



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
CIVIL**

**TEMA:  
GUÍA METODOLÓGICA AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN  
DE PLATAFORMAS DE TIERRA EN ÁREAS PROTEGIDAS DE LA  
PROVINCIA DE GALÁPAGOS**

**TUTORA:  
ARQ. LINA ALBANIA AGUSTO AGUSTO**

**AUTOR:  
GIOVANNI ALEXIS SANTAMARÍA MONTEROS**

**GUAYAQUIL  
2022**

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>	
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> Guía metodología ambiental para la construcción de plataformas de tierra en áreas protegidas de la Provincia de Galápagos	
<b>AUTOR:</b> Giovanni Alexis Santamaría Monteros	<b>REVISORES O TUTORES:</b> Arq. Lina Albania Augusto Augusto
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	<b>Grado obtenido:</b> Tercer Nivel
<b>FACULTAD:</b> INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	<b>CARRERA:</b> INGENIERÍA CIVIL
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2022	<b>N. DE PÁGS.:</b> 130
<b>ÁREAS TEMATICAS:</b> Arquitectura Y Construcción	
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Plataforma, base, sub-base, tráfico promedio, área protegida, medio ambiente, guía metodológica	
<b>RESUMEN:</b> La protección del medio ambiente en áreas protegidas es un tema que se lo debe considerar como prioritario cuanto a construcciones de vías o caminos vecinales se refiere. En la Isla San Cristóbal, provincia de Galápagos, la vía El Progreso-vía Cementerio se encuentra en mal estado, lo que perjudica a los pobladores de sectores aledaños y al tráfico vehicular, sobre todo en la época lluviosa. Por tal motivo, se pretende realizar el diseño de una guía metodológica ambiental para la construcción de plataformas de tierra en las áreas protegidas de Galápagos ya que se deben tener algunas consideraciones especiales de construcción para poder preservar el medio ambiente, buscando disminuir los posibles riesgos que puedan surgir durante la construcción de la obra. Para tal efecto, se utilizó la metodología cualitativa y las entrevistas a funcionarios de instituciones que realizan obra pública para conocer la opinión sobre las plataformas de tierra y la implicación ambiental. Se realizó el diagnóstico de la situación actual de la vía en cuestión, comprobándose el mal estado de la misma; se aplicó una metodología para desarrollo de estudios geométricos de construcción, mediante la que cual se llevaron a efecto cálculos y proyecciones del tráfico del sector, además de otras consideraciones para la construcción, incluyendo el tema ambiental. Finalmente, se plantearon las conclusiones y las recomendaciones a ser consideradas en futuros trabajos.	
<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>	
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTOR:</b> Giovanni Alexis Santamaría Monteros	<b>Teléfono:</b> 0981169739 <b>E-mail:</b> giovanni.santa@hotmail.com
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	Msc. Milton Andrade Laborde. Decano (a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción <b>Teléfono:</b> (04) 259 6500 <b>Ext.</b> 241 <b>E-mail:</b> <a href="mailto:mandradel@ulvr.edu.ec">mandradel@ulvr.edu.ec</a>

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

SANTAMARIA ALEXIS

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>5</b> %	<b>5</b> %	<b>1</b> %	<b>1</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<a href="http://www.ambiente.gov.ec">www.ambiente.gov.ec</a> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>2</b>	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>3</b>	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>4</b>	<a href="http://maemanabi.files.wordpress.com">maemanabi.files.wordpress.com</a> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>5</b>	<a href="http://www.minambiente.gov.co">www.minambiente.gov.co</a> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>6</b>	<a href="http://65.173.59.50">65.173.59.50</a> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>7</b>	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	<b>1</b> %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo



Generado electrónicamente por  
**LINA ALBANIA**  
**AGUSTO AGUSTO**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES**

El estudiante egresado GIOVANNI ALEXIS SANTAMARIA MONTEROS, declara bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, “GUÍA METODOLÓGICA AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS DE TIERRAS EN ÁREAS PROTEGIDAS DE LA PROVINCIA DE GALAPAGOS”, corresponde totalmente a el suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor



---

**GIOVANNI ALEXIS SANTAMARIA MONTEROS**

**C.C. 0923989768**

## **CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutora del Proyecto de Investigación “GUÍA METODOLÓGICA AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS DE TIERRA EN ÁREAS PROTEGIDAS DE LA PROVINCIA DE GALÁPAGOS”, designada por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### **CERTIFICO:**

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “GUÍA METODOLÓGICA AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS DE TIERRA EN ÁREAS PROTEGIDAS DE LA PROVINCIA DE GALÁPAGOS”, presentado por el estudiante **GIOVANNI ALEXIS SANTAMARIA MONTEROS** como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.



---

**ARQ. LINA ALBANIA AGUSTO AGUSTO, MSC**

**C.C. 0907563886**

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios en primer lugar, por permitirme concluir con mis estudios para convertirme en un buen profesional para mi propio bienestar y de la sociedad a la que pondré a la orden mis servicios, aplicando mis humildes conocimientos y los valores con los que fui formado.

Mi gratitud a mis padres, en especial a mi madrecita que siempre me encaminó hacia diversas oportunidades relacionadas a mi profesión para que amplíe mis horizontes, su apoyo incondicional, su amor.

Gracias a toda mi familia por sus consejos, siempre dispuestos a apoyarme y enseñarme que en la vida hay que saberse ganar las cosas y no abandonar los sueños propuestos.

A mi Tutor de Tesis, gracias por su tiempo, paciencia y orientación en el desarrollo de mi trabajo, ha sido más que un tutor, ha sido un gran profesional y amigo, preocupado porque mi trabajo lo desarrolle para que alcance el éxito esperado.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis de grado previa a la obtención de mi Título Profesional, se la dedico con todo mi corazón a mi madrecita querida María Monteros, por creer en mí, a pesar de ciertos altibajos; finalmente gracias a su apoyo pude salir adelante para convertirme en un buen profesional.

A mi padre y a mis hermanos: Ángeles y Joel Santamaría porque de una u otra manera ellos aportaron para que no abandone mis estudios y se solidarizaron conmigo en todo momento para que alcance mi meta profesional.

Además, al finalizar mi carrera deseo aprovechar al máximo los conocimientos adquiridos en mi facultad de ingeniería, manifestando todos los tecnicismos que pueden plantearse en esta sencilla propuesta.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XII
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1. Tema .....	3
1.2. Planteamiento del Problema .....	3
1.3. Formulación del Problema.....	4
1.4. Sistematización del Problema.....	4
1.5. Objetivo General.....	4
1.6. Objetivos Específicos .....	4
1.7. Justificación .....	4
1.8. Delimitación del Problema .....	5
1.9. Idea a Defender.....	5
1.10. Líneas de investigación institucional de la Universidad.....	5
CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	6
2.1 Marco Teórico .....	6
2.1.1. Topografía .....	6
2.1.2. Vías o carreteras .....	6
2.1.3. Impacto de la construcción de carreteras en el medio ambiente .....	9
2.1.4. Suelos .....	11
2.1.5. Tipos de suelo.....	11
2.1.6. Estudio de suelos.....	12
2.1.7. Tráfico .....	13
2.1.8. Diseño geométrico de vías .....	17
2.1.9. Áreas protegidas .....	27
2.1.10. Áreas protegidas de Ecuador .....	28
2.1.11. Islas Galápagos .....	28
2.1.12 Zonificación sísmica del sector .....	29
2.1.13 Valores del factor Z en función del área de la zona sísmica adoptada.....	30
2.1.14 Guía ambiental .....	30
2.1.15 Actividades principales en la fase de construcción .....	32

2.1.16	Movimientos de tierra para construcción de plataformas .....	32
2.2.	Especificaciones técnicas .....	36
2.2.1.	Desbroce y limpieza .....	36
2.2.2.	Sub - bases.....	38
2.2.3.	Bases.....	43
2.2.4.	Capas de rodadura .....	50
2.2.5.	Control ambiental durante la conformación de la carpeta asfáltica .....	60
2.3.	Marco conceptual .....	61
2.4.	Marco legal .....	64
CAPÍTULO III METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....		73
3.1.	Tipo de investigación.....	73
3.2.	Enfoque metodológico.....	73
3.3.	Población y muestra. Técnicas de recolección de datos.....	73
3.4.	Análisis de entrevistas .....	74
CAPÍTULO IV PROPUESTA.....		77
Recolección de pruebas .....		77
Estudio de suelo natural .....		77
Levantamiento del estado actual del sector.....		78
Causas y efectos de la construcción de las plataformas en la isla San Cristóbal .....		80
Topografía y red vial de San Cristóbal .....		81
Zonificación sísmica del sector .....		83
ESTUDIO DE TRAFICO DEFINITIVO DE LA VÍA EL PROGRESO - VÍA CEMENTERIO, CON 1,20 Km. DE LONGITUD UBICADA EN EL CANTÓN SAN CRISTOBAL, PROVINCIA DE GALAPAGOS.....		84
PARÁMETROS DE DISEÑO ADOPTADOS.....		89
Ensayos.....		89
Ensayo 1 Proctor modificado.....		89
Elaborado por: G. Santamaria, (2021) .....		91
Ensayo 2 Proctor modificado.....		91
Velocidad de circulación (Vc).....		95
Radio de diseño (Rd). .....		95
Alineamiento horizontal .....		95
Peraltes.....		97
Sobrecanchos.....		97



Diseño de capa de Pavimento .....	98
Espesores de las capas del pavimento Bituminoso .....	99
IMPACTO AMBIENTAL .....	101
CONCLUSIONES .....	106
RECOMENDACIONES .....	107
REFERENCIAS .....	108
ANEXOS.....	115

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Tipos de carreteras según su función</i> .....	8
<b>Tabla 2.</b> <i>Tipos de carreteras según su TPDA</i> .....	9
<b>Tabla 3.</b> <i>Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carretera de 2 carriles</i> .....	19
<b>Tabla 4.</b> <i>Normas de diseño recomendables para caminos vecinales</i> .....	20
<b>Tabla 5.</b> <i>Criterio para definir la calidad y el tipo</i> .....	22
Tabla 6. <i>Valores de los parámetros para el diseño del pavimento</i> .....	23
<b>Tabla 7.</b> <i>Nivel de confiabilidad “R”</i> .....	24
<b>Tabla 8.</b> <i>Clasificación de la vía por tráfico y conectividad</i> .....	24
<b>Tabla 9.</b> <i>Niveles de confianza y desviación estándar</i> .....	25
Tabla 10. <i>Valores Z</i> .....	30
<b>Tabla 11.</b> <i>Formato de evaluación ambiental</i> .....	31
Tabla 12. <i>Operaciones en los movimientos de tierra</i> .....	34
<b>Tabla 13.</b> .....	39
<b>Tabla 14.</b> .....	45
<b>Tabla 15.</b> .....	45
<b>Tabla 16.</b> .....	46
<b>Tabla 17</b> .....	46
<b>Tabla 18.</b> .....	56
<b>Tabla 19</b> <i>RUBROS</i> .....	60
<b>Tabla 20.</b> <i>Levantamiento información de plantas</i> .....	78
<b>Tabla 21.</b> <i>Levantamiento de información en obra</i> .....	79
<b>Tabla 22.</b> <i>Levantamiento de información de aves en obra</i> .....	79
<b>Tabla 23.</b> <i>Especie animal que se encuentran cerca de la obra</i> .....	79
Tabla 24. <i>Vértices del área de influencia</i> .....	81
Tabla 25. <i>Ubicación de las excavaciones de cielo abierto</i> .....	84
Tabla 26. <i>Tráfico existente el Progreso - vía Cementerio</i> .....	84
<b>Tabla 27.</b> <i>Trafico promedio diario anual existente</i> .....	85
<b>Tabla 28.</b> <i>Tráfico promedio diario anual generado</i> .....	85
<b>Tabla 29.</b> <i>Tráfico promedio diario anual-desarrollo</i> .....	85
<b>Tabla 30.</b> <i>Tráfico promedio diario anual asignado</i> .....	85
<b>Tabla 31.</b> <i>Tasa de crecimiento según tipo de vehículo</i> .....	86
<b>Tabla 32.</b> <i>Proyección del TPDA existente</i> .....	86

<b>Tabla 33.</b> <i>Proyección del tráfico a 20 años (2041). Dos direcciones</i> .....	87
<b>Tabla 34.</b> <i>Cálculo de los Ejes Equivalentes (Esal's)</i> .....	88
Tabla 35. <i>Ensayo N° 1</i> .....	89
Tabla 36. <i>Datos de los moldes, ensayo 1</i> .....	91
Tabla 37. <i>Ensayo N° 2</i> .....	91
<b>Tabla 38.</b> <i>Datos para el cálculo, ensayo 2</i> .....	93
<b>Tabla 39.</b> <i>CALCULO DEL CBR DE DISEÑO</i> .....	93
<b>Tabla 40.</b> <i>Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carretera de 2 carriles</i> .....	94
<b>Tabla 41.</b> <i>Diseño</i> .....	98
<b>Tabla 42.</b> .....	99
<b>Tabla 43.</b> <i>Espesor mínimo</i> .....	99
<b>Tabla 44.</b> .....	100
Tabla 45. <i>Causas y efectos</i> .....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Calidad de drenaje</i> .....	23
Figura 2. <i>Espesores del pavimento</i> .....	27
<b>Figura 3.</b> <i>Pavimento flexible</i> .....	27
<b>Figura 4.</b> <i>Sistema nacional Áreas protegidas (SNAP)</i> .....	28
<b>Figura 5.</b> <i>Área de la zona sísmica</i> .....	30
<b>Figura 6.</b> <i>Actividades</i> .....	33
<b>Figura 7.</b> <i>Tipo de tratamiento y cantidades aproximadas de materiales por metro cuadrado, utilizando cemento asfáltico o asfalto diluido.</i> .....	56
<b>Figura 8.</b> <i>Tipo de tratamiento y cantidades aproximadas de materiales por metro cuadrado, utilizando emulsiones asfálticas.</i> .....	57
Figura 9. <i>Ubicación del sitio</i> .....	77
<b>Figura 10.</b> <i>Tala de planta: Nombre común Manzanillo</i> .....	78
<b>Figura 11.</b> <i>Pérdida de la vida de una tortuga.</i> .....	80
<b>Figura 12.</b> <i>Presencia del polvo Abastecimiento de material</i> .....	80
<b>Figura 13.</b> <i>Visualización de la geometría lineal</i> .....	81
<b>Figura 14.</b> <i>Topografía de San Cristóbal, abscisa 0+000,00 hasta 0+580.00</i> .....	82
<b>Figura 15.</b> <i>Topografía de San Cristóbal, abscisa 0+000,00 hasta 0+580.00</i> .....	82
<b>Figura 16.</b> <i>Topografía de San Cristóbal 0+580.00 hasta 1+1200.00</i> .....	83

<b>Figura 17.</b> <i>Topografía de San Cristóbal 0+580.00 hasta 1+200.00</i> .....	83
<b>Figura 18.</b> <i>Distribución de carga</i> .....	88
<b>Figura 19.</b> <i>Cálculo del número estructural</i> .....	98
<b>Figura 20.</b> <i>Tratamiento superficial</i> .....	101
<b>Figura 21.</b> <i>Componentes de pavimento</i> .....	102

### ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> <i>Entrevistas</i> .....	115
<b>Anexo 2.</b> <i>Entrevista vía correo electrónico 1</i> .....	115
<b>Anexo 3.</b> <i>Entrevista vía correo electrónico 2</i> .....	116

## RESUMEN

La protección del medio ambiente en áreas protegidas es un tema que se lo debe considerar como prioritario cuanto a construcciones de vías o caminos vecinales se refiere. En la Isla San Cristóbal, provincia de Galápagos, la vía El Progreso-vía Cementerio se encuentra en mal estado, lo que perjudica a los pobladores de sectores aledaños y al tráfico vehicular; sobre todo en la época lluviosa. Por tal motivo, se pretende realizar el diseño de una guía metodológica ambiental para la construcción de plataformas de tierra en las áreas protegidas de Galápagos ya que se deben tener algunas consideraciones especiales de construcción para poder preservar el medio ambiente, buscando disminuir los posibles riesgos que puedan surgir durante la construcción de la obra. Para tal efecto, se utilizó la metodología cualitativa y las entrevistas a funcionarios de instituciones que realizan obra pública para conocer la opinión sobre las plataformas de tierra y la implicación ambiental. Se realizó el diagnóstico de la situación actual de la vía en cuestión, comprobándose el mal estado de la misma; se aplicó una metodología para desarrollo de estudios geométricos de construcción, mediante la que se llevaron a efecto cálculos y proyecciones del tráfico del sector, además de otras consideraciones para la construcción, incluyendo el tema ambiental. Finalmente, se plantearon las conclusiones y las recomendaciones a ser consideradas en futuros trabajos.

*Palabras clave:* plataforma, base, sub-base, tráfico promedio, área protegida, medio ambiente, guía metodológica.

## **ABSTRACT**

The protection of the environment in protected areas is an issue that should be considered a priority when it comes to the construction of roads or neighborhood roads. On San Cristóbal Island, Galápagos province, the El Progreso-via Cementerio road is in poor condition, which harms the residents of neighboring sectors and vehicle traffic, especially in the rainy season. For this reason, it is intended to design an environmental methodological guide for the construction of earthen platforms in the protected areas of Galapagos since some special construction considerations must be taken in order to preserve the environment, seeking to reduce the possible risks that may arise during the construction of the work. For this purpose, the qualitative methodology and interviews with officials of institutions that carry out public works were used to know the opinion on the earth platforms and the environmental implication. A diagnosis of the current situation of the road in question was made, verifying its poor condition; A methodology was applied for the development of geometric construction studies, through which calculations and projections of the sector's traffic were carried out, in addition to other considerations for construction, including the environmental issue. Finally, the conclusions and recommendations were raised to be considered in future works.

*Keywords:* platform, base, sub-base, average traffic, protected area, environment, methodological guide

## INTRODUCCIÓN

El área de la ingeniería involucra precisión en la selección y distribución de los elementos y materiales indispensables para cualquier tipo de construcción. Tierra, arena, piedra, madera son algunos de los materiales naturales que se han empleado desde épocas remotas y que en muchas ocasiones son los que mayormente se necesitarían para construir.

La tierra es un elemento que se lo ha utilizado desde hace miles de años en la construcción. Las distintas técnicas que existen para trabajarla, han permitido su utilización en una variedad de proyectos tanto de ingeniería como de arquitectura alrededor del mundo (Plataforma Arquitectura, 2020). En ingeniería, la base de cualquier construcción es el movimiento de tierra, es decir el grupo de actividades que se realizarán en un terreno para ejecutar una obra, las mismas que pueden realizarse manual o mecánicamente (Construmática, s/f).

Dentro de los tipos o categorías de construcción, al decir del portal Arqhys.com (2017) existen algunos, entre los que se encuentran las construcciones de obras públicas, que son emprendidas por los organismos estatales específicos y pueden ser edificaciones o de tipo infraestructura, que se las realiza para el beneficio de una comunidad. En este grupo se encontrarían las plataformas de tierra previas a la ejecución de proyectos de diseño de vías que se encuentran en mal estado, y que son necesarias para mantener la comunicación entre poblados cercanos y establecer una relación comercial entre ellos.

En el Ecuador, el grupo de carreteras y caminos lo constituye la red vial nacional, que reúne a todos los caminos públicos, dependientes de la normas y leyes vigentes; esta red está formada por vías primarias, secundarias, terciarias y caminos vecinales. Frente a esto, según Aetess (s/f) su diseño, ejecución y su accesibilidad del exterior deberá ser planificado con suma precisión para garantizar, en lo posterior, todo el desarrollo de sus actividades de manera que se brinde seguridad, calidad y eficiencia, además de preservar el garantizar el cuidado y protección del medioambiente. Hay que acotar que el sector de la construcción puede ser considerado como una de las fuentes directas de contaminación a nivel mundial, ya que en su proceso se producen efectos negativos al medioambiente, sean éstos de forma directa o indirecta (Enshassi et al., 2014), puesto que cualquier proceso de construcción necesita del uso de varios tipos de maquinarias, recursos naturales no renovables al tiempo que genera contaminantes.

La preservación del medioambiente es una de las temáticas de relevancia tanto para las grandes potencias industrializadas como para los países en desarrollo (Enshassi et al., 2014). En el Ecuador, las Islas Galápagos constituyen el más importante centro turístico, además de ser una de las muchas reservas ecológicas que existen en el mundo (Esri, s/f); son parte del patrimonio natural del Ecuador y conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas desde

1959, cuando se las declaró Parque Nacional, sumando a esto en 1998 la Reserva Marina de Galápagos (Báez, 2009). Ante tal evento, se ha visto la necesidad de resguardar la reserva ecológica de Galápagos en la legislación ecuatoriana, expidiéndose leyes, reglamentos, normativas y ordenanzas especiales para el tratamiento de todo lo relacionado con la gestión ambiental de la provincia. Dentro de estas regulaciones se encontraría la supervisión de los distintos tipos de construcciones de obras (vías), con la finalidad de tratar de minimizar los impactos negativos que éstas causan en el medio ambiente.

En contexto con lo antes mencionado, se entiende que la preservación del medioambiente en las Islas Galápagos es una actividad que deben cumplir todos quienes son parte de la vida de las islas, y más todavía lo deberían realizar las instituciones o empresas que realizan obra pública que, en muchas ocasiones por situaciones eventuales o emergentes, pasan por alto algunas disposiciones ambientales, causando perjuicio al ecosistema.

Tal es el caso de la plataforma de tierra que se pretende construir en la vía El Progreso-Vía Cementerio en la Isla San Cristóbal como parte de la obra pública a realizarse para solucionar el problema actual que se presenta en la misma, que es el difícil acceso humano y vehicular, junto con el mal estado de la vía, situación que empeora en la época invernal. Por tal motivo se propone el desarrollo de una guía metodológica ambiental para la construcción de la plataforma de tierra como herramienta para una mejor gestión ambiental, que podría ser adoptada no sólo por los organismos competentes en materia de construcción de obra pública en la isla San Cristóbal, sino en toda la región insular.

Para una mejor comprensión de este proyecto, se lo ha dividido en cuatro capítulos. En el capítulo I se analiza el diseño de la investigación, enfocándose en el planteamiento del problema, la formulación del problema, la sistematización del problema, objetivo general y objetivos específicos, justificación, limitación del problema, la idea a defender y las líneas de investigación de la universidad.

En el capítulo II se presenta el marco teórico, conceptual y legal; el capítulo III hace referencia a la metodología de la investigación, abordando el tipo de investigación, el enfoque metodológico, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, población y muestra, y finalmente el análisis de resultados. El capítulo IV presenta el informe final del estudio realizado.

Finalmente, se ponen en consideración las conclusiones a las que se ha llegado al término del proyecto y algunas recomendaciones que podrían ser consideradas para futuros estudios.



# CAPÍTULO I

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Tema

Guía metodológica ambiental para la construcción de plataformas de tierra en áreas protegidas de la Provincia de Galápagos.

### 1.2. Planteamiento del Problema

Los problemas de vialidad presentes en el Ecuador, en su gran mayoría, son difíciles de atender por diversos motivos; lo es más en las zonas protegidas. En la ejecución de este tipo de trabajo no siempre se invierte a tiempo recursos en la construcción, mejoramiento o mantenimiento de una vía, siendo en la época invernal cuando los problemas se agudizan y cuando se buscan soluciones de emergencia para solventar en algo los inconvenientes.

A pesar de que para la ejecución de obra pública que se ejecuta en San Cristóbal se llevan a cabo estudios previos a la construcción para minimizar el impacto ambiental que se pueda causar, en ocasiones estos estudios no se los realiza a tiempo. Este es el caso de la construcción de la vía El Progreso-Vía Cementerio de 1.2 km, la misma que requiere de un diseño geométrico y estructural para beneficio de los pobladores de los sectores aledaños y que facilitaría el acceso humano y vehicular, además de evitar inconvenientes en la época lluviosa por el mal estado de la vía.

El problema que se presenta en la vía antes mencionada sería consecuencia de las improvisaciones o falta de equipo técnico especializado en temas de construcción de plataformas de tierra, que apliquen los procedimientos y estudios adecuados y necesarios para tratar de disminuir el impacto ambiental por construcción de obra pública, como lo son la tala de árboles, consumo de agua potable en compactación y movimiento de material pétreo extraído de la mina, y que son recursos no renovables. El ruido y las vibraciones de maquinarias que se pueden producir cerca de las especies nativas, la emisión de CO<sub>2</sub> por parte de las maquinarias, sin un seguimiento mecánico en válvulas, mangueras y neumáticos, la presencia de polvo en el aire, serían otras de las consecuencias de un estudio de impacto ambiental no realizado correctamente.

Todo lo anterior es una muestra de que durante la construcción de una obra pública pueden surgir eventos o cambios en la ejecución de la misma y, siendo Galápagos parte del Patrimonio Natural del Ecuador, se estaría afectando a la flora y fauna del lugar con los trabajos a realizarse, por lo que se hace necesario, importante e imprescindible la elaboración de una guía

metodológica ambiental que entregue soluciones adecuadas para la construcción de plataformas que minimicen los riesgos de contaminación ambiental en áreas protegidas de la provincia.

### **1.3. Formulación del Problema**

¿De qué manera se podría mitigar la contaminación ambiental en la construcción de plataformas de tierra o vías vecinales en áreas protegidas de la provincia de Galápagos?

### **1.4. Sistematización del Problema**

¿Cuál fue el diagnóstico de la situación actual de la vía El Progreso-Vía Cementerio en la isla San Cristóbal de la provincia de Galápagos?

¿La selección de una metodología para el desarrollo de los estudios geométricos, estructurales y ambientales aportará las bases requeridas para la construcción de plataformas de tierras en la vía El Progreso-Vía Cementerio?

¿Cómo se evaluará la metodología ambiental para la construcción de plataformas de tierras en la vía El Progreso-Vía Cementerio?

### **1.5. Objetivo General**

Diseñar una guía metodológica ambiental para la construcción de plataformas de tierra en áreas protegidas de la provincia de Galápagos.

### **1.6. Objetivos Específicos**

- Identificar el diagnóstico de la situación actual para la construcción de plataformas de tierras en la vía El Progreso-Vía Cementerio en la isla San Cristóbal de la provincia de Galápagos.
- Analizar una metodología para el desarrollo de los estudios geométricos, estructurales y ambientales para la construcción de plataformas de tierras en la vía El Progreso-Vía Cementerio en la isla San Cristóbal de la provincia de Galápagos.
- Evaluar la metodología ambiental mediante un esquema de los procedimientos y programas de operativos básicos para la construcción de plataformas de tierras en la vía El Progreso-Vía Cementerio en la isla San Cristóbal de la provincia de Galápagos.

### **1.7. Justificación**

El diseño de esta guía metodológica ambiental está pensado para su utilización en la construcción de plataformas de tierra en áreas protegidas de la provincia de Galápagos, específicamente las que se puedan construir para solucionar problemas de movilidad humana y vehicular, además de prevenir daños en las vías por efectos de la etapa invernal. Esta guía se podría convertir en una herramienta a ser utilizada por cualquier persona o institución que

realice trabajos de construcción de vías en la Isla San Cristóbal, por cuanto la región insular es un ecosistema de fácil afectación y contaminación a las especies endémicas y nativas.

La razón de esta guía es la de orientar a los departamentos encargados de construcción de obra pública, de gestión de riesgos y gestión ambiental en la ejecución de dichas obras y dispongan de soluciones prácticas a seguir para este tipo de trabajo.

El diseño de esta guía permitiría realizar adecuadamente la construcción las plataformas de tierra y con esto solucionar con rapidez y eficiencia a los posibles problemas de movilidad humana y vehicular, evitando el impacto ambiental y garantizando que la mayoría de las especies terrestres existentes puedan vivir en un medio ambiente equilibrado y contribuir a su conservación.

### **1.8. Delimitación del Problema**

La investigación es en la provincia insular de Galápagos, capital Puerto Baquerizo Moreno a 120 km de la costa continental del Ecuador, Isla San Cristóbal vía El Progreso-Vía Cementerio, km 1.88 de la superficie del mar, a 100 metros del Cementerio General y 22 metros de la Planta de Reciclaje del Gobierno Autónomo Descentralizado.

Delimitación temporal: Seis meses.

### **1.9. Idea a Defender**

El diseño de una Guía Metodológica Ambiental disminuirá los posibles riesgos que puedan surgir durante la construcción de la plataforma de tierra.

### **1.10. Líneas de investigación institucional de la Universidad**

Territorio, medio ambiente, y materiales innovadores para la construcción.

Campo:	Construcción de plataformas
Área:	Obras públicas y gestión de riesgos
Aspecto:	Guía metodológica ambiental

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

#### **2.1 Marco Teórico**

##### **2.1.1. Topografía**

El instante en el que se procede a realizar los estudios para el diseño geométrico de una vía o carretera es de vital importancia la topografía del terreno, ya que este es un factor importante al momento de la elección de los diferentes parámetros de diseño, como el trazado horizontal, el referente a las alineaciones en curva y a la geometría de la sección transversal, además incide mucho en los costos de construcción ya que genera un gran movimiento de tierras en el caso de serlo (Quezada, 2016).

Las características Topográficas, Geológicas, Hidrológicas, el drenaje y el uso de la tierra tienen el efecto determinante en la localización y en la elección del tipo de carretera y conjuntamente con los datos de tránsito, constituyen la información básica para el proyecto de estas obras. El proyectista debe contar con cartas topográficas y geológicas sobre las cuales se puedan ubicar esquemáticamente las diferentes rutas que pueden satisfacer el objetivo de comunicación deseada (Quezada, 2016).

