	Alternativa de diseño	56
3.3.3.	Coeficiente de escorrentía.....	57
3.3.4.	Áreas de aportación	57
3.3.5.	Intensidad de lluvia	57
3.3.6.	Caudal.....	58

3.3.7.	Diseño de Cunetas	58
3.3.8.	Diseño de sumidero	60
3.3.9.	Diseño de tubería.....	60
3.4.	Diseño del Pavimento.....	63
3.4.1.	Dosificación del suelo cemento.....	63
3.4.2.	Elaboración de los cilindros de suelo cemento.....	63
3.4.3.	Ensayo de comprensión simple de suelo cemento	64
3.4.4.	Dosificación óptima de suelo-cemento.....	65
3.4.5.	Diseño del espesor del suelo-cemento.....	67
3.5.	Costos y Presupuestos	69
3.6.	Estudio de Impacto ambiental.....	72
3.6.1.	Ubicación.....	72
3.6.2.	Coordenadas de ubicación	73
3.6.3.	Medio físico	73
3.6.4.	Medio Biótico.....	74
3.6.5.	Medio socioeconómico	74
3.6.6.	Evaluación de impactos significativos.....	75
3.6.7.	Criterios de magnitud para evaluar impactos de la obra.....	77
3.6.8.	Regularización ambiental	80
Capítulo 4	.....	82
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
4.1.	Conclusiones.....	82
4.2.	Recomendaciones.....	84
REFERENCIAS	.....	85
APÉNDICES	.....	87
APÉNDICE A	.....	88
APÉNDICE B	.....	91
APÉNDICE C	.....	110
APÉNDICE D	.....	113
APÉNDICE E	.....	118
APÉNDICE F	.....	138

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
COPOL	Colegio Politécnico
CONDUESPOL	Escuela de conductores profesionales ESPOL
FCV	Facultad de Ciencias de la Vida
TDPA	Tráfico Promedio Diario Anual
TSD	Tratamiento Superficial Doble
TSS	Tratamiento superficial Simple
INAMHI	Instituto nacional de meteorología y e hidrología
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
INECYC	Instituto Ecuatoriano del Cemento y del Hormigón
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ASTM	American Society for Testing and Materials
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
CBR	California Bearing Ratio
PCA	Portland Cement Association

SIMBOLOGÍA

Q	Caudal
C	Coefficiente de escorrentía
i	Intensidad de lluvia (mm/h)
A	Área en hectáreas
T _c	Tiempo de concentración
L	Longitud del cauce principal
So	Diferencia entre la cota máxima y cota mínima del cauce principal (%)
c, e, f	Coefficientes de parametrización
T	Espejo de agua
A ₀	Área neta de flujo de la rejilla (m ²)
H	Profundidad de sumidero
g	Gravedad 9.81 (m/s ²)
K	Módulo de reacción de la subrasante
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
Km	Kilómetros
m	metros
ha	Hectáreas
Q _d	Caudal de diseño
APU	Análisis de Costos Unitarios

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ciclo de las rocas	22
Figura 1.2 Proceso para elaboración del cemento	23
Figura 1.3 Distribución de capas de pavimentos flexibles y rígidos	25
Figura 2.1 Metodología general del proyecto	27
Figura 2.2 Procesos específicos de sistema de drenaje.....	28
Figura 2.3 Procesos específicos de la estabilización y estudios de suelo	29
Figura 2.4 Tipos de triangulaciones	33
Figura 2.5 Curva granulométrica de un suelo	34
Figura 2.6 Límites de Atterberg.....	35
Figura 2.7 Cuchara de Casa Grande	36
Figura 2.8 Curvas IDF de estación Guayaquil-Aeropuerto	40
Figura 3.1 Triangulaciones realizadas.....	46
Figura 3.2: Resultados del ensayo de Proctor Modificado para la calicata 1.	51
Figura 3.3: Resultados del ensayo de Proctor Modificado para la calicata 2.	52
Figura 3.4: Resultados del ensayo de Proctor Modificado para la calicata 3.	53
Figura 3.5. Limitación de la cueca.	55
Figura 3.6. Detalle de cuneta de hormigón	59
Figura 3.7. Cunetas de hormigón para las vías de acceso.	59
Figura 3.8. Perfil de la tubería	62
Figura 3.9. Desencofrado de cilindros de suelo-cemento.	64
Figura 3.10: Curvas Granulométricas para las diferentes combinaciones de los materiales.	65
Figura 3.11: Curvas Granulométricas para las diferentes combinaciones de los materiales.	66
Figura 3.12. Mapa de ubicación del Área de trabajo.	72
Figura 3.13. Actividades que se realizarán por la ejecución del proyecto y su posible impacto.....	75
Figura 3.14: Magnitud de las acciones que se realizarán por las actividades del proyecto.....	76
Figura 1. Demarcación de la estación 1 para empezar la radiación.....	88
Figura 2. Demarcación del backsight para empezar la radiación	88
Figura 3. Calado de la estación para realizar las respectivas triangulaciones.....	89
Figura 4. Nivelación arrastrando la cota de los hitos respectivos.....	90
Figura 5. Gráfico de Esfuerzo vs Penetración según los grados de compactación.....	101
Figura 6: CBR vs la densidad antes de la inmersión.	102
Figura 7: Gráfico de Esfuerzo vs Penetración según los grados de compactación.	104
Figura 8: CBR vs la densidad antes de la inmersión.	105
Figura 9: Gráfico de Esfuerzo vs Penetración según los grados de compactación.	107
Figura 10: CBR vs la densidad antes de la inmersión.	108
Figura 11. Extracción de Calicatas.	108
Figura 12. Elaboración del ensayo de Proctor modificado.....	109
Figura 13. Sumersión de los cilindros de CBR en la piscina.	109
Figura 14. Ábaco de diseño de espesores de suelo-cemento para material fino granular.....	116
Figura 15. Mezcla de suelo cemento, prueba de campo de humedad óptima.	117
Figura 16. Desencofrado de los cilindros.	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Coeficiente de escorrentía según el tipo de zona	38
Tabla 2.2 Coeficiente de escorrentía según el tipo de superficie	39
Tabla 2.3 Ecuaciones de intensidad según el tiempo de concentración	41
Tabla 2.4 Propiedades geométricas según tipo de cuneta	41
Tabla 2.5 Velocidades máximas	43
Tabla 2.6: Valores comunes de módulos de reacción de la subrasante para materiales comunes de subrasante y subbase.....	44
Tabla 3.1 Puntos utilizados para el levantamiento topográfico	46
Tabla 3.2. Ubicación de las calicatas georreferenciadas.....	47
Tabla 3.3. Sistema de Clasificación unificado.....	47
Tabla 3.4. Resultados de la primera calicata según la clasificación SUCS.....	48
Tabla 3.5. Resultados de la tercera calicata según la clasificación SUCS.....	48
Tabla 3.6. Resultados de la tercera calicata según la clasificación SUCS.....	49
Tabla 3.7. Resultados de la primera calicata según la clasificación AASHTO.....	49
Tabla 3.8. Resultados de la segunda calicata según la clasificación AASHTO.....	50
Tabla 3.9. Resultados de la tercera calicata según la clasificación AASHTO.....	50
Tabla 3.10. Datos de la cuenta hidrográfica.....	56
Tabla 3.11. Área de aportación respectiva para cada cuneta.....	57
Tabla 3.12. Datos de la estación meteorológica más cercana.....	57
Tabla 3.13. Caudales de aportaciones para cada cuneta.....	58
Tabla 3.14. Caudales de diseño y capacidad del caudal máximo de cada cuneta.....	59
Tabla 3.15. Detalle de las cunetas de las vías de acceso.....	60
Tabla 3.16. Procedimiento de los cálculos realizados para obtener el diámetro de la tubería.....	61
Tabla 3.17. Resultados de los ensayos de compresión simple a los cilindros de suelo-cemento.....	64
Tabla 3.18. Factores de fatiga para tránsito liviano.....	67
Tabla 3.19. Espesores de carpeta según el espesor del suelo-cemento.....	68
Tabla 3.20. Coordenadas geográficas del área en donde se realizará el proyecto.....	73
Tabla 3.21. Criterios de peligrosidad para evaluar los impactos de la obra.....	77
Tabla 1. Resultados del ensayo de contenido de humedad para la calicata 1.....	91
Tabla 2. Resultados del ensayo de contenido de humedad para la calicata 2.....	91
Tabla 3. Resultados del ensayo de contenido de humedad para la calicata 3.....	91
Tabla 4. Determinación de los límites de Atterberg Calicata 1.....	96
Tabla 5. Determinación de los límites de Atterberg Calicata 2.....	97
Tabla 6. Determinación de los límites de Atterberg Calicata 3.....	98
Tabla 7. Tabla de clasificación de suelos AASHTO.....	99
Tabla 8. Datos de carga de penetración obtenidos de la prensa de CBR y posteriormente calculado los esfuerzos.....	101
Tabla 9. Datos de carga de penetración obtenidos de la prensa de CBR y posteriormente calculado los esfuerzos.....	104
Tabla 10. Datos de carga de penetración obtenidos de la prensa de CBR y posteriormente calculado los esfuerzos.....	107
Tabla 11. Datos de la cuenta de trabajo.....	110
Tabla 12. Datos de las cunetas del parqueadero.....	111
Tabla 13. Resultados del ensayo de compresión simple con 8% de cemento C3.....	113
Tabla 14. Resultados del ensayo de compresión simple con 6% de cemento C2.....	113
Tabla 15. Resultados del ensayo de compresión simple con 5% de cemento 70% C3 y 30% Sub Base.....	114

Tabla 16. Resultados del ensayo de compresión simple con 5% de cemento 70% C2 y 30% Sub Base.
..... 114

Tabla 17. Contenido de Humedad de muestras de cilindro...... 114

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Plano arquitectónico del Parqueadero
- PLANO 2 Plano de sistema de drenaje pluvial-parqueadero
- PLANO 3 Plano Planta-cortes de las vías
- PLANO 4 Secciones Transversales de la Estabilización

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La infraestructura es importante para el crecimiento de un país. Las obras que se realizan en crecimiento de infraestructura representan una mejora económica en el país. Las funciones de estas obras son diversas, pueden ser para el movimiento de personas, conectar lugares, ayudar a que los servicios básicos lleguen fácilmente a nuestros lugares, entre otras que tienen como fin mejorar la calidad de vida y promover el desarrollo económico (Ruiz, 2012). La ciudad de Guayaquil es un ejemplo de lo que Ruíz indica, desde su año de fundación en 1535, ésta ha tenido que ir mejorando en el tema de infraestructura para brindar calidad de vida a los habitantes, el resultado de esto es lo que se tiene el día de hoy, mejores conexiones con otros lugares, edificios, instalaciones educacionales y de salud, entre otros servicios. Es evidente que, con el crecimiento poblacional surgen las necesidades, las cuales deben ser tomadas en cuenta para presentar soluciones que vayan de la mano con el desarrollo de un lugar. La ingeniería civil es parte fundamental en la mejora de un país ya que, en la actualidad, ésta depende del crecimiento en infraestructuras y de las soluciones que se brindan para diversas construcciones. Un indicador clave en el desarrollo del país es la mejora en el sistema educacional, dentro de esto se tiene la parte de infraestructura adecuada que brinde a la comunidad, espacios adecuados, conexiones viales en excelentes condiciones, aulas seguras, entre otros.

1.1. Descripción del problema

Desde la inauguración del campus de la Escuela Superior Politécnica del Litoral Gustavo Galindo en el año 1991 se ha ido planificando, organizando y ejecutando obras de mejoramiento estructural que ha llevado a un acrecentamiento de progreso, cumpliendo estándares de calidad de infraestructura, garantizando a la institución espacios adecuados para la comunidad educativa.

Como se evidencia el crecimiento de la comunidad politécnica, resulta mayores necesidades y por consiguiente el mejoramiento en infraestructura. El aumento de la población estudiantil obliga a planificar, organizar, ejecutar y a evaluar otras mejoras para brindar cada vez buenos servicios a la comunidad. Para mejorar los servicios educativos la ESPOL, dio apertura a centros educativos de otros niveles y servicios, como el Colegio Politécnico (Copol) y la Escuela de Conductores Profesionales (Conduespol). Copol es una unidad educativa que brinda educación: inicial, primaria y bachillerato, sus instalaciones están ubicadas dentro del campus ESPOL. Por un lado, los niveles de Educación Inicial y primaria constan con un parqueadero que se conecta por medio de una vía de acceso a un parqueadero de la Facultad de ciencias de la vida y con Conduespol. Esta vía de acceso es muy transitada por buses escolares en la entrada y salida de clases. Por otro lado, Conduespol brinda el servicio de obtención de licencias profesionales y a lado de Copol tienen sus instalaciones donde parquean sus vehículos para sus prácticas. Esta instalación usa también una vía de acceso para salida de sus vehículos y se conecta con la vía de Copol anteriormente mencionada y con el parqueadero de la Facultad de Ciencias de la Vida. Esta vía es transitada todos los días de la semana. El parqueadero de la Facultad de ciencias de la vida es utilizado diariamente, pero brinda mayor servicio los fines de semana ya que recepta a todos los estudiantes que reciben clases en Conduespol. El problema surge porque estas vías de acceso no están pavimentadas y ocurre lo mismo en el parqueadero de la Facultad de Ciencias de la Vida. Presentando así inseguridad en los usuarios y problemas de estabilización, más que todo en tiempo de invierno. Al no tener una infraestructura adecuada, dentro del problema entra la falta de sistema de drenaje; el agua proveniente de las partes altas se acumula en el parqueadero inundándolo.

1.2. Justificación del problema

Las vías de acceso y el parqueadero mencionado actualmente están presentando malestar e inseguridad, afectando a la imagen y desarrollo de la Comunidad Politécnica. Con esta propuesta de este proyecto queremos contribuir a mejorar la imagen y desarrollo institucional del campus optimizando los recursos que brinda la carrera de ingeniería civil, con los conocimientos cognitivos, prácticos y socioafectivos, adquiridos durante la carrera estudiantil, con una formación profesional competitiva con ideas proactivas y emprendedoras, pensando siempre en el beneficio de la colectividad con planes de mejora continuas. Este proyecto integrador aportará al mejoramiento y calidad de infraestructura que posee esta institución de educación superior, tanto a la comunidad interna como externa, llevando hacia el prestigio y al éxito institucional.

Con esta propuesta se busca dar soluciones para mejorar las vías accesos Copol-Conduespol y parqueadero de Facultad de Ciencias de la Vida, ya existentes, para brindar mayor seguridad y una mejor calidad de vida para los usuarios internos y externos. Con este proyecto integrador, se quiere tener como resultado el fácil acceso a las distintas instalaciones, brindado seguridad, optimización del tiempo, con el uso adecuado de recursos. De la misma manera para potenciar la ubicación vehicular correcta y ordenada, se propone mejorar espacios de parqueadero, para brindar un servicio de calidad a los clientes internos y externos en el campus Prosperina ESPOL, utilizando la técnica de estabilización de suelo que garantizará mejor resistencia y firmeza para desplazamiento vehicular y duración del terreno.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Mejorar la subrasante de vías existentes de acceso a Conduespol, Copol y parqueadero de Facultad de Ciencias de la Vida, mediante la estabilización de suelo para beneficiar a la comunidad del campus Prosperina ESPOL.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar estudios de suelo y presentar soluciones de estabilización.
- Determinar la topografía del terreno de estudio para definir el área de estudio
- Proponer solución de drenaje y diseño de estabilización

- Valorar un estudio de impacto ambiental para mantener las áreas y recursos naturales.

1.4. Antecedentes

En lo que respecta en la ingeniería civil, se tiene el desarrollo constante de diversos materiales que dan soluciones a los distintos proyectos de construcción, para esto se estudia las condiciones que se pueden presentar naturalmente. Entre los proyectos ingenieriles están el diseño de vías y mejoramiento en infraestructura en áreas existentes. Para estas obras es necesario el estudio de suelo para selección de mejor alternativa, estos suelos pueden presentar el contenido de diversos materiales, siendo el peor de los casos arcillas o suelos orgánicos. Los materiales como el bitumen, cemento, compuestos químicos, entre otros sirven efectivamente para realizar estabilizaciones y mejoramiento de suelo natural, teniendo como respuesta muy buenos resultados (Elizondo & Sibaja, 2009).

En la actualidad se está considerando el uso de cemento portland para la estabilización rápida de vías y áreas de bajo movimiento vehicular, este método representa bajos costos. Para el mejoramiento de suelo se puede realizar una mezcla de suelo con cemento, ayudando a mejorar las propiedades mecánicas. Como resultado de la mezcla, se tiene la reducción en plasticidad y aumento en resistencia. (Industriales, 2019)

La estabilización de suelo usando cemento es una metodología que ha sido aplicada nacional e internacionalmente. En el caso internacional se tiene el aeropuerto internacional Des Moines en Iowa, donde actuó la firma Foth Infrastructure & Environment LLC, junto con la constructora contratante Flynn Company Inc. Según (Ferrier, 2018) el proyecto consistía en la reconstrucción de una pista de 2500 pies, la cual la Administración de Aviación Federal requería como mínimo 125 psi de resistencia a la compresión. El problema principal era la presencia de arcillas CL, por la cual según estudios que se realizaron se llegó a la aplicación de la estabilización del suelo con 6 a 8% de cemento.

1.5. Marco teórico

1.5.1. Suelo

Karl Terzaghi define suelo a todo agregado natural no cementado de partículas minerales que pueden ser separadas por procedimientos mecánicos y se encuentra en la corteza terrestre. El suelo contiene compuestos orgánicos e inorgánicos, además presenta contenido de aire en los espacios vacíos.

Los suelos se difieren según su origen, estos pueden ser divididos en dos grupos, el primero entran los suelos resultados por descomposición física o química de rocas y en el otro grupo entran los suelos orgánicos o residuales que se forman por descomposición de materiales orgánicos.

Los granos minerales que forman la fase sólida de un agregado del suelo son el producto de la intemperización y la erosión de la roca. El origen de las rocas es dividido en: ígneas, metamórficas y sedimentarias (Das, 2015).

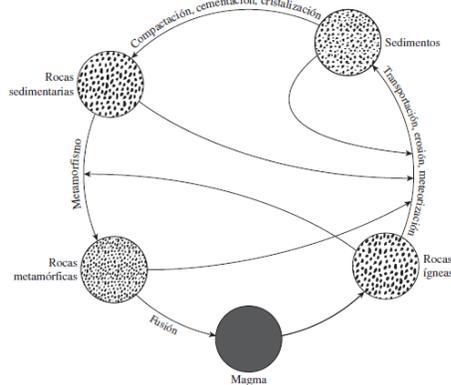


Figura 1.1 Ciclo de las rocas

Fuente: Braja M. Das 2015

1.5.2. Cemento

El conocido cemento portland es un conglomerante que se forma con la unión de caliza y arcilla, la cuales pasan por un proceso de calcinación a altas temperaturas para formar lo que se conoce como Clinker, este resultado junto con yeso se forma el cemento. La propiedad más importante es que al mezclarse con agua se endurece y gana resistencia. En Ecuador se comercializan varios tipos de cemento que son muy usados en construcciones, entre los cuales se destacan los cementos de uso general, alta resistencia, para base vial y resistencia a los sulfatos.

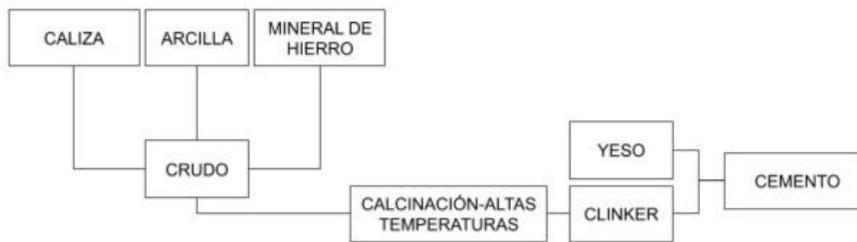


Figura 1.2 Proceso para elaboración del cemento

Fuente: Arévalo, Villegas 2019

1.5.3. Estabilización de suelos

La estabilización de suelos se basa en el mejoramiento del suelo existente alterando sus propiedades. Existen métodos de estabilización que pueden ser de forma química o mecánica. La estabilización química se da en la aplicación de químicos en el suelo a estabilizar. Como ejemplo se tiene la aplicación de cal, aditivos químicos o cementos, estos actúan reduciendo la plasticidad, más que todo en suelos orgánicos. La estabilización mecánica, se da por el uso de métodos mecánicos como la compactación, blasting, vibraciones, uso de drenes, precarga, entre otros (Das, 2015).

Mediante este proceso se presentan ventajas como aprovechamiento del suelo, aumentar la resistencia a la erosión, permitir una mayor circulación y tener una superficie estable donde se pueda implementar alguna construcción (Yepes, 2008).

1.5.4. Estabilización Suelo-Cemento

El proceso de estabilización suelo-cemento se da en la mezcla entre suelo pulverizado con cemento portland y cantidades de agua, esta mezcla debe finalmente ser homogenizada y compactada para así lograr la densificar el suelo, mejorando la estabilidad. Por consiguiente, se tiene mayor resistencia a esfuerzos de compresión, aumenta la impermeabilidad y se vuelve un suelo más duradero (Toirac Corral, 2008). Como mayor ventaja se tiene que esta estabilización es realizada en situ, usando el suelo existente y de rápida aplicación, es más aplicable para suelos que presentan baja carga dinámica. Entre las ventajas de la aplicación del suelo cemento está la reducción del riesgo de bombeo de finos en las vías, presenta resistencia ante los agentes atmosféricos, costos menores en relación con un pavimento convencional, fácil aplicación, menor impacto ambiental, entre otros.

1.5.5. Estabilización con Organo-Silanos

La estabilización por medio de organo-silanos ayuda en la impermeabilización de suelos logrando proteger el pavimento antes daños. Los organo-silanos tienen enlaces que los ayuda a ser solubles al contacto con agua, protegen contra los rayos UltraVioleta, siendo estables a la acción del calor. Los organo-silanos pueden reaccionar con grupos de silanol, los cuales se los encuentran en arenas, limos, arcillas, al contacto con ellos se forman uniones Alquil-Siloxano que aporten en la estabilización, formando una capa impermeable in situ. (Vinuesa, 2014)

1.5.6. Estabilización por pavimentación

Se indica como pavimento al conjunto de capas diseñadas de tal forma que puedan soportar cargas de tránsito, las cuales se transfieren a los estratos inferiores. El pavimento finalmente presenta en la superficie, una capa de rodadura que puede generalmente ser de asfalto u hormigón. Los esfuerzos en un pavimento son mayores en las capas superiores, por este motivo es necesario que estas capas sean de mayor calidad para que soporten mayor capacidad de carga. Entre la clasificación se tiene: pavimentos rígidos y pavimentos flexibles.

Los pavimentos flexibles al contacto con las llantas del vehículo presentan, en la superficie, un área pequeña de distribución de carga, pero la presión es mayor en la subrasante. Las

deformaciones que se dan en la parte inferior del pavimento, que se reflejan en la superficie, además como tiene menor capacidad portante, éste actúa como una capa elástica.

Los pavimentos rígidos generalmente están contruidos con una losa de cemento hidráulico apoyada por la capa subbase y subrasante. Al contacto con las llantas del vehículo presentan, en la superficie, un área grande de distribución de carga, disminuyendo la presión que experimenta la subrasante.

El periodo de vida de los pavimentos flexibles es menor a de los rígidos y su construcción resulta ser más económica.