El polígono fundamental se considera una línea poligonal exacta que sirve como referencia para la obtención de la planimetría y la información topográfica, además de datos pertenecientes a la faja de terreno en el que probablemente se localizara la carretera. Junto con las notas correspondientes a las secciones transversales, el polígono fundamental sirve para preparar un mapa con las curvas de nivel en donde se trazará el proyecto de la carretera, que se convertirá, con los probables ajustes, de menor importancia, realizados durante el proceso de replanteo, en el trazado definitivo (Quezada, 2016).

En la actualidad, además de los métodos tradicionales, para la localización de una ruta, se emplean la fotografía aérea y la modelación digital del terreno las mismas que son procesadas en un escáner fotogramétrico con resoluciones de 14 um (micrones) con los datos específicos de la cámara en el cual se procede a la identificación de detalles planímetros, así como los modelos de elevaciones (Quezada, 2016).

##### **2.1.2. Vías o carreteras**

Una vía o carretera se considera a una estructura de uso público, principalmente construida para la circulación continua de vehículos automóviles, la misma que brinda comodidad y seguridad (Quezada, 2016).

Las carreteras constituyen un aspecto fundamental en el desarrollo de un país, ya que por medio de estas se busca solventar la necesidad de movilizarse de un lugar a otro, lo cual facilita la interacción de las comunidades rurales y urbanas, permitiendo el intercambio de bienes y servicios (García, 2019).

#### **2.1.2.1. Clasificación de la Vías o Carreteras**

##### ***Clasificación de acuerdo su jurisdicción***

**Red Vial Estatal.** - Está conformadas vías primarias y secundarias las mismas que son administradas por el Ministerio De Obras Públicas y Comunicaciones.

**Red Vial Provincial.** - Está conformada por las vías terciarias administradas por los Gobiernos Provinciales.

**Red Vial Cantonal.** - Está constituida por vías urbanas, vecinales, e Inter parroquiales las mismas que están administradas por los Gobiernos Municipales (Quezada, 2016).

##### ***Clasificación de acuerdo al tipo de suelo***

**Terreno Plano.-** Este tipo de carreteras posee pendientes transversales al eje longitudinal de la vía menor de 5°, es decir tiene pendientes suaves y permite a los vehículos pesados conservar aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos (Quezada, 2016).

**Terreno Ondulado.** - Este tipo de carreteras posee pendientes transversales al eje longitudinal de la vía de 6° a 12°. Está conformado por alineamientos horizontales y verticales los mismos que obligan a reducir considerablemente la velocidad de los vehículos pesados con relación a la de los vehículos livianos (Quezada, 2016).

**Terreno Montañoso.-** Está formado por elevaciones y depresiones de mayor importancia con pendientes transversales al eje longitudinal de la vía del 13° al 40°. Requieren grandes movimientos de tierra durante su construcción, razón por la cual presenta dificultades en el trazado, sus pendientes longitudinales se encuentran entre el 6 y 8 % (Quezada, 2016).

**Terreno Escarpado.** - Este tipo de carreteras posee pendientes transversales al eje de la vía superior a 40°. Para su construcción es necesario un gran movimiento de tierras, los alineamientos están definidos por divisiones de agua y por lo general sus pendientes longitudinales son superiores a 8% (Quezada, 2016).

##### ***Clasificación de acuerdo a su función jerárquica***

**Corredores Arteriales.-** A estos corredores arteriales se los considera como vías de calzada dividida, estos corredores poseen un gran control de circulación y acceso debido a su gran importancia y demanda a que los mismos tienen alta jerarquía y pueden conectar al continente, por estas razones se encuentran en la clase I y II (Quezada, 2016).

**Vías Colectoras.-** Están comprendidas por carreteras de clase I, II, III y IV de acuerdo a su importancia las mismas que están destinadas a recibir tráfico de caminos vecinales (Quezada, 2016).

**Caminos Vecinales.-** Estos caminos vecinales están comprendidos en las carreteras de clase IV y V que incluye a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones antes mencionadas (Quezada, 2016).

**Tabla 1.**

*Tipos de carreteras según su función*

<b>Función</b>	<b>Clases de carreteras</b>	<b>Tráfico proyectado (TPDA)</b>
	R-I ó R-II	Más de 8000 vehículos
<b>Corredor vial</b>	I	De 3000 a 8000 vehículos
	II	De 1000 a 3000 vehículos
	I	De 3000 a 8000 vehículos
<b>Arterial colectora</b>	II	De 1000 a 3000 vehículos
	III	De 300 a 1000 vehículos
	IV	De 100 a 300 vehículos
	IV	De 100 a 300 vehículos
<b>Vecinal</b>	IV	De 100 a 300 vehículos
	V	Menos de 100 vehículos

**Nota.** Para el TPDA se necesitan estos datos

**Fuente:** Proctevía Cía. Ltda. (2003)

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

### ***Clasificación de acuerdo con el ancho de la vía***

**Estrechas:** Se las considera vías estrechas a las cuales la sección de circulación tiene un ancho inferior a los 5 m.

**Medias:** Vías en las que los vehículos circulan por una sección con un ancho que va entre 5 y 6 m.

**Anchas:** Estas vías tienen dos o más carriles y cada uno de ellos tiene un ancho superior a 3.5 m.

### ***Clasificación de acuerdo con el tráfico (TPDA)***

Se recomienda la clasificación en relación con el pronóstico de tráfico para un periodo comprendido de 15 a 20 años (Quezada, 2016).

**Tabla 2.***Tipos de carreteras según su TPDA*

Clases de carreteras	Trafico proyectado (TPDA)
R-I ó R-II	Más de 8000 vehículos
I	De 3000 a 8000 vehículos
II	De 1000 a 3000 vehículos
I	De 3000 a 8000 vehículos
II	De 1000 a 3000 vehículos
III	De 300 a 1000 vehículos
IV	De 100 a 300 vehículos
IV	De 100 a 300 vehículos
V	Menos de 100 vehículos

**Nota.** Tipos de carreteras en la cual vamos a utilizar.

**Fuente:** Proctevía Cía. Ltda. (2003).

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

**Nota:** El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado de 15 o 20 años cuando el pronóstico de pronóstico del tráfico para el año diez sobrepasa los 7000 vehículos, debe investigarse la posibilidad de construir una autopista para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículo equivalente.

### ***Clasificación de acuerdo a la superficie de rodamiento***

**Pavimentos Flexibles.-** Están compuestas por una capa de rodadura que está formada por una mezcla bituminosa de asfalto que tiene una alta resistencia a los ácidos, álcalis y sales (Quezada, 2016).

**Pavimentos Rígidos.-** Están compuesta por una capa de rodadura que está formada por una losa de concreto hidráulico (agua, cemento, arena y grava), dependiendo de su estructura pueden tener un refuerzo estructural y además está apoyada sobre la sub-rasante de material granular (Quezada, 2016).

#### **2.1.3. Impacto de la construcción de carreteras en el medio ambiente**

Según Gómez (2020) el cambio climático, que se produce por los malos manejos que el ser humano da los recursos naturales, apresura la desaparición de la flora y fauna. Temperaturas elevadas, aumento de los desiertos, cacería ilegal de especies en peligro de extinción y la tala indiscriminada de árboles son los factores que provocan cambios negativos y que se encuentran produciéndose en el entorno de los animales y plantas, poniendo en peligro a muchas especies.

Los proyectos de construcción de carreteras o caminos vecinales se los considera como trabajos que se orientan hacia el beneficio social y económico de una localidad, para conseguir el mejoramiento de la calidad de vida de las personas que ahí habitan, por ende, se convierten en una parte importante para el desarrollo. No obstante, la construcción de una obra de

carreteras, así como en cualquier otro tipo de trabajo de infraestructura, son causa de modificaciones negativas en el ambiente, que se deberá identificar y analizar para planificar estrategias de mitigación.

Algunos de los efectos más notorios al ecosistema por las obras de construcción de carreteras se encuentran: “fragmentación de ecosistemas, dispersión de especies exóticas y disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna nativa, alteración del ciclo hidrológico, cambios microclimáticos, producción de material particulado y de ruido, y contaminación de las aguas y del suelo” (Arroyave et al., 2006, p. 46).

Otro de los efectos es la división de los “parches o teselas de hábitat preexistentes” (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019, p. 17) que pueden provocar daños ambientales de suma importancia, siendo indispensable que el trazado de la vía trate de no invadir estos parches.

La desintegración del ecosistema sucede cuando existe un ambiente grande y de forma continua se va dividiendo en dos o más partes. Esto se lo relaciona directamente a la deforestación de los bosques para darles a esos fragmentos otro tipo de uso, aunque también sucede cuando el lugar lo cruza una vía, un canal o cualquier otro tipo de infraestructura que dividirá el hábitat. La apertura de una vía puede afectar de manera directa al medio y, aunque el efecto causado podría no ser muy grande, la división del hábitat puede generar dos efectos en la preservación de las especies, que son el efecto barrera y el efecto borde (Arroyave et al., 2006, p. 46).

Según Arroyave et al., (2006) y el Ministerio para la Transición Ecológica (2019) el *efecto barrera* se refiere al bloqueo del movimiento de las especies, que no pueden transitar de un lado a otro de la vía, limitando la capacidad de aquellas para la propagación y asentamiento. También puede darse el caso de que las especies puedan transitar en proporciones mucho más bajas de lo habitual, limitando el vínculo que podría existir entre grupos de especies que se encuentren en los bordillos de la carretera o vía, y que podrían separarse, acrecentando la debilidad de la especie, puesto que se reduce el tamaño del grupo de especies y puede llegar a la extinción. A esto se suma la posibilidad de atropello de los especímenes que tratan de cruzar la vía, produciéndose considerables bajas en especies pequeñas “insectos, anfibios, reptiles o pequeñas aves” (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019, p. 17) y los posibles choques con otros animales de mayor tamaño podrían presumirse como efectos negativos en la seguridad de las carreteras.



Según lo manifestado por Arroyave et al. (2006) el efecto barrera se produce también cuando el movimiento de plantas cuya diseminación depende de que ciertos animales las transporten no se lleva a cabo, ya que aquellos no cruzan la vía, por lo que no pueden pasar a otros hábitats. Otro problema del efecto barrera es la creación de *metapoblaciones* (grupos más pequeños de una población grande) con mayores posibilidades de extinguirse; ciertos grupos son demasiado pequeños que la probabilidad de reproducción es inexistente, lo que los lleva a la extinción.

En cuanto al *efecto borde* según Granados et al., lo definió como el surgimiento “de propiedades y dinámicas generadas por el contacto de los fragmentos de bosque con la matriz externa y que a la postre convierten a los bordes en hábitats diferentes de los que existen en el interior de los fragmentos” (Granados et al., 2014, párr. 3).

Por su parte Arroyave et al. (2006) mencionaron que el efecto borde que se produciría por la construcción de una vía se manifestará en los alrededores de o bordes de la misma, provocando cambios en las condiciones climáticas, tales como modificaciones en la temperatura, humedad, radiación solar y sensibilidad a los vientos.

Las consecuencias del efecto borde se presentan en los cambios de la repartición y cantidad de los tipos de especies, modificando el aspecto de la vegetación y, por ende, la provisión de las raciones nutricionales para los animales del sector.

#### **2.1.4. Suelos**

La tierra o suelo se define como cualquier material no consolidado compuesto de distintas partículas sólidas con gases o líquidos incluidos. El tamaño máximo de las partículas que pueden clasificarse como suelo no es fijo, pero determina la función en que ellas están implicadas. Los suelos pueden ser mezclas bien definidas de unos cuantos minerales específicos o mezclas heterogéneas de cualquier cosa (García, 2019).

El suelo contiene una amplia variedad de materiales tales como la grava, la arena y las mezclas arcillosas depositadas por glaciares, las arenas aluviales y limos y arcillas de los depósitos aluviales de los ríos, las arcillas marinas blandas y las arenas de las playas de la costa, las rocas muy meteorizadas de los trópicos, y hasta las escorias, los bastidores de camas, las latas y las cenizas de los vertederos de las ciudades (García, 2019).

#### **2.1.5. Tipos de suelo**

Se pueden identificar diversos tipos de suelos, entre ellos se encuentran algunos muy problemáticos en cuanto a su manejo por sus características de deformabilidad, de baja resistencia, expansividad y sensibilidad. Esto trae consigo problemas constructivos (García, 2019).

### **2.1.5.1. Suelos volcánicos**

Estos suelos están presentes en la Provincia de Galápagos, este tipo de suelos presentan problemas de explanación y compactación debido a sus características de humedad, de susceptibilidad al remoldeo y de cambio en sus propiedades durante el secado. Se forman por la meteorización de rocas volcánicas de la época cuaternaria reciente (Torres, 2018).

### **2.1.6. Estudio de suelos.**

La ejecución de un estudio de suelos permite determinar las propiedades del suelo tanto físicas como mecánicas; para este caso que es un proyecto vial nos permite determinar las propiedades y características de que posee la subrasante, es decir el terreno sobre el cual se asentara la carpeta asfáltica (Quezada, 2016).

Para este estudio es de vital importancia la asesoría técnica por un profesional con experiencia en el campo de estudio de suelos, el cual brindara apoyo en las actividades a realizarse como son las siguientes (Quezada, 2016):

- Reconocimiento del sitio en el cual está previsto el trazado geométrico de la vía.
- Determinar el sitio exacto en donde se efectuará las perforaciones que son necesarias para extraer las muestras.
- Organizar cada uno de las muestras extraídas con el fin de controlar en el laboratorio las mismas.
- Recoger las muestras que sean necesarias para cada uno de los ensayos que se procedan a realizar.
- Interpretar los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos para así de esta manera proceder al cálculo y diseño del pavimento.

Para conocer he identificar las propiedades mecánicas del suelo de fundación o subrasante, en necesario realizar los siguientes ensayos de laboratorio (Quezada, 2016).

- Límites Atterberg
- CBR
- Granulometría
- Contenido de humedad
- Densidad máxima y humedad óptima (Proctor)

Para realizar los ensayos antes mencionados se debe tomar muestras mediante calicatas entre 1.5 a 2 m de profundidad, estas muestras deberán ser tomadas cada 200 o 500 m, esto dependerá primordialmente del tipo de carretera que se construirá. En los primeros 50 cm se

debe tomar alrededor de 50 kg de muestra alternada, que servirá para realizar los ensayos de (Quezada, 2016):

- Clasificación del suelo
- Granulometría
- Humedad
- CBR
- Densidad máxima y humedad óptima (Proctor)
- Límites de consistencia.

Además, se debe recolectar una muestra inalterada con la que se pueda determinar la cohesión que posee el suelo de los taludes que son parte de la carretera, estos datos junto con los del ángulo de fricción interna, servirá para determinar la estabilidad que poseen los taludes (Quezada, 2016).

#### **2.1.7. Tráfico**

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico (Quezada, 2016).

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura. En cambio, cuando se trata de zonas menos desarrolladas o actualmente inexploradas, la estimación del tráfico se hace difícil e incierta (Quezada, 2016).

##### **2.1.7.1. Tráfico promedio diario anual (TPDA)**

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA.

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.
- Para el caso de Autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como flujo direccional que es el

% de vehículos en cada sentido de la vía: esto, determina composiciones y volúmenes de tráfico diferentes en un mismo período.

Cabe mencionar que puede realizarse el análisis del TPDA considerando el volumen de los dos sentidos de circulación debiendo quedar plenamente aclarado, para evitar errores en cálculos posteriores que se realicen con estos datos (Quezada, 2016).

#### **2.1.7.2. Tráfico promedio diario anual**

##### **a. Objetivo**

Se determinará el tráfico promedio diario anual (T.P.D.A), a partir de observaciones puntuales del tráfico y de los factores de variación (Quezada, 2016).

##### **b. Observaciones de Campo**

Es necesario realizar conteos vehiculares que nos permiten conocer el nivel de tráfico existente (Quezada, 2016).

##### **c. Tipos de Conteo**

**Manuales:** Son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía (Quezada, 2016).

**Automáticos:** Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico. Con los equipos de conteo automático debe tenerse mucho cuidado con su calibración, ya que cuentan pares de ejes (por cada dos impulsos percibidos registran un vehículo) (Quezada, 2016).

##### **d. Período de Observación**

Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales. Adjunto a esta información, es importante tener datos de un conteo automático por lo menos durante un mes para cuantificar el volumen total de tráfico y correlacionar con la composición registrada en la semana (Quezada, 2016).

##### **e. Variaciones de Tráfico**

Como variaciones de tráfico se conoce a los factores que nos permiten establecer relaciones entre observaciones actuales y puntuales de tráfico de los datos estadísticos de lo ocurrido con anterioridad, llegando así a determinar el TPDA del año en el que se realice el estudio. Esta relación se puede establecer considerando el hecho de que la población se mueve por hábitos y al no existir una variación en la estructura social de un país, prácticamente estas variaciones

permanecerán constantes en períodos más o menos largos, por lo que el TPDA se puede llegar a calcular a base de muestreos (Quezada, 2016).

#### **f. Cálculo de Variaciones (factores)**

Para llegar a obtener el TPDA a partir de una muestra, existen cuatro factores de variación que son:

**Factor Horario (FH):** nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a volumen diario promedio.

**Factor Diario (FD):** transforma el volumen de tráfico diario promedio en volumen semanal promedio.

**Factor Semanal (FS):** transforma el volumen semanal promedio de tráfico en volumen mensual promedio.

**Factor Mensual (FM):** transforma el volumen mensual promedio de tráfico en tráfico promedio diario anual (TPDA) (Quezada, 2016).

**Tráfico Observado (T0):**

$$TPDA = T_o * FH * FD * FS * FM$$

En donde:

TPO Tránsito Promedio Observado.

F<sub>h</sub> Factor Horario

F<sub>d</sub> Factor Diario

F<sub>s</sub> Factor Semanal

F<sub>m</sub> Factor Mensual.

#### **2.1.7.3. Tráfico futuro**

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto (Quezada, 2016).

En el Ecuador no se han efectuado estudios para determinar los volúmenes correspondientes a la 30ava hora, pero de las investigaciones realizadas por la composición de tráfico se puede indicar que el volumen horario máximo en relación al TPDA varía entre el 5 y 10 por ciento (Quezada, 2016).

### ***Crecimiento normal del tráfico***

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía, al presente, en una carretera nueva si ésta estuviera al servicio de los usuarios. Para una carretera que va a ser mejorada el tráfico actual está compuesto por:

### ***Criterios para determinar el tráfico futuro***

Conviene realizar las proyecciones de tráfico relacionando el tráfico vehicular con otros factores como, por ejemplo: la población, producción, etc.

### ***Relación del tráfico vehicular con la población***

Con la información disponible del parque automotor y de la población en un período representativo, se procede a determinar la Tasa de motorización (número de vehículos por cada mil habitantes) para cada tipo de vehículo (liviano y pesado) y la ecuación de proyección con algún modelo que se ajuste al historial de la información existente.

Uno de los modelos a usarse es el NOBEL LOGIT, con el que se determina la ecuación de ajuste y de proyección para la tasa de motorización con posibles tasas de saturación (Quezada, 2016).

$$Tm = a + b * t$$

**Donde:**

**Tm:** Tasa de amortización (No vehic. /1000hab.)

**a,b=** Coeficiente de ajuste.

**t=** Tiempo en años

### ***Relación de tráfico vehicular con la población***

El volumen de producción o tasa de crecimiento de la producción permite determinar la proyección de vehículos pesados. Se puede determinar un parámetro similar a Tm, relacionando el número de vehículos pesados con el volumen de proyección y obtener la correspondiente curva de proyección.

### ***Proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional.***

En caso de no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible.

$$Tf = Ta (1 + i) n$$

**Donde:**

**Tf:** Tráfico futuro o proyectado **Ta:** Tráfico actual.

**I:** Tasa de crecimiento del tráfico (en caso de no contar con datos, utilizar la tasa de crecimiento poblacional o de combustible).

**n:** Número de años proyectados.

**Tráfico generado**

El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían sólo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen:

- Viajes que no se efectuaron anteriormente.
- Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.
- Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera (Quezada T, 2016)

**Tráfico por desarrollo**

Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. Este componente del tráfico futuro puede continuar incrementándose durante parte o todo el período de estudio. Generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios (Quezada, 2016).

**2.1.8. Diseño geométrico de vías**

Para lograr las características ideales y condiciones adecuadas necesarias para un correcto trazado geométrico de deben tomar en cuenta ciertos criterios como son la funcionalidad, comodidad, seguridad, economía y a la vez producir el menor impacto ambiental, de esta manera se lograra una carretera de calidad al momento que empiece su funcionalidad (Quezada, 2016).

**2.1.8.1. Criterio de diseño**

**Funcionalidad.-** Para lograr que una vía sea funcional en su totalidad debe proporcionar velocidades de diseño adecuadas, con un flujo de tránsito permanente y sin congestiones (Quezada, 2016).

**Comodidad.-** Un correcto diseño de curvas en la vía permite que los usuarios transiten a velocidades constantes si variar su aceleración, de esta manera se obtiene una carretera cómoda (Quezada, 2016).

**Seguridad.-** Con una geometría eficaz de la vía se podrá lograr obtener una seguridad vial alta, de esta manera el usuario tendrá mayor confianza al circular por dicha vía (Quezada, 2016).

**Economía.-** En todo proyecto se busca el menor costo posible y más aún en un proyecto vial, de esta manera se considera el costo como un limitante del proyecto (Quezada, 2016).

**Entorno.-** Siempre se tratara de adaptar la vía a la topografía natural, de esta manera se producirá el menor impacto ambiental (Quezada, 2016).

#### **2.1.8.2. Factores de diseño**

Existen varios factores a los que está expuesto una carretera, los cuales son internos y externos. Según Agudelo, los factores internos y externos son los siguientes (Quezada, 2016):

##### **Internos:**

- Las velocidades a tener en cuenta
- Las características de los vehículos
- Los efectos operacionales de la geometría
- Las características del tráfico
- Las capacidades de las vías
- Las aptitudes y comportamiento de los conductores
- Las resistencias a los accesos

##### **Externos:**

- Las características físicas (Topografía, geología, climatología, hidrología).
- El volumen y características del tránsito actual y futuro.
- Los recursos económicos de que se pueda disponer para su estudio construcción y mantenimiento.
- Los aspectos ambientales.
- Los desarrollos urbanísticos existentes y previstos en la zona de influencia.
- Los parámetros socioeconómicos del área de influencia (uso de la tierra, empleo, producción).
- La calidad de las estructuras existentes.
- Los peatones.
- Tráfico de ciclistas.
- La seguridad vial.

#### **2.1.8.3. Velocidad de diseño**

Un factor muy importante para el usuario de la vía es la velocidad de diseño, ya que esta velocidad es la máxima con la que el vehículo puede circular por la carretera de manera segura y cómoda, siempre y cuando las condiciones climáticas lo favorezcan. Las velocidades



que puede adquirir el vehículo dependen mucho de las habilidades del conductor y las características del mismo, pero primordialmente depende del tipo y condiciones de carretera, tipo de terreno y el flujo vehicular (Quezada, 2016).

Con la velocidad de diseño que se seleccione se plantean los diferentes elementos geométricos de la carretera que se encuentra en relación con la operación de los vehículos (Quezada, 2016).

#### 2.1.8.4. Velocidad de circulación

Es la velocidad de un automotor mantiene durante un trayecto determinado de una vía y cuyo valor se calcula de la división de la distancia que ha recorrido para el tiempo en que dicho automotor se demora para el recorrido de esa distancia. Una manera de realizar el cálculo de la operación promedio de una vía es mediante la medición de la velocidad promedio en un punto, es decir el cálculo del promedio de las velocidades de los automotores que transitan por ese punto determinado (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013a).

En la Tabla 3 se muestra la relación que existe entre la velocidad de operación y la velocidad para diseñar una vía de dos carriles.

**Tabla 3.**  
*Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carretera de 2 carriles*

Velocidad de diseño – km/h	Velocidad de operación promedio – km/h volumen de tránsito		
	Bajo	Medio	Alto
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

**Nota.** La relación que existe entre la velocidad de operación y la velocidad para diseñar una vía de dos carriles.

**Fuente:** Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2013a)

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

**Tabla 4.**

*Normas de diseño recomendables para caminos vecinales*

NORMAS	TIPO 7			TIPO 6			TIPO 5			TIPO 5E			TIPO 4			TIPO 4E		
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de Diseño ((k/h)	60-80	50-60	40-50	60-80	50-60	40-50	50-60	35-50	25-40	50-60	35-50	25-40	50-60	35-50	25-40	50-60	35-50	25-40
Velocidad de Circulación	50-65	40-50	25-40	50-65	40-50	25-40	40-60	30-40	10-20	40-60	30-40	20-30	40-60	30-40	20-30	40-50	30-40	20-30
Radio Mínimo	120-230	80-120	60-80	120-230	60-120	50-80	80-120	40-80	30-50	80-120	40-80	30-50	80-120	40-80	30-50	80-120	40-50	30-50
Gradiente Longitud Max.	5	5-7	7-9	5	5-7	7-9	6	6-8	8-10	6	6-8	8-12	6	6-8	8-12	6	6-8	8-12
Max. Longitud de Gradiente.			750 Sobre 7%			750 Sobre 7%			750 Sobre 8%			(2)			750 Sobre 7%			(2)
Gradiente Longitudinal Min.	0,5																	
Peralte Maximo.	10	10	10	8	8	8	8	8	8	10	10	10	8	8	8	10	10	10
Ancho de Calzada.	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6	6	6	0	6	6	4	4	4	4	4	4
Ancho de Espaldón.	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pendiente transversal de calzada.	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Pendiente Transv. Espaldón.	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estructura de Pavimento.	Mat. Seleccionado Com CBR>12 Base con CBR>80 Doble Tratamiento Superf. Bituminoso			Mat. Seleccionado Com CBR>12 Capa Granular de Rodadura CBR>60			Capa Granular de Rodadura CBR>20			Calzada Compactada.			Capa Granular de Rodadura CBR>20			Calzada Empedrada.		
Derecho de Vía Mínimo.	25			25			20			20			15			15		
	LI = Llano			O = Ondulado.						M = Montañoso.								

- (1) Em camino Tipo 7 se puede aumentar la pendiente em 1% em terreno Ondulado.y 3% em terreno Montañoso, para longitudes menores de 750 m.
- (2) Máximas pueden adaptarse a los siguientes valores: 1000 metros para gradientes 9-10%  
500 metros para gradientes 10-12%  
250 metros para gradientes 12-14%
- (3) Se puede aceptar para gradientes longitudinales del 0% para terraplenes de 1 a 3 m. ó más de altura
- (4) Em caminos tipo 4-4E-5 y 5E Se podrá reducir el radio mínimo hasta 12-15 metros. Si com ésto se permite aprovechar el alineamiento existent Em proyectos de mejoramiento de caminos vecinales

**Fuente:** Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2013a)

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

### 2.1.8.5. Peralte

El peralte se define como la inclinación transversal que se le da a la calzada para reducir los efectos de la fuerza centrífuga y asegurar que los usuarios circulen con comodidad y seguridad.

Aplicando conceptos físicos, su valor se determina utilizando la siguiente ecuación:

$$e = \frac{0.044 \times V^2}{R}$$

Donde:

V= velocidad de diseño (Km/H)

R= Radio (m)

La utilización del peralte ofrece bienestar y seguridad al automotor que circula por la vía en curvas horizontales. No obstante, el peralte no deberá superar valores máximos, puesto que un peralte excesivo podría ocasionar el movimiento del automotor hacia la parte interna de la curva cuando aquel se encuentra circulando a velocidad baja (Rojas, 2015).

En la mayoría de los estudios existentes, se recomienda un valor máximo del peralte del 10% para vías y caminos que tengan una capa de rodadura asfáltica y velocidades de diseño iguales

o mayores a 50 Km/h, para vías de dos carriles; además del 8% cuando el camino vecinal tenga una capa granular de rodadura (tipo 4,5 y 6), y 60 km/h de velocidad (Mena, 2017).

Así mismo, para escoger los valores máximos del peralte deben tenerse en cuenta los siguientes criterios con miras a evitar:

- Un rápido deterioro de la superficie de la calzada en caminos de tierra, sub-base, por consecuencia del flujo de aguas de lluvia sobre ellas.
- Una distribución no simétrica del peso sobre las ruedas del vehículo, especialmente los pesados.

#### **2.1.8.6. Sobreanchos**

Se define como la magnitud que debe adicionarse al ancho de la calzada por efecto de las llantas traseras de los vehículos que no siguen exactamente las huellas de las llantas delanteras. Independientemente del número de carriles, la Norma MTOP recomienda que el sobreancho se calcule con la siguiente ecuación:

$$s = n \times \left[ \frac{50}{R} + \frac{V}{10 \times R^{0.5}} \right]$$

S = Sobreancho en m

V = Velocidad de diseño

R = Radio (m)

n = Número de carriles

Para radios mayores de 300m no será necesario colocar el sobreancho debido a su pequeño valor.

El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente desde los accesos a la curva, a fin de asegurar un alineamiento razonablemente gradual del borde del pavimento y coincidir con la trayectoria de los vehículos que entran o salen de una curva. A continuación, se indican los puntos fundamentales que conciernen al diseño en este aspecto y son aplicables a ambos extremos de las curvas horizontales:

- En curvas simples, sin espirales, el ensanchamiento debe hacerse con respecto al borde interno del pavimento solamente.
- El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente sobre la longitud de desarrollo del peralte, esto es, 2/3 en la tangente y 1/3 dentro de la curva, y en casos difíciles, 50 por ciento en la tangente y 50 por ciento dentro de la curva.