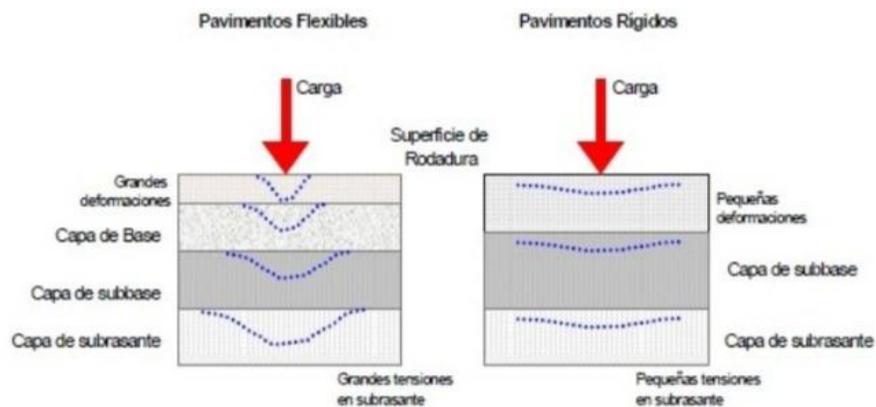


Figura 1.3 Distribución de capas de pavimentos flexibles y rígidos

Fuente: Sergio Alvarado 2012

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1. Procedimiento

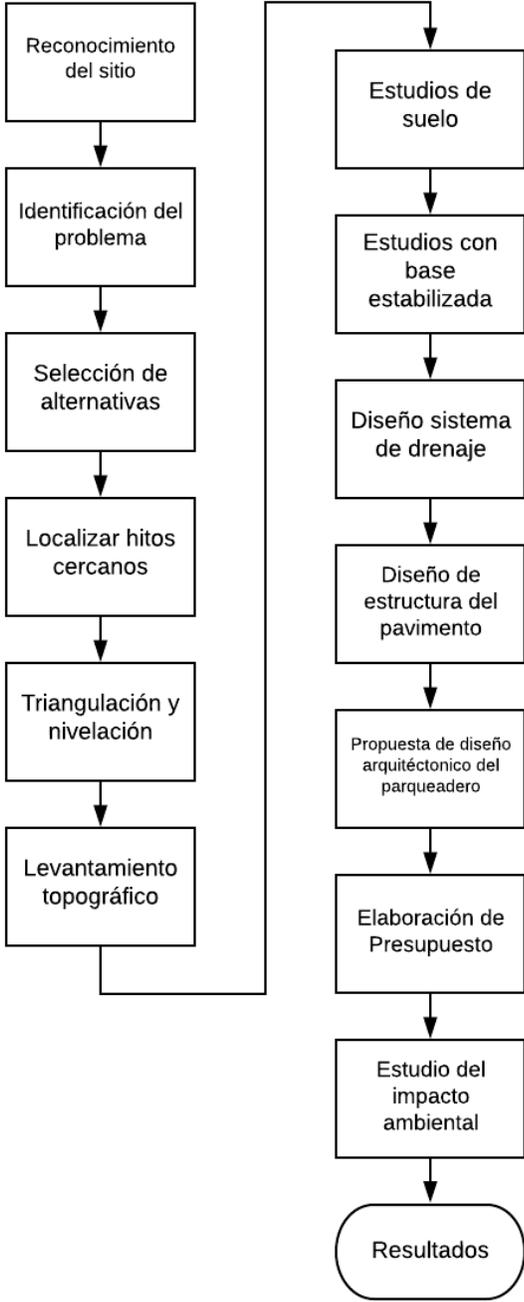


Figura 2.1 Metodología general del proyecto

Fuente: Jhean Arévalo, Anizia Villegas 2019

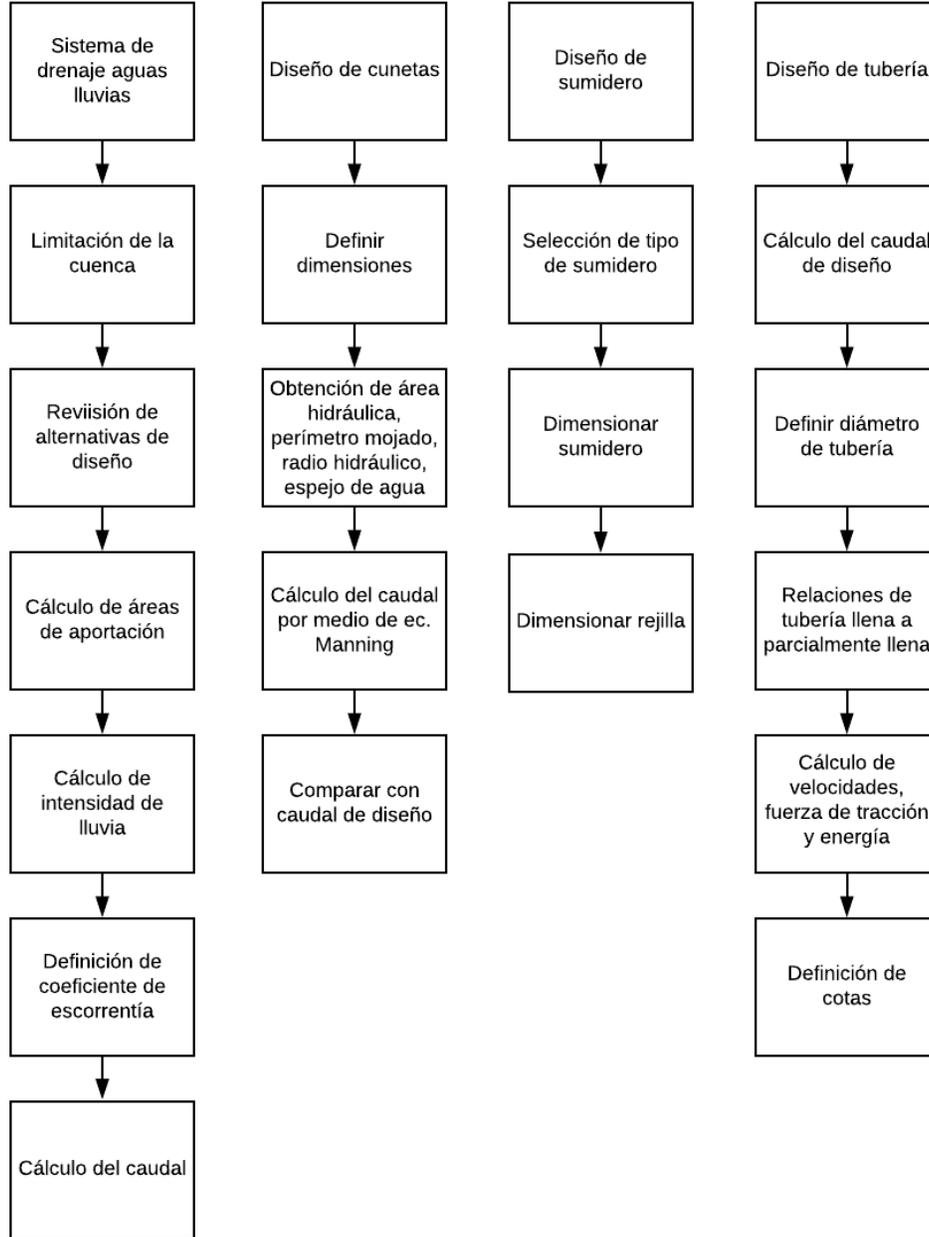


Figura 2.2 Procesos específicos de sistema de drenaje

Fuente: Jhean Arévalo, Anizia Villegas 2019

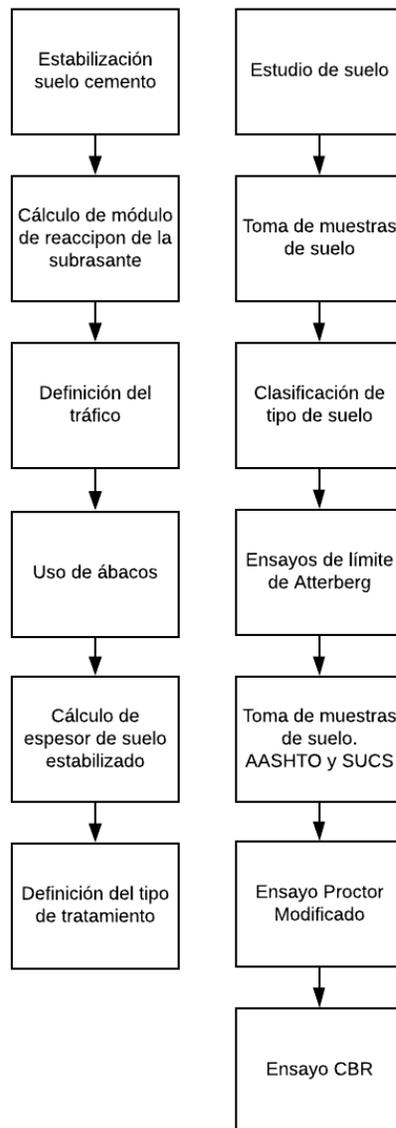


Figura 2.3 Procesos específicos de la estabilización y estudios de suelo

Fuente: Jhean Arévalo, Anizia Villegas 2019

2.2. Selección de alternativas

Entre la mejor alternativa seleccionada, se presenta un diseño usando el método de estabilización con suelo cemento, ya que se considera un crecimiento representativo de vehículos que circularán por esta nueva vía, esta propuesta permitirá la durabilidad y el confort de los usuarios. Se realizará un estudio de suelo confiable para analizar el aprovechamiento de las excavaciones y evitar tener grandes gastos. Entre los beneficios

está la seguridad de los buses escolares que se dirigen a Copol, además de los vehículos que salen a sus prácticas en Conduespol y la seguridad que presentará el parqueadero de Facultad de Ciencias de la Vida. Existirá también beneficios del personal administrativo en Espol que podrán usar estas rutas para llegar a sus trabajos y usar el estacionamiento cuando lo requieran.

Con todo lo descrito anteriormente el mejoramiento de las vías de acceso y parqueadero, beneficiará un gran número de personas, mejorando su calidad de vida y dando un mejor rendimiento a la realización de actividades diarias.

2.2.1. Suelo estabilizado con Cemento

El desarrollo de esta alternativa es la utilización de cemento tipo MH para la estabilización del parqueadero y las vías de acceso. Según (Toirac Corral, 2008), la principal ventaja del suelo-cemento es que es aplicable a la mayoría de los tipos de suelos. Los suelos que no son práctico estabilizar con cemento debido a su alto costo, son los que demanda mucho porcentaje de cemento entre estos se pueden destacar los siguientes: suelos orgánicos y arcilla de muy alta plasticidad.

2.2.2. Suelo estabilizado con organosilanos (Terrasil)

Esta alternativa se resume en la utilización de un aditivo (organosilanos) para mejorar las propiedades del suelo. Según (Baudouin Njine, Kenne Dedzo, Péguy Nanseu, & Ngameni, 2015) se ha comprobado que este producto es eficiente modificando la estructura de suelos con contenido de arcillas porosas, arcillas esmectitas, arcillas caolinitas, etc. También revisión de literatura se destaca que este material se ha utilizado para estabilizar obras de infraestructura vial. En la revisión de la literatura se resalta que este material ayuda a crear superficies hidrofóbicas, también tienen una influencia en la compactación, hinchamiento y resistencia del material. Por el contrario, este aditivo no ayuda disminuir el límite plástico de los suelos.

2.2.3. Diseño de una estructura de pavimento convencional

Comúnmente la estructura de los pavimentos está conformada por 3 o más capas siendo estas: mejoramiento, sub-base, base, capa de rodadura. Para esta alternativa se seleccionó una capa de rodadura de adoquines. La principal ventaja de esta alternativa radica en que la estructura puede soportar grandes cargas y tránsitos elevados. La principal desventaja de esta alternativa es su alto costo debido a la alta demanda de agregados.

2.2.4. Selección de la mejor Alternativa

Para seleccionar la alternativa más óptima se tuvieron en cuenta diversos criterios tales como: factor económico, experiencia constructiva, tráfico, condiciones del suelo. Es importante hacer énfasis que el cliente requiere una solución muy económica por lo que este factor es muy importante.

Debido a que el diseño de una estructura convencional de pavimento es muy costoso debido a su alta demanda de material y maquinaria lo hace una opción inviable para el proyecto. La alternativa de utilizar Terrasil para la estabilización del suelo es una buena opción, pero debido a la falta de experiencia constructiva, la adquisición del producto, además este producto muchas veces necesita ser complementado con Cal o Cemento, por lo que se descarta esta alternativa. Finalmente, alternativa de utilizar cemento para estabilizar el suelo es una muy económica, en donde se tiene una experiencia constructiva, también debido a que el tránsito en el lugar de estudio es únicamente de vehículos livianos la estructura del pavimento estará sometida a bajos esfuerzos. Esta es la alternativa más óptima.

2.3. Topografía

2.3.1. Planimetría y altimetría

La planimetría ayuda a la representación en escala del sitio en plano horizontal tomando como referencia un plano de comparación. El levantamiento planimétrico es necesario para certificar puntos sobre la superficie de la tierra.

La altimetría está dada por un grupo de trabajos que ayudan a obtener las alturas y forma en sentido vertical del sitio de trabajo. Todas estas alturas están en referencia a un plano de comparación, normalmente se usa el plano del nivel medio del mar. El levantamiento planimétrico es necesario para obtener cotas que son las elevaciones en un lugar con referencia al nivel medio del mar.

2.3.2. Nivelación

La nivelación se la realiza utilizando el nivel y estadales, lo que visualiza desde el nivel está a 90° y se puede obtener las cotas de puntos específicos, siempre y cuando se tenga un punto base, este debe tener una cota conocida a base del nivel medio del mar.

2.3.3. Triangulación

La triangulación es un método de control para realizar levantamiento topográfico de áreas grandes. Este cubre el área de levantamiento con cadena de triángulos, los cuales se realiza la medición de uno de sus lados "base" y también los ángulos de cada vértice. Esto permite tener las coordenadas de cada vértice ya que existe una unión entre cada triángulo, un triángulo funciona como base del triángulo siguiente.

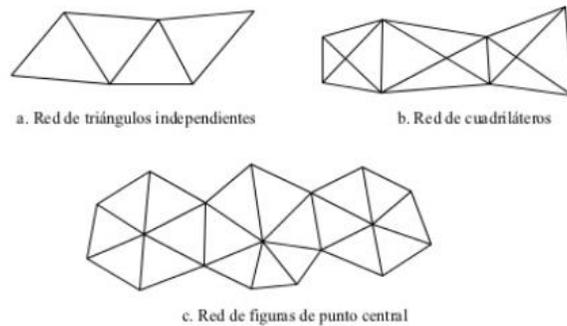


Figura 2.4 Tipos de triangulaciones

Fuente: Leonardo Casanova 2011

La red de triangulaciones se basa en establecer puntos en el sitio formando triángulos que tienen un lado en común, dirigiéndose hacia el punto objetivo, estableciendo un punto georreferenciado que se tomará como un hito. Es decir que la triangulación permite realizar un arrastre de hitos hacia otro punto.

2.4. Caracterización del suelo

2.4.1. Humedad ASTM D2216

La importancia de este ensayo radica que ayuda a conocer, cómo está el suelo en condiciones naturales, también a inferir cómo se puede comportar el suelo. Además, este ensayo es de utilidad para clasificar el suelo por el sistema de clasificación de la AASHTO.

Para el ensayo se siguió la metodología señalada en la norma ASTM D2216 el cual dice que se debe tomar una porción de muestra de suelo en un recipiente, pesar el recipiente y la muestra más recipiente luego se pone a secar al horno a una temperatura de 110 °C por 24 horas o hasta que la masa sea constante, después se pesa la masa seca, luego mediante una diferencia se obtiene la masa del agua al inicio y también la masa seca de suelo con lo cual se hace una relación entre la masa de agua y la masa de suelo seca y se obtiene el porcentaje de humedad.

2.4.2. Análisis granulométrico ASTM C 136 – 06, INEN 696, AASHTO T-87, 88

Este ensayo ayuda a determinar la graduación o distribución del material o árido en cuestión de acuerdo con el tamaño de sus partículas. Según (Das, 2015) existe dos formas o métodos por las que se puede realizar un análisis mecánico del suelo: análisis por tamizaje para partículas mayores a 75 micro metros y análisis por hidrómetro para partículas menores a 75 micro metros. El ensayo por tamizaje consiste en pasar el material por una serie de tamices de diferentes tamaños ordenados de manera descendente.

El tamaño y la cantidad de tamices que se escoja depende de la finalidad que tenga el ensayo y también de las características de la muestra. Para el proyecto este ensayo tiene dos fines, el primero es que ayuda a determinar el tipo de suelo tanto por la clasificación AASHTO y SUCS y el segundo es que ayuda a determinar si el material es óptimo para el uso de suelo cemento.

Para la interpretación de los datos de la granulometría o visualizar la distribución de las partículas se utiliza las curvas granulométricas, las cuales relacionan el porcentaje de partículas pasantes con respecto al tamaño de las aberturas de los tamices en milímetros. (Lambe & Whitman, 2004)

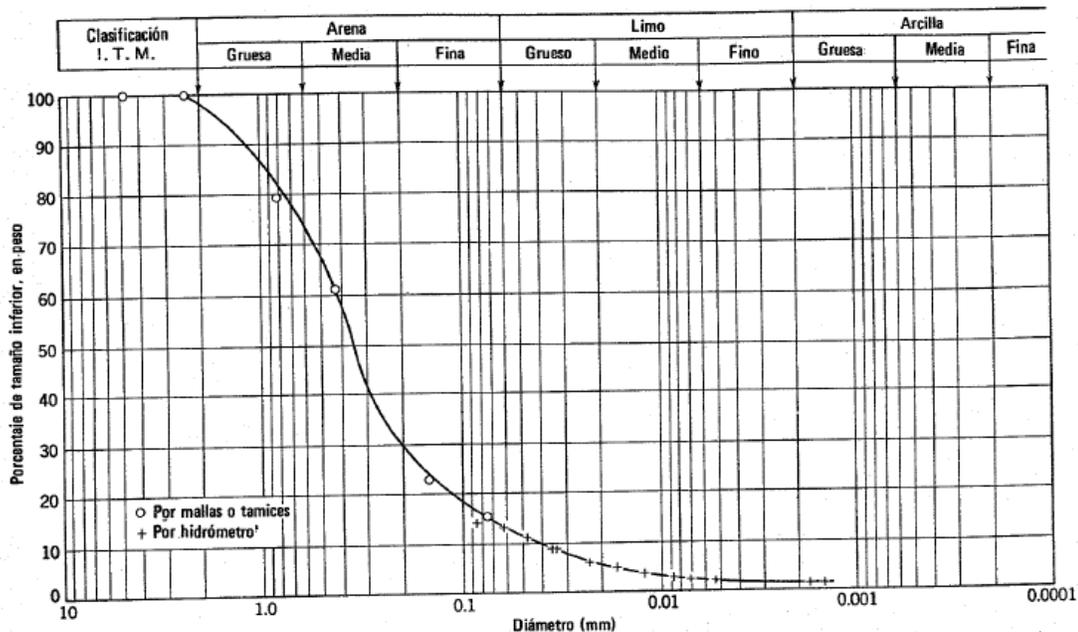


Figura 2.5 Curva granulométrica de un suelo

Fuente: Lambe & Whitman 2004

2.4.3. Límites de Atterberg

Todos hemos interactuado con el suelo, por lo tanto, se conoce que el suelo presenta diferentes consistencias dependiendo del contenido o cantidad que tenga en suelo, al tener más agua el suelo se va volviendo más suave y frágil. Este fenómeno es muy conocido por los jugadores de campesinos y las personas que practican algún deporte en el césped como el caso de fútbol. Al percatarse de este fenómeno el científico Albert Atterberg en 1900 decidió desarrollar una metodología para describir la consistencia del suelo relacionada con su contenido de humedad, este científico dividió el suelo en cuatro estados que son los siguientes: sólido, semisólido, plástico y líquido (Atkinson, 2007) & (Das, 2015).

Según (Lambe & Whitman, 2004) a los tres límites de estos cuatro estados se los conoce como los límites de Atterberg, el límite o frontera entre el estado sólido y semisólido se lo conoce como límite de contracción o retracción es el que menos humedad tiene, el confín entre el estado semisólido y plástico se lo conoce como límite plástico y finalmente al límite entre el estado plástico y líquido como límite líquido.

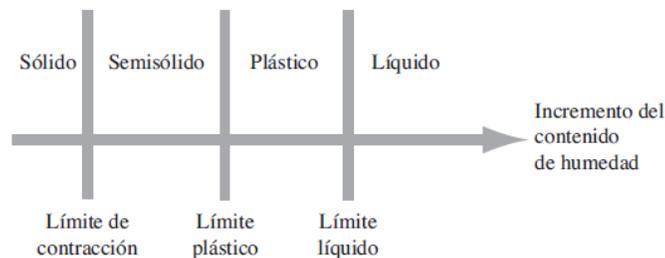


Figura 2.6 Límites de Atterberg

Fuente: Braja M. Das 2015

2.4.4. Límite líquido ASTM D 4318

El método consiste en utilizar un equipo normalizado llamado la cuchara de Casa Grande, este aparato consta de una copa semiesférica de latón el cual es dejado caer por una manivela sobre una base de goma dura desde una altura de 10 mm. Para empezar con este ensayo se necesita una muestra de suelo seca pasantes del tamiz #40 una cantidad mayor a 150 gr. Para determinar el límite líquido se necesita que en este ensayo se cierre la ranura una longitud de 12.5 mm con 25 golpes. Debido a que esto es muy complicado se debe

calcular la humedad para diferentes números de golpes, estos deben ser mínimo 4 y deben estar en un rango de 15 a 35 golpes. Posterior a esto se debe hacer una representación gráfica de la humedad vs el logaritmo del número de golpes, con lo cual se obtiene una recta, de esta recta se puede calcular la humedad correspondiente a un número de golpes de 25 (Budhu, 2011) & (Das, 2015).

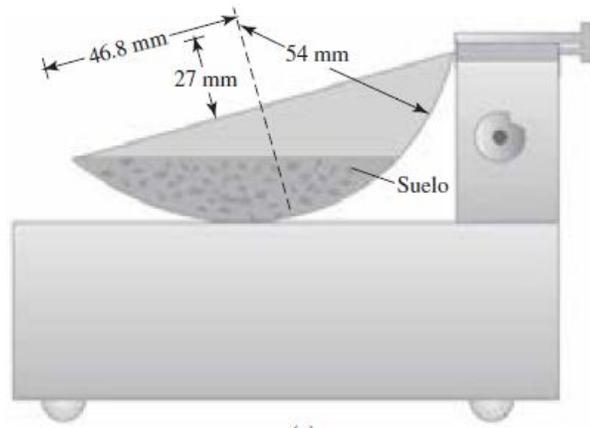


Figura 2.7 Cuchara de Casa Grande

Fuente: Braja M. Das 2015

2.4.5. Límite plástico ASTM D 4319

El límite plástico es el porcentaje de contenido de humedad que existe en rollitos de suelo de 3 mm fisurados, pero sin romperse, de muestras de suelo tamizadas por el tamiz #40 (Das, 2015).

2.4.6. Índice de plasticidad

Según (Lambe & Whitman, 2004) el índice de plasticidad indica la diferencia entre el contenido de humedad del límite líquido y del límite plástico.

2.4.7. Ensayo de Proctor Modificado AASHTO T-180

El Proctor es un ensayo que se desarrolló en los laboratorios en la década de los 1930 cuando se quería ver el comportamiento del suelo ya compactado variando la cantidad de agua en el suelo, principalmente se lo usaba cuando en la construcción de represas. Después debido a que se fueron mejorando los rodillos por rodillos más pesados y la energía

de compactación fue mayor se tuvo que modificar al ensayo de Proctor. Por lo que se creó el ensayo de Proctor modificado.

2.4.8. Ensayo de C.B.R. AASHTO T-193, ASTM D 1883

El California bearing Ratio, es definido como la razón para una prueba de carga para una carga estándar, el cual es expresado como un porcentaje para una penetración del pistón. Comúnmente, cuando el CBR disminuye la penetración aumenta (Venkatasubramanian & Dhinakaran, 2011).

2.5. Diseño de drenaje aguas lluvia

2.5.1. Método Racional

El método racional se lo utiliza para determinar el caudal máximo de cuencas que tienen áreas menores a 100 ha, considerando el tiempo de recorrido que le toma a la lluvia en escurrirse a lo largo de la cuenca hacia el punto de descarga. Este tiempo depende del escurrimiento en la superficie y junto a esto las condiciones de la cuenca (seca o con recientes lluvia)

$$Q = 0.00278 * c * i * A \quad (2.1)$$

Donde:

- C es el coeficiente de escorrentía
- i es la intensidad de lluvia (mm/h)
- A es el área (ha)

2.5.2. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía representa la cantidad de lluvia que fluye en la superficie en la que cae, por este motivo este valor dependerá del tipo de terreno. Dentro de una cuenca se puede identificar distintos coeficientes, según las condiciones existentes. El manual de diseño de alcantarillado de Interagua recomienda los siguientes valores, dado el tipo de zona y tipo de superficie.

Tabla 2.1 Coeficiente de escorrentía según el tipo de zona

Fuente: Norma de diseño Senagua 2005

Tipo de zona	C
Zonas centrales densamente construidas con vías y calzadas pavimentadas	0,70 – 0,90
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0,70
Zonas residenciales medianamente pobladas	0,55 – 0,65
Zonas residenciales con baja densidad	0,35 – 0,55
Parques y campos de deportes	0,10 – 0,20

Tabla 2.2 Coeficiente de escorrentía según el tipo de superficie

Fuente: Norma de diseño Senagua 2005

Tipo de superficie	C
Cubierta metálica o teja vidriada	0,95
Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0,90
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0,85 - 0,90
Pavimentos de hormigón	0,80 – 0,85
Empedrados (juntas pequeñas)	0,75 – 0,80
Empedrados (juntas ordinarias)	0,40 – 0,50
Pavimentos de macadam	0,25 – 0,60
Superficies no pavimentadas	0,10 – 0,30
Parques y jardines	0,05 – 0,25

2.5.3. Tiempo de concentración

También indicado como duración de lluvia, es el tiempo que se toma una gota de agua de lluvia en ir desde la cota más lejana de la cuenca hacia el punto en análisis.

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S_o^{0.25}} \right)^{0.75} \quad (2.2)$$

Donde:

- T_c es el tiempo de concentración (min)
- L es la longitud del cauce principal (km)
- S_o es la resta entre la cota máxima y cota mínima del cauce principal (%)

2.5.4. Periodo de retorno

El periodo de retorno representa el intervalo promedio de tiempo de dos lluvias que pueden ser de misma o mayor a la precipitación considerada. En el Manual de diseño de alcantarillado de Interagua se indica que para un sistema de micro de drenaje se considera un periodo de retorno de 2 a 10 años, se lo elige dependiendo de la importancia y condiciones del sector.

2.5.5. Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia está representada por la cantidad de lluvia que ha descendido en un tiempo analizado, en el cual se ha producido la máxima precipitación.

$$i = \frac{c}{d^e + f} \quad (2.3)$$

Donde:

- i es la intensidad de lluvia (mm/h)
- c , e , f son coeficientes de parametrización
- d es la duración de la lluvia (min)
- T frecuencia de diseño (años)

Para el cálculo de intensidad de lluvia en la ciudad de Guayaquil se muestran las gráficas obtenidas por medio de la ecuación mencionada para distintos periodos de retorno, posterior a esto se puede generar ecuaciones de las curvas para distintos periodos de tiempo.

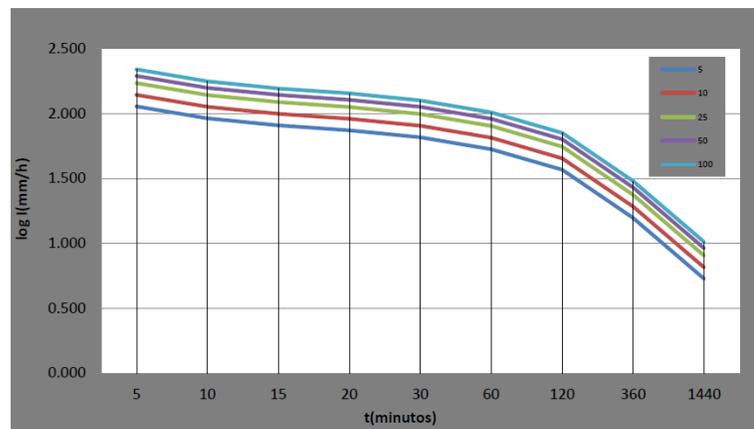


Figura 2.8 Curvas IDF de estación Guayaquil-Aeropuerto

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA 2015

Tabla 2.3 Ecuaciones de intensidad según el tiempo de concentración

Fuente: INAMHI 2015

Estación	Intervalo de tiempo	Ecuaciones de intensidad
Guayaquil- Aeropuerto	5<30	$i = 135.7748 * T^{0.2169} * t^{-0.3063}$
	30<120	$i = 203.0259 * T^{0.2169} * t^{-0.4170}$
	120<1440	$i = 1113.025 * T^{0.2169} * t^{-0.7779}$

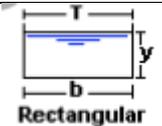
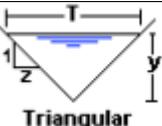
2.5.6. Cunetas

2.5.6.1. Propiedades geométricas

Las cunetas son medios por el cual se capta agua de las lluvias y se la direcciona para evitar inundaciones en el sitio. Estas cunetas pueden tomar distintas formas y dependiendo de eso, se tiene sus propiedades geométricas.

Tabla 2.4 Propiedades geométricas según tipo de cuneta

Fuente: Ven Te Chow 1994

Sección	Área	Perímetro Mojado	Radio Hidráulico	Espejo de agua
 <p>Rectangular</p>	by	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$	b
 <p>Trapezoidal</p>	$(b + zy)y$	$b + 2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$	$b + 2zy$
 <p>Triangular</p>	zy^2	$2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1 + z^2}}$	$2zy$

2.5.6.2. Área hidráulica

Si se observa desde un corte transversal, el área hidráulica representa el área que está ocupando el flujo, es medida en m².

2.5.6.3. Perímetro mojado

El perímetro mojado representa la longitud que mantiene contacto el agua con las paredes de la cuneta, observándolo en corte transversal

2.5.6.4. Radio hidráulico

Está dado por la relación entre el área hidráulica con el perímetro mojado

2.5.6.5. Espejo de Agua

Representa el ancho de la superficie libre de la cuneta

2.5.7. Sumidero

2.5.7.1. Sumidero para sistema de drenaje

Caudal de captación por el sumidero con profundidad mayor a 40cm está dado por:

$$Q = 0.6A_o\sqrt{2gH} \quad (2.4)$$

Donde:

- Q es el caudal captado (m³/s)
- A_o es el área neta de flujo de la rejilla (m²)
- H la profundidad del sumidero (m)
- g es la gravedad 9.81 (m/s²)

2.5.7.2. Tipo de Sumidero

Los sumideros se clasifican en dos tipos, sumidero tipo rejilla y tipo ventana. Dentro de esta clasificación se tienen los sumideros con depresiones y sin depresión.

2.5.8. Tubería

2.5.8.1. Velocidades

La norma de diseño de alcantarillado dado por Interagua, indica que la velocidad mínima en alcantarillas de gua lluvias es de 0.7 m/s para que se puedan dar el arrastre adecuado de las partículas. La velocidad máxima está dada por la siguiente tabla:

Tabla 2.5 Velocidades máximas

Fuente: Norma de diseño Senagua 2005

Material	Velocidad máxima (m/s)
Acero	6.0
PVC	8.0
Acero con recubrimiento de mortero centrifugado	4.5
Cobre	4.0
Concreto normal	3.0
Concreto reforzado	4.5
Ladrillo común	3.0
Gres	5.0
Hierro dúctil con recubrimiento de mortero centrifugado	4.5

2.5.8.2. Diámetro mínimo

Para alcantarillas de agua lluvia el diámetro mínimo es de 200mm

2.5.8.3. Tensión de arrastre

Se debe cumplir con un mínimo de 0.1 kg/m^2 para asegurar el movimiento de partículas dentro de la tubería.

2.6. Diseño de Pavimento

Para el diseño de espesor de suelo cemento se seguirá la metodología de la PCA, el cual se especifica (INECYC, 2007), donde para el diseño de espesor de un suelo cemento se necesitan 2 datos de entrada, el primero es el módulo de reacción de la subrasante (k) el cual se obtiene del ensayo de placa, y el segundo dato es el tráfico. Estos datos sirven para utilizar un ábaco al cual se entra con el módulo de reacción y el factor de fatiga.

Debido a que el ensayo de placa es muy costoso utilizar se optó por utilizar correlaciones del CBR con el Módulo de reacción, para este caso se utilizó dos correlaciones: la primera es una ecuación que señala (Higuera, 2011) y la segunda es una tabla según (O'Flaherty, 2007).

Ecuación según (Higuera, 2011) para valores de CBR menores al 10%.

$$K = 2.55 + 52.5 * \log(CBR) \quad (2.5)$$

Donde:

K: Módulo de reacción de la subrasante (Mpa/m)

CBR: Porcentaje CBR de la subrasante.

Tabla 2.6: Valores comunes de módulos de reacción de la subrasante para materiales comunes de subrasante y subbase.

Fuente: O'Flaherty, 2007

Material	CBR (%)	Modulus of subgrade reaction (N/mm ³)
Humus soil or peat	<2	0.005–0.015
Recent embankment	2	0.01–0.02
Fine or slightly compacted sand	3	0.015–0.03
Well compacted sand	10–25	0.05–0.10
Very well compacted sand	25–50	0.10–0.15
Loam or clay (moist)	3–15	0.03–0.06
Loam or clay (dry)	30–40	0.08–0.10
Clay with sand	30–40	0.08–0.10
Crushed stone with sand	25–50	0.10–0.15
Coarse crushed stone	80–100	0.20–0.25
Well compacted crushed stone	80–100	0.20–0.30

Capítulo 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Estudio Topográfico

Para el estudio topográfico se utilizó el método de triangulación para georreferenciar dos hitos arrastrando las coordenadas de dos hitos existentes cercano al lugar de trabajo y luego utilizarlos para el levantamiento topográfico del terreno por medio de radiación.

3.1.1. Triangulación

En el proyecto se empezó con la triangulación, se usó de referencia una tesis (Cedeño, 2015) en la que implantó una red de control geodésica de la que se utilizó dos hitos, el primero ubicado en la Capilla de ESPOL, y el segundo ubicado en Copol, por esta razón la triangulación se lo dividió en dos sectores: Sector Capilla-Tumbas y Sector Copol-Tumba ambas llegaban a un punto en común ubicado por la Tumbas de ESPOL.

Para confirmar la precisión del trabajo de las triangulaciones se estableció condiciones:

Error cierre por distancia = 1:25000

Error cierre angular = 8°

Usando el software AutoCAD, con los dos tramos de triangulaciones, se crearon dos circunferencias que tienen como radio la distancia que va desde el punto que comienza la triangulación hasta un punto en común. Al unir las triangulaciones, las dos circunferencias presentarán dos puntos, de los cuales uno será la coordenada real del punto en común, con ayuda de un GPS se logró localizarlo. Se realizaron las respectivas correcciones y todos los puntos tomados para las triangulaciones se georreferenciaron.

3.2. Estudios de suelos

3.2.1. Introducción

Para el diseño de vías es fundamental realizar estudios de suelo, principalmente para determinar el tipo de suelo con el que se está trabajando. Debido a que este proyecto es estabilización de las vías y el parqueadero es mucho más importante porque no se contará con una estructura de pavimento o de parqueadero convencional.

Para el presente proyecto se decidió realizar 3 calicatas en diferentes puntos del proyecto, los puntos en donde se hizo las calicatas fueron determinados como los más críticos para el proyecto, por medio de un análisis visual del terreno. Los puntos de las calitas estuvieron localizados, dos en el parqueadero y uno en la vía.

Tabla 3.2. Ubicación de las calicatas georreferenciadas.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Calicatas	Coordenadas Norte	Coordenadas Este
Calicata 1	9762176.151	616072.234
Calicata 2	9762214.688	616094.101
Calicata 3	9762177.117	616094.101

3.2.2. Sistema de clasificación SUCS

Según (Fratta, Aguetant, & Roussel-Smith, 2007) este sistema de clasificación del suelo fue desarrollado por A. Casagrande en la década de 1940. El cual consiste en grupos definidos por dos letras, donde la primera letra indica el tipo de suelo y la segunda letra indica el índice de propiedad. El presente sistema esta descrito en ASTM D 2487.

Tabla 3.3. Sistema de Clasificación unificado.

Fuente: Verruijt, 2017

Característica 1		Característica 2	
G	Gravel	W	Well graded
S	Sand	P	Poorly graded
M	Silt	M	Silty
C	Clay	C	Clayey
O	Organic	L	Low Plasticity
Pt	Peat	H	High platicity

Calicata 1

Tabla 3.4. Resultados de la primera calicata según la clasificación SUCS.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

CLASIFICACIÓN SUCS	
Muestra:	Plataforma Alta Profundidad: 1.00 m
Tipo de Suelo Según su Granulometría:	Suelo Grueso Arena
Tipo de Simbología:	Simbología Normal
Tipo de Suelo:	SM, SC
Suelo:	SM
Características del Suelo: SM Son arenas limosas	

Calicata 2

Tabla 3.5. Resultados de la tercera calicata según la clasificación SUCS.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

CLASIFICACIÓN SUCS	
Muestra:	Vía CONDUESPOL Profundidad: 1.00 m
Tipo de Suelo Según su Granulometría:	Suelo Fino Alta Plasticidad
Tipo de Simbología:	Simbología Normal
Tipo de Suelo:	CH, MH, OH
Suelo:	CH
Características del Suelo: CH Son arcillas de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 %, y se caracterizan por ser muy compresibles.	

Calicata 3

Tabla 3.6. Resultados de la tercera calicata según la clasificación SUCS.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

CLASIFICACIÓN SUCS	
Muestra:	Plataforma Baja | Profundidad: 1.00 m
Tipo de Suelo Según su Granulometría:	Suelo Grueso Arena
Tipo de Simbología:	Simbología Normal
Tipo de Suelo:	SM, SC
Suelo:	SM
Características del Suelo:	SM Son arenas limosas

Al visualizar los resultados de clasificación, las calicatas 1 y 3 a pesar de tener diferentes curvas granulométricas adjuntas en el apéndice B resultaron ser el mismo tipo de suelo, a diferencia de la calicata 2 donde se determinó que es una arcilla de alta plasticidad.

3.2.3. Sistema de clasificación AASHTO

Esta clasificación de suelos es utilizada para la construcción de los materiales de subrasante de las carreteras y los parámetros que se requieren son un análisis mecánico del suelo, límite Líquido, límite Plástico, Índice de plasticidad y la tabla de clasificación de la AASHTO adjunta en los apéndices (Fratta, Aguetant, & Roussel-Smith, 2007).

Calicata 1

Tabla 3.7. Resultados de la primera calicata según la clasificación AASHTO.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

CLASIFICACIÓN AASHTO	
Muestra:	Plataforma Alta
Profundidad:	1.00 m
Índice de Grupo (IG):	3.00
Tipo de Suelo:	Material Limo Arcilloso
Clasificación de Suelos:	A-6
Suelo:	A-6 (3)
Tipo de Material:	Suelo Arcilloso
Terreno de Fundación:	Regular a Malo

Calicata 2

Tabla 3.8. Resultados de la segunda calicata según la clasificación AASHTO.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

CLASIFICACIÓN AASHTO	
Muestra:	Vía CONDUESPOL
Profundidad:	1.00 m
Índice de Grupo (IG):	16.00
Tipo de Suelo:	Material Limo Arcilloso
Clasificación del Suelo:	A - 7
Suelo:	A - 7 - 6 (16)
Tipo de Material:	Suelo Arcilloso
Terreno de Fundación:	Regular a Malo

Calicata 3

Tabla 3.9. Resultados de la tercera calicata según la clasificación AASHTO.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

CLASIFICACIÓN AASHTO	
Muestra:	Plataforma Baja
Profundidad:	1.00 m
Índice de Grupo IG	1.00
Tipo de Suelo:	Material Limo Arcilloso
Clasificación de Suelos:	A - 4
Suelo:	A - 4 (1)
Tipo de Material:	Suelo Limoso
Terreno de Fundación:	Regular a Malo

A diferencia de la clasificación del suelo según SUCS este sistema de clasificación, hizo una diferencia entre los suelos de la calicata 1 y 3, en la que el primero lo clasifica como un material Arcilloso y en la otra calicata como material limoso. En la que coinciden ambos sistemas de clasificación es en la segunda calicata la cual es una arcilla.

3.2.4. Ensayo de Proctor Modificado AASHTO T-180

Calicata 1: Plataforma Alta

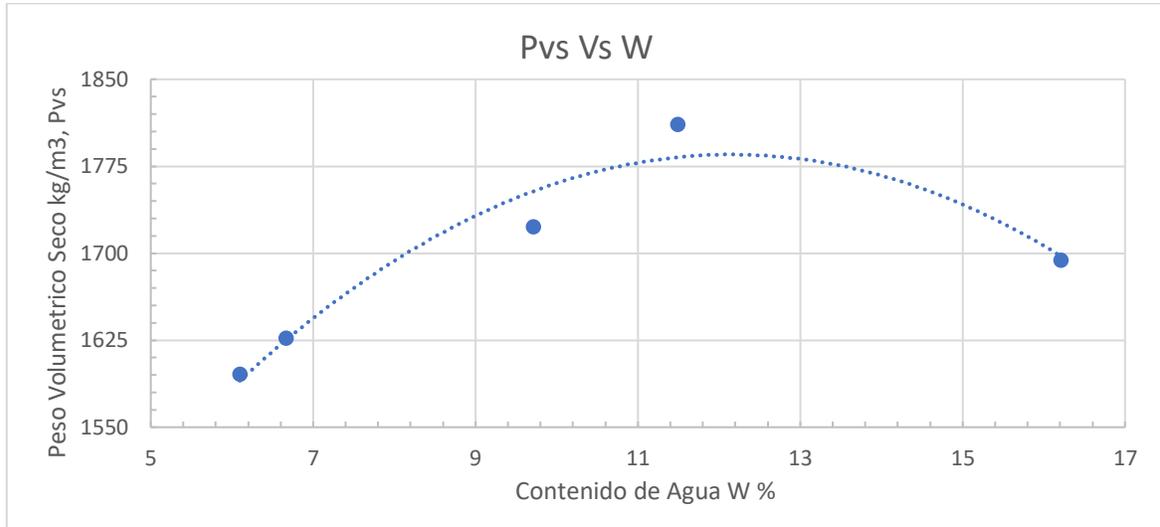


Figura 3.2: Resultados del ensayo de Proctor Modificado para la calicata 1.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Humedad Óptima	12.15 %
Densidad Máxima	1785.19 kg/m ³
95% del Proctor	1695.93 kg/m ³

Calicata 2: Vía CONDUESPOL

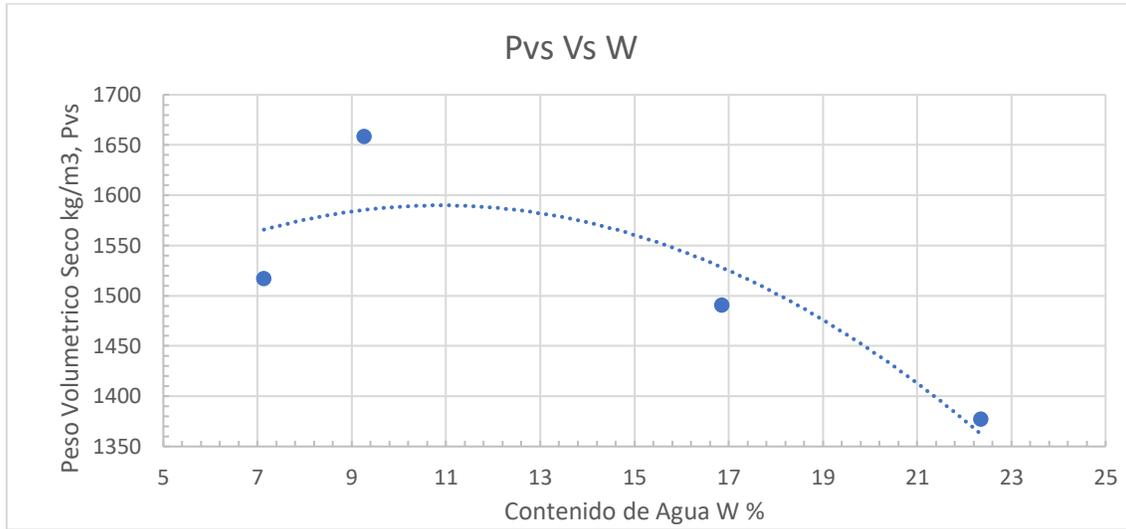


Figura 3.3: Resultados del ensayo de Proctor Modificado para la calicata 2.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Humedad Óptima	10.88 %
Densidad Máxima	1589.83 kg/m ³
95% del Proctor	1510.34 kg/m ³

Calicata 3: Plataforma Baja

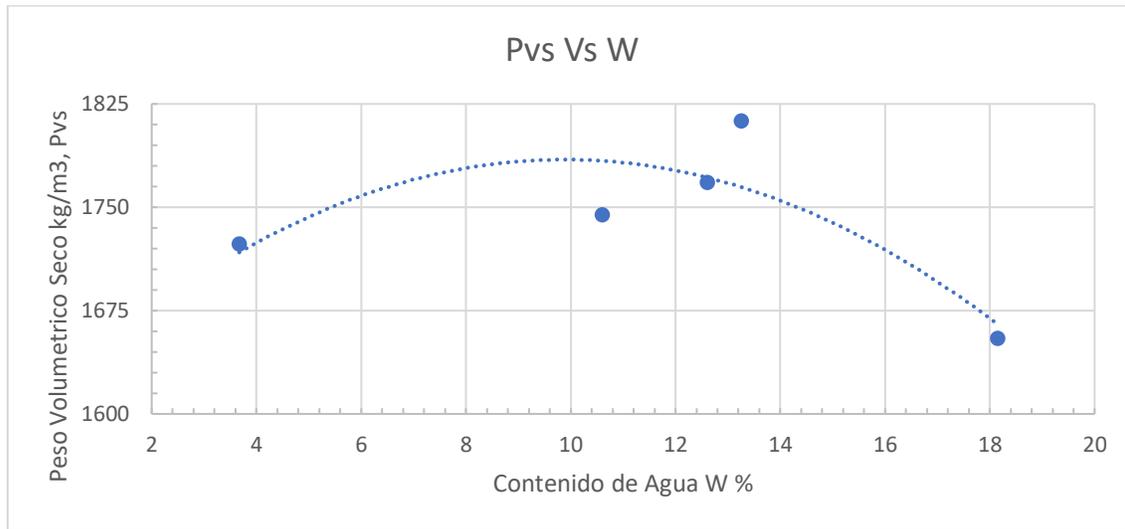


Figura 3.4: Resultados del ensayo de Proctor Modificado para la calicata 3.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Humedad Óptima	9.88 %
Densidad Máxima	1784.58 kg/m ³
95% del Proctor	1695.35 kg/m ³

Al observar los resultados del ensayo Proctor realizado, los suelos con mayor densidad máxima son los que según la SUCS tenían una clasificación de arenas por el contrario el suelo que se determinó como arcilla tiene una densidad máxima muy por debajo, lo cual hace que sea un material mucho más difícil de estabilizar. A partir de este ensayo también se obtiene la humedad óptima del material por lo que esto es de ayuda para cuando se desee realizar la estabilización.

3.2.5. Ensayo de C.B.R. AASHTO T-193, ASTM D 1883

Calicata 1: Plataforma Alta

CBR Diseño:	7.1%
Hinchamiento:	2%

Calicata 2: Vía CONDUESPOL

CBR Diseño:	3.3%
Hinchamiento:	5%

Calicata 3: Plataforma Baja

CBR Diseño:	6.9%
Hinchamiento:	2%

Al observar los resultados del ensayo de CBR, las calicatas 1 y 3 tienen resultados muy parecidos, por el contrario, la calicata 2 tiene un CBR de la mitad que las otras y un hinchamiento de más del doble, lo cual lo hace un material malo para la construcción de la carretera.

3.3. Drenaje

3.3.1. Limitación de cuenca

Para el diseño de un sistema de drenaje es necesario obtener factores hidrológicos que servirán para posteriormente realizar los cálculos pertinentes. Como primer punto se debe realizar la delimitación de la cuenca que interviene en nuestra zona de estudio, para esto se utilizó el software ArcMap en el cual, con ayuda de la topografía del lugar, se puede visualizar la dirección de flujo de agua existentes.

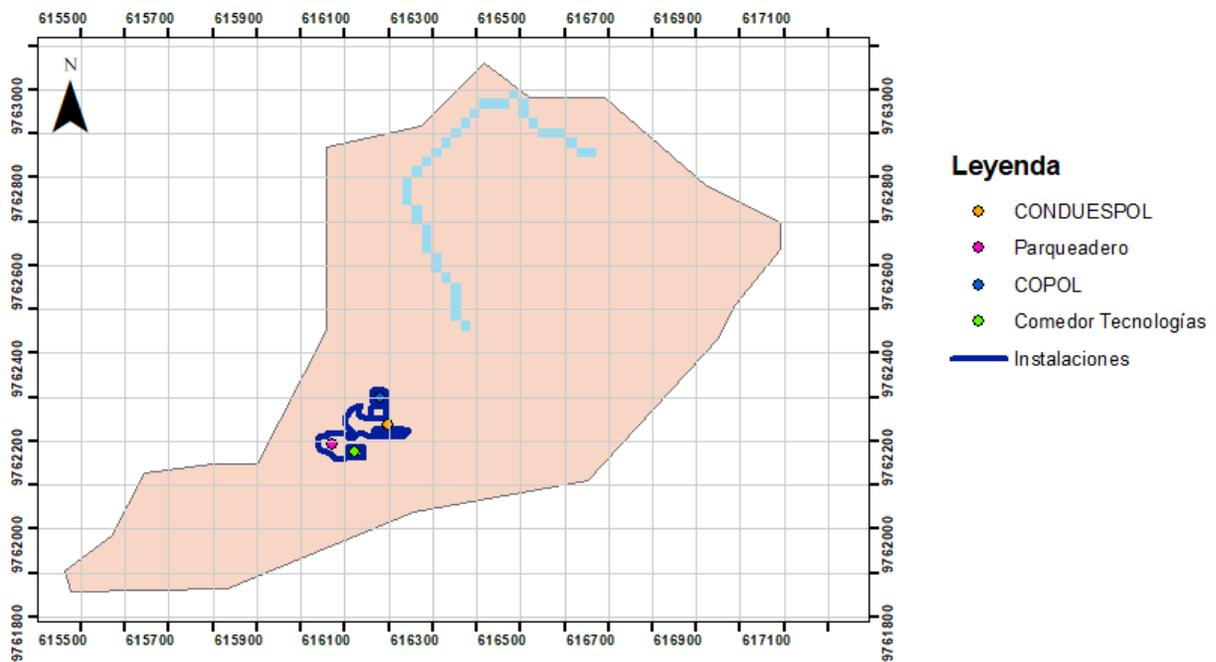


Figura 3.5. Limitación de la cuenca.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Posterior a esto se define la cuenca, con lo cual se pudo obtener las propiedades morfométricas como el área de drenaje, perímetro, longitud y pendiente del cauce principal, entre otros.

Tabla 3.10. Datos de la cuenta hidrográfica.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Área	68.72 ha
Perímetro	4670.50 m
Longitud del cauce principal	1.96 km
Cota máxima del cauce principal	251.76 m.s.n.m
Cota mínima del cauce principal	55.23 m.s.n.m

3.3.2. Alternativa de diseño

Para un sistema correcto de drenaje de aguas lluvia, se analizó el flujo de agua que se da en el sitio en épocas de lluvia. El primer problema que se resolvió fue nivelar el terreno dada una pendiente de tal forma que se pueda conducir el agua a puntos de descarga. El parqueadero se lo dividió en plataforma alta y baja, para la plataforma alta se definió alrededor la ubicación de dos cunetas que convergen a un sumidero y se direccionan a la zona de descarga por medio de una tubería que irá cruzando el parqueadero. Para la plataforma baja del parqueadero se ubicó una cuneta que recoge agua lluvias también de una parte de la vía Copol, esta cuneta va directamente a la zona de descarga. En la vía Copol naturalmente se ha formado 2 cunetas de tierra, las cuales se propuso el diseño en hormigón. En la vía Conduespol existe una cuneta, la cual se le debe realizar mantenimiento para su buen funcionamiento. La alternativa de diseño presentada, se la consideró tomando en cuenta aspectos como la topografía y la representación de ahorro económico.

3.3.3. Coeficiente de escorrentía

Según las condiciones del suelo que existe en el sitio se definió un coeficiente de escorrentía. El sitio se lo consideró como tipo de superficie no pavimentadas, resultando así un coeficiente de escorrentía pequeño que va de 0,10 a 0,30. Se tomó el promedio, siendo este 0,20.

3.3.4. Áreas de aportación

Las áreas de aportación están dadas por la división del área de estudio.

Para la cuneta 1 se está considerando una parte de la plataforma alta y una parte de la plataforma baja. Para la cuenta 2 se tomó así mismo una parte de la plataforma alta y otra de la baja. Finalmente, para la cuneta 3 se toma parte de la plataforma baja y de la vía Copol.

Como resultado se tiene las siguientes áreas de aportación definida para cada cuneta.

Tabla 3.11. Área de aportación respectiva para cada cuneta.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Nombre	Área de aportación (ha)
Cuneta 1	0.087
Cuneta 2	0.106
Cuneta 3	0.077

3.3.5. Intensidad de lluvia

Para obtener el dato de intensidad de lluvia, se tomó la información proporcionada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), dentro de la cual se consideró la estación meteorológica ubicada en el Aeropuerto de Guayaquil.

Tabla 3.12. Datos de la estación meteorológica más cercana.

Fuente: INAMHI

Código	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m)	Serie de datos	N° años
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	623934	9761578	5	1951-1970	19

El tiempo de concentración fue calculado con las propiedades morfométricas de la cuenca previamente obtenidas. El tiempo obtenido fue de 19.32 min

Para el cálculo de intensidad de lluvia se tiene ecuaciones que salen a partir de las curvas IDF obtenidas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador. Con el tiempo de concentración y periodo de retorno de 5 años se tiene la intensidad de lluvia de 77.71 mm/h.

3.3.6. Caudal

En la siguiente tabla se muestra el caudal obtenido que necesita cada cuneta que se ubicará en el parqueadero. El caudal fue obtenido por medio del método racional donde se considera parámetros como la intensidad de lluvia, coeficiente de escorrentía y área de aportación. Según los valores obtenidos la cuneta 2 es la que presenta mayor caudal ya que ésta tiene mayor área de aportación. Siguiendo los caudales calculados se procedió a diseñar las cunetas.

Tabla 3.13. Caudales de aportaciones para cada cuneta.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Nombre	Caudal m ³ /s
Cuneta 1	0.0036
Cuneta 2	0.0040
Cuneta 3	0.0032

3.3.7. Diseño de Cunetas

El agua lluvia será recolectada y direccionada a la zona de descarga por medio de cunetas. El diseño de estas cunetas se basó en una forma triangular, se definieron las dimensiones de tal forma que el caudal soportado por la cuneta sea mayor al caudal de diseño que fue obtenido anteriormente. Se propuso que la cuneta será de hormigón con resistencia a la compresión de 18 MPa, esta resistencia se tomó en base a las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes dadas por el Ministerio de Transporte y Obras públicas.