Los valores de los sobreeanchos existentes medidos en los trabajos topográficos, están acorde a lo indicado en las normas con ligeras variaciones que no influyen en mayor grado en la consistencia del diseño, teniéndose en algunos casos que realizar un movimiento de tierras de menor cuantía.

#### 2.1.8.7. Superficie del Pavimento

De acuerdo a las condiciones de servicio, en nuestro país la superficie de los pavimentos puede ser clasificados en tres categorías de acuerdo a la calidad, como: calidad alta, intermedia y de baja calidad. El MTOP califica a la superficie de alta calidad, por tener características de capacidad para altos volúmenes de tránsito, por su resistencia al deslizamiento, y por su oferta de comodidad y durabilidad; pudiendo ser éstas de hormigón tipo Portland o de hormigón asfáltico. La de calidad intermedia varía en cuanto al tipo de tratamiento superficial bituminoso. La de baja calidad varía desde caminos de tierra y con superficies a nivel de afirmado. El MTOP ha definido el tipo de superficie del pavimento según la clasificación y volumen de la vía. La siguiente tabla muestra la evaluación de estos criterios.

**Tabla 5.**  
*Criterio para definir la calidad y el tipo*

<b>Función de Carretera</b>	<b>Calidad de superficie</b>	<b>Tipo de pavimento</b>
Corredor Arterial	Alta	Asfáltico-Rígido
Colectora (Clase I-II)	Alta	Asfáltico-Rígido
Colectora (Clase III-IV)	Intermedia	Asfáltico-Afirmado
Vecinal (Clase IV-V)	Baja	Afirmado

**Nota.** Tipos de calidad de pavimento en la cual nos ayudan para nuestra via

**Fuente:** Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2013b)

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

#### 2.1.8.8. Carriles de Circulación

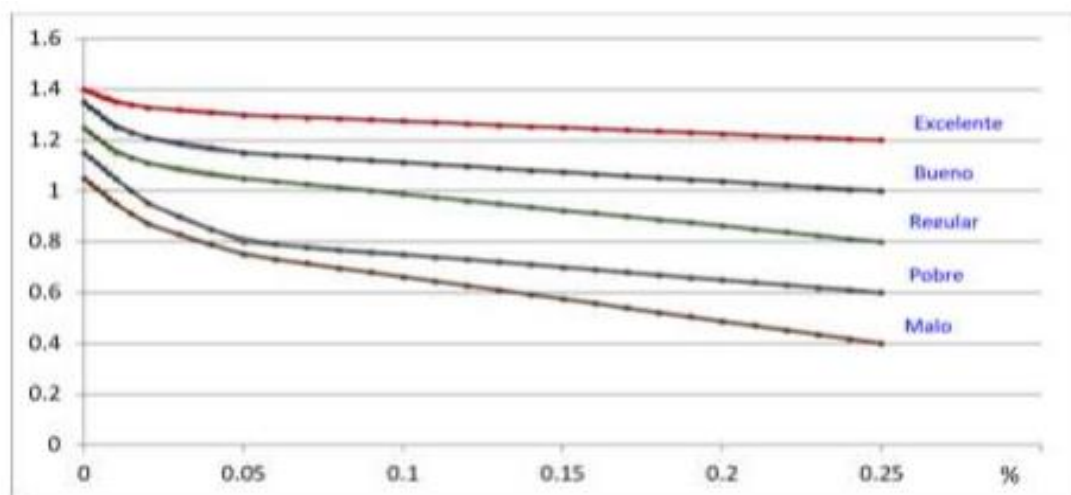
En la generalidad de las vías ecuatorianas, el ancho de los carriles varía entre 3-4m, que son valores apropiados para la circulación normal de un vehículo. Es de indicar que el número y dimensión de este elemento influye significativamente en la capacidad, el nivel de servicio y la seguridad de la carretera.

#### 2.1.8.9. Consideración de componentes estructurales existentes

El Instituto Nacional de Vías INVIAS (2015) manifiesta los siguientes valores típicos de los módulos de elasticidad para cada tipo de material que se utiliza.

**Tabla 6.***Valores de los parámetros para el diseño del pavimento*

Material	Rango (Kg/cm <sup>2</sup> )	Típico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto hidráulico	200000-550000	300000
Concreto asfáltico	15000-35000	30000
Base tratada con asfalto	5000-30000	10000
Base tratada con cemento	35000-70000	50000
Concreto pobre	1000000-300000	200000
Base granular	1000-3500	2000
Subbase granular	800-2000	1200
Suelo granular	500-1500	1000
Suelo fino	200-500	300

**Nota.** 1 Kg/cm<sup>2</sup> = 0,1 MPa = 14,3 psi**Fuente:** Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2013b)**Elaborado por:** Santamaria, (2022)**Figura 1.** *Calidad de drenaje***Fuente:** Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2013b)

#### 2.1.8.10. Nivel de confiabilidad “R”

Se refiere al nivel de probabilidad que tiene una estructura de pavimento diseñada para durar a través del período de análisis, tomando en cuenta las posibles variaciones del tráfico y las condiciones medio ambientales existentes, con el parámetro de Confiabilidad “R”, se intenta llegar a establecer un nivel de certeza, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan, duren como mínimo el período de diseño. Los niveles de confiabilidad recomendados por la AASHTO – 93 para diferentes tipos de vías, se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 7.***Nivel de confiabilidad "R"*

Clasificación funcional	Confiabilidad sugerida (R%)	
	Urbano	Rural
Interestatal y obras autopistas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

**Fuente:** ASSHTO (1993)**Elaborado por:** Santamaria, (2022)**Tabla 8.***Clasificación de la vía por tráfico y conectividad*

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes equivalentes acumulados		Nivel de confiabilidad (R)
Caminos de bajo volumen de tránsito	TP0	75,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750,001	1'000,000	80%
	TP5	1'000,001	1'500,000	85%
	TP6	1'500,001	3'000,000	85%
	TP7	3'000,001	5'000,000	85%
	TP8	5'000,001	7'500,000	90%
	TP9	7'500,001	10'000,000	90%
Resto de caminos	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15		>30'000,000	95%

**Nota.** Sera del 80 % para segura la estructura en consideración al tipo de vía**Fuente:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

### 2.1.8.11. Desviación estándar normal "Zr"

La Desviación Estándar Zr, se refiere al nivel correlacionando la confiabilidad seleccionada, para lo cual tenemos:

**Tabla 9.**  
*Niveles de confianza y desviación estándar*

<b>Confiabilidad (R) en %</b>	<b>Desviación estándar normal (ZR)</b>
50	0.000
60	-0.253
70	-0.254
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.90	-3.090
99.90	-3.750

**Fuente:** ASSHTO (1993)

**Elaborado por:** G. Santamaria, (2022)

#### **2.1.8.12. Desviaciones estándar totales (So)**

Está relacionado directamente con la confiabilidad de condiciones particulares locales de cada proyecto, que consideran posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en predicción del tránsito, para construcciones nuevas se sugiere si es pavimentos rígidos escoger un valor entre 0.30 – 0.40 y para pavimentos flexibles de 0.4 a 0.5.

$S_o$  = Standard Deviation

**Rigid Pavements:**  $S_o = 0.30 - 0.40$

**Flexible Pavements:**  $S_o = 0.40 - 0.50$

#### **2.1.8.13. Nivel de serviciabilidad “ΔPSI”**

En el Ecuador se recomienda usar:

- $p_o = 4.5$  para pavimentos rígidos.
- $p_o = 4.2$  para pavimentos flexibles.

Índice de servicio final ( $pt$ ), es función de la categoría o importancia de la carretera y se basa en el índice más bajo que pueda ser tolerado antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación, reconstrucción o repavimentación. Según el método recomienda usar:

- $pt = 3.0$  para autopistas urbanas y troncales de mucho tráfico.
- $pt = 2.5$  para vías de mediano tráfico.
- $pt = 2.0$  para vías locales, secundarias y menor tráfico.

El valor del índice de servicio que interviene en la ecuación general del método de diseño AASHTO – 93, es la diferencia entre  $po$  y  $pt$ , es decir:

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Como se pudo apreciar, un pavimento recién construido de hormigón asfáltico tendrá un PSI inicial de 4.2. El valor final sugerido para el diseño de vías importantes es de 2.5 y de menor importancia 2.0.

#### **2.1.8.14. Determinación de los espesores del pavimento**

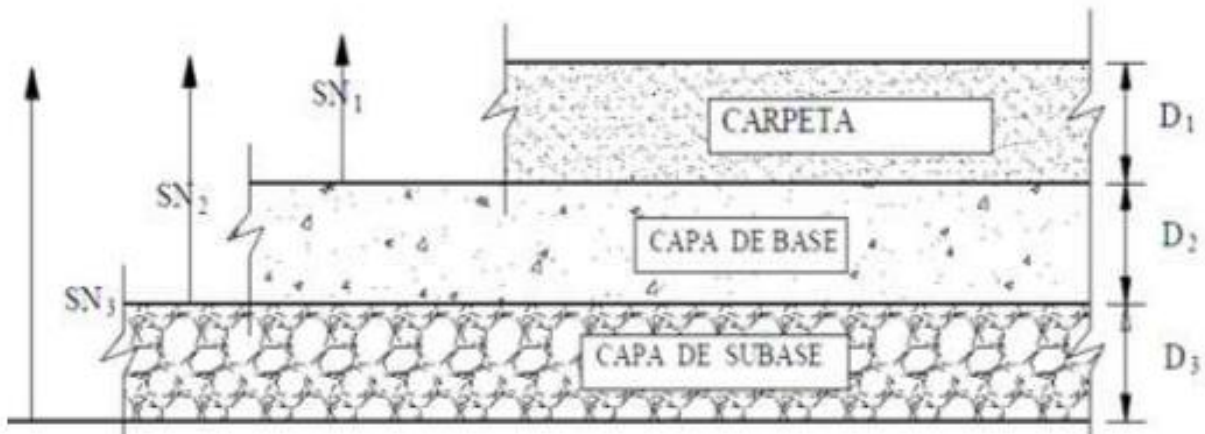
La AASHTO propone las siguientes ecuaciones para determinar las capas como son la superficie de rodadura o carpeta asfáltica ( $D1$ ), base ( $D2$ ) y sub-base ( $D3$ ).

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Donde se deberá comprobar que los espesores considerados de los componentes del paquete estructural del pavimento cumplan con el soporte requerido por la rasante de la vía y el tráfico obtenido para su periodo de diseño.

- $D_1 * \geq SN_1 / a_1 \rightarrow SN_1 * = a_1 \cdot D_1 * \geq SN_1$
- $D_2 * \geq (SN_2 - SN_1) / a_2 \cdot m_2 \rightarrow SN_1 * + SN_2 * \geq SN_2$
- $D_3 * \geq (SN_3 - (SN_1 * + SN_2 *)) / a_3 \cdot m_3$





**Nota.** Se puede considerar un diseño a seguir de una vía, pero se la puede mejorar

**Figura 2.** Espesores del pavimento

**Fuente:** ASSHTO (1993)

### 2.1.8.15. Diseño de pavimentos flexibles

Un pavimento flexible está constituido por una o un conjunto de capas, en este caso se propondrá un conjunto de capas conformado por: sub base granular, base granular y una capa de carpeta asfáltica.



**Nota.** Modelo de una vía con subrasante mejorado.

**Figura 3.** Pavimento flexible

**Fuente:** (Dudley, 2008).

### 2.1.9. Áreas protegidas

Las áreas protegidas (...), están destinadas a mantener ecosistemas naturales operativos, actuar como refugios para las especies y mantener procesos ecológicos incapaces de sobrevivir en los entornos terrestres y marítimos con un mayor nivel de intervención. (...) (Dudley, 2008).

### 2.1.10. Áreas protegidas de Ecuador



**Nota:** El Art. 405.- El sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas.

**Figura 4.** Sistema nacional Áreas protegidas (SNAP)

**Fuente:** Edupedia (2015)

### 2.1.11. Islas Galápagos

Galápagos es un archipiélago que se encuentra ubicado en el océano Pacífico a 972 km de distancia de la costa del Ecuador, y se encuentra conformado por 13 islas (Instituto Geofísico EPN, 2021; Sevilla, 2018), varios islotes y rocas de tamaño más pequeño. Su superficie es de aproximadamente 8000 km<sup>2</sup> y está formado de suelo volcánico inducido por puntos calientes de la placa de Nazca; la vegetación natural de las islas se relaciona directamente con el tipo de suelo volcánico predominante, que van desde la escasa vegetación xerófila en las tierras bajas áridas a exuberante vegetación subtropical en las tierras altas húmedas (Zehetner et al., 2020).

Sobre los suelos (...) la isla de mayor antigüedad es San Cristóbal, ya que su formación se dio hace 2.4 millones de años, mientras que la Santa Cruz se conoce que se formó hace 2.0 millones de años. (...) la formación del suelo del archipiélago es de material rocoso basáltico mezclado (Balón & Vera, 2018).

Según la Dirección del Parque Nacional Galápagos (Ministerio del Ambiente, 2015) el archipiélago tiene dos áreas protegidas que son el Parque Nacional Galápagos, que comprende el 97 % del total de la superficie, y la Reserva Marina Galápagos, encargada de la protección del ambiente marino. Cinco de las 19 islas de mayor relevancia se encuentran habitadas, en tanto que las demás se las ha dividido en tres zonas para mantener un mejor control: *de*

*protección absoluta*, en donde no existe la intervención del hombre, *de conservación*, en la que la intervención del hombre es mínima aunque con la presencia de especies no endémicas que se han introducido al ecosistema, y *de reducción de impactos*, en la que están los sitios en los que la intervención del hombre es permanente y tiene impacto bastante alto (zonas urbanas y agrícolas) (Pazmiño, 2020).

La característica propia del archipiélago en lo relacionado a la diversidad de especies únicas en el mundo y la particularidad de ser un ecosistema insular, ha hecho de esta provincia uno de los sitios turísticos de mayor relevancia en el país (Ministerio del Ambiente, s/f). Como sitio turístico, el archipiélago ha visto crecer la población y los asentamientos humanos y los turistas fueron la causa de que sea considerado, en la lista de la UNESCO de 2007, como Patrimonio de la Humanidad en Riesgo (Fuentes, 2020).

La isla San Cristóbal, la más oriental del archipiélago, se encuentran a una distancia de 928 kilómetros del cabo de San Lorenzo, en el Ecuador Continental (Parque Nacional Galápagos, s/f).

El Parque Nacional Galápagos fue declarado Patrimonio Natural de la Humanidad, (...) se anexó también la Reserva Marina de Galápagos. Programa Hombre y Biósfera, iniciativa de la UNESCO para la reconciliación de la conservación de la biodiversidad y los recursos biológicos con un uso sostenible (Parque Nacional Galápagos, s/f).

Los sitios denominados como Reservas de Biósfera, deben cumplir con 3 funciones básicas que son: conservación, desarrollo y logística. En la mayoría de reservas de biósfera existe un núcleo central protegido, rodeado por zonas intervenidas, en las que se desarrollan actividades humanas compatibles con la conservación. En Galápagos sucede lo contrario. Es el área protegida la que rodea el área en donde se desarrollan las actividades antrópicas (Parque Nacional Galápagos, s/f).

### **2.1.12 Zonificación sísmica del sector**

De acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS) expedida al 19 de agosto del 2014 mediante el acuerdo ministerial No.0028; es necesario definir la zonificación sísmica del proyecto, así como la geología local, a fin de evaluar el peligro sísmico de la estructura conforme lo estipula el capítulo de peligro sísmico (MIDUVI, 2015).

De la norma mencionada, se estableció que el proyecto se localiza dentro de la **zona sísmica III** con un factor de zona ( $Z$ )= 0.30 cuya caracterización de peligro es **ALTA**, razón por la que el ingeniero estructural toma las medidas sísmos resistente correspondientes.

### 2.1.13 Valores del factor Z en función del área de la zona sísmica adoptada

**Tabla 10.**

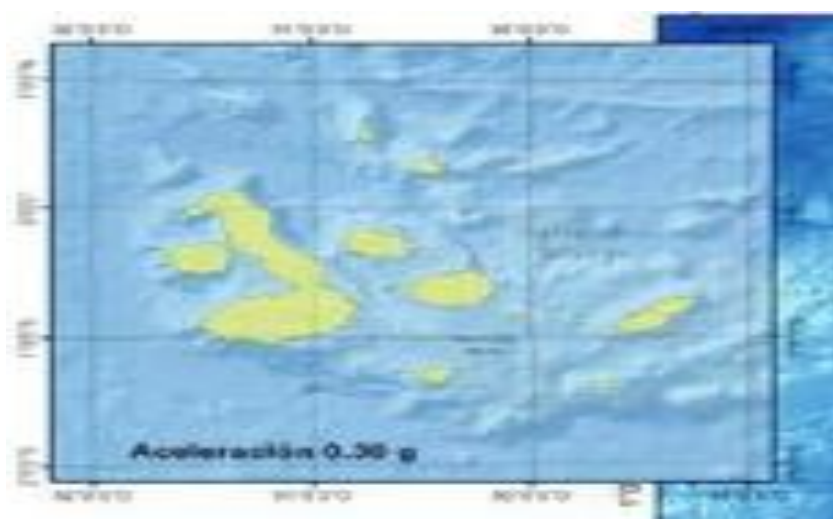
Valores Z

Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI	VII
Valor Factor Z	0.15.	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

**Nota.** Nos encontramos en III

**Fuente:** MIDUVI (2015)

**Elaborado por:** Santamaria, (20...)



**Figura 5.** Área de la zona sísmica

**Fuente:** MIDUVI (2015)

### 2.1.14 Guía ambiental

La guía es un instrumento técnico de índole ambiental y social, que orienta a los diversos usuarios del sector de infraestructura urbana en la aplicación de lineamientos y medidas ambientales y sociales, con el fin de prevenir o mitigar efectos negativos en el ambiente que puedan generarse del desarrollo de sus actividades (Astorga, 2006). De esta manera, se facilita el proceso de evaluación de impacto ambiental.

Es un instrumento técnico de referencia para la planificación y ejecución ordenada y sistemática de medidas ambientales de prevención, corrección, mitigación, minimización o compensación de distintas actividades (Astorga, 2006). Igualmente presenta los procedimientos que deben seguirse para la obtención de los permisos ambientales y demás concesiones de uso y explotación de recursos naturales requeridos para la realización de dichas obras (Millán, 2005).

De una forma más amplia, esta guía intenta integrar la gestión correctiva del riesgo con la gestión ambiental mediante el diseño de Planes de Manejo que mitiguen o compensen los impactos ambientales y sociales de las obras de reducción y prevención de riesgos, mejorando con ello la calidad del entorno y favoreciendo las condiciones para el desarrollo sostenible (Millán, 2005). Está dirigida principalmente a los tomadores de decisiones en el nivel local involucrados en la agenda ambiental municipal, en la promoción del desarrollo y en la gestión del riesgo.

En especial se busca apoyar a los Alcaldes, Concejales Municipales, secretarios de planeación y de obras públicas, coordinadores de Comités Locales y Regionales de Prevención y Atención de Desastres y Corporaciones Autónomas Regionales en el fortalecimiento de sus capacidades como ejecutores e interventores de acciones de reducción de riesgos de forma amigable con el ambiente.

La guía es igualmente útil para contratistas y particulares quienes, en desarrollo de estudios, diseños y ejecución de obras, involucren los planes de manejo ambiental (Millán, 2005).

Prepara y desarrolla actividades diversas que faciliten el conocimiento del medio natural y rural, adaptadas a las diferentes edades de los niños que participan.

Es el responsable del correcto desarrollo de la actividad, lo que incluye el cuidado y la integridad física de los participantes (Barcelona Activa, 2011).

El establecimiento de niveles guía de calidad ambiental, debe tender a incluir todos aquellos parámetros críticos para el ambiente y su estabilidad. Su adopción, control y monitoreo deben ser incorporados al planeamiento y gestión del ambiente, con especial énfasis en las áreas pobladas. La calidad ambiental tiene incidencia directa en la salud (Muro, s/f).

Una guía ambiental puede mencionar algunas actividades para tratar el impacto ambiental, como lo muestra la Tabla 11.

**Tabla 11.**  
*Formato de evaluación ambiental*

Impacto	Descripción
1	<b>Evitar:</b> se basa en evitar que los impactos ocurran, aplicando alternativas que no afecten áreas ambientalmente sensibles o de alto valor de conservación.
2	<b>Minimizar:</b> se trata de medidas que reducen la duración, intensidad o extensión de un impacto.
3	<b>Restaurar:</b> esta medida busca devolver las condiciones iniciales de un lugar o componente afectado luego de que el impacto se haya producido.
4	<b>Compensar:</b> solo cuando las otras medidas de la jerarquía de mitigación no han podido ser implementadas, se pueden compensar los impactos residuales a través de la conservación de otras áreas equivalentes.

**Nota.** Descripciones que podemos utilizar en nuestro proceso constructivo

**Fuente:** WCS Ecuador (2021)

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

### **2.1.15 Actividades principales en la fase de construcción**

Al decir de Romero (s/f-a), el proceso de la construcción genera algunas acciones, independientemente del tipo de obra que se vaya a realizar, siendo las más comunes las que se mencionan en el párrafo a continuación.

*Arranque de vegetación*, que provocará la aparición de residuos vegetales, nivel reducido de ruido y polvo suspendido cuando las raíces de las plantas sean arrancadas.

*Movimiento de tierra*, provocará polvo y tierra esparcida mientras se decide la ubicación final de la misma. Podrá ser transportada por el aire o lluvia lejos del trabajo que se está realizando.

*Generación de residuos y escapes de hidrocarburos*, materiales sobrantes y que no se utilizan de los materiales extraídos para la construcción. También se considera que, de acuerdo a los materiales empleados en la construcción, se pueden generar otros tipos de residuos como sobrante de asfalto, plástico, aceites, entre otros, al mismo tiempo que podrían escaparse de la maquinaria y vehículos.

*Utilización de maquinaria pesada y tráfico vehicular*, que emitirán gases a la atmósfera: CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, hidrocarburos), provocarán ruidos y vibraciones, probables desprendimientos de maquinaria, escape de fluidos de las mismas, destrucción de flora, fauna, suelo.

*Otras actuaciones*, como construcciones provisionales (garitas, plataformas, caminos vecinales), materiales prestados, canteras; éstas últimas serían motivo de estudio de impacto para identificar si se continúan utilizando o se requiere la apertura de otras nuevas (Romero, s/f-a).

Las antes mencionadas actividades serán las causantes de efectos en el ecosistema en el que se va a realizar la obra, dependiendo si el medio es acuático o terrestre, además que serán responsables de las sustancias contaminantes que se emitan o viertan en el ambiente (Romero, s/f-b).

### **2.1.16 Movimientos de tierra para construcción de plataformas**

Los movimientos de tierra son todas las actividades realizadas por el hombre con el fin de cambiar o mejorar el relieve de determinada área y que pueda acoplarse a un proyecto que se haya planificado, de manera que se puedan aplicar las maquinarias necesarias para tal cometido (Correa, 2015).

Según el Consorcio Expansión PTAR Salitre (2017) los movimientos de tierra son las operaciones realizadas en terrenos que se encuentran en forma natural, para cambiar sus forma real, o para extraer materiales que son de utilidad en obras de minería, pública o de minería.

Los cambios que se hagan en el terreno para conseguir el nivel requerido del proyecto que se esté emprendiendo utiliza maquinaria pesada como retroexcavadoras, volquetes, motoniveladoras, rodillos y otros (Guevara-Martínez, 2015).

En la opinión de Navarro (2010) referenciado por Correa (2015) se entiende que un movimiento de tierra es una de las actividades del proceso de construcción que, por lo general, se las utiliza en carreteras, vías, caminos vecinales o entradas para que facilite el ingreso para la construcción de cañadas, edificaciones que son parte del desarrollo de una nación. Dichas actividades son de competencia de los profesionales de construcción, sobre todos de los ingenieros civiles.

#### 2.1.16.1 Procesos constructivos en movimientos de tierra

El movimiento de tierra realiza algunas actividades (ver Figura 6).



**Figura 6.** Actividades

**Fuente:** Adaptado de Guevara-Martínez (2015)

La excavación es el proceso de remover el terreno a tratarse por medio de la maquinaria pesada; la carga, el transporte y la descarga se refieren al movimiento del material a su destino; el extendido, hidratación y compactación se refiere a la “planeación del acabado final en el manejo del material según sean las especificaciones del proyecto” (Correa, 2015, p. 21).

El mismo autor señaló que las excavaciones pueden realizarse manual o mecánicamente, y esto obedecerá al tipo de proyecto, de manera que se verifiquen los requisitos de la obra (Correa, 2015). En la Tabla 12 se describen las actividades usuales en el momento de realizar un movimiento de tierra.

**Tabla 12.***Operaciones en los movimientos de tierra*

<b>Operación</b>	<b>Actividades</b>
Desbroce y Limpieza manual del terreno	Actividad de tala o poda de árboles, plantas, maleza, madera caída, basura o cualquier otro material ubicada en la superficie del lugar de trabajo. Además, se incluye el desalojo.
Excavación sin clasificar	Excavación longitudinal con fondo de anchura igual o inferior a dos metros, pudiendo ser las paredes verticales o inclinadas con un cierto talud. En obra se mide la excavación realmente ejecutada, con ayuda de los perfiles transversales que previamente hay que levantar. En algunos casos puede abonarse la excavación por metro lineal, como en los casos de zanjas para conducciones de agua. Incluye desalojo.
Suministro y colocación de Sub base	Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-base compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados en la Sección 816. La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos. Incluye nivelación con equipos topográficos y compactación.
Suministro y colocación de Base	Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.
Suministro de material bituminoso	Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificado sobre la superficie de una base o sub-base, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso. Incluye nivelación con equipos topográficos y compactación.

**Fuente:** Adaptado de Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2013b).

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

Para la construcción de una obra, es indispensable considerar el **trazo de la ruta**, tanto de inicio como de fin de la misma como paso previo, significando que se necesita descubrir el lugar más idóneo para la construcción, que posea condiciones de topografía y factibilidad de utilización para que la vía sea operativa (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles DGCF, 2005).

Para localizar el lugar apropiado para la construcción de la obra básicamente consiste en establecer un trazado de prueba, señalizando con una línea de banderas el sitio, cuando su topografía es llana o curvada, continuando lo más aproximado posible el camino que sea más directo entre los extremos, para salvar el estado natural del terreno y cualquier tipo de instalación que sea de relevancia. “En los puntos de inflexión de la poligonal que se va formando, se señala el trazado con algún elemento, tal como una bandera que permite identificar el recorrido seguido” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles DGCF, 2005, p. 166).



En caso de que el sitio tenga bastantes accidentes geográficos, el trazo de la vía se puede controlar por los declives del lugar. Cuando se presenta este caso, no solamente por tratar de considerar los desniveles de mayor importancia, el trazo deberá considerar, además

Alturas en los tramos en que se requiere ascender o descender para pasar por puntos obligados de la ruta. Para estos casos se traza en el terreno una *línea de gradiente*”, (...) alineamiento de dirección variable que tiene la particularidad de ascender o descender el terreno, con una pendiente constante para el tramo, elegida o calculada previamente en razón a dos parámetros principales: la altura por salvar y la pendiente máxima promedio, aceptable para el camino. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles DGCF, 2005, p. 166)

La pendiente escogida se encontrará debajo de la pendiente más alta, puesto que el trazo final no deberá superar la altura de las pendientes de mayor altitud aceptada. Actualmente, para el trazo de la vía se utilizan algunos métodos, como el tradicional, toma aérea y modelos digitales del lugar, para lo que se deberá tener un conocimiento previo del mismo, a fin de evitar cubrir extensiones amplias y modelos grandes.

El trazo del levantamiento topográfico se lo hace en un plano a escalas convenientes para el constructor, en el cual se plasma todas las características del terreno y lo adicional levantado por el hombre. Este levantamiento se lo realiza de dos formas:

*Trazo directo*, que se refiere a levantar una zona pequeña que se encuentre dentro del proyecto de la vía y su derecho, en donde se colocan estacas precedentes, que señalan la ruta y calculando la nivelación del sitio en cada una de las estacas, y a través de las cuales se realiza el levantamiento a través de instrumentos topográficos. Una vez conocida cuál será la ruta que tomará el camino, el grupo que realiza el trazo de la zona realizará la fijación del eje, con tangentes y estacas entre las cuales unirá los puntos.

*Trazo indirecto*, que tiene que ver con el proceso de levantar trazos precisos en lugares amplios, en donde el trazo del eje se lo lleva a cabo sobre los planos topográficos o en los modelos digitales resultantes del levantamiento. Una vez que se ha definido la ruta y los lugares que serán obligatorios se realizan levantamientos topográficos más exactos para poder definir el trazo y estudiar posibles cambios y su replanteo se lo podrá realizar después (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles DGCF, 2005).

## **2.2. Especificaciones técnicas**

Las especificaciones técnicas para el diseño de la vía se tomaron de la norma NEVI 12 Volumen 3 del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013b).