Según los datos utilizados y obtenidos, las 3 cunetas tendrán las mismas dimensiones, con pendiente longitudinal de 2%. El caudal que soporta la cuneta fue mayor al caudal de diseño. Los cálculos realizados se presentan en APÉNDICE C

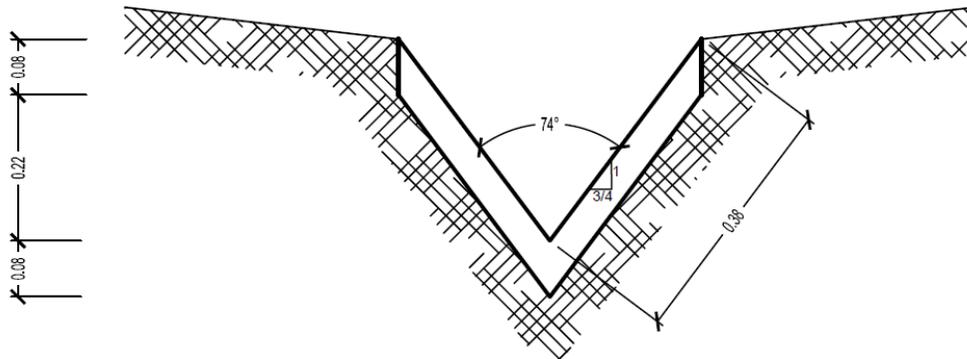


Figura 3.6. Detalle de cuneta de hormigón

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Tabla 3.14. Caudales de diseño y capacidad del caudal máximo de cada cuneta.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Cuneta 1			Cuneta 2			Cuneta 3		
Qd=	0.0037	m ³ /s	Qd=	0.0046	m ³ /s	Qd=	0.0033	m ³ /s
Q=	0.0460	m ³ /s	Q=	0.0460	m ³ /s	Q=	0.0460	m ³ /s

Adicionalmente se indica la propuesta de un diseño en hormigón para dos cunetas, que se encuentran en la vía Copol y se han formado de forma natural, pero no se les ha dado el respectivo mantenimiento.

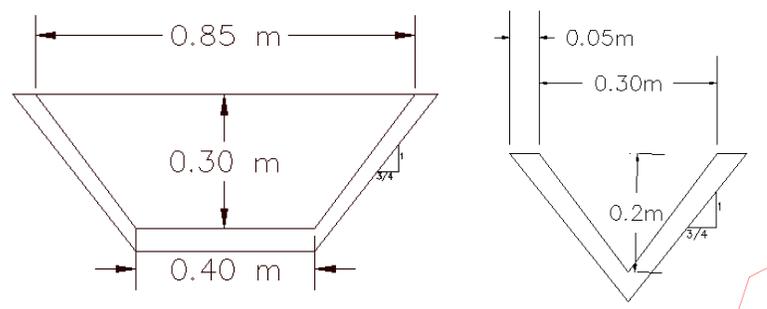


Figura 3.7. Cunetas de hormigón para las vías de acceso.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Las dimensiones de las cunetas para vía Copol se las ha dejado con las medidas originales. Finalmente, las medidas de las cunetas se muestran en la tabla resumen, siendo la cuneta COPOL 1 la de mayores dimensiones.

Tabla 3.15. Detalle de las cunetas de las vías de acceso.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Cuneta 1,2,3			Cuneta copol 1			Cuneta copol2		
y=	0.20	m	y	0.3	m	y=	0.20	m
z=	0.75		z	0.75		z=	0.75	
T	0.3	m	b	0.4	m	T	0.3	m
			T	0.85	m			

3.3.8. Diseño de sumidero

Las cunetas 1 y 2 que se mencionaron anteriormente se conectarán con un sumidero, para el dimensionamiento de éste se consideró medidas normalizadas de un sumidero tipo rejillas. La rejilla constará de 10 ranuras y el sumidero será de hormigón con un espesor de 15cm como se muestra en el Plano 2 adjunto.

El caudal captado por el sumidero está dado por las dos cunetas que estarán a los lados del sumidero, el caudal que éste podrá captar es de $0.40 \text{ m}^3/\text{s}$, valor mayor a la suma de los dos caudales de las cunetas ($0.1 \text{ m}^3/\text{s}$), lo cual asegura que el sumidero podrá soportar el caudal dado por las cunetas. El cálculo se muestra en el APÉNDICE C

3.3.9. Diseño de tubería

Para llevar el agua lluvia que se capta en el sumidero hacia la zona de desfogue es necesario el uso de una tubería. La tubería cruzará el parqueadero hacia la zona más baja, teniendo así una distancia de 41.68m. Según los cálculos realizados se obtuvo un diámetro de diseño de 0.103m, donde finalmente se opta por colocar una tubería de 0.2m de diámetro.

POZO		Longitudes			ÁREA PROPIA [Ha]	ÁREA ACUM [Ha]	l [mm/h]	Coef. Escorr	Qdis [l/s]
		Propio	Tributario	Acumulado					
S	1	41.68		41.68	0.1927	0.1927	77.710	0.200	0.008

POZO		Pendiente	Ddis [m]	Diámetro Nominal [m]	Diámetro interno [m]	Espesor [m]	RÉGIMEN		
							Ro [m]	Qo [l/s]	Vo [m/s]
S	1	0.022	0.103	0.200	0.183	0.075	0.046	0.038	1.454

POZO		RÉGIMEN					v [m/s]	v ² /2g [m]	R [m]	T [kg/m ²]	d [m]	E [m]
		q/Q	v/V	d/D	R/Ro	H/D						
S	1	0.22	0.802	0.504	1.014	0.395	1.166	0.069	0.046	1.011	0.092	0.162

H	N. Froude	1		2		3		7		4		6		5		8		9		10		Prof. Excav [m]	Ancho zanja [m]	Vol excav 1 [m ³]	Vol excav 2 [m ³]
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final														
0.072	1.645	85.880	84.800	84.800	84.880	83.971	84.622	83.713	84.714	83.806	84.784	83.875	1.397	0.500	29.120	2.012									

Tabla 3.16. Procedimiento de los cálculos realizados para obtener el diámetro de la tubería.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Según los datos obtenidos y siguiendo la Norma de Diseño de Senagua CPE INEN 005 se cumple que:

- Diámetro mínimo para tuberías para agua lluvias 200mm
- La relación de caudales para tubería parcialmente llena y llena q/Q es menor a 1, ya que la tubería nunca debe funcionar a tubo lleno porque se puede dar el caso que ocurran saltos hidráulicos.
- La velocidad (1.155m/s) es mayor a 0.50 m/s para evitar sedimentación y que se de una autolimpieza.
- La fuerza tractiva T es mayor a 0.1 kg/m², esto asegurará el arrastre de cualquier partícula presente en la tubería.

Dentro del análisis se calculó las cotas en que estará ubicada la tubería, se consideró:

- 0.15 m de arena para el encamado que estará bajo la tubería
- 0.3 m de arena limpia sobre la tubería
- 0.7m de relleno sobre la tubería

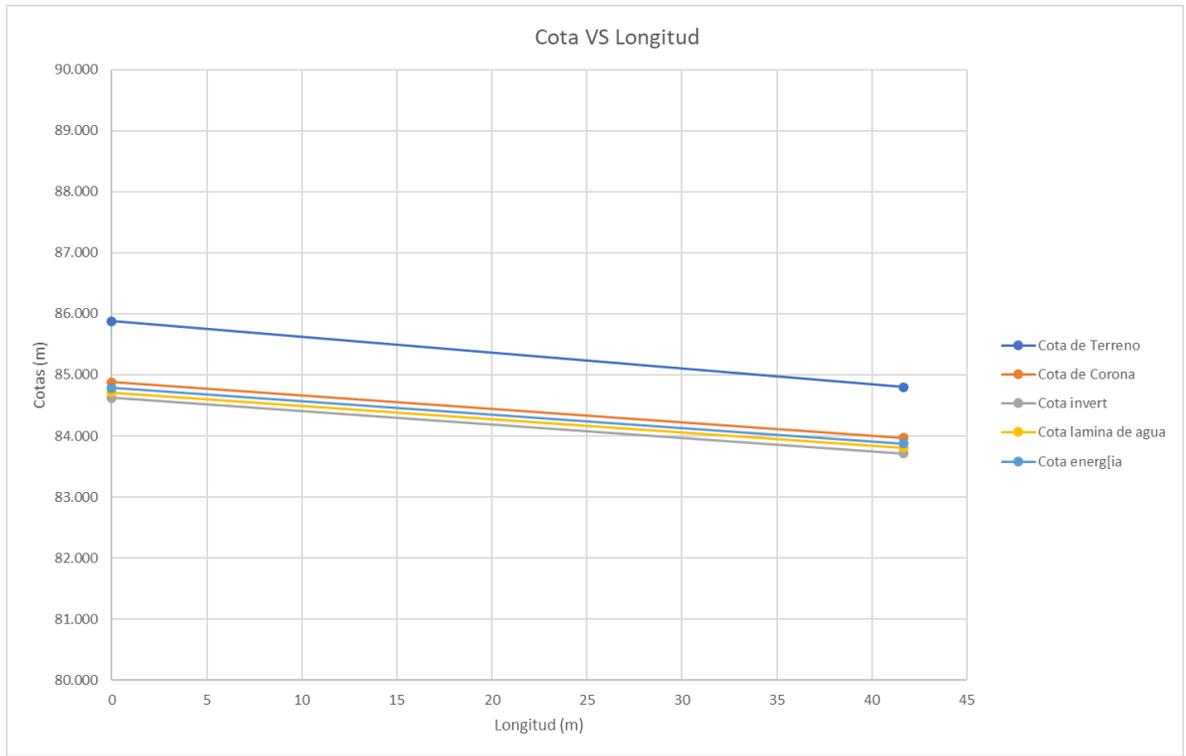


Figura 3.8. Perfil de la tubería

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

3.4. Diseño del Pavimento

3.4.1. Dosificación del suelo cemento

Para este proyecto se tuvo tres tipos de dosificaciones, se partió de dos muestras de suelo. En la cual se estableció utilizar un 6% de cemento para el material de la calicata 2 y 8% para el material de la calicata 3. Posterior a esto, se hizo otra dosificación con la intención de reducir la cantidad de cemento y mejorar la calidad de suelo mezclándolo con otro suelo para este caso se utilizó material granular una subbase clase 1. para la segunda dosificación se utilizó 70% del material de las calicatas y el 30% de subbase clase 1 con un 6% de cemento.

3.4.2. Elaboración de los cilindros de suelo cemento.

Para verificar la resistencia de los cilindros de suelo-cemento o de bases estabilizadas con cemento se tiene que utilizar cierta metodología para la elaboración de cilindros debido a que el suelo-cemento se tiene que compactar con un rodillo. En la norma **ASTM C 1435** indica como se debe hacer el muestreo de cilindro para hormigones compactados con rodillo utilizando un martillo vibratorio, para este caso se siguió este procedimiento.

Para la elaboración de la mezcla de suelo cemento se utilizó una mezcladora horizontal en donde se colocó el agregado habiendo este sido tamizado por el tamiz de 11/2" y luego se vertió el cemento y posteriormente el agua, hasta identificar la humedad óptima, finalmente se colocó la mezcla a los cilindros en 4 capas y se lo compacto con el martillo vibrador. Al día siguiente se desencofró los cilindros y procedió hacer un caping en del cilindro para que tenga un mejor acabado, a los 7 día se procedió a ensayar los cilindros.



Figura 3.9. Desencofrado de cilindros de suelo-cemento.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

3.4.3. Ensayo de compresión simple de suelo cemento

Según el MTOP la resistencia a la compresión mínima para un suelo estabilizado con cemento es de 18 kg/cm² por lo que se hicieron las siguientes pruebas, para determinar el porcentaje óptimo de cemento en la estabilización.

Tabla 3.17. Resultados de los ensayos de compresión simple a los cilindros de suelo-cemento.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Clasificación del suelo	Material	Porcentaje de cemento	Resistencia (kg/cm ²)	Cumple con Resistencia Mínima
CH A-7-16	100% calicata 2	6%	20.81	Cumple
	70% calicata 2 y 30% Sub Base	5%	12.85	No cumple
SM A-4-1	100% calicata 3	8%	25.36	Cumple
	70% calicata 3 y 30% Sub Base	5%	18.77	Cumple

3.4.4. Dosificación óptima de suelo-cemento

Debido a que en uno de los casos no se cumplió con la resistencia se decidió mejorar más el suelo agregando más cantidad de material importado en este caso subbase clase 1, considerando el factor económico y una granulometría ideal para un suelo cemento los gráficos granulométricos lo podemos ver a continuación. Los límites de esta de la granulometría son para disminuir al máximo el porcentaje de cemento.

Calicata 2

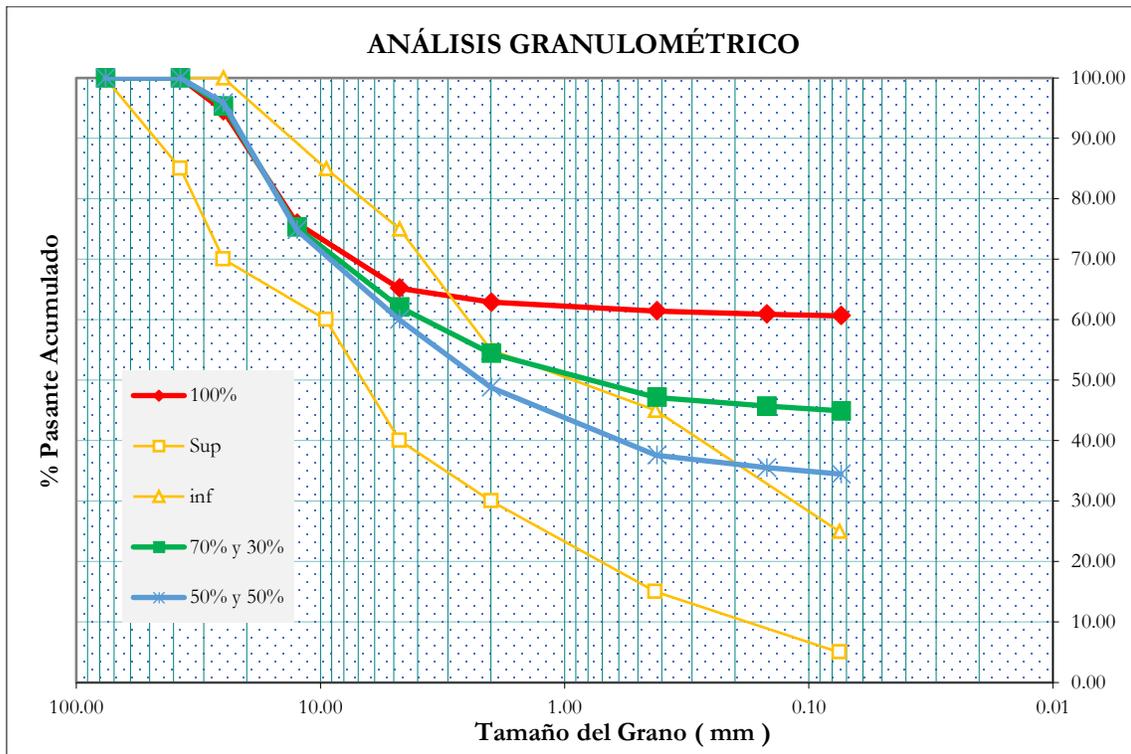


Figura 3.10: Curvas Granulométricas para las diferentes combinaciones de los materiales.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Calicata 3

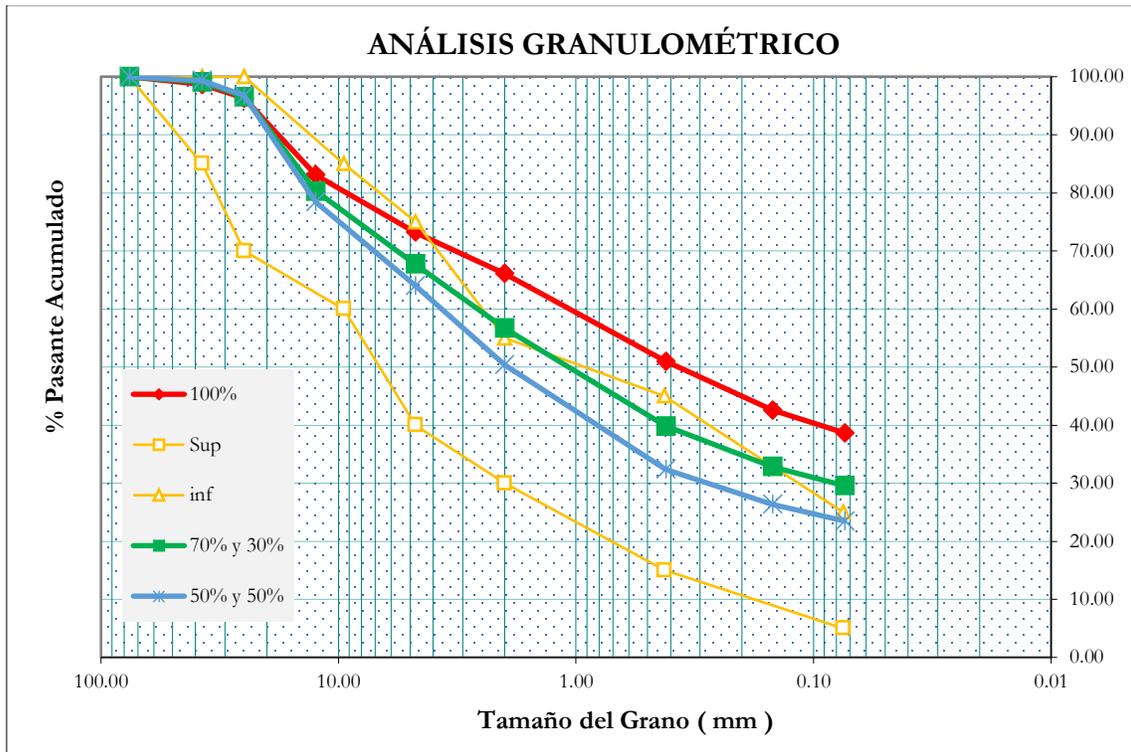


Figura 3.11: Curvas Granulométricas para las diferentes combinaciones de los materiales.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Al visualizar las curvas granulométricas, en ninguna de las muestras de suelo están dentro de los límites de las curvas granulométricas, la observar la combinación de 70% suelo y 30% subbase se puede ver que la curvas se aproximan más al límite superior pero aún no están dentro del límite, por el contrario en la combinación 50% suelo y 50% para la calicata 3 la curva granulométrica se encuentra dentro del límite superior y para la calicata 2, ésta aún no se encuentra dentro del límite pero se encuentra muy cercano, finalmente esto se traduce a mayor resistencia.

Finalmente se optó como dosificación óptima la combinación de 50% de suelo y 50% de subbase y la utilización de 6% de porcentaje de cemento.

Otro punto importante es que se hizo y un análisis, en donde en lugar de utilizar una subbase clase 1 el cual es un material que cumple con ciertos criterios, se podría utilizar piedra #4 para disminuir el costo del proyecto.

3.4.5. Diseño del espesor del suelo-cemento

Los resultados del cálculo del módulo de reacción de la subrasante para ambas correlaciones dieron muy parecidos a lo que se aproximó a un valor de 3.03 kg/cm³ y 4.75 kg/cm³.

Para la obtención del factor de fatiga, este se calcula a partir del tráfico o TPDA, debido a que para el proyecto el tráfico por las vías de acceso de diseño es muy pequeño y no se hizo una contabilización como tal, se optó por utilizar una tabla en donde se especifica factores de fatiga para tráficos livianos obtenida de (Montejo, Montejo, & Montejo, 2018).

Tabla 3.18. Factores de fatiga para tránsito liviano.

Fuente: Montejo, Montejo, & Montejo, 2018.

Facilidad	TPD	Total de camiones (%) Aprox	Camiones pesados (%) Aprox	Factor de fatiga
Calles puramente residenciales	300 a 700	8	3	5 a 12
Calles colectoras residenciales	700 a 4000	8	3	12 a 20
Caminos secundarios	Hasta 2000	14 a 20	5 a 8	12 a 30

Finalmente se selecciona un factor de fatiga de 5 y posterior a esto se cumple con los dos datos de entrada al nomograma que se señala en el método de la PCA. Otro punto para recalcar es que el material de suelo que se tiene para suelo cemento se lo puede clasificar según la PCA como fino granular por lo que se procede a utilizar el ábaco adjunto en el apéndice D (ver figura 14).

El resultado final es un espesor aproximado para la segunda calicata la cual representa la zona de las vías es de 17.5 cm de suelo estabilizado y la para la tercera calicata la cual representa la zona del parqueadero es de 15 cm. Al verificarse en la siguiente tabla que tipo tratamiento superficial de utilizarse para protegerle el suelo-cemento de la erosión y abrasión. Se decidió seleccionar para ambos casos un tratamiento superficial doble. El cual comúnmente es conocido como doble riego.

Tabla 3.19. Espesores de carpeta según el espesor del suelo-cemento.
 Fuente (INECYC, 2007).

Espesor de suelo-cemento (cm)	Espesor de carpeta asfáltica	
	Recomendado	Mínimo
12.5 - 15	2.0 - 4.0	Tratamiento superficial simple
17.5	4.0-5.0	Tratamiento superficial doble
20.0	4.0 - 6.5	2.5
22.5	5.0 - 7.5	5.0

3.5. Costos y Presupuestos

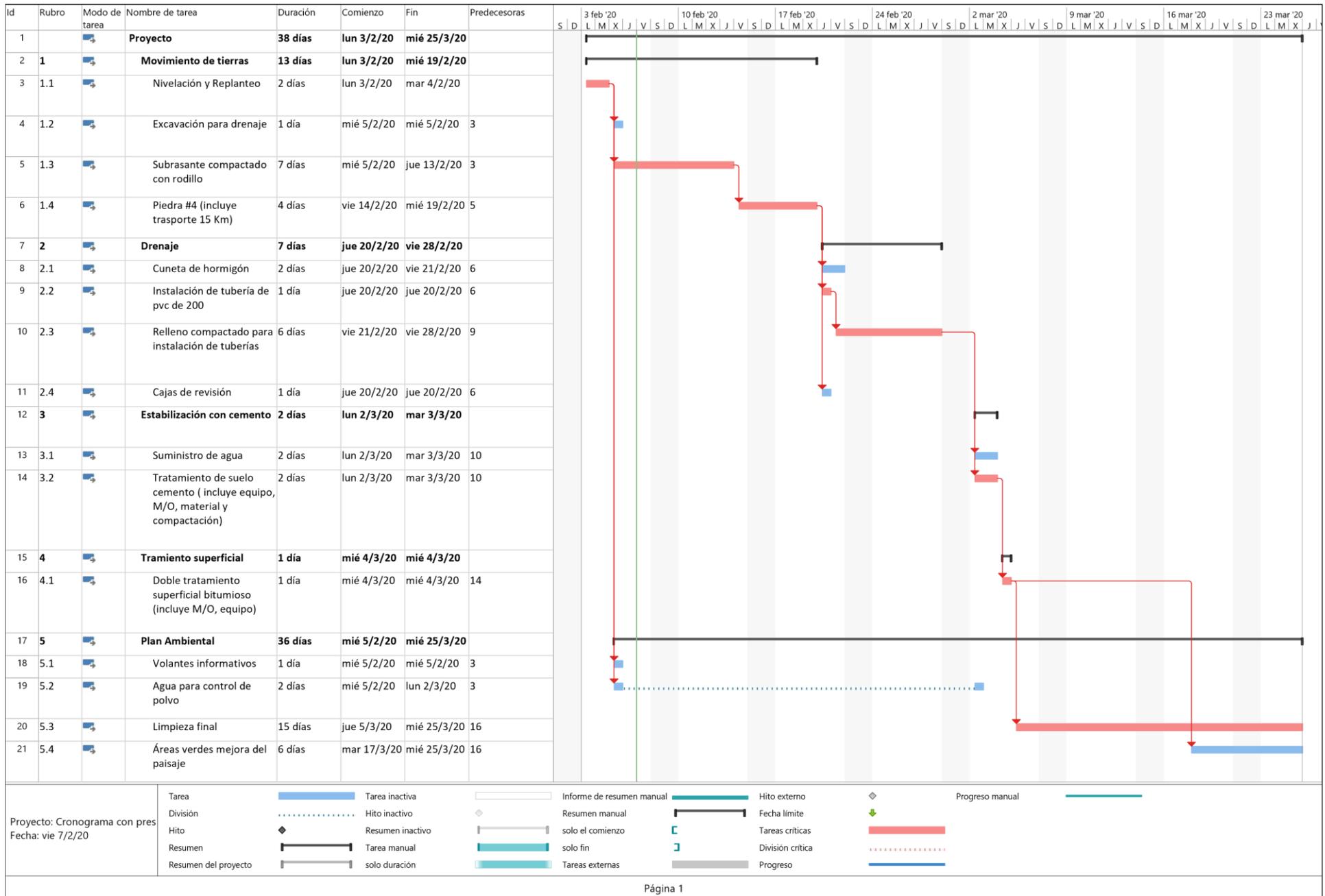
Para el cálculo de presupuesto se hicieron algunas consideraciones, la primera es que se consideró una cantera cercana al lugar de la obra para que se reduzca el costo por transporte, con respecto al tema del transporte se cotizó utiliza volquetas y no bañeras debido al acceso al lugar del proyecto, los costos para la estabilización y el doble tratamiento superficial se hicieron por medio de cotizaciones, por medio de los rendimientos de cada rubro se estimó la duración de cada actividad y posteriormente la duración de la obra.