### **2.2.1. Desbroce y limpieza**

**Descripción.** - Este trabajo consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con las presentes especificaciones y los demás documentos contractuales. En las zonas indicadas en los planos o por el Fiscalizador, se eliminarán todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación; además de tocones y hojarascas. También se incluyen en este rubro la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador; así como la disposición, en forma satisfactoria al Fiscalizador, de todo el material proveniente de la operación de desbroce, desbosque y limpieza.

Estos trabajos incluirán todas las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las afueras de la misma, que estén señaladas en los planos o por el Fiscalizador, como fuentes designadas u opcionales de materiales de construcción. Además, comprenderán la remoción de obstáculos misceláneos, conforme se estipula en la subsección 301-2, en caso de no estar incluidos en el contrato los rubros anotados en dicha Sección.

Este trabajo contemplará también la conservación, evitando todo daño o deformación de la vegetación, plantaciones y objetos destinados a conservarse.

**Procedimientos de trabajo.** - El desbroce, desbosque y limpieza se efectuarán por medios eficaces, manuales y mecánicos, incluyendo la zocola, tala, repique y cualquier otro procedimiento que de resultados que el Fiscalizador considere satisfactorios. Por lo general, se efectuará dentro de los límites de construcción y hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes. En todo caso, se pagará al contratista solamente por los trabajos efectuados dentro de los límites de Desbroce, Desbosque y Limpieza señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador.

Cuando en el contrato se prevea la conservación y colocación en áreas de siembra, de la capa de tierra vegetal, este material será almacenado en sitios aprobados por el Fiscalizador, hasta su incorporación a la obra nueva, y todo el trabajo de transporte, almacenamiento y colocación será pagado de acuerdo a lo estipulado en la Secciones 206 y 207 de estas Especificaciones.

En las zonas de excavaciones o de terraplenes de altura inferior a 2 m. deberán removerse y desecharse todos los troncos, tocones, raíces, vegetación en general y material calificado por el Fiscalizador como inadecuado, y si en los documentos contractuales se lo exige, remover y almacenar para su uso posterior la capa de tierra vegetal superficial.

En las zonas que deben cubrirse por terraplenes de altura superior a 2 m. la tala de árboles se podrá realizar de modo que el corte se haga a una altura no mayor a 20 cm. sobre la superficie del terreno natural; los arbustos y maleza se eliminarán por completo y el césped se deberá cortar al ras. Los árboles deberán ser removidos por completo en los lugares donde esté prevista la construcción de estructuras o subdrenes, pilotes, excavación en forma escalonada para terraplenado, remoción de capa de tierra vegetal o la remoción de material inadecuado.

En las zonas que deban ser cubiertas por terraplenes y en que haya que eliminar la capa vegetal, material inadecuado, tocones o raíces, se emparejará y compactará la superficie resultante luego de eliminar tales materiales. El relleno y la compactación se efectuará de acuerdo con lo estipulado en la subsección 305-1.

El destronque de zonas para cunetas, rectificaciones de canales o cauces, se efectuará hasta obtener la profundidad necesaria para ejecutar la excavación correspondiente a estas superficies.

En las áreas fuera de los límites de construcción y dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, los troncos se cortarán en lo posible, al ras del terreno natural; pero en ningún caso se los dejará de una altura mayor de 30 cm. No se requerirá en estas áreas la remoción de arbustos ni de otra vegetación que no sea árboles.

Todos estos trabajos deberán realizarse en forma tal que no afecten la vegetación, construcciones, edificaciones, servicios públicos, etc., que se encuentren en las áreas laterales colindantes. Al respecto, deberán acatarse las estipulaciones pertinentes en la subsección 102-3 "Relaciones Legales y Responsabilidades Generales" de estas especificaciones.

No podrá iniciarse el movimiento de tierras en ningún tramo del proyecto mientras las operaciones de Desbroce, Desbosque y Limpieza de las áreas señaladas en dicho tramo no hayan sido totalmente concluidas, en forma satisfactoria al Fiscalizador y de acuerdo con el programa de trabajo aprobado.

**Disposición de materiales removidos.** - Todos los materiales no aprovechables provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, serán retirados y depositados en los sitios indicados en los planos o escogidos por el Contratista, con la aprobación del Fiscalizador. No se permitirá el depósito de residuos ni escombros en áreas dentro del derecho de vía, donde sería visible desde el camino terminado, a menos que se los entierre o coloque de tal manera que no altere el paisaje. Tampoco se permitirá que se quemen los materiales removidos.

Cualquier material cuya recuperación esté prevista en los documentos contractuales u ordenada por el Fiscalizador será almacenado para uso posterior, de acuerdo a las estipulaciones del contrato y las instrucciones del Fiscalizador.

Cualquier madera aprovechable que se encuentre dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, será de propiedad de la obra y para su uso en ella, y cualquier excedente se entregará en las bodegas del MOP más cercanas.

**Medición.** - La cantidad a pagarse por el Desbroce, Desbosque y Limpieza será el área en hectáreas, medida en la obra, en su proyección horizontal de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados, incluyendo las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las fuentes de trabajo aprovechadas fuera de dicha zona, que estén señaladas en los planos como fuentes designadas u opcionales al Contratista.

**Pago.** - La cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio unitario contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por la eliminación, retiro, desecho y transporte de todos los materiales provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Sección, incluyendo la remoción y disposición de obstáculos misceláneos, cuando no haya en el contrato los rubros de pago para tales trabajos.

Cuando en el contrato no se incluya el rubro de Desbroce, Desbosque y Limpieza, se considerará que todos estos trabajos que sean requeridos serán pagados por los precios contractuales para la excavación y relleno.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
302-1 Desbroce, Desbosque y Limpieza.....	Hectárea

### **2.2.2. Sub - bases**

#### **Sub-base de Agregados**

**Descripción.** - Se colocará una capa de 20 cm de agregados obtenidos por proceso de trituración o del estado natural en que se encuentre el material. La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante que se encuentra previamente preparada y aprobada, según con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos.

**Materiales.** - Las sub-bases de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse. La clase de sub-base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz Nº 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

- Clase 1: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1, en la Tabla 403-1.1. Por lo menos el 30 % del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.
- Clase 2: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2, en la Tabla 403-1.1.
- Clase 3: Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1.  
Cuando en los documentos contractuales se estipulen sub-bases Clases 1 o 2.

**Tabla 13.**

*Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada*

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76.2 mm.)	-	-	<b>100</b>
2" (50.8 mm.)	-	100	-
1 1/2" (38.1 mm.)	100	70-100	-
Nº 4 (4.75 mm.)	30-70	30-70	30-70
Nº 40 (0.425 mm.)	10-35	15-40	-
Nº 200 (0.075 mm.)	0-15	0-20	0-20

**Nota.** El 30 % de los agregados preparados deberán ser triturados

**Fuente:** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013b)

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

**Equipo.** - El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración o de cribado, equipo de transporte, maquinaria para esparcimiento, mezclado y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibratorios.

**Ensayos y Tolerancias.** - La granulometría del material de sub-base será comprobada mediante los ensayos determinados en la subsección 816-2 los mismos que se llevarán a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en la vía. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra inmediatamente antes del tendido del material.

Deberán cumplirse y comprobarse todos los demás requerimientos sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la subsección 816-2 o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de sub-base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T - 147. En todo caso, la densidad mínima de la sub-base no será menor que el 100% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, mediante los ensayos previos de Humedad Óptima y Densidad Máxima, realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de sub-base terminada, el espesor deberá variar en más de dos centímetros con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado. Estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia marcada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costa, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder luego a conformar y compactar con los niveles y espesores del proyecto. Para el caso de zonas defectuosas en la compactación, se deberá seguir un procedimiento análogo.

En caso de que las mediciones del espesor se hayan realizado mediante perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

La superficie de la sub-base terminada deberá ser comprobada mediante nivelaciones minuciosas, y en ningún punto las cotas podrán variar en más de dos centímetros con las del proyecto.

### **Procedimientos de trabajo**

**Preparación de la Subrasante.-** Antes de proceder a la colocación de los agregados para la sub-base, el Contratista habrá terminado la construcción de la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales. La superficie de la subrasante terminada, en cumplimiento de lo establecido en la Sección 308 deberá además encontrarse libre de cualquier material extraño.

En caso de ser necesaria la construcción de subdrenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación de la sub-base.

**Selección y Mezclado.** - Los agregados preparados para la sub-base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de sub-base establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y material ligante, serán combinadas de acuerdo con la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y autorizada por el Fiscalizador, y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador, que disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de manera consistente, para que la producción del material de la sub-base sea uniforme. El mezclado de las fracciones podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar el material grueso sobre la subrasante, con un espesor y ancho uniformes, y luego se distribuirán los agregados finos proporcionalmente sobre esta primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor estipulado con el total del material. Cuando todos los materiales se hallen colocados, se deberá proceder a mezclarlos uniformemente mediante el empleo de motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas aprobadas por el Fiscalizador, que sean capaces de ejecutar esta operación. Al iniciar y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, el material será esparcido a todo lo ancho de la vía en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

No se permitirá la distribución directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo indicado anteriormente.

**Tendido, Conformación y Compactación.** - Cuando el material de la sub-base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la sub-base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes, pero en este caso el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizad repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación sean completados con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán tenderse a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de sub-base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas y regulada a una velocidad máxima de 30 Km/h, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando se efectúe la mezcla y tendido del material en la vía utilizando motoniveladoras, se deberá cuidar que no se corte el material de la subrasante ni se arrastre material de las cunetas para no contaminar los agregados con suelos o materiales no aceptables.

Cuando sea necesario construir la sub-base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos aquí descritos hasta su compactación final.

**Compactación.-** Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de sub-base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la sub-base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales. Al completar la compactación, el Contratista



notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas esté dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 403-1.04, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o planchas vibrantes, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la sub-base.

**Medición.-** La cantidad a pagarse por la construcción de una sub-base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador medidos en sitio después de la compactación.

Para el cálculo de la cantidad se considerará la longitud de la capa de sub-base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

**Pago.-** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de sub-base, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
403-1 Sub-base Clase.....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

### **2.2.3. Bases.**

#### **Base de Agregados.**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una

sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

**Materiales.-** Las bases de agregados podrán ser de las clases indicadas a continuación, de acuerdo con el tipo de materiales por emplearse.

La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

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

- Clase 1: Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% de acuerdo con lo establecido en la subsección 814-2 y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los Tipos A y B en la Tabla 404-1.1.

El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hiciere falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación se podrá completar con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mezclados necesariamente en planta.

- Clase 2: Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 814-4.

Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.2.

El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hace falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación podrá completarse con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mezclados preferentemente en planta.

- Clase 3: Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 814-4.

Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.3.

Si hace falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación, se podrá completar con material procedente de trituración adicional, o con arena fina, que podrán ser mezclados en planta o en el camino.

- Clase 4: Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en la subsección 814-3 y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 14.

**Tabla 14.**

*Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada*

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2" (50.8 mm.)	100	-
1 1/2" (38,1mm.)	70 – 100	100
1" (25.4 mm.)	55 – 85	70 - 100
3/4"(19.0 mm.)	50 – 80	60 - 90
3/8"(9.5 mm.)	35 – 60	45 - 75
Nº 4 (4.76 mm.)	25 – 50	30 - 60
Nº 10 (2.00 mm.)	20 – 40	20 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	10 – 25	10 - 25
Nº 200 (0.075 mm.)	2 – 12	2 - 12

**Fuente:** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013b)

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

**Tabla 15.**

*Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada*

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1" (25.4 mm.)	100
3/4"(19.0 mm.)	70 - 100
3/8"(9.5 mm.)	50 - 80
Nº 4 (4.76 mm.)	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	15 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

**Nota.** Porcentaje de tamices para este tipo de vías

**Fuente:** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013b)

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

**Tabla 16.***Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada*

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
3/4"(19.0 mm.)	100
Nº 4 (4.76 mm.)	45 - 80
Nº 10 (2.00 mm.)	30 - 60
Nº 40 (0.425 mm.)	20 - 35
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

**Fuente:** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013b)**Elaborado por:** Santamaria, (2022)**Tabla 17***Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada*

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 - 90
Nº 40 (0.425 mm.)	20 - 50
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15

**Fuente:** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013b)**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

De ser necesario para cumplir las exigencias de graduación, se podrá añadir a la grava arena o material proveniente de trituración, que podrán mezclarse en planta o en el camino.

**Equipo.** - El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración y cribado, planta para mezclado, equipo de transporte, maquinaria para distribución, para mezclado, esparcimiento, y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos o rodillos vibratorios.

**Ensayos y Tolerancias.** - La granulometría del material de base será comprobada mediante el ensayo INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T 27), el mismo que se llevará a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en el camino. Sin embargo de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra.

Deberán cumplirse y comprobarse todas las demás exigencias sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la Sección 814, o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T-147.o T-191. En todo caso, la densidad mínima de la base no será menor que

el 100% de la densidad máxima establecida por el Fiscalizador, mediante los ensayos de Densidad Máxima y Humedad Optima realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de un centímetro con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado.

Estos espesores y la densidad de la base, serán medidos luego de la compactación final de la base, cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia indicada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costo, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder de inmediato a la conformación y compactación con los niveles y espesores del proyecto. Sin embargo, antes de corregir los espesores deberán tomarse en consideración las siguientes tolerancias adicionales: si el espesor sobrepasa lo estipulado en los documentos contractuales y la cota de la superficie se halla dentro de un exceso de 1.5 centímetros sobre la cota del proyecto, no será necesario efectuar correcciones; así mismo, si el espesor es menor que el estipulado y la cota de la superficie se halla dentro de un faltante de 1.5 centímetros de la cota del proyecto, podrá no corregirse el espesor de la base siempre y cuando el espesor de la base terminada sea mayor a 10 centímetros, y la capa de rodadura sea de hormigón asfáltico y el espesor faltante sea compensado con el espesor de la capa de rodadura hasta llegar a la rasante.

En caso de que las mediciones de espesor y los ensayos de densidad sean efectuados por medio de perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

Como está indicado, las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 1.5 centímetros de los niveles del proyecto, para comprobar lo cual deberán realizarse nivelaciones minuciosas a lo largo del eje y en forma transversal.

En caso de encontrarse deficiencias en la compactación de la base, el Contratista deberá efectuar la corrección a su costo, escarificando el material en el área defectuosa y volviendo a conformarlo con el contenido de humedad óptima y compactarlo debidamente hasta alcanzar la densidad especificada.

### **Procedimiento de trabajo.**

**Preparación de la Sub-base.-** La superficie de la sub-base deberá hallarse terminada, conforme a los requerimientos estipulados para la Sección 404. Deberá, así mismo, hallarse libre de cualquier material extraño, antes de iniciar el transporte del material de base a la vía.

**Selección y Mezclado.** - Los agregados preparados para la base, deberán cumplir la granulometría y más condiciones de la clase de base especificada en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección y mezcla de los agregados en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En el caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia para el material de base, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y relleno mineral, serán combinadas y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador la cual disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de una manera consistente en orden a que la producción de agregado para la base sea uniforme.

El mezclado de las fracciones de agregados podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar una capa de espesor y ancho uniformes del agregado grueso, y luego se distribuirán proporcionalmente los agregados finos sobre la primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor necesario con el total del material, de acuerdo con el diseño. Cuando todos los agregados se hallen colocados en sitio, se procederá a mezclarlos uniformemente mediante motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas mezcladoras aprobadas por el Fiscalizador. Desde el inicio y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, se controlará la granulometría y se esparcirá el material a todo lo ancho de la vía, en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

En ningún caso se permitirá el tendido y conformación directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo y alternado indicado en los párrafos anteriores.

**Tendido y Conformación.** - Cuando el material de la base haya sido mezclado e hidratado en planta central, deberá cargarse directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De

inmediato se procederá a la conformación y compactación, de tal manera que la base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes; pero, en este caso, el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación se completen con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme, de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán ser regados a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando sea necesario construir la base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos arriba descritos, hasta su compactación final. En ningún caso el espesor de una capa compactada podrá ser menor a 10 centímetros.

Cuando se tenga que construir capas de base en zonas limitadas de forma irregular, como intersecciones, islas centrales y divisorias, rampas, etc. podrán emplearse otros métodos de distribución mecánicos o manuales que produzcan los mismos resultados y que sean aceptables para el Fiscalizador.

**Compactación.-** Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa de la base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de mínimo 8 Toneladas, rodillos vibratorios de energía de compactación equivalente o mayor.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará

humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales.

Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 404-1.04, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador, previamente a la imprimación de la base.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o placas vibratorias, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la base.

**Medición.-** La cantidad a pagarse por la construcción de una base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, medidos en sitio después de la compactación.

Para el cálculo de la cantidad, se considerará la longitud de la capa de base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

**Pago.-** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de base, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
404-1 Base, Clase.....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

#### **2.2.4. Capas de rodadura**

**Riego de Imprimación.**



**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificado sobre la superficie de una base o sub-base, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.

Comprenderá también el suministro y distribución uniforme de una delgada capa de arena secante, si el Fiscalizador lo considera necesario, para absorber excesos en la aplicación del asfalto, y proteger el riego bituminoso a fin de permitir la circulación de vehículos o maquinaria, antes de colocar la capa de rodadura.

**Materiales.** - El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido o emulsiones asfálticas cuyo tipo será fijado en las disposiciones especiales del contrato. La calidad del asfalto diluido deberá cumplir los requisitos determinados en la subsección 810-3 de estas especificaciones. Las emulsiones asfálticas serán de rotura lenta y cumplirán con lo especificado en la subsección 810-4.

Durante las aplicaciones puede presentarse la necesidad de cambiar el grado del asfalto establecido en las disposiciones generales, para dar mayor eficiencia al riego de imprimación. En este caso, el Fiscalizador podrá disponer el cambio hasta uno de los grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el Contrato. Sin embargo, no deberá permitir el uso de mezclas heterogéneas en los asfaltos diluidos.

De ser necesaria la aplicación de la capa de secado, ésta será constituida por arena natural o procedente de trituración, exenta de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas y que cumpla cualquiera de las granulometrías para capa de sello indicadas en la subsección 405-6 de estas especificaciones. La arena deberá hallarse preferentemente seca, aunque podrá tolerarse una ligera humedad, siempre que sea menor al dos por ciento de su peso seco.

**Equipo.-** El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo deberá constar de una barredora mecánica, un soplador incorporado o aparte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado.

El distribuidor de asfalto a presión estará montado sobre neumáticos y provisto de una rueda adicional para accionar el tacómetro que permita un permanente control de operador al momento de la aplicación. El riego asfáltico se efectuará mediante una bomba de presión con fuerza motriz independiente, a fin de poder regularla con facilidad; el asfalto será aplicado uniformemente a través de una barra provista de boquillas que impidan la atomización. El tanque del distribuidor

dispondrá de sistema de calentamiento regulado con recirculación para mantener una temperatura uniforme en todo el material bituminoso. El distribuidor deberá estar provisto además de un rociador manual.

**Procedimientos de trabajo.** - El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el Fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto.

**Distribución del material bituminoso.** - El asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada, que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda. La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no imprimada. Será necesario tomar las precauciones necesarias en los riegos, a fin de empalmar o superponer ligeramente las uniones de las fajas, usando en caso de necesidad el rociador manual para retocar los lugares que necesiten.

Para evitar superposición en los empalmes longitudinales, se colocará un papel grueso al final de cada aplicación, y las boquillas del distribuidor deberán cerrarse instantáneamente al terminar el riego sobre el papel. De igual manera, para comenzar el nuevo riego se colocará el papel grueso al final de la aplicación anterior, para abrir las boquillas sobre él y evitar el exceso de asfalto en los empalmes. Los papeles utilizados deberán ser desechados.

El Contratista deberá cuidar que no se manche con la distribución asfáltica las obras de arte, bordillos, aceras o árboles adyacentes, todo lo cual deberá ser protegido en los casos necesarios antes de proceder al riego. En ningún caso deberá descargarse el material bituminoso sobrante en canales, ríos o acequias.

La cantidad de asfalto por aplicarse será ordenada por el Fiscalizador de acuerdo con la naturaleza del material a imprimarse y al tipo de asfalto empleado. Cuando se use asfalto diluido de curado medio la cantidad estará entre límites de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado, cuando se use un asfalto emulsificado SS-1, SS-1h, CSS-1 o CSS-1h variara entre 0.5 y 1.4 l/m<sup>2</sup> (De acuerdo al Manual Instituto del Asfalto), los valores exactos de aplicación serán determinados por el ingeniero fiscalizador. La distribución no deberá efectuarse cuando el tiempo esté nublado, lluvioso o con amenaza de lluvia inminente. La temperatura de aplicación estará en concordancia con el grado del asfalto, de acuerdo con lo especificado en la Sección 810.

Cuando la cantidad de aplicación y el tipo de material lo justifiquen, la distribución deberá dividirse en dos aplicaciones para evitar la inundación de la superficie.

**Aplicación de la arena.** - La colocación de una capa de arena sobre el riego de imprimación no es necesaria en todos los casos; es preferible que la cantidad de asfalto establecida para la imprimación, sea absorbida totalmente en la superficie. Sin embargo, hay ocasiones en que el asfalto no ha sido absorbido completamente en 24 horas, en cuyo caso se deberá distribuir sobre la superficie una delgada capa de arena para proteger la penetración, sobre todo si hay necesidad de permitir el tránsito o impedir posibles daños por lluvias, y para absorber el exceso de asfalto.

La arena deberá distribuirse uniformemente en la superficie por cubrir, de acuerdo con lo dispuesto por el Fiscalizador. No se permitirá la formación de corrugaciones en el material de secado ni se deberán dejar montones de arena sobre la capa; el Contratista estará obligado a mantener la superficie cubierta en condición satisfactoria hasta que concluya la penetración y secado, luego de lo cual deberá remover y retirar la arena sobrante.

**Circulación de vehículos.** - No deberá permitirse el tránsito sobre una capa de imprimación mientras no se haya completado la penetración del asfalto distribuido en la superficie. Sin embargo, en casos en que sea absolutamente necesario permitir la circulación de vehículos, se deberá esperar al menos cuatro horas desde el regado del asfalto para cubrirlo con la capa de arena y autorizar luego el tránsito con una velocidad máxima de 20 Km/h. a fin de evitar que el asfalto se adhiera a las llantas y se pierda la imprimación. De todas maneras, todas las zonas deterioradas por falta o exceso de asfalto deberán corregirse oportunamente, con tiempo suficiente, antes de proceder a construir las capas superiores de pavimento. El Fiscalizador deberá determinar en cada caso el tiempo mínimo en que la superficie se mantendrá imprimada antes de cubrirla con la capa siguiente.

**Medición.-** Para efectuar el pago por el riego de imprimación deberán considerarse separadamente las cantidades de asfalto y de arena realmente empleadas y aceptadas por el Fiscalizador.

La unidad de medida para el asfalto será el litro y la medición se efectuará reduciendo el volumen empleado a la temperatura de la aplicación, al volumen a 15.6 °C. Las tablas de reducción y conversión al peso se encuentran en la subsección 810-5.

La cantidad de arena empleada será medida en metros cúbicos.

**Pago.-** Las cantidades de obra que hayan sido determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios señalados en el contrato, considerando los rubros abajo designados.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación previa de la superficie por imprimirse; el suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico; el suministro, transporte y distribución de la arena para protección y secado; así como

por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la realización del trabajo descrito en esta sección.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
405-1 (1) Asfalto MC para imprimación.....	Litro (l)
405-1 (1) Asfalto SC para imprimación.....	Litro (l)
405-1 (2) Arena para protección y secado.....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
405-1 (3) Asfalto Emulsificado SS-1, SS - 1h CSS-1 o CSS-1h.....	Litro(l)

### **Tratamientos Bituminosos Superficiales**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de una o más capas de agregados embebidos en material bituminoso, sobre una base previamente imprimada o sobre una capa de rodadura existente.

Los documentos contractuales establecerán el tipo de tratamiento, de acuerdo a las designaciones constantes en las tablas del numeral 405-3.02. Las cantidades de distribución del material bituminoso y de los agregados, así como la secuencia de las capas estarán en concordancia con lo anotado en las mismas tablas, aun cuando el Fiscalizador podrá efectuar los ajustes necesarios en base a las condiciones de los agregados.

**Materiales.** - El material bituminoso a utilizar podrá ser cemento asfáltico, asfaltos diluidos o emulsiones asfálticas. En todo caso, el tipo y grado del material asfáltico serán señalados en los documentos contractuales; sin embargo, en caso de necesidad, el grado del asfalto podrá ser cambiado por el Fiscalizador hasta uno de los grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el contrato.

En caso de utilizarse cemento asfáltico, éste deberá cumplir con los requisitos anotados en la subsección 810-2, y su temperatura de aplicación será la señalada en esa misma sección. En idéntica forma deberá procederse en el caso de utilizarse asfaltos diluidos cuyos requisitos de calidad y temperaturas de aplicación se hallan anotados en la subsección 810-3 y en el caso de utilizarse emulsiones asfálticas cuyos requisitos de calidad y temperaturas de aplicación constan en la subsección 810-4.

Los agregados consistirán de fragmentos de grava o piedra triturada, completamente secos, limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas. Su coeficiente de desgaste a la abrasión deberá ser menor al 40% y su adhesividad será mayor al 95%; deberán satisfacer los requerimientos indicados en la subsección 812-2. La granulometría de los

agregados estará dentro de los límites indicados en la Tabla 405-3.1., para diversas graduaciones. Las graduaciones a emplear deberán hallarse especificadas en el contrato. Para los depósitos de los agregados el Fiscalizador podrá exigir la construcción de galpones de protección para prevenir la contaminación de los materiales.

La adherencia entre los agregados a el asfalto que se utilice se comprobará mediante ensayos de peladura en agua hirviendo o mediante el ensayo francés VIALIT.

El momento de la distribución, los agregados deberán hallarse completamente secos, cuando se utilicen asfaltos diluidos o cementos asfálticos, y podrá aceptarse una humedad de hasta un 4% cuando se usen emulsiones asfálticas.

Las aplicaciones de material bituminoso y la consiguiente distribución de los agregados, serán efectuadas de acuerdo con las cantidades indicadas a continuación, en las Tablas 405-3.2. y 405-3.3., para los diferentes tipos de tratamiento.

Las cantidades señaladas en las Tablas 405-3.2 y 405-3.3., corresponden a agregados cuya densidad de sólidos sea de 2.65, determinado según lo establecido en AASHTO T-84 y T-85. Cuando el agregado que se empleará en la obra tenga densidad de sólidos menor que 2.55 o mayor que 2.75, será imprescindible ajustar los pesos efectuando las correcciones proporcionales en las cantidades señaladas.

**Equipo.-** El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la oportuna y eficiente ejecución de estos trabajos, equipo que deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo indispensable constará de distribuidor de asfalto autopropulsado del tipo indicado en el numeral 405-1.03., una barredora mecánica, distribuidor de agregados autopropulsado, rodillos (lisos de 6 a 8 toneladas o rodillos neumáticos), equipo de transporte compatible con el distribuidor de agregados.

El distribuidor de agregados estará montado sobre neumáticos, será provisto de tolva receptora posterior para recibir la descarga de los volquetes, sistema de traslado del agregado de la tolva al sistema de descarga delantero, tolva delantera de descarga con aberturas y ancho graduables y tornillo sinfín para distribuir la cantidad exacta por metro cuadrado y en el ancho regulado, de manera uniforme.

**Tabla 18.***Porcentaje que pasa en peso a través de los tamices de malla cuadrada*

TAMIZ	Porcentaje que pasa en peso a través de los tamices de malla cuadrada					
	A	B	C	D	E	F
38.1 mm	100	----	----	----	----	----
25.4 mm	90-100	100	----	----	----	----
19.0 mm	20-55	90-100	100	----	----	----
12.7 mm	0-15	20-55	90-100	100	100	----
9.5 mm	0-5	0-15	40-75	90-100	90-100	100
4.75 mm	----	0-5	0-15	0-20	10-30	75-100
2.38 mm	----	----	0-5	0-10	0-10	20-55
1.19 mm	----	----	----	0-5	0-5	0-10
0.60 mm	----	----	----	----	----	0-5
0.075 mm	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2

**Nota.** distribuidor de agregados estará montado sobre neumáticos**Fuente:** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013b)**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

**Materiales.** - El agregado no deberá tener más del 10 % de su peso, de trozos alargados o planos según la Norma ASTM D4791 en una relación de una a cinco. El máximo de materiales deletéreos en los agregados es de 1% en peso según la Norma ASTM C142.

Los agregados gruesos retenidos en el tamiz INEN 4.75 mm. Deben tener una adecuada angularidad, es decir, al menos el 75 % en peso deben contener dos o más caras fracturadas, según la norma ASTM D 5821

TIPO DE TRATAMIENTO	Asfalto Agregados-Kilogramos			Litros		
	A	B	C	D	E	F
<b>TSB-1</b> Capa Única				14-16		1.4-2.0
<b>TSB-2A</b> Primera capa Segunda capa				11-14	8-11	0.9-1.6 0.7-1.1
<b>TSB-2B</b> Primera capa Segunda capa		14-16			8-11	1.4-2.0 0.7-1.1
<b>TSB-2C</b> Primera capa Segunda capa		22-27	11-14			1.8-2.3 0.9-1.6
<b>TSB-3</b> Primera capa Segunda capa Tercera capa	15-18	7-9	5-6			0.9-1.4 1.6-2.3 1.1-1.6

**Figura 7.** Tipo de tratamiento y cantidades aproximadas de materiales por metro cuadrado, utilizando cemento asfáltico o asfalto diluido.

**Fuente:** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013b)

TIPO DE TRATAMIENTO	Emulsión Agregados-Kilogramos			Litros		
	A	B	C	D	E	F
<b>TSB-1</b> Capa Única				14-16		1.4-2.0
<b>TSB-2A</b> Primera capa Segunda capa				11-14	8-11	0.9-1.6 0.7-1.1
<b>TSB-2B</b> Primera capa Segunda capa		14-16			8-11	1.4-2.0 0.7-1.1
<b>TSB-2C</b> Primera capa Segunda capa		22-27	11-14			1.8-2.3 0.9-1.6
<b>TSB-3</b> Primera capa Segunda capa Tercera capa	15-18	7-9	5-6			0.9-1.4 1.6-2.3 1.1-1.6

**Figura 8.** Tipo de tratamiento y cantidades aproximadas de materiales por metro cuadrado, utilizando emulsiones asfálticas.

**Fuente:** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013b)

**Procedimientos de trabajo.-** El tratamiento bituminoso superficial se llevará a cabo únicamente cuando la superficie a recibir se encuentre seca, y el tiempo no sea lluvioso, neblinoso ni existan posibilidades inminentes de lluvia, preferentemente se efectuará este trabajo cuando la temperatura atmosférica a la sombra sea mayor a 15 °C.

En el caso de utilizar emulsiones asfálticas se podrá utilizar agregados con un contenido de humedad máximo del 4%.

**Distribución del material bituminoso.** - Previamente a la aplicación del asfalto, la superficie deberá barrerse y limpiarse cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador. De inmediato se regará el asfalto uniformemente mediante el distribuidor autopropulsado, en las cantidades y temperaturas especificadas para el tipo de tratamiento y asfalto a emplear. La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito, de ser necesario, en la parte sin riego mientras se completa la capa en el resto.

Para evitar excesos de riego en los empalmes longitudinales, se colocará un papel grueso al comienzo y al final de cada aplicación asfáltica y las boquillas del distribuidor deberán cerrarse instantáneamente al terminar el riego sobre el papel. Los papeles utilizados deberán ser desechados y se corregirá cualquier falla de la aplicación mediante el rociador manual.

El Contratista deberá cuidar que no se manchen con la distribución asfáltica las obras de arte, bordillos, aceras o árboles adyacentes, los cuales deberán ser protegidos en los casos necesarios, antes de proceder al riego.

El asfalto regado deberá ser cubierto de inmediato por los agregados correspondientes antes de que se enfríe.

En caso de emulsiones asfálticas el procedimiento de trabajo será igual al descrito para la utilización de cementos asfálticos o asfaltos diluidos, considerando las cantidades establecidas en la Tabla 405-3.3.

Cuando se efectúe el tratamiento con el empleo de emulsiones asfálticas, en el caso de capas múltiples se colocará en primer lugar la primera capa de agregados antes de distribuir la emulsión, para proseguir con la segunda capa de agregados y continuar luego alternadamente. En el caso de tratamiento simple, se procederá en la misma forma que con el cemento asfáltico o asfalto diluido.

**Distribución de los agregados.** - El distribuidor de agregados deberá esparcir la capa correspondiente a continuación inmediata del riego asfáltico, en el ancho de la faja determinada y en una sola aplicación uniforme y continua. El sistema de riego y la operación deberán ser tales que el esparcimiento de los agregados forme la capa con las partículas gruesas abajo y las finas encima, y la marcha de la máquina tendrá una velocidad que no disturbe los agregados recién distribuidos.

Se deberá prevenir, antes de iniciar el riego bituminoso, que exista cantidad suficiente de agregados en el sitio, para cubrir la totalidad del asfalto y no permitir que se enfríe el material bituminoso. Al momento de su utilización, los agregados deberán estar completamente secos, salvo el caso que se emplee emulsiones asfálticas.

En general, no se deberá efectuar ninguna corrección en la capa regada, aunque en casos eventuales será necesario retirar algún exceso de agregados, sin disturbar el material que se halla en contacto con el asfalto. En las superficies irregulares y de área restringida, se deberá completar la distribución de los agregados manualmente y se emparejará usando rastrillos planos.

**Compactación y Acabado.** - Inmediatamente después de regados los agregados sobre el asfalto, se procederá a la compactación con un rodillo liso tandem de 6 a 8 toneladas o con rodillo neumático. El rodillado se iniciará a los costados de la capa y se desplazará hacia el centro, traslapando media rueda en cada pasada. Al menos se completarán dos pasadas completas del rodillo tandem y se proseguirá hasta lograr una superficie compacta y uniforme pero sin que se triturén significativamente los agregados.

A continuación, se proseguirá a la compactación en la misma forma, con rodillos neumáticos hasta conseguir que los agregados se hallen completamente incrustados y embebidos en el material bituminoso para obtener así una capa densa, pareja y uniforme.



Una vez terminada la compactación, deberá esperarse al menos doce horas antes de permitir la circulación de vehículos.

En los tratamientos múltiples, se procederá a la distribución del material bituminoso para la segunda capa, al menos doce horas después de haberse completado la primera capa, y luego de redistribuir el material suelto que hubiere quedado de la compactación de la primera. Así se procederá con las capas sucesivas que sean necesarias.

Una vez terminada la última capa de tratamiento, se deberá esperar al menos doce horas antes de permitir el tránsito público, y en un lapso de cuatro días se deberá barrer cuidadosamente la superficie para desplazar todo el material suelto, pero sin remover el agregado pegado con el material bituminoso. De ocurrir alguna exudación de asfalto a la superficie terminada, luego del barrido, se deberá cubrir el área afectada con agregados adicionales de granulometría igual a la última capa. El barrido y el curado de las zonas con exudación de asfalto, es necesario a fin de conseguir una superficie uniforme y sin corrugaciones, depresiones u otras irregularidades causadas por un exceso o una distribución no uniforme del asfalto o de los agregados.

**Medición.-** Las cantidades a pagarse por los tratamientos bituminosos superficiales construidos de acuerdo a lo señalado en los documentos contractuales, serán las cantidades medidas en la obra, de material bituminoso y agregados y realmente empleadas en el trabajo.

Los agregados serán pagados por metro cúbico, en base a las cantidades señaladas para el tipo de tratamiento correspondiente. No se efectuará ningún pago adicional por la cantidad de material que se emplee para el secado de la exudación asfáltica.

El material bituminoso se pagará por litro. La medición se efectuará reduciendo el volumen empleado a la correspondiente temperatura de aplicación, al volumen a 15.6 °C de acuerdo con los datos constantes en la subsección 810-5, para cementos asfálticos, asfaltos diluidos y también para emulsiones asfálticas.

Puede también realizarse la medición para el pago por metro cuadrado terminado del tratamiento correspondiente, de haberse señalado así en los documentos contractuales, en vez de efectuarse el pago por metro cúbico de agregados más litro de material bituminoso.

**Pago .-** Las cantidades de obra que hayan sido determinadas en una de las formas indicadas en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato, considerando los rubros correspondientes indicados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la limpieza de la superficie a tratar; el suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico; la preparación, suministro, transporte y distribución de los agregados; el barrido y arreglo de la superficie

terminada; así como mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

**Tabla 19 RUBROS**

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
405-3 (1)Asfalto grado.....para tratamiento bituminoso superficial tipo.....	Litro (l)
405-3 (2)Agregados para tratamiento bituminoso superficial tipo.....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
405-3 Tratamiento bituminoso superficial tipo.....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

**Fuente:** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013b)

**Elaborado por:** G. Santamaria, (2021)

### **2.2.5. Control ambiental durante la conformación de la carpeta asfáltica**

**Descripción.** - Durante la conformación de la capa de rodadura, con frecuencia se producen derrames de asfalto líquido y emulsiones, especialmente durante la etapa de riego del sello o el vertido de residuos de concreto asfáltico a los cuerpos de agua más cercanos; así como también la emisión de gases producto del calentamiento del asfalto. Esta sección contempla una serie de actividades a ejecutar por parte del Contratista, tendientes a minimizar los efectos negativos que sobre el ambiente y la salud humana pueden producir.

**Procedimiento de Trabajo.** - Si las especificaciones ambientales particulares no contemplan nada sobre este tema, será el Fiscalizador quien ordene al Contratista la cabal ejecución de las siguientes acciones:

1. Se verificará un buen manejo del riego del asfalto líquido, emulsiones y concreto asfáltico por parte de los operarios, al igual que un adecuado mantenimiento de los transportes de dichos materiales;
2. Los residuos de concreto asfáltico por ningún motivo serán vertidos o desalojados a los cauces naturales de agua;
3. Cuando se la obra vial sea adyacente a un drenaje natural, se colocará barreras de contención para retener los desechos o residuos;
4. Deberá realizarse limpiezas periódicas de las cunetas laterales de residuos y fragmentos de la construcción vial;
5. En el caso accidental de vertimiento de asfalto líquido o emulsión asfáltica utilizada para la imprimación, deberá recogerse dicho material, incluyendo el suelo contaminado

y disponiéndolo en los rellenos sanitarios construidos para tal fin.

6. Los obreros que laboran en el transporte y disposición de asfalto deben disponer del equipo adecuado de seguridad industrial, tal como cascos, botas, protectores buconasales y otros que eviten afecciones pulmonares.

**Medición y Pago.-** Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

Tomado del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013b).

### **2.3. Marco conceptual**

A continuación, se describen algunos términos que son parte del estudio y que son de importancia para poder comprenderlo.

#### **Ambiente**

“Sistema global integrado por componentes naturales y sociales, constituidos a su vez por elementos biofísicos en su interacción dinámica con el ser humano, incluidas sus relaciones socioeconómicas y socioculturales” (Ministerio del Ambiente, s/f, párr. 4)

#### **Protección del Medio Ambiente**

“Es el conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones destinadas a prevenir y controlar el territorio del medio ambiente (Ambientales, 2009)”

#### **Licencia ambiental**

“Es la autorización que otorga la autoridad competente a una persona natural o jurídica, para la ejecución de un proyecto, obra o actividad” (Ambientales, 2009)

#### **Prevención de la Contaminación**

“La prevención de la contaminación o control de entrada de contaminación, es una solución de producción, que reduce o elimina la producción de contaminantes, a menudo cambiado de puestos químicos o utilizando procesos menos perjudiciales” (Ambientales, 2009)

#### **Emisión**

“Se entiende por tal a la descarga de sustancias gaseosas puras o con sustancias en suspensión en la atmósfera” (Ministerio del Ambiente, s/f)

#### **Contaminación del aire**

“Cualquier sustancia o materia emitido a la atmosfera, sea por actividad humana por procesos naturales, y que afecta adversamente al hombre o al medio ambiente” (Ambientales, 2009)

### **Ruido**

“Nivel de prevención sonora. Existen niveles máximos de ruidos permisibles” (Ambientales, 2009)

### **Vibraciones**

“Una oscilación en que la cantidad es un parámetro que define el movimiento de un sistema mecánico, y la cual puede ser el desplazamiento, la velocidad y la aceleración” (Ambientales, 2009)

### **Daño ambiental**

“Toda alteración significativa, por acción u omisión, produzca efectos adversos al ambiente y sus componentes, afecte las especies así como a la conservación y equilibrio de los ecosistemas” (Ministerio del Ambiente, s/f).

### **Factor de emisión de CO2**

“Es la masa de toneladas de CO2 emitida a la atmosfera por cada unidad de MWh de energía eléctrica generada en base a la combustión de combustible fósil” (Ministerio del Ambiente, s/f).

### **Ficha metodológica**

“Las fichas metodológicas de indicadores muestran de forma sintética que los conceptos, definiciones y métodos para producir datos, se realicen con rigor científico, resulten útiles y transparentes para los usuarios” (Ministerio del Ambiente, s/f).

### **Hábitat**

“Lugar donde se desarrollan una o varias especies de fauna o flora” (Ministerio del Ambiente, s/f).

### **Población**

“Es el conjunto de organismos o individuos de la misma especie que coexisten en un mismo espacio y tiempo y que comparten ciertas propiedades biológicas” (Ministerio del Ambiente, s/f).

### **Mina**

“Mina o cantera lugar donde se extrae tierra, material no renovable que se puede utilizar para diferente tipos de construcción en la rama de la ingeniería civil” ((SIESAP), s.f.)

### **Parámetros ambientales**

“Parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área, con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo” (SNIA, 2011, párr. 3).

### **Gestión ambiental**

“Garantiza un ambiente sano y ecológicamente equilibrado a través de la conservación y utilización sustentable de su biodiversidad” (Ministerio del Ambiente, s.f.)

### **Áreas protegidas**

“Sectores especiales que se establecen con el objetivo de cuidar su biodiversidad y sus condiciones naturales. Estas áreas son sometidas a un régimen legal particular para asegurar su adecuada conservación” (Pérez & Gardey, 2017, párr. 2).

### **Aspectos ambientales**

“Es un elemento que deriva de la actividad empresarial de la organización que tiene contacto o puede interactuar con el medio ambiente” (Nueva ISO, 2015).

### **Ecosistema**

“Ambiente específico donde los procesos vitales de un grupo de seres vivos se encuentran interrelacionados. Los factores bióticos (como los animales, las plantas y los microorganismos) y los factores abióticos (el aire, el agua) forman parte de ese ambiente compartido” (Pérez & Merino, 2009).

### **Gestión de riesgos**

“Es un conjunto de actividades concatenadas que a partir de un contexto dado se identifican, analizan y evalúan los riesgos para determinar los principales y mitigarlos con las acciones pertinentes” (Soler-González et al., 2018, p. 56).

### **Drenaje**

“Para la ingeniería y el urbanismo, el drenaje es el sistema de tuberías interconectadas que permite el desalojo de los líquidos pluviales o de otro tipo (Pérez & Gardey, 2009).

“Forma de desalojo del agua en una cuenca. Es toda estructura, natural o artificial, que facilita el escurrimiento y evita el almacenamiento del agua en una zona particular” (GAD San Cristóbal, 2020, p. 4).

### **Cuneta**

Zanja que se crea a los costados de una carretera o de un camino para recibir el agua de la lluvia. Al acopiar el agua y dirigirla hacia un lugar donde no genere inconvenientes, estos canales evitan que se inunde la vía de circulación (Pérez & Gardey, 2018).

### **Camino vecinal**

“Es un camino que pertenece al sistema vial vecinal y que es competencia de los Gobiernos Locales. Sirven para dar acceso a los centros poblados, caseríos o predios rurales” (SNIP, 2011, p. 48).

### **Categoría de alto impacto IV**

“Dentro de esta categoría se encuentran los proyectos de alto impacto, todos los proyectos, obras o actividades deben regularizarse ambientalmente a través de la obtención de una licencia ambiental” (Vélez, 2015).

#### **2.4. Marco legal**

Las normas y leyes en que se enmarca este estudio son la Constitución de la República del Ecuador, en su **artículo 389** manifestó que “El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales...”.

De todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.

3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.

4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.

5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.

6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional (Asamblea Nacional Constituyente, 2008, p. 185).

En el **Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida**, el **objetivo 3** se refiere a “Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones” (SENPLADES, 2017, p. 64) y entre sus políticas se encuentran:

1. Conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural y urbano, continental, insular y marino-costero, que asegure y precautele los derechos de las presentes y futuras generaciones.

3. Precautelar el cuidado del patrimonio natural y la vida humana por sobre el uso y aprovechamiento de recursos naturales no renovables.

4. Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global.

6. Impulsar la generación de bioconocimiento como alternativa a la producción primario-exportadora, así como el desarrollo de un sistema de bioseguridad que precautele las condiciones ambientales que pudieran afectar a las personas y otros seres vivos.

9. Liderar una diplomacia verde y una voz propositiva por la justicia ambiental, en defensa de los derechos de la naturaleza (SENPLADES, 2017, p. 66).

Sobre el **Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización COOTAD**, se considera el **artículo 140** sobre el que se menciona que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de ambiental en sus territorios con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza, en sus procesos de ordenamiento territorial...” ” (Asamblea Nacional Constituyente, 2010, p. 61).

Sobre la **Ley Orgánica de Régimen Especial de la Provincia de Galápagos**, el **artículo 3** y sus principios señalan: 3. Restauración. En caso de impacto ambiental grave o permanente... el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración de los ecosistemas de la provincia de Galápagos y adoptará las medidas más adecuadas para eliminar o mitigar los efectos ambientales nocivos, sin perjuicio de la obligación que tienen los causantes...

6. Responsabilidad objetiva. Las personas naturales o jurídicas tendrán la obligación de restaurar e indemnizar los daños ambientales que provoquen, aun cuando los hayan ejecutado en el ejercicio de un derecho o mediante una autorización administrativa... El Estado deberá actuar de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas, y además de la sanción correspondiente, repetirá contra el responsable del daño causado (Asamblea Nacional Constituyente, 2015, p. 4).

En el **artículo 93** sobre infracciones administrativas muy graves, éstas pueden ser a) La iniciación o ejecución de obras civiles, proyectos o actividades que, requieran y no cuenten con

la respectiva licencia o autorización ambiental o que no se ajusten a las condiciones impuestas en la legislación ambiental vigente... (Asamblea Nacional Constituyente, 2015, p. 30).

En cuanto al **Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado**, el **artículo 3** sobre el órgano ejecutor de Gestión de Riesgos menciona que la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos es el órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos. Dentro del ámbito de su competencia le corresponde:

a) Identificar los riesgos de orden natural o antrópico, para reducir la vulnerabilidad que afecten o puedan afectar al territorio ecuatoriano;

c) Asegurar que las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión;

f) Coordinar los esfuerzos y funciones entre las instituciones públicas y privadas en las fases de prevención, mitigación, la preparación y respuesta a desastres, hasta la recuperación y desarrollo posterior;

g) Diseñar programas de educación, capacitación y difusión orientados a fortalecer las capacidades de las instituciones y ciudadanos para la gestión de riesgos; y, h) Coordinar la cooperación de la ayuda humanitaria e información para enfrentar situaciones emergentes y/o desastres derivados de fenómenos naturales, socionaturales o antrópicos a nivel nacional e internacional (Presidencia de la República, 2010, p. 2).

Por otro lado, el **Código Orgánico Ambiental (COA)** menciona en su **artículo 3** la finalidad de este código:

2. Establecer los principios y lineamientos ambientales que orienten las políticas públicas del Estado. La política nacional ambiental deberá estar incorporada obligatoriamente en los instrumentos y procesos de planificación, decisión y ejecución, a cargo de los organismos y entidades del sector público;

4. Establecer, implementar e incentivar los mecanismos e instrumentos para la conservación, uso sostenible y restauración de los ecosistemas, biodiversidad y sus componentes, patrimonio genético, Patrimonio Forestal Nacional, servicios ambientales, zona marino costera y recursos naturales;

5. Regular las actividades que generen impacto y daño ambiental, a través de normas y parámetros que promuevan el respeto a la naturaleza, a la diversidad cultural, así como a los derechos de las generaciones presentes y futuras;



7. Prevenir, minimizar, evitar y controlar los impactos ambientales, así como establecer las medidas de reparación y restauración de los espacios naturales degradados (Asamblea Nacional Constituyente, 2017, p. 11).

En el mismo contexto, el **artículo 10** sobre la responsabilidad ambiental señala que “el Estado, las personas naturales y jurídicas, así como las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades, tendrán la obligación jurídica de responder por los daños o impactos ambientales que hayan causado...”

El **artículo 11** se refiere: Responsabilidad objetiva. ...toda persona natural o jurídica que cause daño ambiental tendrá responsabilidad objetiva, aunque no exista dolo, culpa o negligencia. Los operadores de las obras, proyectos o actividades deberán mantener un sistema de control ambiental permanente e implementarán todas las medidas necesarias para prevenir y evitar daños ambientales, especialmente en las actividades que generan mayor riesgo de causarlos (Asamblea Nacional Constituyente, 2017, p. 15).

Otro artículo a considerar es el **artículo 197** sobre las actividades que afecten la calidad del suelo, menciona “las actividades que afecten la calidad o estabilidad del suelo, o que puedan provocar su erosión, serán reguladas, y en caso de ser necesario, restringidas. Se priorizará la conservación de los ecosistemas ubicados en zonas con altas pendientes y bordes de cuerpos hídricos, entre otros que determine la Autoridad Ambiental Nacional” (Asamblea Nacional Constituyente, 2017, p. 56).

Sobre la **Ley de Gestión Ambiental**, el **artículo 1** “establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia” (H. Congreso Nacional, 2004a, p. 1).

En el **artículo 19** menciona que “las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control...” (H. Congreso Nacional, 2004a, p. 4).

El **artículo 20** señala que “para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo” (H. Congreso Nacional, 2004a, p. 5).

El **artículo 23** se refiere a que “la evaluación del impacto ambiental comprenderá:

a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada” (H. Congreso Nacional, 2004a, p. 5).

Sobre el **artículo 24**: “en obras de inversión públicas o privadas, las obligaciones que se desprendan del sistema de manejo ambiental, constituirán elementos del correspondiente contrato. La evaluación del impacto ambiental, conforme al reglamento especial será formulada y aprobada, previamente a la expedición de la autorización administrativa emitida por el ministerio del ramo” (H. Congreso Nacional, 2004a, p. 5).

El **artículo 33** señala “como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento (H. Congreso Nacional, 2004a, p. 6).

El **Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (COPLAFIP)** en su **artículo 64** sobre la preeminencia de la producción nacional e incorporación de enfoques ambientales y de gestión de riesgo: “en el diseño e implementación de los programas y proyectos de inversión pública, se promoverá la incorporación de acciones favorables al ecosistema, mitigación, adaptación al cambio climático y a la gestión de vulnerabilidades y riesgos antrópicos y naturales” (Asamblea Nacional Constituyente, 2017, p. 23).

En cuanto al **Código Orgánico Integral Penal (COIP)** (Asamblea Nacional Constituyente, 2014), se establecen los delitos contra el ambiente y la naturaleza, y se especifican las sanciones que correspondería de acuerdo a al lugar en donde se infringe el respeto a la biodiversidad.

En la Sección Tercera, Delitos contra la gestión ambiental, el **artículo 255** menciona sobre la falsedad u ocultamiento de información ambiental: la persona que emita o proporcione información falsa u oculte información que sea de sustento para la emisión y otorgamiento de permisos ambientales, estudios de impactos ambientales, auditorías y diagnósticos ambientales, permisos o licencias de aprovechamiento forestal, que provoquen el cometimiento de un error por parte de la autoridad ambiental, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años. Se impondrá el máximo de la pena si la o el servidor público, con motivo de sus funciones o aprovechándose de su calidad de servidor o sus responsabilidades de realizar el control, tramite, emita o apruebe con información falsa permisos ambientales y los demás establecidos en el presente artículo”.

En el Capítulo IV, Sección Cuarta, el **artículo 256** manifiesta que “la Autoridad Ambiental Nacional determinará para cada delito contra el ambiente y la naturaleza las definiciones técnicas y alcances de daño grave. Así también establecerá las normas relacionadas con el derecho de restauración, la identificación, ecosistemas frágiles...”

En el **artículo 257** se menciona que “las sanciones previstas en este capítulo, se aplicarán concomitantemente con la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas y la obligación de compensar, reparar e indemnizar a las personas y comunidades afectadas por los daños. Si el Estado asume dicha responsabilidad, a través de la Autoridad Ambiental Nacional, la repetirá contra la persona natural o jurídica que cause directa o indirectamente el daño...”

En el **artículo 258** se dice que “en los delitos previstos en este Capítulo, si se determina responsabilidad penal para la persona jurídica se sancionará con las siguientes penas:

1. Multa..., clausura temporal, comiso y la remediación de los daños ambientales, si el delito tiene prevista una pena de privación de libertad de uno a tres años.

2. Multa..., clausura temporal, comiso y la remediación de los daños ambientales, si el delito tiene prevista una pena de privación de libertad de tres a cinco años.

3. Multa..., clausura definitiva, comiso y la remediación de los daños ambientales, si el delito tiene prevista una pena de privación de libertad superior a cinco años (Asamblea Nacional Constituyente, 2014, pp. 38–41).

Otra ley que se podría considerar para enmarcar este proyecto, es la **Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre** (H. Congreso Nacional, 2004b), que se puede constituir en el marco legal a través del cual se establecen los parámetros necesarios para establecer y administrar el área forestal y las reservas naturales y vida silvestre que son propiedad del estado. Su función radica en conservar y aplicar mecanismos para aprovechar de forma racional dichos recursos, favoreciendo la investigación científica entre otras actividades, que son competencia del Ministerio del Ambiente (Obando, 2017).

La ley considera que las áreas naturales que son patrimonio del Estado son: a) parques nacionales, b) reserva ecológica, c) refugio de vida silvestre, d) reservas biológicas, e) áreas nacionales, f) reserva de producción de fauna, y, g) área de caza y pesca. De este modo, se entendería que esta ley podría ser aplicada en este proyecto, ya que casi la totalidad del archipiélago se la ha catalogado como Parque Nacional (H. Congreso Nacional, 2004b, p. 19; Obando, 2017).

Otra parte de los documentos legales que enmarcan este proyecto, es la **Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12**, que es un instrumento técnico cuya aplicación será a la infraestructura vial y de

transporte en donde se establece todo lo que se debe realizar para la construcción de proyectos viales, permitiendo que se cumplan los procesos para planificar, diseñar y evaluar de dichos proyectos, de manera que se garantice la calidad y duración del camino, reduciendo el impacto ambiental y facilitando “el mantenimiento del tráfico en las fases de contratación, construcción y puesta en servicio” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013b, sec. Prefacio).

Todo lo dispuesto en esta normativa será acatado por creadores de proyectos, constructores y por quienes realicen estudios y trabajos en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP. La normativa se compone de seis volúmenes, de los cuales el **Volumen 3 especificaciones generales para construcción de caminos y puentes** es la más apropiada para referirla en este proyecto.

Este convenio abarca “la diversidad biológica a todos los niveles: ecosistemas, especies y recursos genéticos. (...) cubre todos los posibles dominios que están directa o indirectamente relacionados con la diversidad biológica y su papel en el desarrollo”(Naciones Unidas, s/f, párr. 2).

Está de acuerdo con la protección de la diversidad biológica como elemento indispensable en los sistemas requeridos para vivir. Impulsa la formulación de programas que permitan “conservación y el uso sostenible, la investigación y la generación de conocimiento científico necesario para darle seguimiento a los componentes de la biodiversidad, así como identificar los procesos y actividades que tengan efectos perjudiciales sobre los ecosistemas” (Obando, 2017, p. 34).

Un tratado a considerar es la **Convención sobre la Conservación de Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS)**, programa de las Naciones Unidas que preserva el ambiente, “, cuyo objetivo es ofrecer las condiciones que aseguren la supervivencia de las especies migratorias y sus hábitats” (Ministerio del Ambiente y Agua, s/f).

Esta convención agrupa a los países por donde pasan las migraciones, y determina normas de conservación en coordinación con los demás países. Esta es la única convención a nivel mundial que estudia la conservación, los hábitats, rutas de migración de las especies y “complementa y coopera con varias organizaciones internacionales, ONGs y socios tanto en los medios de comunicación como en el sector empresarial” (Obando, 2017, p. 34).

**Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados**

Características de la actividad que da origen a la contaminación (Presidencia de la República, 2012b):

- Exploración o explotación de recurso.
- Procesos Industriales.
- Terminal Marítima o Terrestre.
- Estación de Transferencia
- Centro de Transferencia.
- Ducto, poliducto.

#### **Norma de Calidad de Aire Ambiente**

“Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel del suelo, Para efectos de esta norma se establecen como contaminantes comunes del aire ambiente a los siguientes” (Presidencia de la República, 2012c)

- Partículas Sedimentables. Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 (diez) micrones. Se abrevia PM10.
- Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 2,5 micrones. Se abrevia PM2,5.
- Óxidos de Nitrógeno: NO y NO<sub>2</sub> Expresados como NO<sub>2</sub>. Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>.
- Monóxido de Carbono. Oxidantes Fotoquímicos, expresados como Ozono.

#### **Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición final de desechos sólidos no-peligrosos**

“Niveles máximos permisibles de contaminantes básicos a monitorear en el punto de control a considerar” (Presidencia de la República, 2012b, p. 466).

- Arsénico 0.05 mg/l
- Bario 1.0 mg/l
- Benceno 0.005 mg/l
- Cadmio 0.01 mg/l
- Cloruro de vinilo 0.002 mg/l
- Cromo hexavalente 0.05 2,4 mg/l
- Diclorofenil ácido acético 0.1 1,4 mg/l
- Diclorobenceno 0.075 mg/l
- 1,2 Dicloroetano 0.005 mg/l
- 1,1 Dicloroetileno 0.007 mg/l

- Endrin 0.0002 mg/l

### **Límites máximos permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y para vibraciones**

“Que establecen los niveles de ruido máximo permisibles en decibelios (db)” (Presidencia de la República, 2012a).

- Zona hospitalaria y educativa 45 db
- Zona Residencial 50 db
- Zona Residencial mixta 55 db
- Zona Comercial 60 db
- Zona Comercial mixta 65 db
- Zona Industrial 70 db

### **La categorización**

Para este tipo de construcciones para plataformas de tierras en áreas protegidas de Galápagos según la categorización ambiental.

Se debe considerar como Categoría I (Impactos no significativos-Registro ambiental) para plataformas de tierras.

El Ministerio de Ambiente, debe realizar un respectivo seguimiento, visita técnica con especialistas y encargados en el tema ambiental y constructivo (Vélez, 2015).