PRESUPUESTO

Rubro	Detalle	Und.	Cantidad	Precio	
				Unitario	Total
1	Movimiento de tierras				
1.1	Nivelación y Replanteo	ml	325.22	\$0.70	\$227.65
1.2	Excavación para drenaje	m ³	71.00	\$4.20	\$298.20
1.3	Subrasante compactada con rodillo	m ³	353.33	\$17.00	\$6'006.61
1.4	Piedra #4 (incluye trasporte 15 Km)	m ³	353.75	\$25.00	\$8'843.75
2	Drenaje				
2.1	Cuneta de hormigón	ml	74.87	\$13.80	\$1'033.21
2.2	Instalación de tubería de pvc de 200 mm	ml	41.68	\$23.20	\$966.98
2.3	Relleno compactado para instalación de tuberías	m ³	41.68	\$11.60	\$483.49
2.4	Cajas de revisión	u	2.00	\$136.00	\$272.00
3	Estabilización con cemento				
3.1	Suministro de agua	m ³	123.43	\$3.10	\$382.63
3.2	Tratamiento de suelo cemento (incluye equipo, M/O, material y compactación)	m ²	4421.86	\$9.00	\$39'796.74
4	Tratamiento superficial				
4.1	Doble tratamiento superficial bituminoso (incluye M/O, equipo)	m ²	4317.58	\$5.70	\$24'610.21
5	Plan Ambiental				
5.1	Volantes informativos	u	1000.00	\$0.60	\$600.00
5.2	Agua para control de polvo	m ²	80.00	\$0.20	\$16.00
5.3	Limpieza final	m ²	4314.52	\$0.40	\$1'725.81
5.4	Áreas verdes mejora del paisaje	m ²	416.00	\$8.00	\$3'328.00
	Costos Directos				\$88'591.27
	Costos Indirectos (25%)				\$22'152.09

Cuadro de Cronograma

Rubro	Detalle	Und.	Rend. (Und./hora)	Cant. (Und.)	Duración		
					Horas	Días	
1	Movimiento de tierras						
1.1	Nivelación y Replanteo	ml	23.1	325.22	14.06	1.8	2.0
1.2	Excavación para drenaje	m ³	16.9	71.00	4.21	0.5	1.0
1.3	Subrasante compactada con rodillo	m ³	7.3	353.33	48.74	6.1	7.0
1.4	Piedra #4 (incluye transporte 15 Km)	m ³	12.0	353.75	29.48	3.7	4.0
2	Drenaje						
2.1	Cuneta de hormigón	ml	5.0	74.87	14.97	1.9	2.0
2.2	Instalación de tubería de pvc de 200mm	ml	6.3	41.68	6.67	0.8	1.0
2.3	relleno compactado para instalación de tuberías	ml	1.0	41.68	41.68	5.2	6.0
2.4	Cajas de revisión	u	0.6	2.00	3.40	0.4	1.0
3	Estabilización con cemento						
3.1	Suministro de agua	m ³	75.0	123.43	1.65	1.3	2.0
3.2	Tratamiento de suelo cemento (incluye equipo, M/O, material y compactación)	m ²	412.5	4421.86	10.72	1.3	2.0
4	Tratamiento superficial						
4.1	Doble tratamiento superficial bituminoso (incluye M/O, equipo)	m ²	1000.0	4317.58	4.32	0.5	1.0
5	Plan Ambiental						
5.1	Volantes informativos	u		100.00	0.00	1.0	1.0
5.2	Agua para control de polvo	m ²	426.3	4421.86	10.37	1.3	2.0
5.3	Limpieza final	m ²	25.0	2961.87	118.47	14.8	15.0
5.4	Áreas verdes mejora del paisaje	m ²	9.1	416.00	45.87	5.7	6.0
Tiempo de duración (días)					2 meses		



3.6. Estudio de Impacto ambiental

3.6.1. Ubicación

El proyecto a realizarse esta localizado en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, campus “Gustavo Galindo” Km 30.5 Vía Perimetral en la parroquia Tarqui. Dentro del campus, el área de estudio se encuentra en la Facultad de Ciencias de la vida y comprende un parqueadero junto con dos las vías que conectan Conduespol y Copol, los usuarios están conformado por estudiantes y personal administrativo que se encuentra dentro del campus. El proyecto propuesto ayudaría a los grupos vinculados que se encuentran alrededor de esta zona. El área del proyecto es de 4941 m2.



Figura 3.12. Mapa de ubicación del Área de trabajo.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

3.6.2. Coordenadas de ubicación

La ubicación del proyecto está dada por las siguientes coordenadas geográficas UTM WGS84

Tabla 3.20. Coordenadas geográficas del área en donde se realizará el proyecto.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	615976.740	9762335.80
2	616310.73	9762328.33
3	615984.78	9762132.13
4	616322.58	9762133.41

3.6.3. Medio físico

Hidrología

El proyecto está situado en la ciudad de Guayaquil, el clima de la ciudad va a depender del tiempo, por lo general es cálido, pero hay periodos de invierno donde se vuelve un clima húmedo y verano donde es seco. La precipitación media anual es de 1000 mm/año aproximadamente, dato dado según estudios realizados por el INAHI entre los años 1915 al 2000. En el área de estudio y por medio de uso de sistema de información geográfico se calculó la intensidad de lluvia siendo esta 77 mm/año

Geomorfología

Enfocándonos en la ciudad de Guayaquil en mayor cantidad se va a encontrar suelos blandos y en ciertos lugares predominan zonas rocosas, no se puede definir un solo tipo de suelo en Guayaquil ya que varía. En el área de estudio predomina la arcilla y en ciertos puntos se encuentran arenas.

Temperatura

La temperatura de Guayaquil es de aproximadamente 25°C, a lo largo del año generalmente ésta se mantiene. Hay meses donde la temperatura puede bajar aproximadamente a los 19°C, siendo meses fríos y así mismo se da una temporada de calor que puede llegar a los 32°C.

3.6.4. Medio Biótico

Flora

El bosque Prosperina Espol es muy conocido por su diversidad de flora, la zona del proyecto está rodeada por árboles de mango principalmente, pero pueden observarse ceibos, guayacanes y palo santo por el lugar, además de variada vegetación que cubre el suelo.

Fauna

La fauna también es muy variada, se observan principalmente aves como el carpintero carinegro, también ardillas que están en la mayoría de los árboles, zarigüeyas, algunos tipos de serpientes, han existido avistamientos de venados, pero escasos en la zona de la universidad. En general el bosque tiene muchas más especies, pero en la zona ocupada por la universidad se ven sólo algunos pocos ejemplares

3.6.5. Medio socioeconómico

Guayaquil

De acuerdo con el INEC, basados en una encuesta realizada en el año 2011, básicamente Guayaquil se clasifica en cinco estratos socioeconómicos: el 1.9% de los hogares está en el estrato A, el 11.2% se encuentra en el nivel B, el 22.8% en nivel C+, el 49.3% en estrato C- y el 14.0% en nivel D. Además, de acuerdo con la encuesta Nacional de Ingresos y Gastos presentada en el 2012 por el INEC, el ingreso total promedio en las áreas urbanas es de \$1046.3 dólares, teniendo el 41.1% de hogares mayores gastos que ingresos.

Parroquia Tarqui

La parroquia Tarqui es la más extensa de las pertenecientes a Guayaquil, con una extensión de 22.744 hectáreas supera a la ciudad de Cuenca inclusive. Tiene más de 800000 habitantes, y es una de las zonas más comerciales de la urbe.

Servicios Básicos

De acuerdo con la información del municipio, el 100% de la parroquia cuenta con servicio de agua potable, y el 92% cuenta con alcantarillado sanitario. Un 96.8% posee servicio eléctrico, según información hallada en la página del INEC y el 40.4% posee servicio telefónico.

3.6.6. Evaluación de impactos significativos

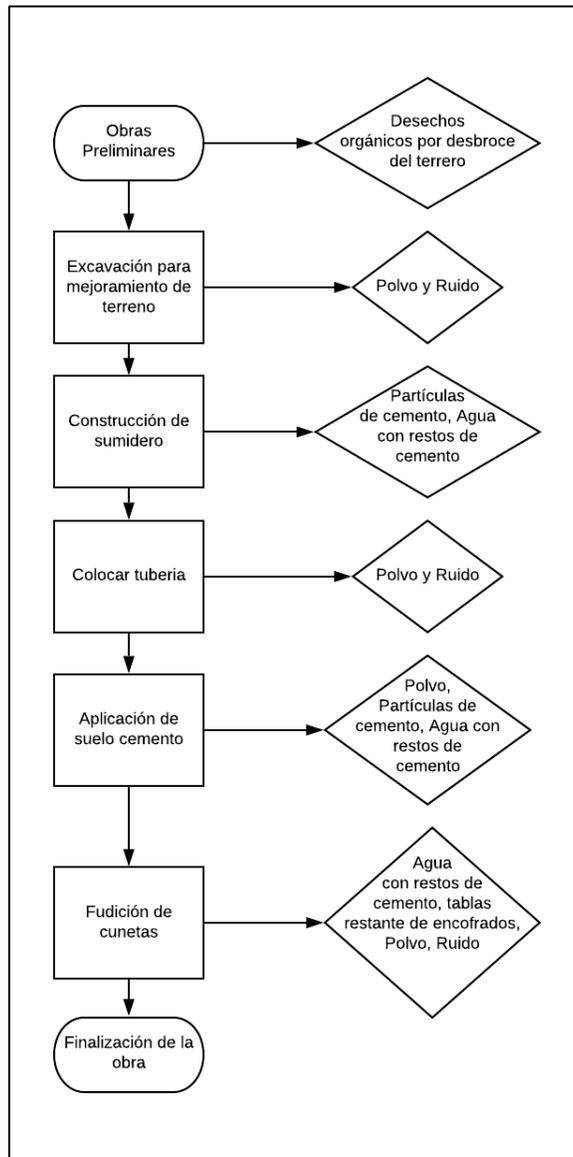


Figura 3.13. Actividades que se realizarán por la ejecución del proyecto y su posible impacto.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Magnitud			
Generación de aguas residuales domésticas		Generación de vibraciones	
Cantidad		Frecuencia	
Industria con más de 50 personas	Alto	Más de 12 horas	Alto
Industria con 25 a 50 trabajadores	Medio	Entre 8 y 12 horas	Medio
Industria con menos de 25 trabajadores	Bajo	Menos de 8 horas	Bajo
Consumo de combustible		Generación de ruido	
Cantidad		Frecuencia	
Más de 50 gal/día	Alto	Más de 12 horas	Alto
Entre 25 y 50 gal/día	Medio	Entre 8 y 12 horas	Medio
Menos de 25 gal/ día	Bajo	Menos de 8 horas	Bajo
Generación de ruido		Consumo de energía eléctrica	
Extensión		Frecuencia	
Un radio mayor a 100 metros.	Alto	Más de 12 horas	Alto
Un radio entre 1 y 100 m alrededor	Medio	Entre 8 y 12 horas	Medio
Dentro de los linderos de la empresa	Bajo	Menos de 8 horas	Bajo
Generación de material particulado		Demanda de mano de obra	
Extensión		Frecuencia	
Un radio mayor a 100 metros.	Alto	Más de 12 horas	Alto
Un radio entre 1 y 100 m alrededor.	Medio	Entre 8 y 12 horas	Medio
Dentro de los linderos de la obra	Bajo	Menos de 8 horas	Bajo
Demanda de agua		Consumo de materia prima	
Volumen		Cantidad	
Mayor a 100 lts	Alto	Más de 3000 T/día	Alto
Entre 50 y 100 lts	Medio	Entre 1000 y 3000 T/día	Medio
Menor a 50 lts	Bajo	Menos de 1000 T/día	Bajo
Generación de desechos sólidos		Acumulación de aceite	
Cantidad		Cantidad	
Más de 100 kg	Alto	Más de 5 gal/día	Alto
Entre 50 y 100 kg	Medio	Entre 1-5 gal/día	Medio
Menos de 50 kg	Bajo	Menor a 1 gal/día	Bajo
Volumen			
Más de 5000 m3	Alto		
Entre 2000 y 5000 m3	Medio		
Menos de 2000 m3	Bajo		

Figura 3.14: Magnitud de las acciones que se realizarán por las actividades del proyecto.

3.6.7. Criterios de magnitud para evaluar impactos de la obra

Tabla 3.21. Criterios de peligrosidad para evaluar los impactos de la obra.

Peligrosidad			
	Alto	Medio	Bajo
Generación de aguas residuales domésticas	Aguas residuales no tratadas	Aguas residuales tratadas fuera de los parámetros	Aguas residuales tratadas dentro de los parámetros
Generación de vibraciones	Frecuencia >20 Hz	Frecuencia entre 2 y 20 Hz	Frecuencia menor a 2 Hz
Generación de ruido	Más de 71 dB	De 56 a 70 dB	De 0 a 55 dB
Demanda de mano de obra	Producción Manual	Producción Mixta	Producción Automatizada
Generación de desechos sólidos	Residuos peligrosos	Residuos especiales	No peligrosos
Consumo de combustible	Bunker/Nafta	Diesel/Gasolina	Gas
Producción de material particulado	Más de 50 µg/ m ³ en 24 horas	26-49 µg/ m ³ en 24 horas	0-25 µg/ m ³ en 24 horas
Demanda de agua	Reservas de agua (pozos, tanque) o agua subterránea	Agua subterránea	Agua potable o proveniente de ríos

A continuación, se presenta la evaluación de los aspectos ambientales relevantes para nuestra obra. Siendo NS “No Significativo” y S “Significativo”.

SUBPROCESOS	FACTORES	ASPECTOS AMBIENTALES	Magnitud	Criterio	Peligrosidad	Criterio	Ev. Global	Ev. Final	Criterio
Global	Agua	Generación de aguas residuales domésticas.	Bajo	Cantidad: Menor a 25 trabajadores	Alto	Aguas residuales no tratadas	S/NS	NS	Obra local, mínima cantidad generada
	Fauna, social	Generación de vibraciones debido al uso de transporte pesado y maquinarias.	Bajo	Frecuencia: menor a 8 horas	Medio	Entre 2 y 20 Hz	NS		
	Aire	Consumo de combustible	Bajo	Cantidad: Entre 25-50 gl/día	Medio	Consumo de diesel	NS		
	Fauna, social	Generación de ruido debido al transporte y a la maquinaria usada para fundir cemento.	Alto	Extensión: Radio mayor a 100 m	Medio	56-70 dB	S		
Obras preliminares	Social	Uso de mano de obra especializada	Bajo	Frecuencia: menor a 8 horas	Alto	Producción manual	S/NS	S	Trabajos con riesgos
Excavación para mejorar terreno	Aire	Generación de material particulado debido a la excavación y acumulación del material para su uso en obra.	Medio	Extensión: Radio entre 1 y 100 m alrededor	Bajo	0-25 µg/m ³ en 24 horas	NS		
	Social	Demanda de mano de obra especializada y no especializada para manejo de maquinaria y obras en el terreno.	Bajo	Frecuencia: menor a 8 horas	Alto	Producción manual	S/NS	S	Trabajo con ciertos riesgos
	Suelo	Acumulación de aceite y combustible en el suelo debido a fugas en la maquinaria	Bajo	Cantidad: Menor a 1 gal/día			NS		
Construcción de sumidero	Suelo	Generación de desperdicios de hormigón por derrames de hormigón al momento del vertido.	Bajo	Cantidad: Menor a 50 kg	Bajo	Desecho no peligroso	NS		
	Suelo	Generación de desechos sólidos debido a encofrados que ya no pueden ser utilizados	Medio	Cantidad: Entre 50 y 100 kg	Bajo	Desecho no peligroso	NS		

	Social	Uso de mano de obra calificada.	Bajo	Frecuencia: a: Menor a 8 horas	Alto	Producción manual	S/NS	S	Trabajo con riesgos
Colocación de tubería	Aire	Generación de material particulado en la colocación de las capas para asentamiento de la tubería	Medio	Extensión: Radio mayor entre 1 y 100m alrededor	Medio	26-49 ug/ m3 en 24 horas	S		
	Social	Ruido generado por la maquinaria que colocará las capas de material y la tubería	Alto	Extensión: Radio mayor a 100 m	Medio	56-70 dB	S		
Aplicación de suelo cemento	Social	Uso de mano de obra calificada.	Bajo	Frecuencia: Menor a 8 horas	Alto	Producción manual	S/NS	S	Trabajo con riesgos
	Aire	Generación de material particulado proveniente de la mezcla de suelo con cemento	Medio	Extensión: Radio mayor entre 1 y 100m alrededor	Bajo	0-25 ug/ m3 en 24 horas	NS		
Fundición de cunetas	Agua	Demanda de agua para el curado del hormigón	Media	Entre 50 y 100 lts	Baja	Agua potable	NS	NS	Cantidad mínima de agua potable
	Suelo	Generación de desperdicios de hormigón por derrames de hormigón al momento del vertido.	Bajo	Cantidad: Menor a 50 kg	Bajo	Desecho no peligroso	NS		
	Suelo	Generación de desechos sólidos debido a encofrados que ya no pueden ser utilizados.	Medio	Cantidad: Entre 50 y 100 kg	Bajo	Desechos no peligrosos	NS		
	Social	Uso de mano de obra especializada para el esparcimiento del hormigón fresco	Bajo	Frecuencia: menor a 8 horas	Alto	Producción manual	S/NS	S	Trabajo con ciertos riesgos

Como se observa, la mayoría de los aspectos son no significativos. En general conlleva sólo ciertos riesgos el uso de la mano de obra, ya que necesitan manejar maquinaria, además de que el trabajo puede causar daños físicos a los obreros. Además de esto se debe considerar la parte del ruido que puede afectar a las personas que se encuentran cerca al área de trabajo y más que todo tomar en cuenta la presencia de aves y otros animales que rodean la zona. Finalmente, otro tema importante es la generación de material particulado que contaminará el aire, este material se presentará más que todo en la etapa de excavación, en colocación de la tubería y cuando se realice la mezcla de suelo cemento. En general, dado que el certificado ambiental nos pide seguir las buenas prácticas de construcción, se recomienda el uso de equipos de protección, y una correcta capacitación a los obreros para evitar posibles riesgos en obra.

3.6.8. Regularización ambiental

En Ecuador, todo proyecto debe ser analizado a través del SUIA (Sistema único de Información Ambiental), a través de la página oficial de la entidad se analizan los impactos y los riesgos ambientales de la obra para poder definir si es necesario un certificado, un registro o una licencia ambiental, los cuales tienen diferentes implicaciones debido a la magnitud del proyecto, yendo de menor a mayor impacto. En nuestro proyecto, el SUIA determinó que era necesario un certificado ambiental dado que no se generan grandes riesgos, ni impactos ambientales significativos.

El certificado ambiental se obtiene sin costo en la página del SUIA, y es de obtención inmediata, simplemente es necesario llenar el formulario con la información detallada del proyecto.

MINISTERIO DEL AMBIENTE

EL GOBIERNO DE TODOS

SUIA
Sistema Único de Información Ambiental

Inicio SUIA **Servicios en línea** Noticias Documentos Gestión Interna Mesa de Ayuda

Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

Descripción de la actividad	Construcción, rehabilitación, mejoramiento de caminos de herradura, senderos o trochas comunitarias y de empalizado
Su trámite corresponde a un(a)	CERTIFICADO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	No tiene. (Tiene un costo si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Figura 3.14. Obtención del certificado ambiental.

Capítulo 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se realizaron los estudios de suelos, con los cuales se identificó el tipo de suelo, lo cual ayudó en la dosificación de la mezcla de suelo cemento. Por medio del ensayo de Proctor se encontró la humedad óptima, con lo cual se calculó la cantidad de agua a utilizar en el diseño de la dosificación. El parqueadero de Ciencias de la vida estaba conformado por arenas limosas SM y las vías conduespol y Copol está conformado por arcillas de alta plasticidad CH.

Por medio del análisis granulométrico se encontró el porcentaje para la combinación entre el material de sitio y el material granular. Entre los ensayos realizados se propuso un diseño de mezcla que consistía en utilizar 50% de material de sitio y 50% de material granular, este material puede ser Subbase clase 1 o piedra #4.

A partir de los ensayos de compresión simple se determinó un porcentaje en masa de cemento del 6%, el cual cumplía con la normativa del ministerio de transporte de obras públicas.

Se utilizó la metodología dada por el PCA para calcular el espesor de capa de estabilización suelo cemento, para esto fue necesario realizar una correlación entre el CBR y el módulo de reacción de la subrasante. A partir de definieron dos espesores, para el parqueadero una capa de estabilización de 15 cm y para las vías de acceso 17.5 cm.

Se mejorará la subrasante y se aplicará un tratamiento superficial para aumentar la resistencia y los años de vida útil

Para el levantamiento topográfico se necesitó hacer el arrastre de dos hitos hacia el sitio de trabajo mediante el método de triangulación. Como resultado se obtuvo un levantamiento planimétrico y altimétrico, lo cual ayudó para la propuesta de diseño de parqueadero y para la definición de la sección transversal de las vías.

En el diseño de sistema de drenaje se localizó en un punto estratégico para la captación de aguas lluvias en el parqueadero, este consistía en dos cunetas triangulares de ancho de 0.30m, y alto de 0.2 m, las cuales se unen con un sumidero tipo rejillas conectado a una tubería de 200mm que se dirige hacia una zona baja de desfogue. Para el dimensionamiento de las cunetas se consideró el cálculo de caudales según las áreas de aportación y la intensidad de lluvia obtenida mediante ecuaciones dadas por el IMNAHI, se verificó el que caudal dado por dimensionamiento de la cuneta es mayor al caudal de diseño.

El diseño del sumidero tipo rejilla, se basa en medidas normalizadas, y el caudal de captación es mayor al caudal aportado por las cunetas conectadas. La tubería que sale desde el sumidero hasta la zona de desfogue de agua lluvias, tiene una pendiente del 2.2% de tal forma que se cumpla las velocidades mínimas para autolimpieza, velocidades máximas para evitar desgaste en el interior y fuerza de atracción mínima para evitar la sedimentación.

Para mitigar el impacto ambiental generado por la construcción se propone realizar áreas verdes para mejorar el paisaje. Además, se consideró la concientización a la comunidad politécnica mediante la repartición de volantes informativos. En el presupuesto se tomó en cuenta la aplicación de agua para el control de polvo. La metodología de estabilización de suelo cemento reduce en más de un 40% las emisiones de CO₂, en comparación de la construcción de un pavimento convencional.

Para la evaluación de presupuesto se utilizó la metodología de análisis de precios unitarios, con los que se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones: se realizó una cotización del traslado del material pétreo desde la cantera a la obra, el tipo de transporte que se consideró fue volquetas por facilidad de acceso, se hizo una cotización de estabilización de suelo cemento donde se incluía los materiales, el equipo, la mano de obra, transporte y compactación.

Como resultado se obtuvo que el proyecto está valorado en 88591.27 USD, del cual el 25% representa los costos indirectos. Si se compara con una estructura de pavimento con material granular los costos aumentarían en un 40% y si se considera la comparación con un pavimento convencional el costo aumenta en 150%.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar ensayos de compresión simple, con una combinación de 50% de piedra #4 y 50% del material del sitio, para reducir los costos del proyecto.

Se recomienda mejorar las cunetas de tierra existentes en la vía Copol, por unas cunetas de hormigón.

Debido el sistema de drenaje existente de aguas lluvia se encuentran malas condiciones, se recomienda dar un mantenimiento continuo, para su correcto funcionamiento.

Debido a que se encontró que los escombros son arrojados en parte baja de la cuenca, esto impide el desfogue normal de las aguas lluvias, se recomienda un mayor control en estas áreas.

Se mejorará la subrasante y se aplicará un tratamiento superficial para aumentar la resistencia y los años de vida útil

Se propone un diseño arquitectónico del parqueadero siguiendo norma ecuatoriana.

REFERENCIAS

- Atkinson, J. (2007). *The Mechanics of Soils and Foundations* (Segunda ed., Vol. 1). New York, New York, USA: Taylor & Francis. ISBN: 978-0-203-01288-8
- Baudouin Njine, C., Kenne Dedzo, G., Péguy Nanseu, C., & Ngameni, E. (2015). Amination of pretreated ayous (*Triplochiton scleroxylon*) sawdust with two organosilanes: characterization, stability, and permselective property. *Holzforschung*, 69(3), 347-356. doi:10.1515/hf-2014-0058
- Budhu, M. (2011). *Soil Mechanics and Foundations* (Tercera ed.). Davers, Massachusetts, USA: JOHN WILEY & SONS, INC. ISBN: 978-0-470-55684-9
- Cedeño, U. (2015). *Implantación de una Red de Control Geodésica enlazados a la REGME (Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador) del Instituto Geográfico Militar dentro del campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral*. Guayaquil: ESPOL.
- Chow, V. t. (2004). *Hidráulica de canales abiertos*. (M. Suárez, Ed., & J. Saldarriaga, Trad.) Bogotá, Colombia: McGRAW-HILL. doi:ISBN: 958-600-228-4
- Das, B. (2015). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (cuarta edición ed., Vol. 1). (J. Leon Cárdenas, Trad.) Ciudad de México, México: CENGAGE Learning. ISBN: 978-607-519-373-1
- Elizondo, F., & Sibaja, D. (2009). Estabilización y Mejoramiento de rutas no pavimentadas. *Infraestructura Vial*, 49-55.
- Ferrier, S. (2018). Soil Cement Stabilization. *National Concrete Pavement Technology Center*, (pág. 33). Iowa.
- Fratta, D., Aguetant, J., & Roussel-Smith, L. (2007). *Introduction to Soil Mechanics Laboratory Testing* (Primera ed.). Boca Raton, Florida, Estados Unidos: CRC Press. ISBN: 978 -1- 4200 - 4562 - 8
- Gerardo, R. (2012). La importancia de la infraestructura en la sociedad. *Crónica Diaria*, 10.
- Higuera, C. (2011). *Nociones sobre método de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras* (primera ed., Vol. II). Tunja, Boyacá, Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia. ISBN: 978-958-660-152-8
- Industriales, E. (2019). Estabilización de suelos para pavimentos . *Estabilización de suelos*, 4-12.
- INECYC. (2007). *BASES DE SUELO CEMENTO* (Primera Edición ed.). Quito, Pichincha, Ecuador: INECYC. ISBN: 978-9942-01-226-5

- Lambe, W., & Whitman, R. (2004). *Mecánica de Suelos* (Primera ed.). (J. Jiménez Salas, Trad.) Ciudad de México, México: LIMUSA. ISBN: 968-18-1894-6
- Montejo, A., Montejó, A., & Montejó, A. (2018). *Estabilización del suelo* (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. ISBN: 978-958-762-878-4
- O'Flaherty, C. A. (2007). *Highways, The location, design, construction and maintenance of road pavements*. OXFORD, US: Butterworth-Heinemann. ISBN: 978-0-7506-5090-8
- Oliva Diaz, C. (2010). *Estabilización de un suelo de la Formación Toledo con Cemento Portland y Sistema ROCAMIX Líquido*. Ciudad de la Habana: INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO "JOSÉ ANTONIO ECHEVERRÍA".
- Rojas, F., Romero, P., & Vinuesa, C. (2010). *METODOLOGÍA DE DISEÑO DE MICROPAVIMENTO DE BAJO COSTO PARA SUELO TIPO LIMO ORGÁNICO ARENOSO (OL)*. Guayaquil: ESPOL.
- Ruiz, G. (2012). La importancia de la infraestructura en la sociedad . *Crónica Diaria*, 10.
- Terzaghi, K., Peck, R., & Mesri, G. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice* (third ed.). New York, United States of America: JOHN WILEY & SONS, INC.
- Toirac Corral, J. (Octubre de 2008). El Suelo-Cemento como material de construcción. *Ciencia y Sociedad*, XXXIII(4), 520-571. ISSN 0378-7680
- Yepes, V. (2008). La estabilización de suelos . *Universidad Politécnica de Valencia* , 1.
- Venkatasubramanian, C., & Dhinakaran, G. (2011). Effect of Bio-Enzymatic Soil Stabilisation on Unconfined Compressive Strength and California Bearing Ratio. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 5, 295-298. ISSN: 1816-949X
- Verruijt, A. (2017). *An Introduction to Soil Mechanics* (Vol. 30). The Netherlands, Delft: Springer. ISBN: 978-3-319-61184-6

APÉNDICES

APÉNDICE A



Figura 2. Demarcación del backsight para empezar la radiación



Figura 1. Demarcación de la estación 1 para empezar la radiación



Figura 3. Calado de la estación para realizar las respectivas triangulaciones.



Figura 4. Nivelación arrastrando la cota de los hitos respectivos.

APÉNDICE B

Calicata 1

Tabla 1. Resultados del ensayo de contenido de humedad para la calicata 1.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

CONTENIDO DE HUMEDAD:		
Procedencia	Tecnologías	
Muestra:	Plataforma Alta	
Profundidad:	1.20	m
Recipiente #	1	Unidades
Muestra Húmeda + r	50.51	gr
Muestra Seca + r	45.41	gr
r (recipiente, gr)	6.08	gr
Muestra Seca	39.33	gr
Peso del Agua	5.10	gr
Contenido de Humedad	12.97	%

Calicata 2

Tabla 2. Resultados del ensayo de contenido de humedad para la calicata 2.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

CONTENIDO DE HUMEDAD:		
Procedencia:	Tecnologías	
Muestra:	Vía Conduespol	
Profundidad:	1.20	m
Recipiente #	4	Unidades
Muestra Húmeda + r	40.01	gr
Muestra Seca + r	34.22	gr
r (recipiente, gr)	5.74	gr
Muestra Seca	28.48	gr
Peso del Agua	5.79	gr
Contenido de Humedad	20.33	%

Calicata 3

Tabla 3. Resultados del ensayo de contenido de humedad para la calicata 3.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

CONTENIDO DE HUMEDAD:		
Procedencia:	Tecnologías	
Muestra:	Plataforma baja	
Profundidad:	1.00	m
Recipiente #	27	Unidades
Muestra Húmeda + r	24.95	gr
Muestra Seca + r	22.19	gr
r (recipiente, gr)	6.10	gr
Muestra Seca	16.09	gr
Peso del Agua	2.76	gr
Contenido de Humedad	17.15	%

Calicata 1

Ensayo: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
Norma: ASTM C 136 – 06, INEN 696, AASHTO T-87, 88

Fecha de Muestreo: 21/10/2019
Muestreado por: Grupo Agrovia
Chequeado por: Laboratorio de suelos ESPOL

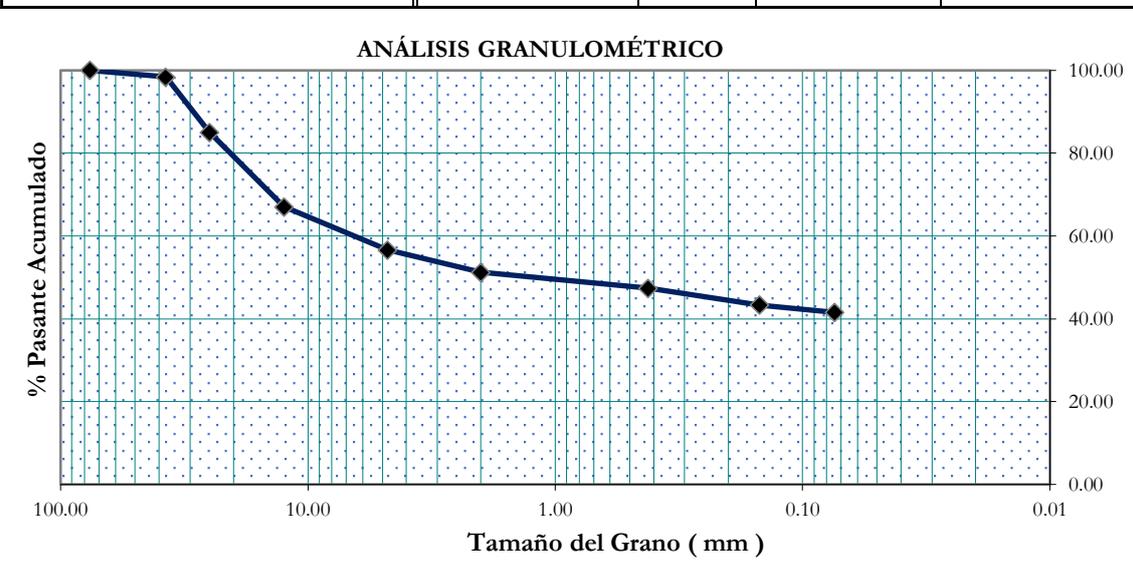
Ubicación:	Tecnologías	D60	7.40	Cu =	185.00
Muestra:	Plataforma Alta	D30	0.08	Cc =	0.019
Profundidad:	1 m	D10	0.04		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

r (recipiente, gr)	57.59	gr
Peso Inicial + Rec	257.59	gr
Peso Después del Lavado +Rec	126.41	gr
Finos (Pérdida por Lavado)	131.15	gr
Peso Inicial de la Muestra	200.00	gr

Tolerancia 1.11 gr

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido			% Pasante Acumulado
		(gr.)	(%)	% Acumulado	
3	76.100	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2	37.500	78	1.56	1.56	98.44
1	25.000	670	13.40	14.96	85.04
1/2	12.500	898	17.96	32.93	67.07
4	4.760	522.14	10.45	43.37	56.63
10	2.000	269.30	5.39	48.76	51.24
40	0.420	193.19	3.86	52.62	47.38
100	0.149	201.18	4.02	56.65	43.35
200	0.074	90.27	1.81	58.45	41.55
Fondo		2.41	0.05	58.50	41.50
Finos		2074.40	41.50	100.00	0.00
Total:		4998.89	100.00		



Calicata 2

Ensayo: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
Norma: ASTM C 136 – 06, INEN 696, AASHTO T-87, 88

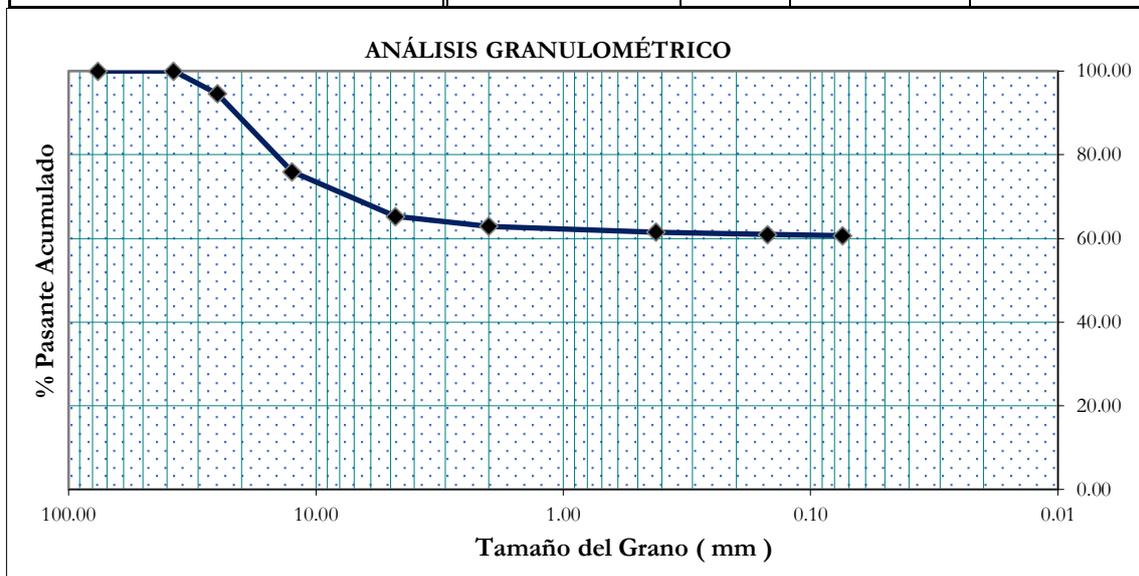
Fecha de Muestreo: 21/09/2019
Muestreado por: Grupo Agrovia
Chequeado por: Laboratorio de suelos ESPOL

Ubicación:	Tecnologías	D60	0.08	Cu =	2.000
Muestra:	Vía CONDUESPOL	D30	0.06	Cc =	1.125
Profundidad:	1 m	D10	0.04		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

r (recipiente, gr)	55.61	gr
Peso Inicial + Rec	255.61	gr
Peso Después del Lavado + Rec	76.68	gr
Finos (Pérdida por Lavado)	178.93	gr
Peso Inicial	200.00	gr
Tolerancia	5.44	

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido			% Pasante Acumulado
		(gr.)	(%)	% Acumulado	
3	76.100	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2	37.500	0	0.00	0.00	100.00
1	25.000	270	5.41	5.41	94.59
1/2	12.500	930	18.62	24.03	75.97
4	4.760	535.6	10.72	34.75	65.25
10	2.000	116.31	2.33	37.08	62.92
40	0.420	71.69	1.44	38.51	61.49
100	0.149	27.08	0.54	39.06	60.94
200	0.074	14.31	0.29	39.34	60.66
Fondo		0.34	0.01	39.35	60.65
Finos		3029.23	60.65	100.00	0.00
Total:		4994.56	100.00		



Calicata 3

Ensayo: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
Norma: ASTM C 136 – 06, INEN 696, AASHTO T-87, 88

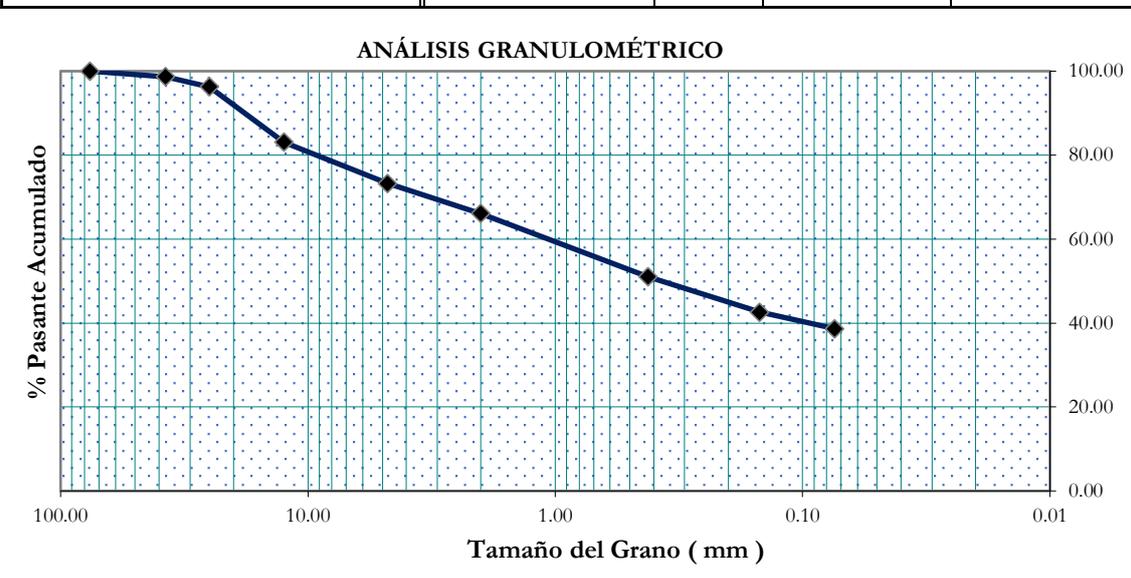
Fecha de Muestreo: 21/09/2019
Muestreado por: Grupo Agrovia
Chequeado por: Laboratorio de suelos ESPOL

Ubicación:	Tecnologías	D60	1.41	Cu =	28.200
Muestra:	Plataforma Baja	D30	0.07	Cc =	0.070
Profundidad:	1 m	D10	0.05		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

r (recipiente, gr)	91.45	gr
Peso Inicial + Rec	291.45	gr
Peso Después del Lavado + Rec	181.19	gr
Finos (Pérdida por Lavado)	110.26	gr
Peso Inicial	200.00	gr
Tolerancia	5.07	

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido			% Pasante Acumulado
		(gr.)	(%)	% Acumulado	
3	76.100	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2	37.500	80	1.33	1.33	98.67
1	25.000	142	2.37	3.70	96.30
1/2	12.500	792	13.21	16.91	83.09
4	4.760	590.59	9.85	26.77	73.23
10	2.000	427.60	7.13	33.90	66.10
40	0.420	905.28	15.10	49.00	51.00
100	0.149	504.46	8.41	57.41	42.59
200	0.074	236.16	3.94	61.35	38.65
Fondo		9.08	0.15	61.50	38.50
Finos		2307.76	38.50	100.00	0.00
Total:		5994.93	100.00		



Material de Sub-Base Clase 1

Ensayo: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
Norma: ASTM C 136 – 06, INEN 696, AASHTO T-87, 88

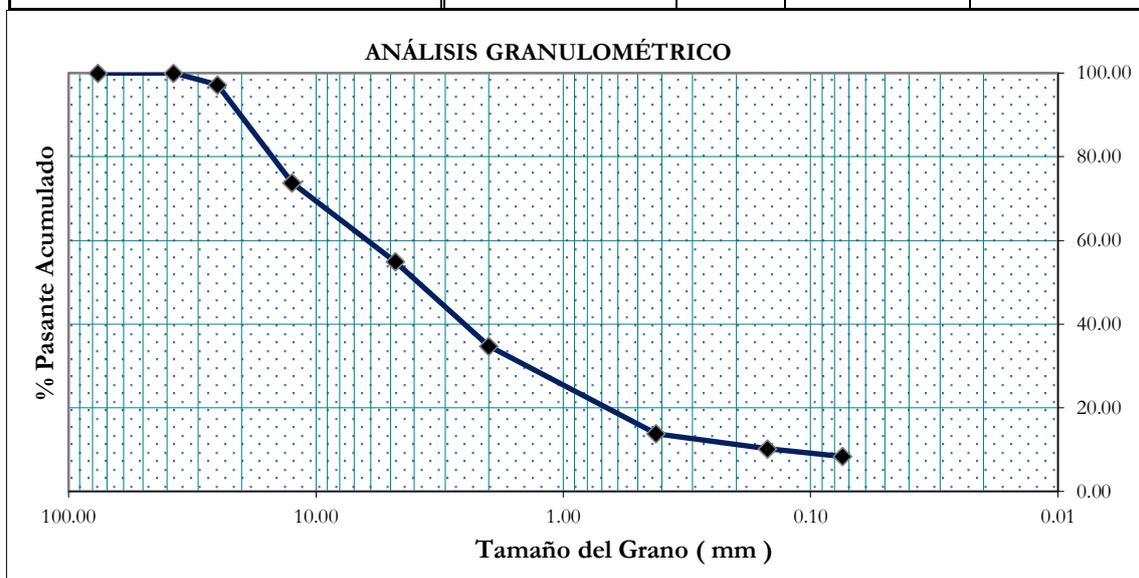
Fecha de Muestreo: 08/11/2019
Procedencia: Cantera San José
Chequeado por: Laboratorio de suelos ESPOL

Ubicación:	Vía la costa	D60	7.09	Cu =	50.643
Muestra:	Sub-Base clase 1	D30	1.75	Cc =	3.085
Profundidad:	1 m	D10	0.14		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

r (recipiente, gr)	92.32	gr
Peso Inicial + Rec	292.32	gr
Peso Después del Lavado +Rec	269.42	gr
Finos (Pérdida por Lavado)	22.90	gr
Peso Inicial	200.00	gr
Tolerancia	0.10	

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido			% Pasante Acumulado
		(gr.)	(%)	% Acumulado	
3	76.100	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2	37.500	0	0.00	0.00	100.00
1	25.000	142	2.84	2.84	97.16
1/2	12.500	1170	23.40	26.24	73.76
4	4.760	944.2	18.88	45.12	54.88
10	2.000	1007.77	20.16	65.28	34.72
40	0.420	1046.53	20.93	86.21	13.79
100	0.149	179.40	3.59	89.80	10.20
200	0.074	92.81	1.86	91.66	8.34
Fondo		3.91	0.08	91.73	8.27
Finos		413.28	8.27	100.00	0.00
Total:		4999.90	100.00		



Calicata 1

Tabla 4. Determinación de los límites de Atterberg Calicata 1.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Ensayo: Límites de Atterberg		LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			Muestra:	Plataforma Alta
Descripción	Unidades	1	2	3	4	1	2	3	Profundidad:	1.2 m
Rec + Muestra Húmeda	gr	20.92	21.75	20.91	20.02	16.92	17.05	17.20	Número de Golpes	Contenido de Humedad
Rec + Muestra Seca	gr	16.75	17.25	16.75	16.03	14.71	14.79	14.93		
r (recipiente, gr)	gr	6.00	6.05	6.10	6.29	6.20	5.93	6.00	33	38.79
Muestra Seca	gr	10.75	11.20	10.65	9.74	8.51	8.86	8.93	18	40.18
Peso del Agua	gr	4.17	4.50	4.16	3.99	2.21	2.26	2.27	30	39.06
Contenido de Humedad	%	38.79	40.18	39.06	40.97	25.97	25.51	25.42	23	40.97
Número de Golpes	N	33	18	30	23	Promedio:	25.63		25	39.783

Orden	Número de Golpes Log N (X)	Contenido de Humedad W (%) (Y)
1.0	1.52	38.79
2.0	1.26	40.18
3.0	1.48	39.06
4.0	1.36	40.97
Total	5.61	159.00
Sx²	7.92	6322.94
S (xy)	222.82	
A	48.87	
B	-6.50	
Límite Líquido (LL):	39.78%	
Límite Plástico (LP):	25.63%	
Índice de Plasticidad (IP):	14.15%	

LÍMITE LÍQUIDO

Contenido de Humedad (%)

Número de Golpes (N)

Tabla 5. Determinación de los límites de Atterberg Calicata 2.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Ensayo: Límites de Atterberg		LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			Muestra: Vía CONDUESPOL	
Descripción	Unidades	1	2	3	4	1	2	3	Profundidad:	1.2 m
Rec + Muestra Húmeda	gr	16.49	20.08	22.69	16.71	16.54	16.58	16.49	Número de Golpes	Contenido de Humedad
Rec + Muestra Seca	gr	12.16	15.03	16.72	13.02	14.32	14.45	14.44		
r (recipiente, gr)	gr	6.19	6.30	6.16	6.02	6.17	6.15	6.30	15	72.53
Muestra Seca	gr	5.97	8.73	10.56	7.00	8.15	8.30	8.14	27	57.85
Peso del Agua	gr	4.33	5.05	5.97	3.69	2.22	2.13	2.05	38	56.53
Contenido de Humedad	%	72.53	57.85	56.53	52.71	27.24	25.66	25.18	23	52.71
Número de Golpes		15	27	38	23	Promedio: 26.03		26.03	25	59.497

Orden	# Golpes Log N (X)	Contenido de Humedad W (%) (Y)
1.0	1.18	72.53
2.0	1.43	57.85
3.0	1.58	56.53
4.0	1.36	52.71
Total	5.55	239.62
Sx²	7.78	14581.62
S (xy)	329.19	
A	112.96	
B	-38.24	
Límite Líquido (LL):		59.50%
Límite Plástico (LP):		26.03%
Índice de Plasticidad (IP):		33.47%

LÍMITE LÍQUIDO

Contenido de Humedad (%)

Número de Golpes (N)

Tabla 6. Determinación de los límites de Atterberg Calicata 3.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Ensayo: Límites de Atterberg		LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			Muestra: Plataforma Baja	
Descripción	Unidades	1	2	3	4	1	2	3	Profundidad: 1.2 m	
Rec + Muestra Húmeda	gr	18.73	16.96	20.16	16.93	8.75	9.83	10.21	Número de Golpes	Contenido de Humedad
Rec + Muestra Seca	gr	15.17	14.08	16.34	13.89	8.13	8.88	9.11		
r (recipiente, gr)	gr	6.26	6.11	6.17	6.15	6.09	6.22	6.12	21	39.96
Muestra Seca	gr	8.91	7.97	10.17	7.74	2.04	2.66	2.99	39	36.14
Peso del Agua	gr	3.56	2.88	3.82	3.04	0.62	0.95	1.10	37	37.56
Contenido de Humedad	%	39.96	36.14	37.56	39.28	30.39	35.71	36.79	15	39.28
Número de Golpes		21	39	37	15	Promedio: 34.30			25	38.353

Orden	Número de Golpes Log N (X)	Contenido de Humedad W (%) (Y)
1.0	1.32	39.96
2.0	1.59	36.14
3.0	1.57	37.56
4.0	1.18	39.28
Total	5.66	152.93
Sx²	8.12	5855.69
S (xy)	215.42	
A	48.61	
B	-7.33	
Límite Líquido (LL):	38.35%	
Límite Plástico (LP):	34.30%	
Índice de Plasticidad (IP):	4.05%	

LÍMITE LÍQUIDO

Contenido de Humedad (%)

Número de Golpes (N)

Tabla 7. Tabla de clasificación de suelos AASHTO

Fuente: (Fratta, Aguetant, & Roussel-Smith, 2007).

Soil Group		Grain Size			Liquid Limit (%)	Plasticity Index (%)	Material Type	Subgrade Rating
		% Passing No. 10 Sieve	% Passing No. 40 Sieve	% Passing No. 200 Sieve				
A-1	A-1-a	≤50	≤30	≤15		≤6	Stone, gravel, sand	Excellent to good
	A-1-b		≤50	≤25		≤6		
A-3			≥51	≤10		Nonplastic	Fine sand	
A-2	A-2-4			≤35	≤40	≤10	Silty sand, clayey gravel, and sand	
	A-2-5			≤35	≥41	≤10		
	A-2-6			≤35	≤40	≥11		
	A-2-7			≤35	≥41	≥11		
A-4				≥36	≤40	≤10	Silty soil	Fair to poor
A-5				≥36	≥41	≤10	Silty soil	Fair to poor
A-6				≥36	≤40	≥11	Clayey soil	Fair to poor
A-7	A-7-5			≥36	≥41	≥11 PI ≤ LL-30	Clayey soil	Fair to poor
	A-7-6			≥36	≥41	≥11 PI > LL-30	Clayey soil	Fair to poor

Cálculos para CBR

Calicata 1

Determinación de la densidad del suelo de acuerdo a su compactación según el número de golpes con el martillo.

Antes de la Inmersión				
HUMEDAD	N° rec.	9	5	28
	Wh+r	932.94	782.26	1368.65
	Ws+r	832.09	704.18	1246.44
	Ww	100.85	78.08	122.21
	R	142.51	148.7	151.94
	Ws+r	689.58	555.48	1094.5
	W%	15%	14%	11%
Molde + Suelo húmedo		8746	8548	8048
Molde		4212	4212	4210
Suelo Húmedo		4534	4336	3838
Suelo seco		3955.51	3801.63	3452.50
Contenido de agua		15%	14%	11%
Densidad húmeda		1968.47	1882.51	1666.30
Densidad seca		1717.32	1650.51	1498.93
Después de la Inmersión				
HUMEDAD	N° rec.	4	35	36
	Wh+r	376.7	311.96	375.11
	Ws+r	314.62	265.22	312.86
	Ww	62.08	46.74	62.25
	R	70.65	71.46	72
	Ws	243.97	193.76	240.86
	W%	25%	24%	26%
Molde + Suelo húmedo		8992	8836	8472
Molde		4212	4212	4210
Suelo Húmedo		4780	4624	4262
Suelo seco		3810.41	3725.35	3386.71
Contenido de agua		25%	24%	26%
Densidad húmeda		2075.27	2007.55	1850.38
Densidad seca		1654.32	1617.39	1470.37
Hinchamiento				
Lectura Inicial		1	2	3
24 horas		44	79	60
48 horas		79	83	61
72 horas		87	85	60
96 horas		90	86	61

Tabla 8. Datos de carga de penetración obtenidos de la prensa de CBR y posteriormente calculado los esfuerzos.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Número de golpes de compactación:	65	30	10	65	30	10
Número de ensayos:	Carga de Penetración (0.0001")			Esfuerzo MPa		
1.27mm. (0.05")	10	10	4	0.258	0.258	0.120
2.54mm. (0.10")	21	19	6	0.511	0.465	0.166
3.81mm. (0.15")	28	27	8	0.671	0.648	0.212
5.08mm. (0.20")	31	31	10	0.740	0.740	0.258
7.62mm. (0.30")	40	38	12	0.947	0.901	0.304
10.16mm. (0.40")	50	43	14	1.176	1.016	0.350
12.70mm. (0.50")	60	49	16	1.406	1.153	0.396

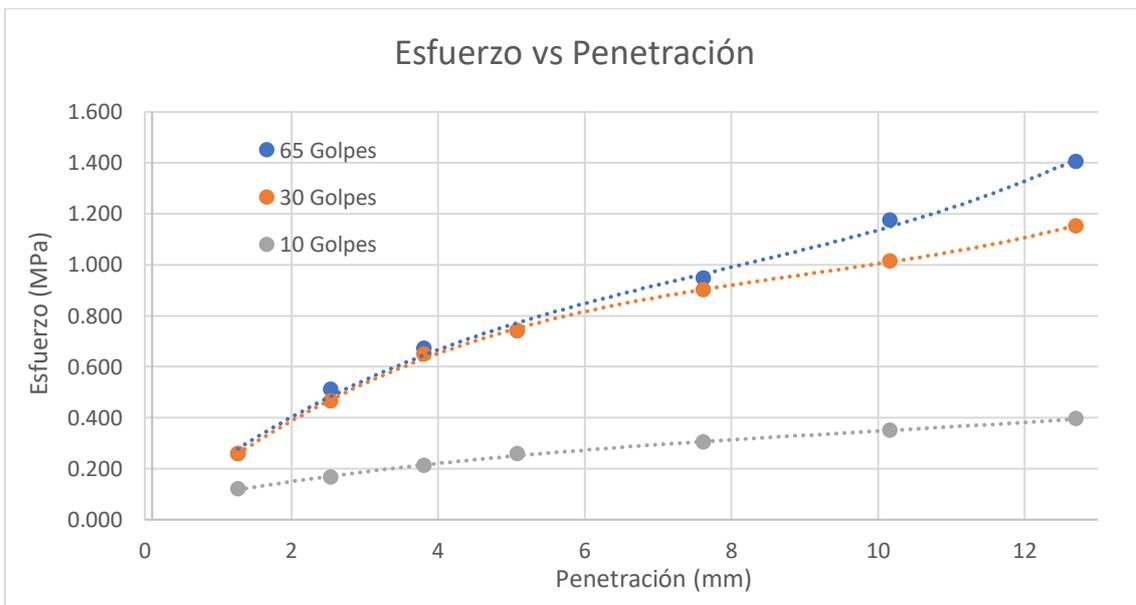


Figura 5. Gráfico de Esfuerzo vs Penetración según los grados de compactación.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

A partir de este gráfico se determinó si era necesario aplicar la corrección del cero no, para este caso fue necesario. También se determinó un CBR para cada grado de compactación con lo en el siguiente gráfico se procede a calcular el CBR de diseño.