Ejemplo de esta categoría:

- Construcción de una plataforma de tierra menor o igual a 200000 m<sup>2</sup> de área bruta

Continuación los siguientes pasos para el registro serán los siguientes:

- Registro del promotor
- Registro del proyecto
- Revisión de documentación
- Emisión de certificado ambiental y guía de buenas prácticas ambientales
- Registro en la base de datos

## CAPÍTULO III

### METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

#### **3.1. Tipo de investigación**

La actual investigación es descriptiva según (Hernández et al., 2014) busca especificar propiedades y características y rasgos transcendentales de cualquier fenómeno que se analice. En esta investigación se realizarán trabajos de campo y laboratorio para establecer el patrón de las características y propiedades de materiales para adquirir un diseño que establezca las adecuadas resistencias.

#### **3.2. Enfoque metodológico**

En cuanto al enfoque metodológico, existen dos aproximaciones sustentadas en las distintas corrientes de pensamiento, que son los enfoques cuantitativo y cualitativo, que utilizan procesos sistemáticos, meticolosos y prácticos en su afán de alcanzar el conocimiento. Para efectos de este proyecto, se utilizó el *enfoque cualitativo* que hace uso del levantamiento y análisis de datos que permiten mejorar las interrogantes de la investigación o develar otras durante su interpretación (Hernández et al., 2014).

Este proyecto tiene enfoque cualitativo puesto que se estudia el proyecto en su ambiente natural, generando información observada de la construcción de la plataforma de tierra en la isla San Cristóbal, además de la interpretación que se obtiene de la información de los participantes sobre la realidad de cada uno de ellos.

#### **3.3. Población y muestra. Técnicas de recolección de datos.**

El enfoque cualitativo por lo general no busca llegar a una generalización de los resultados que se obtienen en la muestra, a una población, considerando que la muestra estará formada por algunos casos ya que, como se dijo, no se busca una generalización, sino un análisis intensivo de los mismos (Hernández et al., 2014).

Este proyecto, de tipo cualitativo no requirió la identificación de una población a abordar, sino que se trabajó con informantes clave, seleccionado por medio de un *muestreo intencional*, dadas las condiciones y características de la información que se consideró como relevante para el estudio a quienes se les aplicó la técnica de la *entrevista*, a través de una guía de preguntas que abordaron los temas relacionados a la construcción de la plataforma y que permitieron conocer sus opiniones en cuanto al problema.

Es así que los informantes fueron las máximas autoridades de las instituciones que son parte directa o indirecta de la construcción de la plataforma de tierra en la Isla San Cristóbal y que se los conocerá como *los informantes*: Director de Gestión de Riesgos, Técnico de Gestión de

Riesgos y Personal del Área de Gestión Ambiental del GAD, Directora del Parque Nacional Galápagos, Director de Obras Públicas del Consejo de Gobierno y otro funcionario del Consejo de Gobierno.

Las preguntas formuladas los días 29 de abril, 3 y 11 de mayo a las autoridades antes indicadas fueron:

1. ¿Qué materiales básicos utilizan en la construcción de las plataformas de tierra?
2. ¿Los trabajos de obra pública se acogen a alguna disposición u ordenanza previa?
3. ¿Los trabajos de obra pública cumplen con algunas medidas ambientales?
4. Si los trabajos de obra pública están regulados por ordenanzas y cumplen medidas ambientales, ¿por qué los trabajos en la vía motivo de estudio demuestran lo contrario?
5. ¿Existen sanciones por incumplimiento de normativas y ordenanzas?
6. ¿Cree Ud. que para los trabajos en la vía motivo de estudio no se siguió una planificación previa regulada por alguna ordenanza?
7. ¿Hizo falta algún instrumento de soporte que especifique el proceso a seguir para los trabajos en la vía?
8. ¿Cree Ud. que la elaboración de una guía metodológica ambiental para la construcción de plataformas de tierra sería un instrumento que documente todo el proceso de construcción?

#### **3.4. Análisis de entrevistas**

De lo que se pudo recabar por medio de las entrevistas al personal de las instituciones que tienen a su cargo la gobernanza de la isla San Cristóbal, es decir los *informantes*, se conoció que no existe un consenso general en las respuestas en relación a la construcción de la plataforma de tierra de la vía motivo de estudio. A pesar que las instituciones conocen de forma general la ejecución de las obras, no todos saben con exactitud el proceso que se lleva a cabo cuando se construye una plataforma que ha provocado daños en los sectores aledaños a la misma.

Sobre el conocimiento que tienen los informantes en cuanto a que la construcción de plataformas de tierra, cinco de los seis entrevistados respondieron que los trabajos en las vías involucran construcción de plataformas de tierra, que son la base para la movilización de la maquinaria. El Parque Nacional Galápagos (PNG) no conoce el tema de la construcción de las plataformas; según la entrevistada, sería importante tomar en consideración cualquier recomendación que se haga al diseño estructural de las plataformas, dado el relieve topográfico de San Cristóbal.



En relación a los materiales básicos para la construcción de las plataformas de tierra, los informantes coinciden en que se utilizan materiales propios de la zona, entre los que se menciona el pétreo, que se obtienen de las canteras. Cabe mencionarse que el PNG, de lo poco que conoce sobre las obras de construcción, se refirió al uso de cemento, materiales de acero, piedra volcánica, arena, estos últimos materiales no renovables.

Sobre la pregunta acerca de alguna disposición u ordenanza previa que rijan los trabajos de obra pública, los informantes se refirieron a que los trabajos que el GAD realiza es previo a una planificación que se comunica al área ambiental y se acogen a una ordenanza, pero que no existe un procedimiento establecido y correcto para la realización de este tipo de construcción. Se deberá realizar la regularización correspondiente y luego se continúe con la emisión de las licencias, certificados o registros ambientales, que deberán incluir los planes de manejo ambiental, es decir las actividades a las que se va a dar seguimiento en cada uno de los procesos a seguir en la obra a ejecutarse. Se conoció además que en el PNG no se conoce si existe o no un procedimiento que regule estos trabajos, mientras que para el Consejo de Gobierno las directrices que se siguen son las de MTOP.

En cuanto a la pregunta referente al cumplimiento de medidas ambientales que debe tener la obra pública, los informantes respondieron que sí cumplen, de forma general, con medidas estándares. De parte del PNG se especificó que las normas a respetarse son las de Autoridad Ambiental (Ministerio del Ambiente y Agua). el Código Orgánico del Ambiente (CODA), establece claramente la responsabilidad objetiva de las personas (artículo 11), de igual manera el artículo 162 sobre la obligatoriedad.

Sobre la pregunta relacionada con que, a pesar de respetarse disposiciones ambientales y ordenanzas, los problemas presentados en la vía motivo de estudio demuestran lo contrario, los entrevistados respondieron que ese trabajo fue realizado de forma imprevista, por una emergencia que hubo en el cantón debido a la fuerte estación lluviosa y que no se contaba con una planificación. Se mencionó que hay cierta inconsistencia en determinados trabajos, sobre todo en los que se realizan de forma imprevista, por lo que no todo el tiempo se podría cumplir con cada uno de ellos respetando debidamente los parámetros ambientales.

A la interrogante sobre sanciones por incumplimiento de normativas y ordenanzas, los informantes respondieron que sí se sanciona a los infractores.

Los entrevistados, sobre todo los que son parte del GAD del cantón, al preguntarles sobre la posible falta de planificación previa regulada por alguna ordenanza en la intervención de la vía motivo de estudio, manifestaron que no se contó con una planificación previa porque el trabajo

era emergente. Por parte del Consejo de Gobierno y del PNG no conocen de los trabajos en cuanto a la vía.

Se preguntó a los informantes por la necesidad de algún instrumento de soporte que especifique el proceso a seguir para los trabajos en la vía a lo que respondieron que, efectivamente, sí faltó un instrumento de procedimiento para este tipo de trabajos, aunque los trabajos en la vía están a cargo del departamento correspondiente y en base a los análisis que se han ido realizando en los últimos meses.

Para cerrar la entrevista, se preguntó la opinión de las autoridades de estas instituciones sobre si consideran que la elaboración de una guía metodológica ambiental para la construcción de plataformas de tierra sería un instrumento que documente todo el proceso de construcción con parámetros ambiental, los entrevistados supieron manifestar que sí sería algo bueno que se implemente este tipo de manuales para tomar en cuenta a futuras intervenciones donde se necesite el uso de plataformas, puesto que va a permitir un mayor conocimiento de los puntos más relevantes de cómo hay que ejecutar este proceso teniendo en cuenta también que se debe conservar a su vez el entorno. Cabe acotarse que el técnico de la Gestión de Riesgos del GAD puntualizó que, aunque los trabajos se encuentran regulados, lo importante también es la gestión de riesgos, la seguridad industrial.

### *Conclusión*

De todas las opiniones vertidas por los entrevistados se entendería que existe una falta de coordinación entre las distintas entidades de gobierno en el cantón San Cristóbal por los trabajos de obra pública que se ejecutan, en este caso, la construcción de la vía motivo de estudio, puesto que se percibe un conocimiento superficial acerca de las obras de parte de las instituciones que no son el GAD.

De lo que se conoció, el trabajo de la vía motivo de estudio fue un trabajo emergente por etapa lluviosa, pero eso no significaría que no se planifique con anterioridad estudios y trabajos a futuro para solventar estos inconvenientes que causan molestias y destrozos a los ciudadanos del cantón. Además, se entendería que las normas de manejo ambiental serían aplicadas de forma estándar, tal como lo establece la legislación vigente, siendo así que cada institución las utilizaría de acuerdo a las actividades o trabajos que se estuvieren realizando.

## CAPÍTULO IV PROPUESTA

### GUÍA METODOLÓGICA AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS DE TIERRA

#### Recolección de pruebas

#### Estudio de suelo natural

#### Localización

Provincia: Galápagos

Cantón: San Cristóbal

Ciudad: Puerto Baquerizo Moreno

Coordenadas: 208879.46 m E; 9899458.58m N



**Figura 9.** *Ubicación del sitio*  
**Fuente:** Google Earth (2020)  
**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

### Levantamiento del estado actual del sector

Para la realización del presente proyecto se levantó la información del sector a intervenir, esto es, se recopilaron datos sobre las plantas endémicas del sector (ver Tabla 13), mencionándose los efectos que la contaminación provoca al hábitat.

**Tabla 20.**

*Levantamiento información de plantas*

Nombre común plantas endémicas	Cantidad estimada de plantas	Efectos de contaminación
Uña de gato	2010	Pérdida de hábitat de las plantas y pérdida de emisión de oxígeno por partes de las plantas
Pega-Pega	200	Pérdida de hábitat de las plantas y pérdida de emisión de oxígeno por partes de las plantas
Palito Negro	10000	Pérdida de hábitat de las plantas y pérdida de emisión de oxígeno por partes de las plantas
Guayabillo	16000	Pérdida de hábitat de las plantas y pérdida de emisión de oxígeno por partes de las plantas
TOTAL	28210	

**Nota.** Tipos de especies de plantas endémicos y nativos dentro del área de construcción de la vía

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)



**Figura 10.** Tala de planta: Nombre común Manzanillo

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

**Tabla 21.***Levantamiento de información en obra*

<b>Nombre común plantas nativas</b>	<b>Cantidad estimada de plantas</b>	<b>Efectos de contaminación</b>
Manzanillo	133	Pérdida de hábitat de las plantas, Descenso de la calidad del aire por el polvo
Matazarno	61	Pérdida de hábitat de las plantas, pérdida de emisión de oxígeno por la presencia del polvo
Palo Santo	858	Pérdida de hábitat de las plantas, pérdida de emisión de oxígeno por la presencia del polvo
Algarrobo	32	Pérdida de hábitat de las plantas, pérdida de emisión de oxígeno por la presencia del polvo
Muyuyo	215	Pérdida de hábitat de las plantas, Descenso de la calidad del aire por el polvo
<b>TOTAL</b>	<b>1299</b>	

**Nota.** Tipos de especies nativos dentro del área de construcción de la vía**Elaborado por:** Santamaria, (2022)**Tabla 22.***Levantamiento de información de aves en obra*

<b>Nombre común de las aves</b>	<b>Cantidad estimada de las aves</b>
Pinzón Cantor	13
Pinzón Carpintero	17
Cucuve	21
<b>Total</b>	<b>51</b>

**Nota.** Un levantamiento de información de aves encontradas 1 cada 10 metros aproximadamente**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

Además, se realizó un levantamiento de las especies animales que se encuentran cerca la obra (ver Tabla 23).

**Tabla 23.***Especie animal que se encuentran cerca de la obra*

<b>NOMBRE COMUN DE ANIMALES</b>	<b>CANTIDAD ESTIMADA</b>
Tortugas Galápagos	4
Iguanas Galápagos	13
Lagartijas Galápagos	22
<b>Total</b>	<b>39</b>

**Nota.** Levantamiento de información cerca de la obra**Elaborado por:** Santamaria, (2022)



Cuerpo animal endémicos o nativos de la isla muerto envuelto en un saco (Figura 11). Emitiendo un olor desagradable por su descomposición.



**Figura 11.** *Pérdida de la vida de una tortuga.*  
**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

En la Figura 10 se muestra la emisión de polvo generado por la maquinaria de construcción.



**Figura 12.** *Presencia del polvo Abastecimiento de material*  
**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

### **Causas y efectos de la construcción de las plataformas en la isla San Cristóbal**

Dentro del levantamiento de información sobre el estado actual de la obra en la isla San Cristóbal, se realizó una tabla que contiene los procesos de la construcción, las causas de cada actividad y los efectos de las mismas.

#### **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

## Topografía y red vial de San Cristóbal

La información correspondiente a la geometría lineal de la isla San Cristóbal se la muestra en la Tabla.

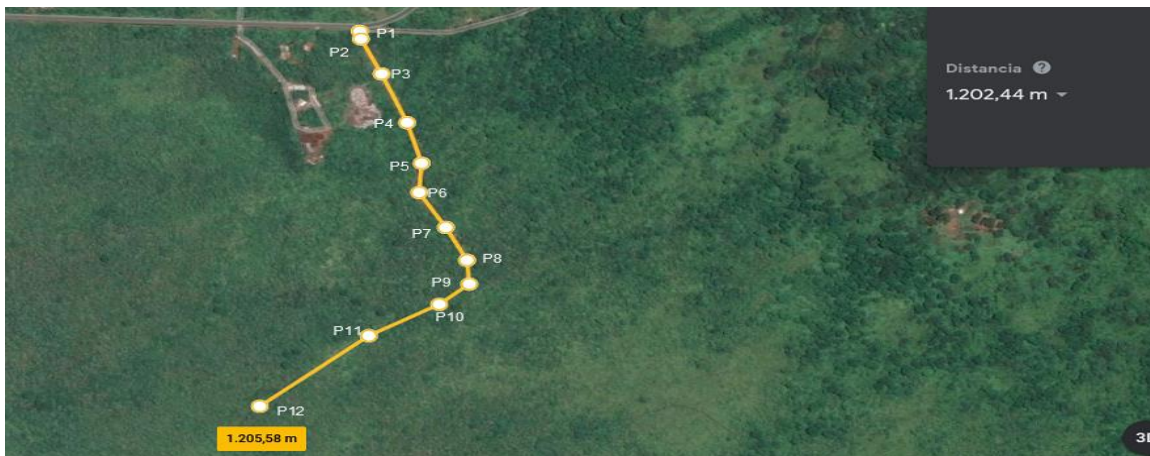
**Tabla 24.**

*Vértices del área de influencia*

Tabla de coordenadas de vértices del levantamiento topográfico					
Punto	Sur	UTM Este X	Oeste	UTM Norte Y	Altitud
1 Punto inicial	05443.63848	213123	893439.15516	9899081	164
2	05443.83036	213123	893439.16524	9899081	164
3	05445.32796	213129	893438.94528	9899029	169
4	05446.63224	213142	893438.54784	9898988	164
5	05447.808	213152	893438.21592	9898975	164
6	05451.32988	213189	893437.01064	9898844	165
7	05452.6806	213199	893436.68664	9898844	156
8	05455.19592	213197	893436.76296	9898725	157
9	05456.80908	213193	893436.88716	9898676	162
10	0558.98968	213040	893441.85372	9898301	137
11	05512	212912	893446	9898208	130
12 Punto final	05513	212850	893448	9898178	126

**Nota:** Datos generados en sitio por el investigador

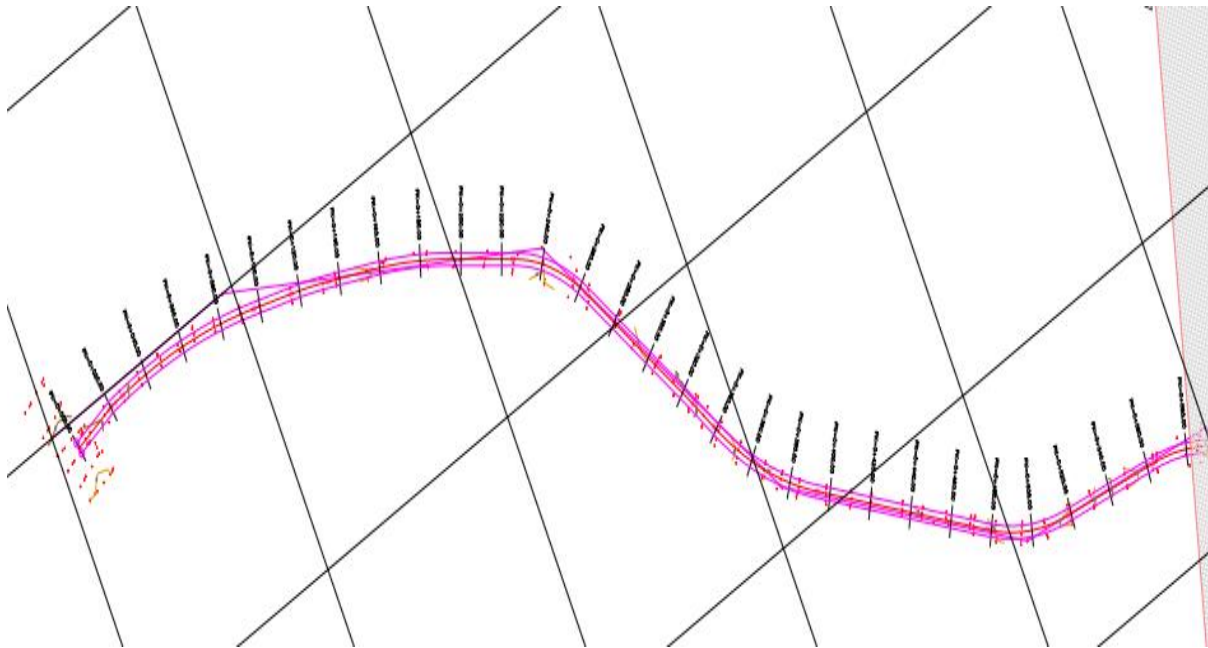
**Elaborado por:** Santamaria, (2022)



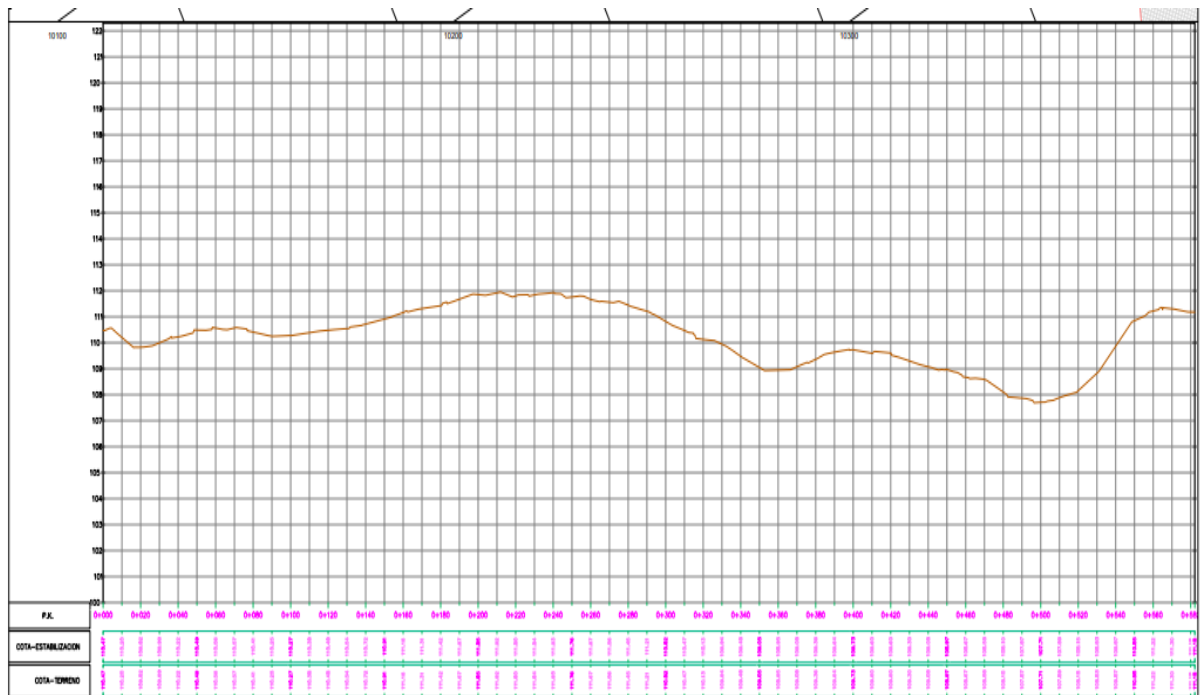
**Figura 13.** Visualización de la geometría lineal

**Fuente:** Google Earth (2020)

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

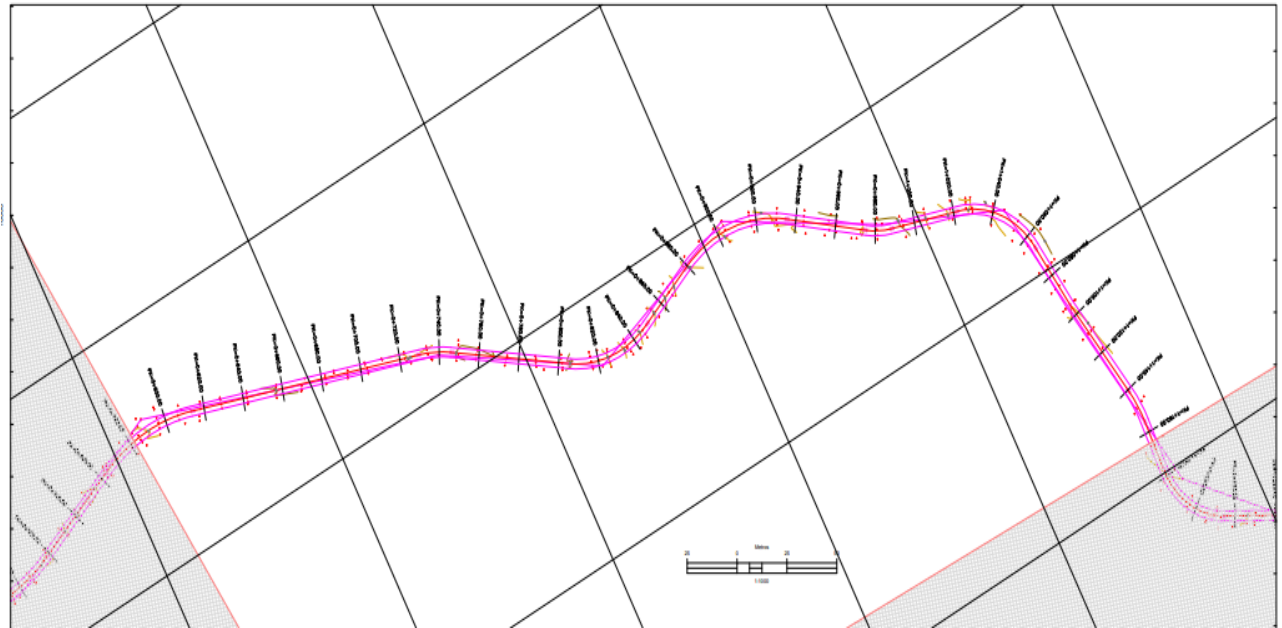


**Figura 14.** Topografía de San Cristóbal, abscisa 0+000,00 hasta 0+580,00  
 Elaborado por: Santamaria, (2022)

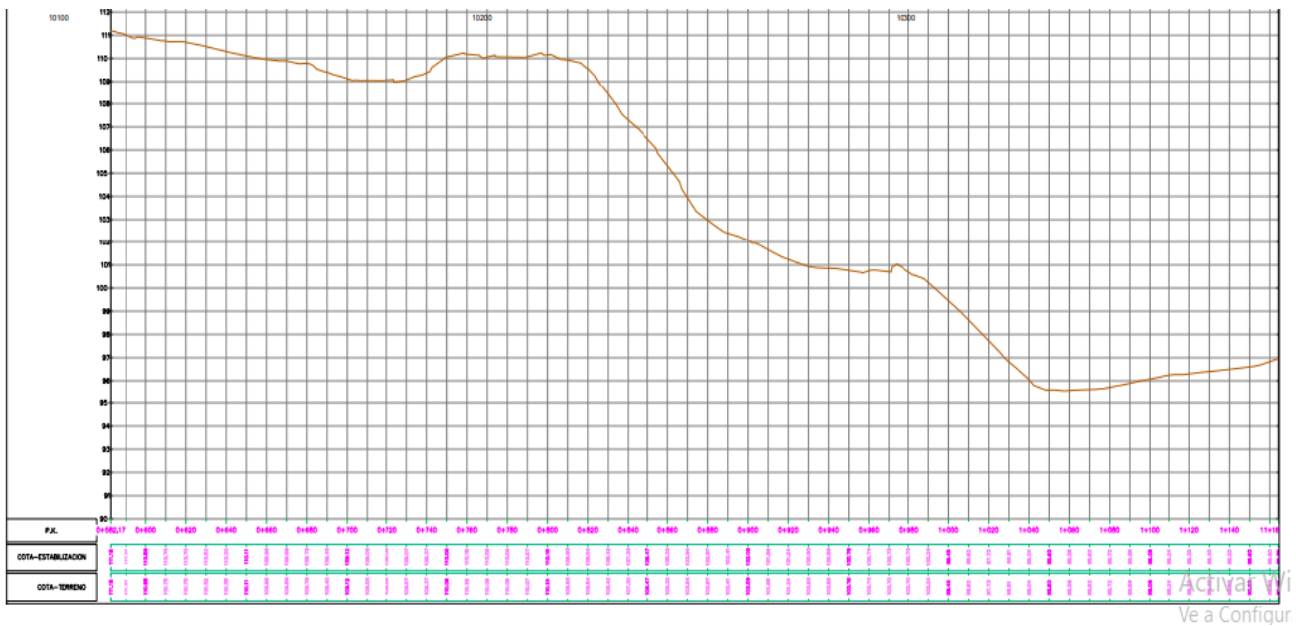


**Figura 15.** Topografía de San Cristóbal, abscisa 0+000,00 hasta 0+580,00  
 Elaborado por: Santamaria, (2022)





**Figura 16.** Topografía de San Cristóbal 0+580.00 hasta 1+1200.00  
 Elaborado por: Santamaria, (2022)



**Figura 17.** Topografía de San Cristóbal 0+580.00 hasta 1+200.00  
 Elaborado por: Santamaria, (2022)

### Zonificación sísmica del sector

El proyecto se localiza dentro de la **zona sísmica III** con un factor de zona (Z)= 0.30 cuya caracterización de peligro es **ALTA**, razón por la que el ingeniero estructural toma las medidas

sismos resistente correspondientes. Los valores del factor Z en función del área de la zona sísmica se especifican en el contexto de las Islas Galápagos.

Para la realización de las excavaciones a cielo abierto, se procedió a tomar la muestra para la realización de los ensayos de campo, a través del GPS del celular de investigador. Dichos valores se especifican en la Tabla 18.

**Tabla 25.**

*Ubicación de las excavaciones de cielo abierto*

Calicata	Coordenadas S	Este	Coordenadas O	Norte
01	05459.81688	213232	893435.634	9898583
12	05513	212850	893448	9898178

**Nota:** Datos generados en sitio por el investigador

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

## ESTUDIO DE TRAFICO DEFINITIVO DE LA VÍA EL PROGRESO - VÍA CEMENTERIO, CON 1,20 Km. DE LONGITUD UBICADA EN EL CANTÓN SAN CRISTOBAL, PROVINCIA DE GALAPAGOS

Porcentaje % =  $140/208 = 67,31\%$

DIARIO =  $140 / 4 = 35$

F.H.P =  $208/168$  H.

F.H.P = 1.2

FACTOR SEMANAL = 1.1071

FACTOR CONSUMO MENSUAL = 0.95

**Tabla 26.**

*Tráfico existente el Progreso - vía Cementerio*

ESTACION 1 - 2: Inicio – Fin 13/7/2021

DIRECCION:	El Progreso - Vía Cementerio - El Progreso				
	LIVIANOS	BUS	CAMIONES 2DA	CAMIONES 2DB	TOTAL
<b>TOTAL</b>	140	0	48	20	208
<b>%</b>	67,31%	0,00%	23,08%	9,61%	100,00%
<b>DIARIO</b>	35	0	12	5	52
<b>F.H.P.</b>			1,2		
<b>FACTOR SEMANAL</b>			1,1071		
<b>FACTOR DE CONSUMO MENSUAL</b>			0,95		

**Nota.** Esta información se la recolecto vía el progreso vía cementerio

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

**Tabla 27.***Trafico promedio diario anual existente***El Progreso - Vía Cementerio - El Progreso**

	LIVIANOS	BUS	CAMIONES 2DA	CAMIONES 2DB	TOTAL
Ambos sentidos	35	0	12	5	52
Dos sentidos	<b>Total: 35</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>52</b>

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)**Tabla 28.***Tráfico promedio diario anual generado***El Progreso - Vía Cementerio - El Progreso**

	LIVIANOS	BUS	CAMIONES 2DA	CAMIONES 2DB	TOTAL
Dos sentidos	7	0	2	1	10
Dos sentidos	<b>Total: 7</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>10</b>

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

Dos sentidos= ambos sentidos X 0.2

Dos sentidos= 35X 0.20

D.S.= 7 LIVIANOS

**Tabla 29.***Tráfico promedio diario anual-desarrollo***El Progreso - Vía Cementerio - El Progreso**

	LIVIANOS	BUS	CAMIONES 2DA	CAMIONES 2DB	TOTAL
Dos sentidos	2	0	1	0	4
Dos sentidos	<b>Total: 2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

Dos sentidos= ambos sentidos X 0.07

Dos sentidos= 35X 0.07

D.S.= 2 LIVIANOS

**Tabla 30.***Tráfico promedio diario anual asignado***El Progreso - Vía Cementerio - El Progreso**

	LIVIANOS	BUS	CAMIONES 2DA	CAMIONES 2DB	TOTAL
Dos sentidos	44	0	15	6	66
Dos sentidos	<b>Total: 44</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>66</b>

**Elaborado por:** Santamaria, (2022)

Dos sentidos=35+7+2

Dos sentidos= 44 LIVIANOS

**Tabla 31.**

*Tasa de crecimiento según tipo de vehículo*

PERIODO	LIVIANO	BUS	CAMION
2020-2025	3,37	1,8	2,02
2025-2030	3,06	1,63	1,84

*Fuente: Departamento de factibilidad MTOP*

**Elaborado por:** Santamaria (2022)

**Tabla 32.**

*Proyección del TPDA existente*

**TRAMO: El Progreso - Vía Cementerio - El Progreso**

$TPDA_f = TPDA_a (1 + \mu)^n$

ITEM	AÑO	LIVIANO	BUS	CAMIONES 2DA	CAMIONES 2DB	TOTAL	
	2021	44	0	15	6	66	0
1	2022	46	0	16	6	68	1
2	2023	47	0	16	6	69	2
3	2024	49	0	16	6	71	3
4	2025	51	0	17	6	74	4
5	2026	52	0	17	7	76	5
6	2027	54	0	17	7	78	6
7	2028	56	0	18	7	81	7
8	2029	58	0	18	7	83	8
9	2030	60	0	18	7	85	9
10	2031	62	0	19	7	88	10
11	2032	64	0	19	7	90	11
12	2033	66	0	19	8	93	12
13	2034	68	0	20	8	96	13
14	2035	71	0	20	8	99	14
15	2036	73	0	21	8	102	15
16	2037	76	0	21	8	105	16
17	2038	78	0	21	8	107	17
18	2039	81	0	22	9	112	18
19	2040	83	0	22	9	114	19
20	2041	86	0	23	9	118	20

**Nota.** Proyección de TPDA en el periodo de 20 años.

**Elaborado por:** Santamaria (2022)

TOTAL= 44 LIANOS+ 0 BUSES+15 CAMIONES 2DA+ 6 CAMIONES 2DB

TOTAL= 66

**Proyección del tráfico a 20 años (2041). Dos direcciones**

2021 TPDA= 66X365X 100%= 23.977

TPDA2021== 66X365X 23.08%= 5.534

TPDA2021== 66X365X 9.61%= 2.304

TPDA2021== 66X365X 67.31%= 16.139

**Tabla 33.**

*Proyección del tráfico a 20 años (2041). Dos direcciones*

AÑOS	# ORDEN	TPDA	# VEQP- AÑO	LIVIANOS	BUSES		CAMIONES	
					2 EJES	2DA	2DB	
			100%	67,31%	0,00%	23,08%	9,61%	
2021	0	66	23.977	16.139	0	5.534	2.304	
2022	1	68	24.820	16.706	0	5.728	2.385	
2023	2	69	25.185	16.952	0	5.813	2.420	
2024	3	71	25.915	17.443	0	5.981	2.490	
2025	4	74	27.010	18.180	0	6.234	2.596	
2026	5	76	27.740	18.672	0	6.402	2.666	
2027	6	78	28.470	19.163	0	6.571	2.736	
2028	7	81	29.565	19.900	0	6.824	2.841	
2029	8	83	30.295	20.392	0	6.992	2.911	
2030	9	85	31.025	20.883	0	7.161	2.982	
2031	10	88	32.120	21.620	0	7.413	3.087	
2032	11	90	32.850	22.111	0	7.582	3.157	
2033	12	93	33.945	22.848	0	7.835	3.262	
2034	13	96	35.040	23.585	0	8.087	3.367	
2035	14	99	36.135	24.322	0	8.340	3.473	
2036	15	102	37.230	25.060	0	8.593	3.578	
2037	16	105	38.325	25.797	0	8.845	3.683	
2038	17	107	39.055	26.288	0	9.014	3.753	
2039	18	112	40.880	27.516	0	9.435	3.929	
2040	19	114	41.610	28.008	0	9.604	3.999	
2041	20	118	43.070	28.990	0	9.941	4.139	
<b>SUMAN</b>		1.319	684.262	460.577	0	157.928	65.758	

**Nota.** La suma desde el 2021 hasta el 2041

**Elaborado por:** Santamaria (2022)

**LIVIANOS**

Cantidad= 460.577

Factor equivalencia de carga (delantero)=0

Factor equivalencia de carga (trasero)=0

FACTOR (BUSES-CAMION)= 0.0080

Esal's= 460.577X0.0080X0.50X0.75= **1.382**

**CAMIONES 2 EJES 2DA**

Cantidad= 157.928

Factor equivalencia de carga (delantero)= $3/6.66^4 = 0.0412$   
 Factor equivalencia de carga (trasero)= $7/6.66^4 = 1.2204$   
 FACTOR (BUSES-CAMION)=  $0.0412+1.2204 = 1.2616$   
 Esal's=  $157.928 \times 1.2616 \times 0.50 \times 0.75 = 74.71$

**CAMIONES 2 EJES 2DB**

Cantidad= 65.358  
 Factor equivalencia de carga (delantero)= $7/6.66^4 = 1.2204$   
 Factor equivalencia de carga (trasero)= $11/8.2^4 = 3.2383$   
 FACTOR (BUSES-CAMION)=  $0.0412+1.2204 = 4.4587$   
 Esal's=  $65.758 \times 4.4587 \times 0.50 \times 0.75 = 109.947$

**TOTAL**= $1.382 + 74.713 + 109.042$   
**TOTAL Esal's**= 186.042  
**W18=186.042**

**Tabla 34.**  
*Cálculo de los Ejes Equivalentes (Esal's)*

Número de carriles: 2  
 Período diseño: 20 años

Vehículos	Cantidad	Cargas			Factores de Equivalencia de Cargas			Factor (buses - camión)	Esal's
		Delantero	Intermedio	Trasero	Delantero	Intermedio	Trasero		
LIVIANOS	460.577						0,0080	1.382	
CAMIONES 2 EJES 2DA	157.928	3		7	0,0412		1,2616	74.713	
CAMIONES 2 EJES 2DB	65.758	7		11	1,2204	3,2383	4,4587	109.947	

SUMAN - W18 = 186.042  
 Elaborado por: Santamaria (2022)

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10

**Figura 18.** Distribución de carga  
 Fuente: AASHTO T 193 2013  
 Elaborado por: Santamaria (2022)

Factor direccional 0,50  
 Factor carril 0,75

<b>BUSES</b>	1 eje simple + 1 eje simple doble	Factor equivalente eje simple 2 rueda	= (P/6.66) <sup>4</sup>
<b>CAMIONES TANDEM</b>	1 eje simple + 1 eje tandem	Factor equivalente eje simple 4 ruedas	= (P/8.20) <sup>4</sup>
<b>CAMIONES TRIDEM</b>	1 eje simple + 1 eje tandem	Factor equivalente eje tandem rueda doble	= (P/1 5.45) <sup>4</sup>
<b>CAMIONES + 3 EJES</b>	1 eje simple + 1 eje tandem + 1 eje tridem	Factor equivalente eje tridem rueda doble	= (P/21.8) <sup>4</sup>

Elaborado por: Santamaria (20...)

## PARÁMETROS DE DISEÑO ADOPTADOS

De acuerdo a la revisión de la normativa descrita y poniendo énfasis en el hecho de aprovechar al máximo del alineamiento existente, los parámetros utilizados en el diseño utilizados fueron:

### Ensayos

Se procedió a hacer calicatas para posterior mente recolectar muestras y enviar a los ensayos de laboratorio, para lo cual se utilizaron los correspondientes moldes. Los resultados del primer ensayo Proctor modificado se muestran en la Tabla 27.

### Ensayo 1 Proctor modificado

**Tabla 35.**

Ensayo N° 1

<b>Parroquia:</b> Puerto Baquerizo Moreno	<b>Proyecto:</b> Tesis de Grado
<b>Vía:</b> Vía el Progreso- Vía cementerio	<b>Normas:</b> AASHTO T 193 2013
<b>Profundidad:</b> 80	<b>Ensayado por:</b> Giovanni Santamaria
<b>Fecha:</b> 25 - Agosto - 2021	<b>Revisado Por:</b>
<b>Muestra:</b> 1	<b>Coordenadas:</b> X: 213232 Y: 9898583

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
<b>TIPO:</b>		PROCTOR MODIFICADO		<b>PESO DEL MARTILLO:</b>		10 lb
<b>NORMA:</b>		AASHTO T-180		<b>ALTURA DE CAIDA:</b>		18 "
<b>PESO MUESTRA (gr):</b>		6000		<b>CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)</b>		20,90
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
<b>MOLDE N°</b>		1		2		3
<b>N° de Capas</b>		5		5		5
<b>N° de Golpes</b>		56		27		11
DATOS DEL MOLDEO						
<b>Muestra húmeda + molde (gr)</b>		12360		12143		12133
<b>Masa Molde (gr)</b>		8301		8396		8635
<b>Masa Muestra Húmeda (gr)</b>		4059		3747		3498
<b>Volumen Muestra (cm3)</b>		2264,61		2268,33		2253,34

Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1,792		1,652		1,552		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	<b>Arriba</b>	<b>Abajo</b>	<b>Arriba</b>	<b>Abajo</b>	<b>Arriba</b>	<b>Abajo</b>	
<b>Recipiente N°</b>	<b>01</b>	<b>17</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>34</b>	<b>37</b>	
P. Hum. + Recipiente	89,2	112,5	91,5	108,1	101,8	114,7	
P. Seco + Recipiente	77,8	97,3	79,7	94,8	88,2	99,4	
Peso Recipiente	23,7	24,7	24,1	31,1	23,4	26	
Peso Agua	11,4	15,2	11,8	13,3	13,6	15,3	
Peso de Sólidos	54,1	72,6	55,6	63,7	64,8	73,4	
Contenido Humedad %	21,07	20,94	21,22	20,88	20,99	20,84	
Con. Hum. Prom. %	21,00		21,05		20,92		
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1,481		1,365		1,284		
<b>DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda + molde (gr)	12395		12242		12641		
Masa Molde (gr)	8301		8396		8635		
Masa Muestra Húmeda (gr)	4094		3846		4006		
Masa Agua Absorbida	35		99		508		
% Agua Absorbida	0,86%		2,64%		14,52%		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	<b>Arriba</b>	<b>Abajo</b>	<b>Arriba</b>	<b>Abajo</b>	<b>Arriba</b>	<b>Abajo</b>	
<b>Recipiente N°</b>	<b>01</b>	<b>17</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>34</b>	<b>37</b>	
P. Hum. + Recipiente	112,2	113,1	103,7	111,1	119,7	117,3	
P. Seco + Recipiente	94,1	94,2	85,8	93,9	95,8	97,3	
Peso Recipiente	23,7	24,7	24,1	31,1	23,4	26	
Peso Agua	18,1	18,9	17,9	17,2	23,9	20	
Peso de Sólidos	70,4	69,5	61,7	62,8	72,4	71,3	
Contenido Humedad %	25,71	27,19	29,01	27,39	33,01	28,05	
Con. Hum. Prom. %	26,45		28,20		30,53		
<b>ENSAYO CBR</b>							
<b>MOLDE N°</b>		<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>	
<b>Penetración (plg)</b>		<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg2)</b>	<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg2)</b>	<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg2)</b>
0,000		0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
0,025		83,2	27,7	75,8	25,3	64,7	21,6
0,050		163,9	54,6	148,7	49,6	122,4	40,8
0,075		236,3	78,8	201,6	67,2	193,8	64,6
0,100		323,7	107,9	283,4	94,5	243,3	81,1
0,200		796,2	265,4	599,7	199,9	413,7	137,9
0,300		1343,6	447,9	979,6	326,5	578,4	192,8
0,400		1873,0	624,3	1373,3	457,8	739,5	246,5
0,500		2398,8	799,6	1732,9	577,6	889,1	296,4
<b>PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)</b>							
<b>MOLDE N°</b>		<b>Presión (lb/plg2)</b>	<b>CBR 0,1 Plg</b>	<b>Densidad Seca</b>	<b>Presión (lb/plg2)</b>	<b>CBR 0,2 Plg</b>	<b>Densidad Seca</b>



1		107,90	10,79%	1,481	265,40	17,69%	1,481
2		94,47	9,45%	1,365	199,90	13,33%	1,365
3		81,10	8,11%	1,284	137,90	9,19%	1,284

**Nota.** Los resultados del primer ensayo Proctor modificado.  
Elaborado por: **G. Santamaria, (2021)**

**Tabla 36.**

*Datos de los moldes, ensayo 1*

Datos	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Altura (cm)	12,48	12,55	12,5
Diámetro (cm)	15,2	15,17	15,15
Área (cm <sup>2</sup> )	181,46	180,74	180,27
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2264,61	2268,33	2253,34

**Nota. Molde número 1 en laboratorio.**

**Elaborado por:** Santamaria (2021)

## Ensayo 2 Proctor modificado

Los resultados del segundo ensayo Proctor modificado se muestran en la Tabla.

**Tabla 37.**

*Ensayo N° 2*

**Parroquia:**

Puerto

Baquerizo

Moreno

**Vía:** El progreso- Cementerio

Profundidad:

75

Fecha: 25 – Agosto -2021

**Muestra: 2**

**Proyecto:** Tesis de Grado

**Normas:** AASHTO T 193

2013

Ensayado por: Giovanni Santamaría

Monteros

**Revisado Por:**

**Coordenadas:** X: 212850Y: 9898178

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
<b>TIPO:</b>		PROCTOR MODIFICADO		PESO DEL MARTILLO:			10 lb
<b>NORMA:</b>		AASHTO T-180		ALTURA DE CAIDA:			18 "
<b>PESO MUESTRA (gr):</b>		6000		CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)			16,05
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.							
MOLDE N°		1		2		3	
N° de Capas		5		5		5	
N° de Golpes		56		27		11	
DATOS DEL MOLDEO							
Muestra húmeda + molde (gr)		11039		10810		10042	
Masa Molde (gr)		7075		7028		6431	
Masa Muestra Humeda (gr)		3964		3782		3611	
Volumen Muestra (cm <sup>3</sup> )		2264,61		2268,33		2253,34	
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )		1,750		1,667		1,603	

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
	<b>Arriba</b>	<b>Abajo</b>	<b>Arriba</b>	<b>Abajo</b>	<b>Arriba</b>	<b>Abajo</b>
<b>Recipiente N°</b>	<b>39</b>	<b>16</b>	<b>48</b>	<b>25</b>	<b>40</b>	<b>43</b>
P. Hum. + Recipiente	106,6	109,9	128,6	123,7	108,4	114,5
P. Seco + Recipiente	95,4	99,4	115,9	109,3	96,5	101,8
Peso Recipiente	25,9	36,2	37,8	24,3	24,1	24,3
Peso Agua	11,2	10,5	12,7	14,4	11,9	12,7
Peso de Sólidos	69,5	63,2	78,1	85	72,4	77,5
Contenido Humedad %	16,12	16,61	16,26	16,94	16,44	16,39
Con. Hum. Prom. %	16,36		16,60		16,41	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1,504		1,430		1,377	
<b>DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN</b>						
Muestra húmeda + molde (gr)	11443		11253		10594	
Masa Molde (gr)	7075		7028		6431	
Masa Muestra Humeda (gr)	4368		4225		4163	
Masa Agua Absorbida	404		443		552	
% Agua Absorbida	10,19%		11,71%		15,29%	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
	<b>Arriba</b>	<b>Abajo</b>	<b>Arriba</b>	<b>Abajo</b>	<b>Arriba</b>	<b>Abajo</b>
<b>Recipiente N°</b>	<b>72</b>	<b>51</b>	<b>67</b>	<b>75</b>	<b>81</b>	<b>37</b>
P. Hum. + Recipiente	126	126,3	123,3	124	157,4	158,1
P. Seco + Recipiente	106,3	107,3	102,2	106,4	127,6	129,7
Peso Recipiente	30,7	30,2	30,2	30,7	30,6	25,9
Peso Agua	19,7	19	21,1	17,6	29,8	28,4
Peso de Sólidos	75,6	77,1	72	75,7	97	103,8
Contenido Humedad %	26,06	24,64	29,31	23,25	30,72	27,36
Con. Hum. Prom. %	25,35		26,28		29,04	
<b>ENSAYO CBR</b>						
<b>MOLDE N°</b>		<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>
<b>Penetración (plg)</b>		<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg2)</b>	<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg2)</b>	<b>Dial</b>
						<b>Presión (lb/plg2)</b>
0,000		0,0	0,0	0,0	0,0	0
0,025		135,4	45,1	93,0	31,0	98,7
0,050		202,2	67,4	128,4	42,8	120,3
0,075		283,9	94,6	166,3	55,4	145,6
0,100		372,2	124,1	201,7	67,2	166,3
0,200		677,6	225,9	334,9	111,6	242,8
0,300		957,1	319,0	465,6	155,2	302,4
0,400		1228,9	409,6	593,7	197,9	353,8
0,500		1466,2	488,7	710,6	236,9	408,9
<b>PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)</b>						
<b>MOLDE N°</b>		<b>Presión (lb/plg2)</b>	<b>CBR 0,1 Plg</b>	<b>Densidad Seca</b>	<b>Presión (lb/plg2)</b>	<b>CBR 0,2 Plg</b>
						<b>Densidad Seca</b>

1		124,07	12,41%	1,504	225,87	15,06%	1,504
2		67,23	6,72%	1,430	111,63	7,44%	1,430
3		55,43	5,54%	1,377	80,93	5,40%	1,377

Elaborado por: Santamaria (2021)

**Tabla 38.**

*Datos para el cálculo, ensayo 2*

Densidad Seca Máxima:		1,545 gr/cm3	
DSM		% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	1,468	9,41	11,12

**Nota.** DENSIDAD MAXIMA DE ENSEYO

Elaborado por: Santamaria (2021)

$$CBR=9.41^2= 88.55$$

$$PORCENTIL= CBR1/ CBR2(100)= 50\%$$

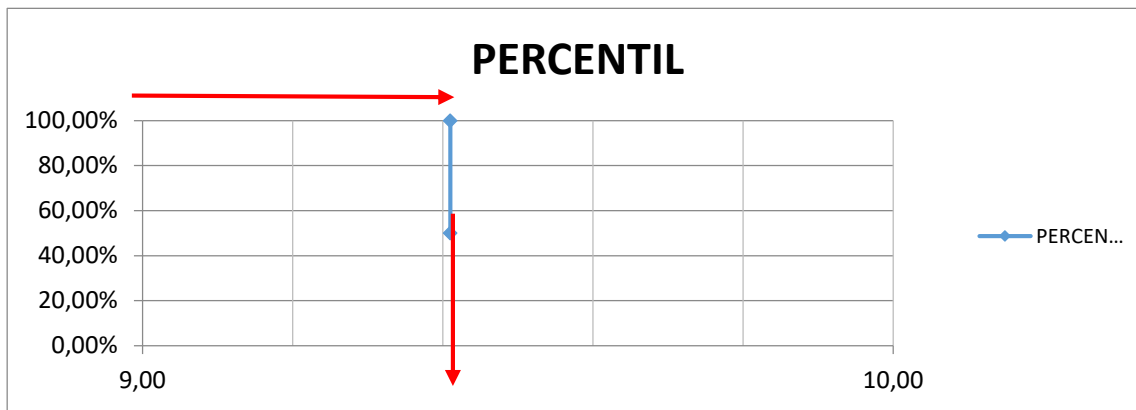
$$PORCENTL=CBR2/ CBR2(100)=100\%$$

**Tabla 39.**

*CALCULO DEL CBR DE DISEÑO*

ABSCISA	CBR	CBR <sup>2</sup>		CBR	PERCENTIL
0+000	9,41	88,55	1	9,41	50,00%
1+000	9,41	88,55	2	9,41	100,00%
SUMAN	18,82	177,1			
u=	9,41				
So =	0,00				
		0,00%	COV < = 10% Ok		
		-	desv std		
CBR diseño=	u - t*So				
u =	Valor medio CBR				
So =	desviación estándar				
So =	SQR((n*SumatoriaCBR <sup>2</sup> - (Sumatoria CBR) <sup>2</sup> / (n*(n-1))				
So =	SQR((2*177,1 - (177,1) <sup>2</sup> / (2*1))				
So =	0				
CBR diseño=	9,41 - 1*0	9,41	t = 1	Factor de seguridad	
CBR diseño=	9,41 - 2*0	9,41	t = 2		

Elaborado por: Santamaria (2021)



**Figura 19** Percentil es neutral  
**Nota.** Proyección de gráfica de 100% a 9,50.  
**Elaborado por:** Santamaria (2021)

$$MR = 3000(CBR)^{0.65}$$

10% < CBR <  
20%

$$MR = 3000(CBR)^{0.65}$$

$$MR = 3000 \times 9.41^{0.65}$$

$$MR = 12.881,15 \text{ SPI}$$

CBR  
diseño= 9,41

En la Tabla se muestran los valores de las normas de diseño recomendadas para la construcción de la plataforma de tierra en la vía Progreso-vía Cementerio de acuerdo a la velocidad de diseño (60 km/h).

**Tabla 40.**  
*Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carretera de 2 carriles*

Velocidad de diseño – km/h	Velocidad de operación promedio – km/h volumen de tránsito		
	Bajo	Medio	Alto
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55

80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

**Fuente:** Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2013a).

**Elaborado por:** Santamaria (2022)

### **Velocidad de circulación (Vc).**

$V_c = 0,80V_d + 6,5$  (Para Volúmenes de Tráfico Bajo)

$V_c = 1,32V_d^{0,89}$  (Para Volúmenes de Tráfico Alto)

Se aplica la fórmula de Volumen de Tráfico Bajo por ser una carretera de tercer orden.

$V_c = 0,80(60\text{km/h}) + 6,5$

$V_c = 54,5\text{km/h}$

### **Radio de diseño (Rd).**

Para asumir el radio de diseño es necesario calcular el radio mínimo.

$$R_d = \frac{v_d^2}{127(e \pm f)}$$

Coefficiente de fricción lateral (f).

$f = 0.19 - 0,000626 v_d$

$f = 0.19 - 0,000626 (60\text{km/h})$

$f = 0,152$

Cabe indicar que para el Ecuador el radio mínimo para las curvas horizontales se obtiene con un peralte máximo del 10%.

$$R_{\min} = \frac{60^2}{127(0.1+0.152)}$$

$R_{\min} = 112.48 \text{ m.}$

Considerando el radio mínimo de 112.48 m y analizando la topografía del terreno para la curva horizontal que se encuentra ubicada en la abscisa "PI= 0+800", asumimos un radio de diseño de 115 m.

### **Alineamiento horizontal**

#### **Calculo de la curva #1**

#### **Tangente de la curva horizontal (T)**

Considerando el radio de diseño de 115 mtrs y el ángulo de deflexión en el punto "PI= 0+800" de 24° a la derecha podemos obtener la tangente de la curva.

$$T = R_d * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$T = 115 * \tan\frac{24}{2}$$

$$T=24.44 \text{ metros}$$

### **Longitud de la cuerda (Lc)**

$$L_c = 2R_d * \text{Sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$L_c = 2(115) * \text{sen}\frac{24}{2}$$

$$L_c= 47.81 \text{ metros}$$

### **Longitud de la curva (LC)**

$$LC = \left(\frac{R_d \times \pi \times \alpha}{180^\circ}\right)$$

$$LC = \frac{115 \times 3.14 \times 24}{180}$$

$$LC= 48.146$$

$$LC = 146,61 \text{ Metros.}$$

### **Punto de comienzo (PC)**

$$PC= PI - T$$

$$PC= 0+800 - 24.44$$

$$PC= 0+775$$

### **Punto de terminación (PT)**

$$PT= PC + LC$$

$$PT= 0+775 + 146.61$$

$$PT= 0+921$$

### **External (E)**

$$E = R_d * \text{Sec}\left(\frac{\alpha}{2}\right) - 1$$

$$E = 115 * \text{SEC}\frac{24}{2} - 1$$

$$E=2.56 \text{ metros}$$

### **FLECHA (F)**

$$F = Rd * (1 - \cos \frac{24}{2})$$

$$F = 115 * (1 - \cos \frac{24}{2})$$

$$F = 2.51 \text{ Mtrs}$$

### **Gradiente de la curva**

$$\text{Sen } G/2 = \frac{CU}{2Rd}$$

$$\text{Sen } G/2 = \frac{20}{2(115)}$$

$$\text{Sen } G/2 = 0.086$$

$$G/2 = \text{Sen}^{-1}(0.086)$$

$$G/2 = 4.93$$

### **Peraltes**

El peralte se define como la inclinación transversal que se le da a la calzada para reducir los efectos de la fuerza centrífuga y asegurar que los usuarios circulen con comodidad y seguridad.

Aplicando conceptos físicos, su valor se determina utilizando la siguiente ecuación:

$$e = \frac{0.044 \times V^2}{R}$$

$$e = \frac{0.044 \times 60^2}{112.48}$$

$$e = 1.408$$

Donde:

V= velocidad de diseño (Km/H)

R= Radio (m)

### **Sobreanchos**

Se define como la magnitud que debe adicionarse al ancho de la calzada por efecto de las llantas traseras de los vehículos que no siguen exactamente las huellas de las llantas delanteras. Independientemente del número de carriles, la Norma MTOP recomienda que el sobreancho se calcule con la siguiente ecuación:

$$s = n \times \left[ \frac{50}{R} + \frac{V}{10 \times R^{0.5}} \right]$$

$$s = 1 \times \left[ \frac{50}{112.48} + \frac{60}{10 \times 112.48^{0.5}} \right]$$

$$s = 1 \times \left[ \frac{50}{112.48} + \frac{60}{106.05} \right]$$

S= 1.004 mtrs

S = Sobreancho en m

V = Velocidad de diseño

R = Radio (m)

n = Número de carriles

Para radios mayores de 300m no será necesario colocar el sobreancho debido a su pequeño valor.

**Tabla 41. Diseño**

**Diseño de capa de Pavimento**

**DATOS**

Confiabilidad ( R )	90
PSI inicial	4,20
PSI final	2,00
Mr (psi)	12.881,15
W18	186.042
So	0,49

SN calculado 2,15

**Nota.** Resumen de todo los datos que vamos a utilizar para nuestro diseño

**Elaborado por:** Santamaria (2021)

**Figura 20. Cálculo del número estructural**

**Elaborado por:** G. Santamaria (2021)



**Tabla 42.**

**Espesores de las capas del pavimento Bituminoso**

$$SN = a_1 d_1 + a_2 d_2 m_2 + a_3 d_3 m_3$$

a1=	coeficiente estructural de la capa de rodadura	0,40
a2=	coeficiente estructural de la capa de base	0,14
a3=	coeficiente estructural de la capa de sub base	0,11
d1, d2, d3	espesores de las diferentes capas	
m2, m3	coeficientes de drenaje	

**Nota.** Valor para nuestras capas de espesores de la vía

**Elaborado por:** Santamaria (2021)

**Tabla 43. Espesor mínimo**

Espesores mínimos para capas de concreto asfáltico y base, en función del tráfico esperado

Cargas equivalentes (periodo diseño)	Espesor mínimo (cm)	
	Mezcla asfáltica (todas las capas)	Base y/o sub-Base granular
< 50.000	2,5 (*)	10,0
50.000 - 150.000	5,0	10,0
150.000 - 500.000	6,25	10,0
500.000 - 2.000.000	7,5	15,0
2.000.000 - 7.000.000	8,75	15,0
> 7.000.000	10,0	15,0

(\*) o tratamiento superficial, según tipo de vía

**Elaborado por:** Santamaria (2021)

**COEFICIENTE ESTRUCTURAL CAPA DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO**

$$A1 = \text{Coeficiente est.} \times \text{Espesor (pulg)} =$$

$$NE = 0.40 \times 1 = 0.40$$

$$A2 = \text{Espesor (cm)} = \text{Espesor (pulg)} \times 2.54 (\text{pulg}) =$$

$$Esp = 1 \times 2.54 = 2.54 \text{ CM}$$

**COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE CAPA DE BASE**

$$A2 = \text{Coeficiente est.} \times \text{Cof. drenaje} \times \text{Espesor (pulg)} =$$

$$NE = 0.14 \times 1 \times 8 = 1.12$$

$$A2 = \text{Espesor (cm)} = \text{Espesor (pulg)} \times 2.54 (\text{pulg}) =$$

$$\text{Esp.} = 8 \times 2.54 = 20 \text{ CM}$$

COEFICIENTE ESTRUCTURAL CAPA SUB-BASE

$$A_3 = \text{Coeficiente est.} \times \text{Cof. drenaje} \times \text{Espesor (pulg)} =$$

$$NE = 0.11 \times 0.9 \times 8 = 0.792$$

$$A_3 = \text{Espesor (cm)} = \text{Espesor (pulg)} \times 2.54 (\text{pulg}) =$$

$$\text{Esp.} = 8 \times 2.54 = 20 \text{ CM}$$

$$NE = 0.40 + 1.12 + 0.792$$

$$NE = 2.312$$

Tabla 44.