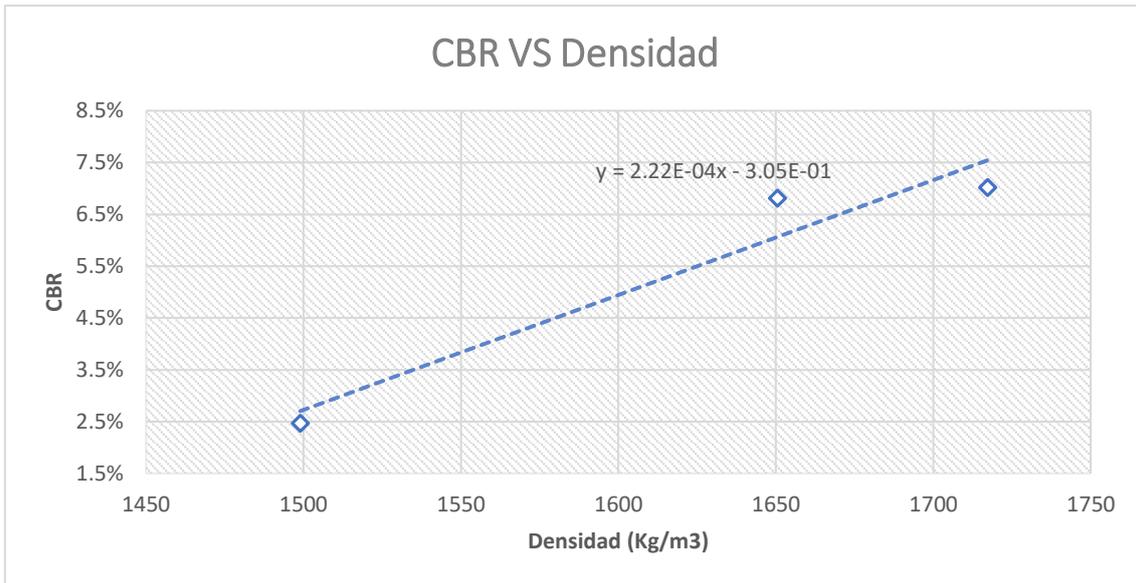


Figura 6: CBR vs la densidad antes de la inmersión.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Por medio de este gráfico se procede a determinar el CBR de diseño el cual es el CBR para una densidad del 95% de la densidad máxima del Proctor. Al tener la ecuación de la recta de tendencia se reemplaza en esta la densidad y se obtiene el CBR de diseño.

Calicata 2

Determinación de la densidad del suelo de acuerdo a su compactación según el número de golpes con el martillo.

Antes de la Inmersión				
HUMEDAD	N° rec.	2	21	17
	Wh+r	932.84	1012.88	1005.21
	Ws+r	802.24	881.66	878.67
	Ww	130.6	131.22	126.54
	R	140.99	166.8	157.27
	Ws+r	661.25	714.86	721.4
	W%	20%	18%	18%
Molde + Suelo húmedo		8482	8200	7694
Molde		4204	4194	4230
Suelo Húmedo		4278	4006	3464
Suelo seco		3572.43	3384.70	2947.06
Contenido de agua		20%	18%	18%
Densidad húmeda		1857.33	1739.24	1503.92
Densidad seca		1551.00	1469.50	1279.49
Después de la Inmersión				
HUMEDAD	N° rec.	56	3	28
	Wh+r	355.21	437.2	366.03
	Ws+r	284.9	346.46	286.93
	Ww	70.31	90.74	79.1
	R	66.17	71.7	69.33
	Ws	218.73	274.76	217.6
	W%	32%	33%	36%
Molde + Suelo húmedo		8868	8638	8240
Molde		4204	4194	4230
Suelo Húmedo		4664	4444	4010
Suelo seco		3529.47	3340.72	2940.94
Contenido de agua		32%	33%	36%
Densidad húmeda		2024.91	1929.40	1740.97
Densidad seca		1532.34	1450.40	1276.83
Hinchamiento				
Lectura Inicial		0	0	0
24 horas		188	221	82
48 horas		245	228	91
72 horas		269	230	92
96 horas		271	231	93

Datos obtenidos de la prensa de penetración de CBR

Tabla 9. Datos de carga de penetración obtenidos de la prensa de CBR y posteriormente calculado los esfuerzos.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Número de golpes de compactación:	65	30	10	65	30	10
Número de ensayos:	Carga de Penetración (0.0001")			Esfuerzo Mpa		
1.27mm. (0.05")	6	5	3	0.166	0.143	0.097
2.54mm. (0.10")	10	8	4	0.258	0.212	0.120
3.81mm. (0.15")	12	10	5	0.304	0.258	0.143
5.08mm. (0.20")	14	11	5	0.350	0.281	0.143
7.62mm. (0.30")	16	13	6	0.396	0.327	0.166
10.16mm. (0.40")	19	15	7	0.465	0.373	0.189
12.70mm. (0.50")	21	17	8	0.511	0.419	0.212

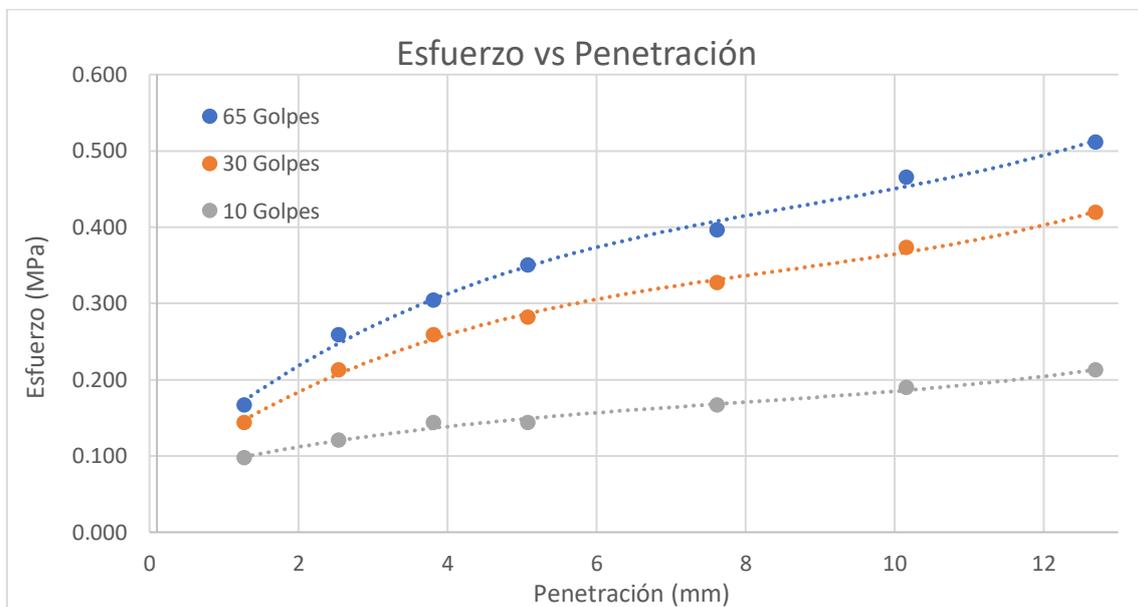


Figura 7: Gráfico de Esfuerzo vs Penetración según los grados de compactación.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

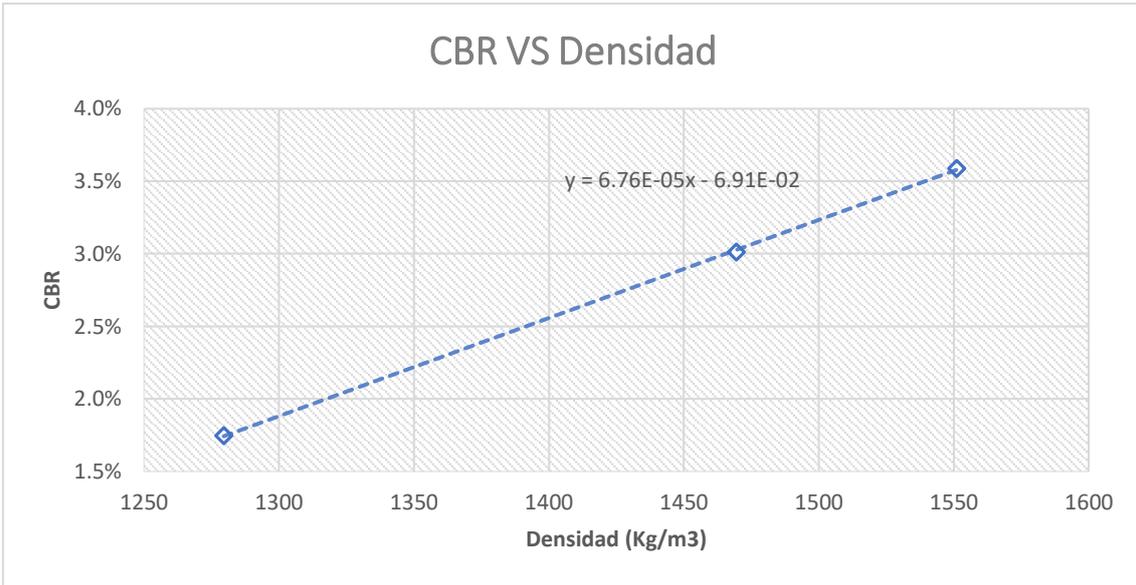


Figura 8: CBR vs la densidad antes de la inmersión.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Calicata 3

Determinación de la densidad del suelo de acuerdo a su compactación según el número de golpes con el martillo.

Antes de la Inmersión				
HUMEDAD	N° rec.	9	5	28
	Wh+r	932.94	782.26	1368.65
	Ws+r	832.09	704.18	1246.44
	Ww	100.85	78.08	122.21
	R	142.51	148.7	151.94
	Ws+r	689.58	555.48	1094.5
	W%	15%	14%	11%
Molde + Suelo húmedo		8746	8548	8048
Molde		4212	4212	4210
Suelo Húmedo		4534	4336	3838
Suelo seco		3955.51	3801.63	3452.50
Contenido de agua		15%	14%	11%
Densidad húmeda		1968.47	1882.51	1666.30
Densidad seca		1717.32	1650.51	1498.93
Después de la Inmersión				
HUMEDAD	N° rec.	4	35	36
	Wh+r	376.7	311.96	375.11
	Ws+r	314.62	265.22	312.86
	Ww	62.08	46.74	62.25
	R	70.65	71.46	72
	Ws	243.97	193.76	240.86
	W%	25%	24%	26%
Molde + Suelo húmedo		8992	8836	8472
Molde		4212	4212	4210
Suelo Húmedo		4780	4624	4262
Suelo seco		3810.41	3725.35	3386.71
Contenido de agua		25%	24%	26%
Densidad húmeda		2075.27	2007.55	1850.38
Densidad seca		1654.32	1617.39	1470.37
Hinchamiento				
Lectura Inicial		1	2	3
24 horas		44	79	60
48 horas		79	83	61
72 horas		87	85	60
96 horas		90	86	61

Tabla 10. Datos de carga de penetración obtenidos de la prensa de CBR y posteriormente calculado los esfuerzos.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Número de golpes de compactación:	65	30	10	65	30	10
Número de ensayos:	Carga de Penetración (0.0001")			Esfuerzo Mpa		
1.27mm. (0.05")	15	10	7	0.373	0.258	0.189
2.54mm. (0.10")	22	16	10	0.534	0.396	0.258
3.81mm. (0.15")	27	20	12	0.648	0.488	0.304
5.08mm. (0.20")	31	22	14	0.740	0.534	0.350
7.62mm. (0.30")	37	26	17	0.878	0.625	0.419
10.16mm. (0.40")	45	29	19	1.061	0.694	0.465
12.70mm. (0.50")	53	32	20	1.245	0.763	0.488

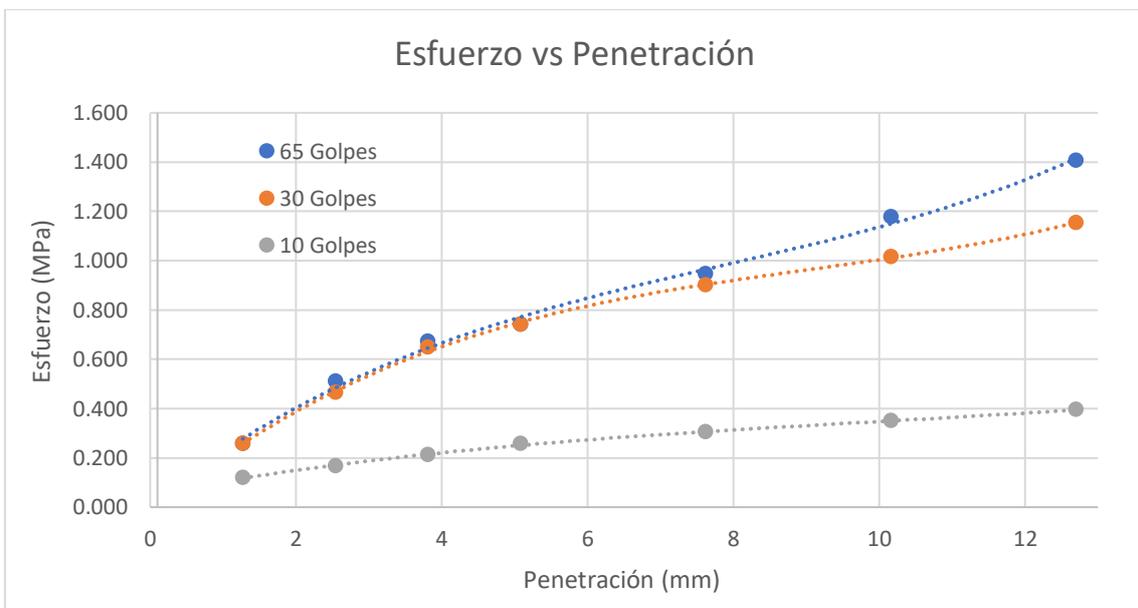


Figura 9: Gráfico de Esfuerzo vs Penetración según los grados de compactación.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

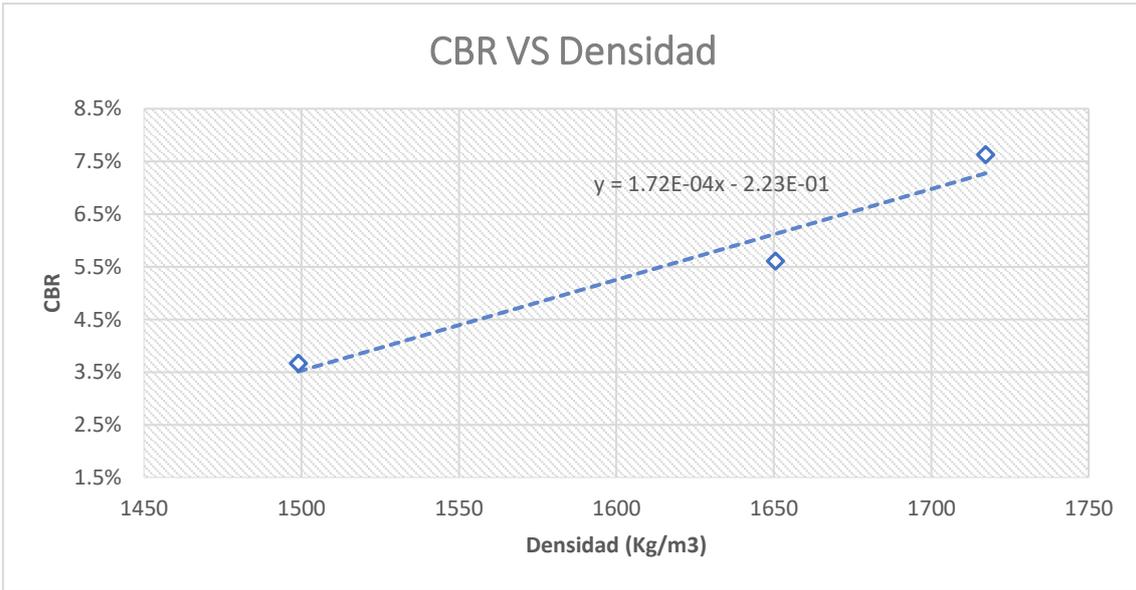


Figura 10: CBR vs la densidad antes de la inmersión.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019



Figura 11. Extracción de Calicatas.



Figura 12. Elaboración del ensayo de Proctor modificado.



Figura 13. Sumersión de los cilindros de CBR en la piscina.

APÉNDICE C

Diseño de cuneta

Para el cálculo del caudal que pasará por la cuneta se utiliza los datos de la cuenca obtenidos desde ArcMap y las áreas tributarias a partir de Autocad.

Tabla 11. Datos de la cuenta de trabajo.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Área tributaria para cuneta 1	0.087 ha
Área tributaria para cuneta 2	0.106 ha
Área tributaria para cuneta 3	0.077 ha
Perímetro	4670.50 m
Longitud del cauce principal	1.96 km
Cota máxima del cauce principal	251.76 m.s.n.m
Cota mínima del cauce principal	55.23 m.s.n.m

En primer lugar, se calcula de tiempo de recorrido con la ecuación de Térmez.

$$Tc = 0.3 \left(\frac{1.96}{(251.76 - 55.23)^{0.25}} \right)^{0.75}$$

$$Tc = 19.32 \text{ min}$$

Con el tiempo de recorrido y con un periodo de retorno de 5 años se obtiene la intensidad de lluvia

$$i = 135.7748 * 5^{0.2169} * (19.32)^{-0.3063}$$

$$i = 77.71 \frac{mm}{h}$$

Para el cálculo del caudal de la primera cuneta se tiene

$$Q = 0.00278 * 0.20 * 77.71 \frac{mm}{h} * 0.087ha$$

$$Q = 0.0036 \frac{m^3}{s}$$

Para el cálculo del caudal de la segunda cuneta se tiene

$$Q = 0.00278 * 0.20 * 77.71 \frac{mm}{h} * 0.106ha$$

$$Q = 0.004 \frac{m^3}{s}$$

Para el cálculo del caudal de la segunda cuneta se tiene

$$Q = 0.00278 * 0.20 * 77.71 \frac{mm}{h} * 0.0777ha$$

$$Q = 0.0032 \frac{m^3}{s}$$

Diseño de cunetas

Para el diseño de las cunetas se comienza con el caudal obtenido por método racional. Las tres cunetas a diseñar tendrán las mismas dimensiones ya que soportarán el mismo caudal de diseño, también serán de forma triangular y de hormigón (n=0.014). Dadas las siguientes dimensiones se calcula se calcula el Área, Perímetro mojado, Radio hidráulico y el espejo de agua, para posteriormente tener el caudal de la cuneta.

Tabla 12. Datos de las cunetas del parqueadero.

Fuente: Arévalo, Villegas, 2019

Cuneta 1			Cuneta 2			Cuneta 3		
c=	0.2		c=	0.2		c=	0.20	
i=	77.71		i=	77.71		i=	77.71	
S=	0.02	bombeo	S=	0.02	bombeo	S=	0.02	bombeo
A1=	0.0865	ha	A1=	0.1062	ha	A1=	0.0766	ha
Qd=	0.0037	m3/s	Qd=	0.0046	m3/s	Qd=	0.0033	m3/s
y=	0.20	m	y=	0.20	m	y=	0.20	m
z=	0.75		z=	0.75		z=	0.75	
A=	0.03	m2	A=	0.03	m2	A=	0.03	m2
P=	0.50	m	P=	0.50	m	P=	0.50	m
T=	0.30	m	T=	0.30	m	T=	0.30	m
R=	0.06	m	R=	0.06	m	R=	0.06	m
n=	0.014		n=	0.01		n=	0.01	
Q=	0.0460	m3/s	Q=	0.0460	m3/s	Q=	0.0460	m3/s

Sumidero

Para el cálculo del caudal captado del sumidero se debe considerar que la rejilla está compuesta por 10 ranuras longitudinales con un ancho de 2.85 cm y de longitud de 54.3 cm, como resultado se tiene 1547cm² (0.15m²) de área neta de flujo de la rejilla. Reemplazando los valores se obtuvo un caudal captado por el sumidero de 0.40 m³/s

$$Q = 0.6(0.15m^2) \sqrt{2 \left(9.81 \frac{m^2}{s} \right) (1m)}$$

$$Q = 0.40 m^3/s$$

La suma de caudales dados por cuneta 1 y 2 es de 0.1 m³/s, teniendo así que

$$0.40 \frac{m^3}{s} < 0.10 \frac{m^3}{s} \quad ok$$

APÉNDICE D

Resultado de los ensayos de compresión simple de los cilindros de suelo-cemento.

- Proyecto Conduespol 8% de cemento calicata 3

Tabla 13. Resultados del ensayo de compresión simple con 8% de cemento C3.

Código	secu	F. Modelo	F. Rotura	Edad (Días)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Peso (kg)	Carga rotura (kN)	Resistencia (MPa)
26192	1	29/10/2019	5/11/2019	7	150	300	10.460	45.8	2.593
26192	2	29/10/2019	5/11/2019	7	150	300	10.512	42.0	2.378

- Proyecto Conduespol 6% de cemento calicata 2

Tabla 14. Resultados del ensayo de compresión simple con 6% de cemento C2.

Código	secu	F. Modelo	F. Rotura	Edad (Días)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Peso (kg)	Carga rotura (kN)	Resistencia (MPa)
26191	1	29/10/2019	5/11/2019	7	150	300	9.916	33.9	1.920
26191	2	29/10/2019	5/11/2019	7	150	300	9.882	38.1	2.158

- Proyecto Conduespol 5% de cemento 70 % calicata 3 y 30% Subbase C1

Tabla 15. Resultados del ensayo de compresión simple con 5% de cemento 70% C3 y 30% Sub Base.

Código	secu	F. Modelo	F. Rotura	Edad (Días)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Peso (kg)	Carga rotura (kN)	Resistencia (MPa)
26211	1	8/11/2019	15/11/2019	7	150	300	11.272	30.5	1.723
26211	2	8/11/2019	15/11/2019	7	150	300	11.189	34.5	1.955

- Proyecto Conduespol 5% de cemento 70 % calicata 2 y 30% Subbase C1

Tabla 16. Resultados del ensayo de compresión simple con 5% de cemento 70% C2 y 30% Sub Base.

Código	secu	F. Modelo	F. Rotura	Edad (Días)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Peso (kg)	Carga rotura (kN)	Resistencia (MPa)
26210	1	8/11/2019	15/11/2019	7	150	300	10.278	22.3	1.260
26210	2	8/11/2019	15/11/2019	7	150	300	10.191	22.3	1.259

Contenido de humedad

Contenido de humedad de las muestras de suelo-cemento con la que se hizo el muestreo de cilindros.

Tabla 17. Contenido de Humedad de muestras de cilindro.

Código	Peso húmedo gr	Peso Seco gr	Peso Bandeja gr	Contenido de Humedad
26210	584	513.90	188.19	22%
26211	1962	1781.31	530.92	14%

Cálculo de Módulo de reacción de la subrasante con la siguiente correlación:

$$K = 2.55 + 52.5 * \log(CBR)$$

Calicata 1

$$CBR = 3.3\%$$

$$K = 2.55 + 52.5 * \log(3.3) = 29.77 \frac{MPa}{m}$$

$$\Rightarrow K = 3.035 \frac{kg}{cm^3}$$

Calicata 2

$$CBR = 6.9\%$$

$$K = 2.55 + 52.5 * \log(6.9) = 46.59 \frac{MPa}{m}$$

$$\Rightarrow K = 4.75 \frac{kg}{cm^3}$$

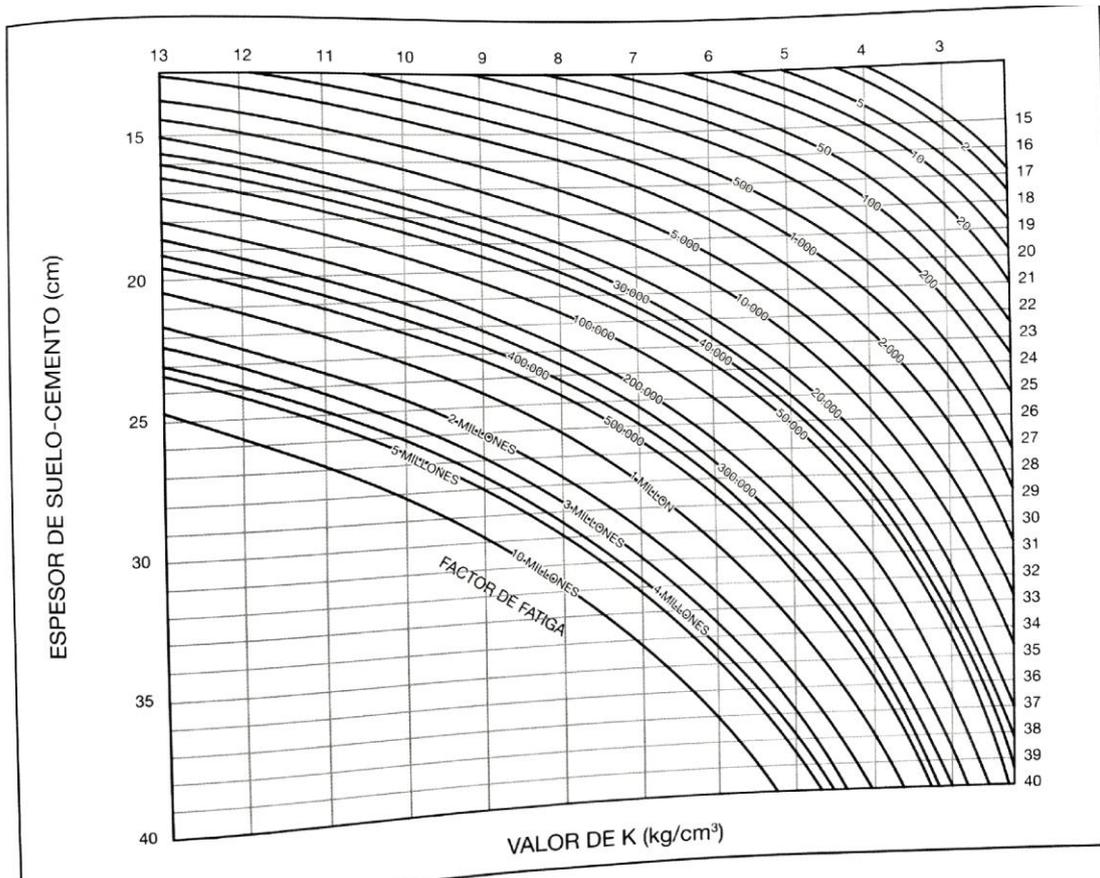


Figura 14. Ábaco de diseño de espesores de suelo-cemento para material fino granular

Fuente (INECYC, 2007)



Figura 15. Mezcla de suelo cemento, prueba de campo de humedad óptima.



Figura 16. Desencofrado de los cilindros.

APÉNDICE E

Costos indirectos

COSTOS INDIRECTOS ADMINISTRATIVOS

Gastos	Mensual	Mes 1	Mes 2	Total
Remuneraciones				
Gerente General	\$1'200.00	\$1'200.00	\$1'200.00	\$2'400.00
Secretaria del Gerente	\$450.00	\$450.00	\$450.00	\$900.00
Contador	\$553.56	\$553.56	\$553.56	\$1'107.12
Chofer	\$450.00	\$450.00	\$450.00	\$900.00
A. SUBTOTAL REMUNERACIONES	\$2'653.56	\$2'653.56	\$2'653.56	\$5'307.12
ALQUILERES Y SERVICIOS				
Alquiler de local	\$300.00	\$300.00	\$300.00	\$600.00
Alumbrado, agua	\$40.00	\$40.00	\$40.00	\$80.00
Teléfono e Internet	\$60.00	\$60.00	\$60.00	\$120.00
Gastos de Operación de vehículos	\$80.00	\$80.00	\$80.00	\$160.00
B. SUBTOTAL ALQUILERES Y SERVICIOS	\$480.00	\$480.00	\$480.00	\$960.00
SUSCRIPCIONES Y SEGUROS				
Seguros de personal, vehículos, etc	\$200.00	\$200.00	\$200.00	\$400.00
C. SUBTOTAL SUSCRIPCIONES Y SEGUROS	\$200.00	\$200.00	\$200.00	\$400.00
ARTÍCULOS DE CONSUMO				
Útiles de oficina, etc	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$100.00
D. SUBTOTAL ARTÍCULOS DE CONSUMO	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$100.00
TOTAL DE GASTOS DE OFICINA CENTRAL	\$3'383.56	\$3'383.56	\$3'383.56	\$6'767.12

COSTOS INDIRECTOS DE OPERACIÓN

Gastos	Mensual	Mes 1	Mes 2	Total
REMUNERACIONES				
Residente de obra	\$1'500.00	\$1'500.00	\$1'500.00	\$3'000.00
Ayudante del Residente	\$553.56	\$553.56	\$553.56	\$1'107.12
Guardián	\$450.00	\$450.00	\$450.00	\$900.00
Bodeguero	\$450.00	\$450.00	\$450.00	\$900.00
A. SUBTOTAL REMUNERACIONES	\$2'953.56	\$2'953.56	\$2'953.56	\$5'907.12
MOVILIZACIÓN DE PERSONAL Y SERVICIOS				
Teléfono de Internet	\$80.00	\$80.00	\$80.00	\$160.00
Servicios Básicos	\$40.00	\$40.00	\$40.00	\$80.00
Oficina de campo	\$275.00	\$275.00	\$275.00	\$550.00
Equipo de Oficina	\$30.00	\$30.00	\$30.00	\$60.00
Batería Sanitaria	\$140.00	\$140.00	\$140.00	\$280.00
Artículos de limpieza	\$30.00	\$30.00	\$30.00	\$60.00
Botiquin	\$20.00	\$20.00	\$20.00	\$40.00
B. SUBTOTAL MOVILIZACIÓN DE PERSONAL Y SERVICIOS	\$615.00	\$615.00	\$615.00	\$1'230.00
TOTAL GASTOS EN OFICINA EN OBRA	\$3'568.56	\$3'568.56	\$3'568.56	\$7'137.12

COSTOS INDIRECTOS

COSTOS INDIRECTOS ADMINISTRATIVOS	7.64%	\$6'767.12
COSTOS INDIRECTOS DE OPERACIÓN	8.06%	\$7'137.12
UTILIDADES	8.00%	\$7'087.30
IMPREVISTOS	1.00%	\$885.91
FINANCIAMIENTO	0.31%	\$274.63
TOTAL	25.00%	\$22'152.09

Análisis de costos unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1.1 **UNIDAD:** ml

DETALLE:	Nivelación y Replanteo	RENDIMIENTO:	185.00 0.043
-----------------	---------------------------	---------------------	-----------------

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O Equipo topografico	1	2.500	2.5	0.043	\$0.02 \$0.11
SUBTOTAL M					\$0.13

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Cadenero	2	3.62	7.24	0.04	\$0.31
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.02	0.402	0.04	\$0.02
Topógrafo 2: Titulo Experiencia mayor a 5 años	0.5	4.02	2.01	0.04	\$0.09
SUBTOTAL N					\$0.42

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O				\$0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P		\$0.55
INDIRECTOS Y		
UTILIDAD %	25%	\$0.14
OTROS INDIRECTOS %		\$0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$0.68
VALOR OFERTADO	\$	\$0.70

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1.2 UNIDAD: m3

DETALLE:	Excavación para drenaje	RENDIMIENTO:	135.00 0.059
----------	-------------------------	--------------	-----------------

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					\$0.04
Retroexcavadora	1.000	40.000	40.000	0.059	\$2.37
SUBTOTAL M					\$2.41

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador de retroexcavadora	1	4.02	4.02	0.059	\$0.24
Peón	3	3.58	10.74	0.059	\$0.64
SUBTOTAL N					\$0.87

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O				\$0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P	\$3.29
INDIRECTOS Y UTILIDAD	
%	25%
OTROS INDIRECTOS %	\$0.82
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$0.00
VALOR OFERTADO	\$4.11
	\$4.20

NOMBRE DEL OFERTANTE:

PROYECTO:

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1.3 UNIDAD: m3

DETALLE: Subrasante compactada con rodillo RENDIMIENTO: 58.00
0.138

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					\$0.08
Motoniveladora	1.000	48.000	48.000	0.138	\$6.62
Rodillo Liso	1.000	35.000	35.000	0.138	\$4.83
SUBTOTAL M					\$11.53

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	2	3.58	7.16	0.138	\$0.99
Mecánico de equipo pesado camionero	1	4.02	4.02	0.138	\$0.55
SUBTOTAL N					\$1.54

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O				\$0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P		\$13.07
INDIRECTOS Y		
UTILIDAD %	25%	\$3.27
OTROS INDIRECTOS %		\$0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$16.33
VALOR OFERTADO	\$	\$17.00

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**RUBRO:** 1.4 **UNIDAD:** m3**DETALLE:** Piedra #4 (incluye transporte 15 Km)**RENDIMIENTO:** 96.00
0.083**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					\$0.06
Motoniveladora	1.000	55.000	55.000	0.083	\$4.58
Rodillo Liso	1.000	35.000	35.000	0.083	\$2.92
Tanquero	1.000	25.000	25.000	0.083	\$2.08
Equipo topografico	1.000	2.500	2.5	0.083	\$0.21
SUBTOTAL M					\$9.85

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador de equipo liviano	1	3.62	3.62	0.083	\$0.30
Mecánico de equipo pesado camionero	1	4.02	4.02	0.083	\$0.34
Peón	2	3.58	7.16	0.083	\$0.60
Topógrafo 2: Titulo Experiencia mayor a 5 años	0.5	4.02	2.01	0.083	\$0.17
Cadenero	1	3.62	3.62	0.083	\$0.30
SUBTOTAL N					\$1.70

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Piedra # 4	m3	1.05	8	\$8.40
Agua (100 m3)	m3	0.03	1.08	\$0.03
SUBTOTAL O				\$8.43

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P	\$19.99
INDIRECTOS Y	
UTILIDAD % 25%	\$5.00
OTROS INDIRECTOS %	\$0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$24.99
VALOR OFERTADO	\$25.00

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2.1 UNIDAD: ml

DETALLE: Cuneta de hormigón	RENDIMIENTO: 40.00
	0.200

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	2.000	0.072	0.144	0.200	0.019
SUBTOTAL M					0.019

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	2	3.58	7.16	0.200	\$1.43
Albañil	1	3.62	3.62	0.200	\$0.72
Carpintero	1	3.62	3.62	0.20	\$0.72
SUBTOTAL N					\$2.88

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Hormigón f'c=280 kg/cm2	m3	0.08	101.4	\$8.11
SUBTOTAL O				\$8.11

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P	\$11.01
INDIRECTOS Y UTILIDAD	
% 25%	\$2.75
OTROS INDIRECTOS %	\$0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$13.76
VALOR OFERTADO	\$ 13.80

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2.2 UNIDAD: ml

DETALLE: Instalación de tubería de pvc de 200mm

RENDIMIENTO: 50.00
0.160**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					\$0.07
SUBTOTAL M				0.160	\$0.07

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	1	3.58	3.58	0.160	\$0.57
Plomero (D2)	1	3.62	3.62	0.160	\$0.84
SUBTOTAL N					\$1.41

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Tubo PVC 200 mm x6 m desagüe	u	0.16	61.82	\$9.89
Codo de PVC Desagüe de 90 ° x 200 mm	u	1	2.24	\$2.24
Tee PVC 200 mm desagüe plastidor	u	1	2.54	\$2.54
Union PVC desagüe 200mm	u	1	2.33	\$2.33
SUBTOTAL O				\$17.00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P	\$18.49
INDIRECTOS Y UTILIDAD	
% 25%	\$4.62
OTROS INDIRECTOS %	\$0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$23.11
VALOR OFERTADO	\$ 23.20

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2.3 UNIDAD: m3

DETALLE:	Relleno compactado para instalación de tuberías	RENDIMIENTO:	8.00 1.000
-----------------	---	---------------------	---------------

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					\$0.27
Plancha vibroapisonadora	1.000	6.250	6.250	0.580	\$3.63
SUBTOTAL M					\$3.89

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	1	3.58	3.58	0.580	\$2.08
Albañil	1	3.62	3.62	0.580	\$2.10
Maestro de obra	0.5	4.01	2.005	0.580	\$1.16
SUBTOTAL N					\$5.34

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Agua(100 m3)	m3	0.05	0.11	\$0.01
SUBTOTAL O				\$0.01

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P	\$9.24
INDIRECTOS Y UTILIDAD	
%	25%
OTROS INDIRECTOS %	\$0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$11.55
VALOR OFERTADO	\$ 11.60

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2.4 UNIDAD: u

DETALLE:	Caja de revisión	RENDIMIENTO:	1.70
			4.000

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					\$1.09
Concretera	1.000	4.480	4.480	1.700	\$7.62
SUBTOTAL M				4.000	\$8.70

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	2	3.58	7.16	1.700	\$12.17
Albañil	1	3.62	3.62	1.700	\$6.15
Maestro	0.5	4.01	2.005	1.700	\$3.41
SUBTOTAL N					\$21.73

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Hormigón f'c=280 kg/cm2	m3	0.73	101.40	\$74.02
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	5	0.84	\$4.20
				\$78.22

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P	\$108.66
INDIRECTOS Y UTILIDAD	
%	25%
OTROS INDIRECTOS %	\$0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$135.82
VALOR OFERTADO	\$ 136.00

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 3.1 UNIDAD: m3

DETALLE: Suministro de agua RENDIMIENTO: 600.00
0.013**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					\$0.00
Tanquero	1.000	25.000	25.000	0.013	\$0.33
SUBTOTAL M					\$0.34

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Choferes profesionales	1	5.26	5.26	0.013	\$0.07
Peón	0.5	3.58	1.79	0.013	\$0.02
SUBTOTAL N					\$0.09

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Agua (1.00 m3)	m3	1	2.04	\$2.04
SUBTOTAL O				\$2.04

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P		\$2.47
INDIRECTOS Y UTILIDAD		
%	25%	\$0.62
OTROS INDIRECTOS %		\$0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$3.09
VALOR OFERTADO	\$	\$3.10

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 3.2 UNIDAD: m2

DETALLE: Tratamiento de suelo cemento (incluye equipo, M/O , material y compactación) RENDIMIENTO: 3300.00
0.002

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M					\$0.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N					

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Tratamiento de suelo cemento (incluye equipo, M/O y material)	m2	1	6.47	\$6.47
SUBTOTAL O				\$6.47

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P	\$6.47
INDIRECTOS Y UTILIDAD %	25%
OTROS INDIRECTOS %	\$1.62
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$8.09
VALOR OFERTADO	\$9.00

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 4.1 **UNIDAD:** m2

DETALLE: Doble tratamiento superficial bituminoso (incluye M/O, equipo) **RENDIMIENTO:** 8000.00
0.001

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M					

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N					

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
IMPRIMACIÓN ASFALTICA	LT	1.05	0.725	\$0.76
TRATAMIENTO BITUMINOSO TIPO - 2C	m2	1	3.75	\$3.75
SUBTOTAL O				\$4.51

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P	\$4.51
INDIRECTOS Y UTILIDAD	
%	25%
OTROS INDIRECTOS %	\$0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$5.64
VALOR OFERTADO	\$ 5.70

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 5.2 UNIDAD: m2

DETALLE: Agua para control del polvo

RENDIMIENTO: 3410.00

0.002

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					\$0.00
Tanquero	1.000	25.000	25.000	0.002	\$0.06
SUBTOTAL M					\$0.06

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Choferes profesionales	1	5.26	5.26	0.002	\$0.01
Peón	0.5	3.58	1.79	0.002	\$0.00
SUBTOTAL N					\$0.02

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Agua (1.00 m3)	m3	1	0.014	\$0.01
SUBTOTAL O				\$0.01

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P	\$0.09
INDIRECTOS Y UTILIDAD	
% 25%	\$0.02
OTROS INDIRECTOS %	\$0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$0.11
VALOR OFERTADO	\$ 0.20

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 5.1 UNIDAD: u

DETALLE: Volantes
informativos**RENDIMIENTO:****EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M					\$0.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N					\$0.00

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Volante Informativo	u	1	0.48	\$0.48
SUBTOTAL O				\$0.48

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P	\$0.48
INDIRECTOS Y UTILIDAD	
%	25%
OTROS INDIRECTOS %	\$0.12
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$0.00
VALOR OFERTADO	\$ \$0.60

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 5.3 UNIDAD: m2

DETALLE: Limpieza final RENDIMIENTO: 200.00
0.040**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					\$0.01
SUBTOTAL M					\$0.01

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	2	3.58	7.16	0.040	\$0.29
SUBTOTAL N					\$0.29

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O				\$0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P	\$0.30
INDIRECTOS Y UTILIDAD %	25%
OTROS INDIRECTOS %	\$0.08
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$0.00
VALOR OFERTADO	\$0.38
	\$0.40

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 5.4 UNIDAD: m2

DETALLE: Áreas verdes mejora del paisaje

RENDIMIENTO: 72.55

0.110

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O					\$0.06
SUBTOTAL M					\$0.06

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	3	3.58	10.74	0.110	\$1.18
SUBTOTAL N					\$1.18

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Césped	m2	1.14	3.65	\$4.16
Plantas ornamentales	u	1	0.95	\$0.95
SUBTOTAL O				\$5.11

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO X=M+N+O+P	\$6.35
INDIRECTOS Y UTILIDAD	
%	25%
OTROS INDIRECTOS %	\$0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$7.94
VALOR OFERTADO	\$ 8.00

Cotizaciones

INGENIERO CIVIL

JONATHAN ALVARADO ESTRADA

FECHA: Miércoles, 16 de enero del 2020

De acuerdo a lo solicitado pongo a su conocimiento la siguiente cotización:

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
SUB-BASE CLASE 1	M ³	450	\$12.00	\$ 5400.00
TRASPORTE (1 VOLQUETA DE 8M ³)	KM/M3	18	\$1.60	\$ 28.80
MOTONIVELADORA	HORAS	1	\$95.00	\$ 95.00
TRASPORTE DE MOTONIVELADORA	VIAJES	2	\$150.00	\$ 300.00

Los valores no incluyen IVA.

FORMA DE PAGO: 50% Anticipo saldo por avance de obra.

Atentamente,

ING. JONATHAN ALVARADO ESTRADA

Lotización Torres del Salado Km. 11 ½ Vía a la Costa Telf. 0998807804 jonathan_andresdr@hotmail.es

Guayaquil –Ecuador



Holcim

Holcim Ecuador S.A.
Km. 7 ½ Vía a la Costa
Casilla: 09-01-04243
Guayaquil, Ecuador

Tel.: (593-4) 370 9000

Señor.

Sr. Jhean Carlos Arévalo Mendoza

Ciudad.- **Atención:**

15/01/2020

De nuestras consideraciones:

De acuerdo a las instrucciones impartidas por ustedes, ponemos a su consideración el presupuesto de la Solución Integral Holcim Base Vial (Tipo MH) para la elaboración de suelos estabilizados con cemento de alta durabilidad, cuyo precio es el siguiente:

Soluciones Integrales	CANTIDAD	Precio	TOTAL
Alternativa 1 Zona de vías	M2	\$ / M2	\$
Solución Integral Holcim Base Vial e=17.5cm (Incluye Cemento Tipo MH, Equipos de última tecnología en el área de estabilizaciones y equipos complementarios para el tendido y compactado) incluye base granular.	4942,00	9,78	\$48.332,76

En estos valores NO está incluido el IVA

En esta propuesta está incluido el precio por metro cuadrado de la solución integral que incluye el cemento Holcim Base Vial Tipo MH y los equipos de última tecnología para estabilizaciones de bases estabilizadas con cemento.

2.- FORMA DE PAGO: Por Definir

3.- REQUERIMIENTOS PRELIMINARES:

- El cliente debe proporcionar el terreno sin escombros o materiales de construcción.
- Las áreas deben ser cerradas al tráfico durante el proceso de estabilización por 3 días aproximadamente para lograr los rendimientos esperados.
- Toda la obra básica debe ser culminada para iniciar los trabajos de estabilización que incluyen: alcantarillado, tuberías, drenaje, nivelación, sub-base, bombeo y topografía.



Cemento Holcim Base Vial Tipo MH, fue desarrollado especialmente para generar resistencias adecuadas que permitan mejorar y estabilizar suelos mediante el uso del material disponible en el sitio, o de ser el caso bases o sub bases granulares, reduciendo los costos de mantenimiento e incrementando la durabilidad de los caminos. Adicional por su composición química y respecto de la NTE INEN 2380 clasifica como un cemento tipo MH, por tanto su bajo calor de hidratación permite un mayor tiempo de trabajabilidad en el proceso constructivo.

Los equipos incluidos en nuestra propuesta de valor, son el esparcidor mecánico de cemento que permite dosificar con máxima precisión la cantidad de cemento requerida por metro cuadrado, así como el Recuperador de Suelos, cuyas características le permitirá generar una correcta homogenización entre el material del sitio, cemento tipo MH y agua de forma eficiente, la combinación de estos equipos le permitirá alcanzar altos rendimientos por día.



Asesoría técnica oportuna y el acompañamiento antes, durante y después del proyecto le permitirá contar con nuestra experiencia a nivel global en estabilizaciones a su disposición.

De producirse hechos que influyan en el alza del costo del cemento debido al incremento de sus materiales o insumos, los precios serán reajustados. Nuestro horario de despacho de cemento en Planta Guayaquil es de lunes a sábado en horario ininterrumpido. (24 horas) y las jornadas de trabajo de nuestros equipos serán de 8 horas diarias.

La siguiente cotización tendrá una vigencia de 15 días, y los equipos estarán sujetos a costos de stand by por razones imputables al contratante.

Atentamente,
Ing. José Andrés Quinancela C.
Asesor Técnico Comercial
Cel. 0986535070

Acepto,
Sr.. Jhean Carlos Arévalo

APÉNDICE F

Requerimiento de regularización ambiental para nuestro proyecto.

FORMULARIO DE CERTIFICADO AMBIENTAL

TRAMITE(suía)	CERTIFICADO AMBIENTAL
FECHA	Enero 2020
PROPONENTE	Anizia Villegas – Jhean Arévalo
ENTE RESPONSABLE	ESPOL

Certificado Ambiental 1. <u>Información del proyecto</u> 2. Datos generales 3. Descripción del proceso 4. Descripción del área de implantación	1. INFORMACION DEL PROYECTO		
	1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Fases y nombre proyecto)		
	Diseño de vías de acceso a COPOL-CONDUESPOL y mejoramiento de parqueadero, mediante la estabilización de suelo para beneficiar a la comunidad del Campus Prosperina ESPOL.		
	1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)		
	Código de catalogo	Construcción, rehabilitación, mejoramiento de caminos de herradura, senderos o trochas comunitarias y de empalizado	
1.3 RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad, máximo 100 palabras)			
Se plantea realizar una estabilización de una vía de acceso a COPOL-ESPOL mediante el uso de suelo cemento y construcción de sistema de drenaje.			

Certificado Ambiental 1. Información del proyecto 2. <u>Datos generales</u> 3. Descripción del proceso 4. Descripción del área de implantación	2. DATOS GENERALES		
	SISTEMA DE COORDENADAS (WGS-84)		
	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD
	616238	9762199 m	
	ESTADO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (FASE)		
	<input type="checkbox"/>	Construcción	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Rehabilitación y/o Ampliación	
	<input type="checkbox"/>	Operación y mantenimiento	
	<input type="checkbox"/>	Cierre y Abandono	
	DIRECCION DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD		
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral.			
PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	
GUAYAS	GUAYAQUIL	TARQUI	
TIPO DE ZONA			
Urbana	<input checked="" type="checkbox"/>		
Rural	<input type="checkbox"/>		

Certificado Ambiental 1. Información del proyecto	DATOS DEL PROMOTOR	
	NOMBRE	
	CONDUESPOL-Ing. Carola Gordillo Vera	
CORREO ELECTRONICO DEL PROMOTOR	TELEFONO/CELULAR	

2. <u>Datos generales</u> 3. Descripción del proceso 4. Descripción del área de implantación	cgordill@espol.edu.ec		0981130986				
	DOMICILIO DEL PROMOTOR						
	Escuela Superior Politécnica del Litoral						
	CARACTERISTICAS DE LA ZONA						
	Infraestructura:						
	<input type="checkbox"/> Industrial <input checked="" type="checkbox"/> Otros: Urbana						
	DESCRIPCION DE LA ZONA						
	El terreno está ubicado en el campus Prosperina Espol, parte del bosque seco tropical, y por ende, está rodeado de mucha vegetación endémica, además de aves y algunos mamíferos que pueden avistarse. Alrededor del lugar existen varias pendientes, el terreno no es totalmente plano.						
	ESPACIO FISICO DEL PROYECTO						
	Área del proyecto (m ²)		1882.593		Área de implantación (m ²)		1882.593
Agua potable	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO	Consumo de agua por mes (m ³)		---
Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO	Consumo energía eléctrica por mes (Kw/h)		---
Acceso vehicular	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO	Tipo de vías:	Vías Principales	
Alcantarillado	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO		Vías Secundarias	<input checked="" type="checkbox"/>
SITUACION DEL PREDIO							
		<input type="checkbox"/> Alquiler <input type="checkbox"/> Concesionadas <input checked="" type="checkbox"/> Propia <input type="checkbox"/> Otros (vial – público)					

Certificado Ambiental	3. DESCRIPCION DE PROCESOS – FASES				
	FASE	ACTIVIDAD	FECHA INICIO	FECHA FIN	DESCRIPCION
1. Información del proyecto	Construcción	Replanteo de vía, cunetas y sumideros.			Volver a confirmar las coordenadas dadas en el plano del proyecto.
2. Datos generales	Construcción	Limpieza y desbroce del terreno			Se limpia el terreno de toda la capa vegetal que va a impedir el trabajo.
3. <u>Descripción del proceso</u>	Construcción	Excavación del suelo			Se excava y se retira un espesor de suelo de acuerdo con el espesor de la vía.
4. Descripción del área de implantación	Construcción	Construcción de sumidero			Se excavará y se construirá un sumidero el cual captará el agua proveniente de las cunetas, este sumidero se conecta con la tubería
	Construcción	Colocar tubería			Según el terreno excavado se irá colocando las capas de materiales que ayudará como cama para evitar daños en la tubería. Se colocará la tubería y se rellenará el terreno.
	Construcción	Aplicación de suelo cemento			Consiste en la mezcla del suelo desalojado con el cemento, se vuelve a rellenar el lugar con este material y se compacta.

	Construcción	Aplicación de tratamiento superficial			Se verifica el bombeo de la vía y finalmente se coloca una capa de tratamiento superficial.
	Construcción	Fundición de cunetas			Se funden las cunetas en los laterales de la vía, de acuerdo al diseño y los planos.
	Operación	Revisión de capa de tratamiento y reparación de daños superficiales			Realizar mantenimiento a la vía, si existiera algún bache o alguna falla con el tiempo.

Certificado Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Descripción del proceso 4. <u>Descripción del área de implantación</u>	4. DESCRIPCION DEL AREA DE IMPLANTACION	
	Clima	
	Clima	<input checked="" type="checkbox"/> Cálido - húmedo <input type="checkbox"/> Cálido - seco
	Tipo de Suelo	
	Tipo de suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilloso <input type="checkbox"/> Arenosos <input type="checkbox"/> Francos <input type="checkbox"/> Rocosos <input type="checkbox"/> Saturados <input type="checkbox"/> Otros
	Pendiente del Suelo	
	Pendiente del suelo	<input type="checkbox"/> Llano (pendiente menor al 30%) <input type="checkbox"/> Montañoso (terreno quebrado) <input checked="" type="checkbox"/> Ondulado (pendiente mayor al 30%)
	Demografía (población mas cercana)	
	Demografía	<input type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts. <input checked="" type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts. <input type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts. <input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.
	Abastecimiento de agua población	
Certificado Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales	Abastecimiento de agua población	<input type="checkbox"/> Agua lluvia <input checked="" type="checkbox"/> Agua potable <input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria <input type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales <input type="checkbox"/> Grifo publico <input type="checkbox"/> Pozo profundo

3. Descripción del proceso
4. Descripción del área de implantación

Tanquero

Evacuación de aguas servidas población

Evacuación de aguas servidas población

<input checked="" type="checkbox"/> Alcantarillado	<input type="checkbox"/> Cuerpos de aguas superficiales
<input type="checkbox"/> Fosa séptica	<input type="checkbox"/> Letrina
<input type="checkbox"/> Ninguno	

Electrificación

Electrificación

<input type="checkbox"/> Planta eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> Red publica
<input type="checkbox"/> Otra	

Vialidad y acceso a la población

Vialidad y acceso a la población

<input type="checkbox"/> Caminos vecinales	<input checked="" type="checkbox"/> Vías principales
<input type="checkbox"/> Vías secundarias	<input type="checkbox"/> Otras

Organización social

Organización social

<input checked="" type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización)	<input type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa)
<input type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)	

Componente fauna

Piso zoo geográfico donde se encuentra el proyecto

<input checked="" type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm)
<input type="checkbox"/> Tropical Oriental (0-800 msnm)

Grupos faunísticos

<input checked="" type="checkbox"/> Anfibios	<input checked="" type="checkbox"/> Aves
<input checked="" type="checkbox"/> Insectos	<input type="checkbox"/> Mamíferos
<input type="checkbox"/> Peces	<input checked="" type="checkbox"/> Reptiles
<input type="checkbox"/> Ninguna	