Capas	Coeficiente est.	espesor (pulg)	Coeficiente drenaje	NE	espesor (cm)
a1=	0,40	1		0,40	2,54
a2=	0,14	8	1	1,12	20,00
a3=	0,11	8	0,9	0,792	20,00
				2,312	

**2,312 > 2,15 Ok.**

coeficiente drenaje 1 = Se evacua en una semana (regular)

Base

coeficiente drenaje 0.90 = Se evacua en una semana (regular)

Subbase

NOTA. Espesores de la vía el progreso vía cementerio.

Elaborado por: Santamaria (2021)

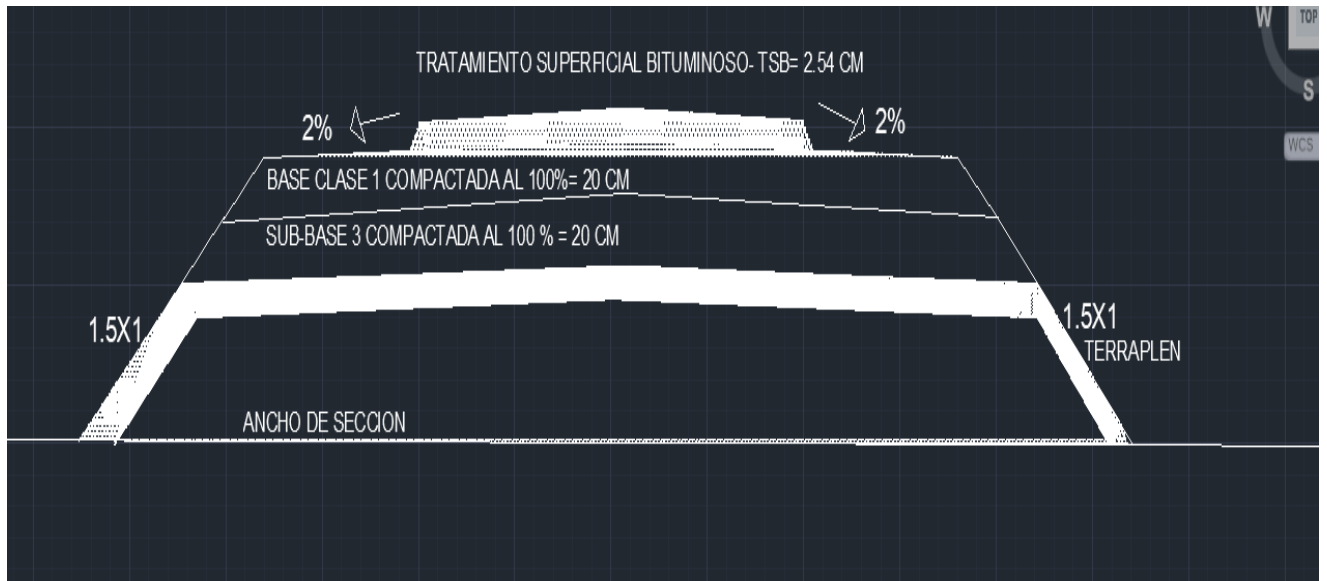
Se considera en la el valor 0.40 ya que es una capa de tratamiento superficial bituminoso.

$$SN = a_1 d_1 + a_2 d_2 m_2 + a_3 d_3 m_3$$

$$SN = 0.40 + 0.14(1)8 + 0.11(0.9)8$$

$$SN = 0.40 + 1.12 + 0.792$$

SN=2.312



**Figura 21.** *Tratamiento superficial*  
Elaborado por: Santamaria (2021)

## IMPACTO AMBIENTAL

El estudio ambiental en la construcción de obra pública busca cumplir las respuestas del ambiente a este tipo de trabajos; se realiza un análisis de la relación directa entre el impacto ambiental y el hombre. En la construcción de la plataforma de tierra de la vía Progreso-vía Cementerio se deberá prepara un programa de desarrollo de protección al ecosistema, como medidas de mitigación para precautelar la diversidad de flora y fauna del sector.

En el sector de la vía Progreso-vía Cementerio del cantón San Cristóbal, provincia de Galápagos, la vía Progreso-vía Cementerio se encuentra ubicada de forma paralela a un canal

Componentes de un pavimento	Coeficientes (3)		
	$a_1$	$a_2$	$a_3$
<i>Capa de rodamiento</i>			
Mezcla en sitio (estabilidad baja)	0.20		
Mezcla en planta (estabilidad alta)	0.44*		
Arena asfalto	0.40		
<i>Capa Base</i>			
Grava arenosa		0.07 (2)	
Piedra picada		0.14*	
Base tratada con cemento (no un suelo-cemento):			
650 lb/pulg <sup>2</sup> , o más (1)		0.23 (2)	
400 a 650		0.20	
400 " , o menos		0.15	
Base tratada con material bituminoso:			
De gradación gruesa		0.30 (2)	
Arena asfalto		0.25	
Base tratada con cal		0.15-0.30	
<i>Sub-base</i>			
Grava arenosa			0.11*
Arena o arcilla arenosa			0.05-0.10

- (1) Resistencia a la compresión al cabo de 7 días.  
 (2) Estos valores se derivan de los ensayos de campo efectuados en la Carretera Experimental AASHO, pero no tienen la exactitud de los valores determinados que se señalan con un asterisco.  
 (3) Se recomienda analizar estos coeficientes y hacer los cambios que la experiencia aconseje.  
 \* Valores tomados de la ecuación derivada de los ensayos efectuados en la Carretera Experimental AASHO.

**Figura 22.** Componentes de pavimento  
 Elaborado por: Santamaria (2021)

longitudinal, que en época invernal provoca inundaciones y desbordes de sus aguas, lo que produce el daño de la estructura de la vía. Este problema se complica en el momento en que las instituciones que realizan obra pública requieren de la intervención y construcción del canal longitudinal, puesto que el estado actual de la vía no permite que se realicen adecuadamente los trabajos de construcción.

Mediante entrevistas realizadas a funcionarios de las instituciones encargadas de la ejecución de la obra pública en el cantón San Cristóbal, se pudo conocer la opinión sobre la construcción de las plataformas de tierra, concluyendo que no existen manuales o compendios para la construcción de este tipo de obras y que en muchas ocasiones se incumple con la normativa ambiental que rige para las Islas Galápagos, y provocando daños en el medioambiente.

El estudio busca la realización de un proyecto de construcción de la plataforma de tierra para la vía Progreso-vía Cementerio que sea viable desde el punto de vista constructivo y ambiental, planteando medidas de prevención y de control de los factores ambientales.

### Medidas de mitigación

Entre las medidas de mitigación del impacto ambiental de la construcción de la plataforma de tierra en la vía Progreso-vía Cementerio se pueden mencionar las siguientes:

### ***Suelo***

Para remediar, en parte, las consecuencias negativas resultantes de las etapas de la construcción de la plataforma de tierra, se pueden aplicar algunas medidas de mitigación como lo son:

- El desbroce del terreno se lo realizará únicamente en las áreas aledañas necesarias, con el fin de evitar la erosión eólica
- Determinar los lugares de excavación y relleno, de manera que no se alteren las condiciones físico-químicas del suelo, salvo cuando el trabajo sea estrictamente necesario.
- Evitar el derrame de aceites, lubricantes, grasas, aditivos y otros productos industriales, dando un mantenimiento correcto a la maquinaria utilizada en la construcción.

### ***Aire***

Durante la etapa de construcción de la plataforma de tierra, se deberá realizar las actividades que involucran la preparación del terreno y construcción de manera secuencial según vaya avanzando la obra; además, deberá procurarse realizar la construcción en fase húmeda.

### ***Ruido***

Para evitar el aumento del ruido por el tráfico generado en la construcción, los vehículos que transiten por el sitio, la maquinaria y el equipo que se utilice, deben disponer de sistemas silenciadores para amortiguar la generación de ruido. Estas medidas las deben cumplir quienes están encargados del transporte, construcción y operación de la construcción de la plataforma de tierra.

### ***Flora***

El desbroce del sitio de la construcción se lo deberá realizar únicamente en las áreas destinadas a la plataforma de tierra para preservar la cubierta vegetal.

### ***Fauna***

La mitigación del impacto de la construcción de la plataforma de tierra sobre la fauna del sector, deberá considerar la importancia de la biodiversidad de la zona, por lo que en cada una de las distintas etapas de la obra se permitirá su huida hacia predios circundantes, evitando la caza, que caigan en trampas o en cepos envenenados. Esto facilitará su reintroducción al final de la obra.

**Tabla 45.***Causas y efectos*

<b>Actividades en la construcción de la plataforma</b>	<b>Efectos</b>	<b>Medidas ambientales sugeridas</b>
Desbroce y limpieza. Replanteo y nivelación con equipo topográfico	Pérdida de hábitat de animales silvestres. Descenso de la calidad del aire para las aves por el polvo	<p>No talar los árboles con maquinaria porque el ruido asusta a las aves (Pinzón Cantor) que se encuentran a 10 metros; esto puede perjudicar su estado migratorio.</p> <p>No talar con machete ya que hay aves pueden anidar en las plantas</p> <p>Cortar con una espátula el contorno donde están enterradas las plantas (Pega-Pega) y levantarlas cuidadosamente hacia el vehículo de transporte que debe tener recipientes como receptáculo para trasladarla a una velocidad máxima de 10km/h ya que sus frutos se pegan.</p> <p>Hacer senderos con estacas de maderas pintados de rojo cada 10 metros para no cruzar más allá del área verde y no perjudicar a las especies que estén en su hábitat natural.</p> <p>Usar guantes de tela</p>
Excavación sin clasificar	Molestia a la población, perjudica el hábitat de las aves endémicas y nativas como el pinzón carpintero cercanas a la obra. Pérdida de hábitat de las plantas, Descenso de la calidad del aire por el polvo	<p>La excavación con martillo hidráulico y cucharón realizar de 9am-12pm y de 3pm-5pm es en la hora donde los animales endémicos y nativos salen en busca de comida y no se encuentran en sus hogares.</p> <p>Cuando se realice el desalojo, se deberán realizar los desalojos del material de 3pm-5pm.</p> <p>No realizar este tipo de excavación durante la noche ya que las especies endémicas y nativas descansan en la flora y fauna cerca de la obra y estas pueden verse amenazadas por sus crías</p>
Suministro y colocación de sub-base	Relleno con material del sitio	<p>Hidratar la tierra con agua, compactar y nivelar con el equipo topográfico y la motoniveladora. Utilizar el material del sitio en un 30% que esté limpio para el uso de la plataforma sin material orgánico, utilizando material de sitio disminuye la contaminación por el traslado en el que interviene el transporte y el uso del material no renovable que está en la mina.</p> <p>Mezclar el material prestado de 70% con el material del sitio de 30% con la motoniveladora. Si existiese material sobrante, realizar el desalojo de pm a 5pm.</p> <p>No talar las plantas y arboles</p> <p>Cada 5 metros tomar puntos topográficos si es necesario para visualizar la mira</p> <p>Llevar una rama de 2 metros que esté caída en el piso pasar espantar a los animales</p> <p>No tocar a los animales directamente porque sus similares los huelen y los sacan de la manda.</p> <p>Utilizar guantes de tela.</p> <p>Colorar estacas de 20 centímetros cada 5 metros para que sirva como guía y no perjudicar el hábitat</p>

---

Suministro y colocación de base	Relleno con material prestado	<p>Hidratar la tierra con agua para la disminución en la contaminación del medio ambiente. compactar y nivelar con el equipo topográfico y la motoniveladora.          Abastecer de este material durante 8am-12pm y 3pm-4.30 pm para que no se vea afectada las especies y la población          Usar material prestado un 70% en la plataforma. Si existiese material sobrante, realizar el desalojo de pm a 5pm.          No talar las plantas y arboles          Cada 5 metros tomar puntos topográficos si es necesario para visualizar la mira          Llevar una rama de 2 metros que esté caída en el piso pasar espantar a los animales          No tocar a los animales directamente porque sus similares los huele y los sacan de la manda.          Utilizar guantes de tela.          Colorar estacas de 20 centímetros cada 5 metros para que sirva como guía y no perjudicar el hábitat</p>
Material bituminoso	Contaminación de las áreas protegidas. Consumo de este líquido por las aves. Las lagartijas pueden morir quemadas al entrar en contacto con este material.	Al momento de colocar el asfalto diluido, realizar esta actividad de 1pm-5pm por cuanto el clima es el adecuado al no presentarse lloviznas que pueden dispersar dicho material y contaminar las áreas verdes, por el derrame del material, evitando el desperdicio y los costos que se generan, además de evitar el impacto ambiental.

---

**Elaborado por:** Santamaria (2021)

## CONCLUSIONES

Finalizado el estudio, se pudieron determinar algunas medidas de mitigación de la contaminación ambiental en la construcción de plataformas de tierras o vías vecinales en áreas protegidas de la provincia de Galápagos, estableciendo las actividades de la construcción, los efectos que causan estas actividades y las medidas ambientales sugeridas, siendo éstas el resultado del análisis ambiental que se realizó en el sitio.

Se identificó la situación actual del sitio de la construcción de la plataforma de tierra en la vía El Progreso-Vía Cementerio en la isla San Cristóbal, estableciéndose que la vía se encuentra en mal estado, debiendo su deterioro sobre todo en la época invernal, y que causa inconvenientes a los poblados aledaños al sector y al acceso de los vehículos. Se consideró la realización de entrevistas a personeros de entidades que realizan obra pública en la provincia para conocer sus opiniones con respecto a la construcción de plataformas de tierra y sus efectos en el medio ambiente.

Mediante la realización de los correspondientes estudios geométricos para la construcción de la vía, se determinó el tráfico existente por la vía El Progreso-vía Cementerio: El TPDA inicial es 208, el TPDA de diseño para el 2021 es de 66, cantidad de ejes equivalentes es de 186.042 y el cálculo de las capas de pavimento, donde se indica que la sub base y la base tendrá 20 cm y se le colocará una capa de tratamiento bituminoso sobre la base granular y evitar una mayor contaminación al colocar una carpeta asfáltica, con la finalidad de mejorar las características del suelo y conseguir que la vía tenga una superficie uniforme y sea resistente a la circulación de vehículos de baja intensidad.

Se evaluó un esquema ambiental para la construcción de la plataforma de tierra en la vía El Progreso-Vía Cementerio, para lo cual se levantó una matriz de actividades en la plataforma con su correspondiente evaluación ambiental. En dicha matriz se especificaron las actividades de construcción a realizar para la construcción de la plataforma, empezando por las actividades de desbroce y limpieza, replanteo y nivelación con equipo topográfico, excavaciones a máquina y manual, relleno con material prestado importado y de sitio y su respectiva hidratación y compactación, colocación de material bituminoso, entre otras actividades; cada una con su correspondiente medida ambiental sugerida que trate de mitigar el impacto en el ambiente de las áreas protegidas.



## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda al Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, GAD Municipal de Galápagos en San Cristóbal y Santa Cruz y al Parque Nacional Galápagos lo siguiente:

Realizar la socialización de la guía para otras instituciones que realicen obra pública

Adjuntar la guía a los Términos de Referencia para participar en concursos de construcción de obra pública.

Usan tratamiento bituminoso de 2.54 cm ya que es una carretera de 1.2km.

## REFERENCIAS

- Aetess. (s/f). *Recomendaciones para el diseño y ejecución de plataformas de trabajo en obras de cimentaciones especiales*. [https://aetess.com/wp-content/uploads/DISE%C3%91O-Y-EJECUCION-DE-PLATAFORMAS-DE-TRABAJO\\_AETESS\\_PROCEDIMIENTOS-TECNICOS.pdf](https://aetess.com/wp-content/uploads/DISE%C3%91O-Y-EJECUCION-DE-PLATAFORMAS-DE-TRABAJO_AETESS_PROCEDIMIENTOS-TECNICOS.pdf)
- Arqhys.com. (2017). *Tipos de construcción*. [https://www.arqhys.com/decoracion/tipos\\_de\\_construccion.html](https://www.arqhys.com/decoracion/tipos_de_construccion.html)
- Arroyave, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múnera, D., Zapata, P., Vergara, I., Andrade, L., & Ramos, K. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA*, 5. <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n5/n5a04.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. <https://www.todaunavida.gob.ec/wp-content/uploads/2019/02/CONSTITUCION-DE-LA-REPUBLICA-DEL-ECUADOR.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2010). *Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización COOTAD*. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/COOTAD.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2014). *Código Orgánico Integral Penal COIP*. <https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec080es.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2015). *Ley Orgánica de Régimen Especial de la Provincia de Galápagos*. <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2016/04/LOREG-11-06-2015.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)
- ASSHTO. (1993). *Guía AASHTO 93 para Diseño de estructuras de pavimento*. pdfslide.net. <https://pdfslide.net/documents/guia-aashto-93-version-en-espanol.html>
- Astorga, A. (2006). *Guía ambiental centroamericana para el sector de desarrollo de infraestructura urbana*. Diseño Editorial S.A. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2006-098.pdf>
- Báez, O. (2009). Las islas Galápagos: Tesoro natural. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 30(1–2). <https://doi.org/10.26807/remcb.v30i1-2.68>

- Balón, K., & Vera, E. (2018). *Análisis de fertilidad de los suelos agrícolas de las Islas Galápagos—Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela y Floreana* [Tercer Nivel]. Universidad Central del Ecuador Sede Galápagos.
- Barcelona Activa. (2011). *Guía-intérprete ambiental*.  
<https://treball.barcelonactiva.cat/porta22/es/fitxes/G/fitxa5016/guiainterprete-ambiental.do>
- Consortio Expansión PTAR Salitre. (2017). *Procedimiento de trabajo seguro para excavaciones*. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5aecc931e5ecd.pdf>
- Construmática. (s/f). *Movimiento de Tierras*. Recuperado el 22 de febrero de 2021, de [https://www.construmatica.com/construpedia/Movimiento\\_de\\_Tierras](https://www.construmatica.com/construpedia/Movimiento_de_Tierras)
- Correa, F. (2015). *Manual para la prevención de riesgos en movimientos de tierra* [Tercer Nivel, Universidad Internacional del Ecuador UIDE].  
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2141/1/T-UIDE-1219.pdf>
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles DGCF. (2005). *Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito*.  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_770.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_770.pdf)
- Dudley, N. (Ed.). (2008). *Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas*. IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2008.PAPS.2.es>
- Edupea. (2015). *Áreas Protegidas*. <http://www.edupedia.ec/index.php/temas/del-ecuador/del-ecuador/areas-protegidas>
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 29(3), 234–254. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732014000300002>
- Esri. (s/f). *Story Map Journal. Problemas ambientales en las Islas Galápagos*. Recuperado el 23 de febrero de 2021, de <https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=c7457795933f4e7ab8337a9b56e70872>
- Fuentes, M. (2020). *Análisis del Séptimo Objetivo de desarrollo del Milenio: Movilidad humana hacia las Islas Galápagos. Su impacto en la conservación ambiental* [Magíster en Relaciones Internacionales, Universidad de Guayaquil].  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51071/1/ISPOCI%20a0Maestria%20en%20Relaciones%20Internacionales%20Fuentes%20Mayra.%20DFDS.2020.pdf>
- GAD San Cristóbal. (2020). *Informe No. 001-UGR-GADMSC- 2020*.

- García, J. (2019). *Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín* [Título de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23731/1/Suelo%20cemento-%20Tesis.pdf>
- Gómez, A. (2020). *Las caras de la contaminación ambiental: Flora y fauna*. Hola News. <https://holanews.com/las-caras-de-la-contaminacion-ambiental-flora-y-fauna/>
- Google Earth. (2020). *Islas Galápagos*. [https://earth.google.com/web/search/islas+gal%c3%a1pagos/@-0.89778775,-89.60987638,4.33280446a,7101.9309175d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCbNmY7bO8dU\\_ERCXNr\\_kL-S\\_GT217Ud3d1bAIddn1eBc9IbA](https://earth.google.com/web/search/islas+gal%c3%a1pagos/@-0.89778775,-89.60987638,4.33280446a,7101.9309175d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCbNmY7bO8dU_ERCXNr_kL-S_GT217Ud3d1bAIddn1eBc9IbA)
- Granados, C., Serrano, D., & García-Romero, A. (2014). Efecto de borde en la composición y en la estructura de los bosques templados. Sierra de Montealto, centro de México. *Caldasia*, 36(2), 269–287. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v36n2.47486>
- Guevara-Martínez, F. (2015). *Análisis y ejecución de movimiento de tierras en una obra empleando el diagrama de curva masa* [Máster en Ingeniería Civil, Universidad de Piura]. [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2441/MAS\\_ICIV-L\\_029.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2441/MAS_ICIV-L_029.pdf)
- H. Congreso Nacional. (2004a). *Ley de Gestión Ambiental*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- H. Congreso Nacional. (2004b). *Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Ley-Forestal-y-de-Conservacion-de-Areas-Naturales-y-Vida-Silvestre.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta). McGraw-Hill. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Instituto Geofísico EPN. (2021). *Islas Galápagos*. <https://www.igepep.edu.ec/servicios/listado-de-articulos-cientificos/content/50-islas-galapagos>
- INVÍAS. (2015). *Mapas que transportan personas*. Esri Ecuador. [https://www.esri.com.ec/casos\\_de\\_exito/invias/](https://www.esri.com.ec/casos_de_exito/invias/)
- Mena, L. (2017). *Trazado y diseño geométrico de la prolongación de la vía Santa Inés entre el sector San Juan de los Diablos entre el río Resbalo y el río Tigre, parroquia Río Negro, cantón Baños, provincia de Tungurahua* [Título de Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Ambato].

- <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25572/1/Tesis%201120%20-%20Mena%20Carrasco%20Luis%20Santiago.pdf>
- MIDUVI. (2015). *Peligro Sísmico. Diseño sismo resistente*.  
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>
- Millán, J. (2005). *Guía ambiental para evitar corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal* (Primera). Molde Gráficas.  
[https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/1\\_Doc\\_riesgos\\_Guia\\_Ambiental.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/1_Doc_riesgos_Guia_Ambiental.pdf)
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013a). *Volumen N° 2—Libro A Normas para estudios y diseños viales*. [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013\\_Manual\\_NEVI-12\\_VOLUMEN\\_2A.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf)
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013b). *Volumen N° 3 Especificaciones genrales para la construcción de caminos y puentes*. [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013\\_Manual\\_NEVI-12\\_VOLUMEN\\_3.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf)
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras. Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013*. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf)
- Ministerio del Ambiente. (s/f). *Glosario de términos*. Recuperado el 26 de agosto de 2021, de <http://pras.ambiente.gob.ec/web/siesap/glosario>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Parque Nacional Galápagos*. <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/parque-nacional-gal%C3%A1pagos>
- Ministerio del Ambiente y Agua. (s/f). *Ecuador, país anfitrión para la XI Conferencia de las Partes de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres*. Recuperado el 31 de marzo de 2021, de <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-pais-anfitrion-para-la-xi-conferencia-de-las->

partes-de-la-convencion-sobre-la-conservacion-de-las-especies-migratorias-de-animales-silvestres/

- Ministerio para la Transición Ecológica. (2019). *Efectos de borde y efectos en el margen de las infraestructuras de transporte y atenuación de su impacto sobre la biodiversidad* (Vol. 7). Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO). [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/7\\_efectos\\_bordes\\_y\\_margenes\\_tcm30-505618.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/7_efectos_bordes_y_margenes_tcm30-505618.pdf)
- Muro, E. (s/f). *Nivel guía de calidad ambiental*. Recuperado el 26 de agosto de 2021, de <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/NivelGuia.htm>
- Naciones Unidas. (s/f). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Naciones Unidas; United Nations. Recuperado el 31 de marzo de 2021, de <https://www.un.org/es/observances/biodiversity-day/convention>
- Nueva ISO. (2015). *¿Qué son los aspectos ambientales? - Nueva ISO 14001*. <https://www.nueva-iso-14001.com/2018/04/que-son-los-aspectos-ambientales/>
- Obando, A. (2017). *Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental del proyecto “Palo Santo Galápagos Hotel”* (p. 287) [Estudio de impacto ambiental]. <https://maepngalapagos.files.wordpress.com/2017/08/eia-pma-palo-santo.pdf>
- Parque Nacional Galápagos. (s/f). *Áreas protegidas*. Recuperado el 26 de agosto de 2021, de <http://www.galapagos.gob.ec/areas-protegidas-3/>
- Pazmiño, D. (2020). *Realización de un cortometraje animado sobre el turismo como problemática ambiental en el Parque Nacional Galápagos* [Tercer Nivel, Universidad de Las Américas UDLA]. <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12016/1/UDLA-EC-TMPA-2020-03.pdf>
- Pérez, J., & Gardey, A. (2009). *Definición de drenaje*. Definición.de. <https://definicion.de/drenaje/>
- Pérez, J., & Gardey, A. (2017). *Definición de áreas protegidas*. Definición.de. <https://definicion.de/areas-protegidas/>
- Pérez, J., & Gardey, A. (2018). *Definición de cuneta*. Definición.de. <https://definicion.de/cuneta/>
- Pérez, J., & Merino, M. (2009). *Definición de ecosistema artificial*. Definición.de. <https://definicion.de/ecosistema-artificial/>
- Plataforma Arquitectura. (2020). *Construcción en tierra: Las más recientes noticias y obras de arquitectura*. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/tag/construccion-en-tierra>

- Presidencia de la República. (2010). *Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado*.  
<https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2018/06/Reglamento-a-la-Ley-de-Seguridad-Publica-y-del-Estado.pdf>
- Presidencia de la República. (2012a). *Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones*.  
<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112184.pdf>
- Presidencia de la República. (2012b). *Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados*.  
<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112181.pdf>
- Presidencia de la República. (2012c). *Norma de calidad del aire ambiente*.  
<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112183.pdf>
- Proctevia Cía. Ltda. (2003). *Normas de Diseño Geométrico*.  
[https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dediseo-geometrico-de-carretera\\_2003-ecuador.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dediseo-geometrico-de-carretera_2003-ecuador.pdf)
- Quezada, W. (2016). *Diseño del camino vecinal Libertad Km 25 vía a Macas, cantón Pastaza en la provincia de Pastaza* [Título de Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25261>
- Rojas, M. (2015). *Rehabilitación de la vía Tanlagua Perucho. Abscisa 0+000 a la abscisa 6+000* [Título de Ingeniero Civil, Universidad Central del Ecuador].  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4342/1/T-UCE-0011-158.pdf>
- Romero, I. (s/f-a). *Efectos ambientales en fase de construcción*. Universitat Politècnica de València. Recuperado el 4 de abril de 2021, de  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/118400/Romero%20-%20Efectos%20ambientales%20en%20fase%20de%20construcci%3bn.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romero, I. (s/f-b). *Efectos ambientales en fase de construcción*. Universitat Politècnica de València. Recuperado el 4 de abril de 2021, de  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/118400/Romero%20-%20Efectos%20ambientales%20en%20fase%20de%20construcci%3bn.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida*.  
[http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)

- Sevilla, A. (2018). El misterio de los misterios. Las islas Galápagos en Ecuador y la obra “El Origen de las Especies”. *HiSTOReLo. Revista de Historia Regional y Local*, 10(19), 121–156. <https://doi.org/10.15446/historelo.v10n19.61461>
- SNIA. (2011). *Indicadores Ambientales*. [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores\\_2011/conjuntob/00\\_conjunto/marco\\_conceptual.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores_2011/conjuntob/00_conjunto/marco_conceptual.html)
- SNIP. (2011). *Caminos vecinales. Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos*.
- Soler-González, R., Varela-Lorenzo, P., Oñate-Andino, A., & Naranjo-Silva, E. (2018). La gestión de riesgo: El ausente recurrente de la administración de empresas. *Revista Ciencia UNEMI*, 11(26), 51–62. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6892841.pdf>
- Torres, J. (2018). *Efectos de la estructura en las propiedades índice de un suelo residual derivado de ceniza volcánica*. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/14461>
- Vélez, M. (2015). *Categorización ambiental nacional de proyectos, obras o actividades*. Noboa, Peña & Torres. <https://www.legalecuador.com/es/publicaciones/categorizacion-ambiental-nacional-de-proyectos-obras-o-actividades>
- WCS Ecuador. (2021). *Jerarquía de la mitigación*. <https://ecuador.wcs.org/es-es/Iniciativas/Mitigaci%C3%B3n-de-impactos/JERARQU%C3%8DA-DE-LA-MITIGACI%C3%93N.aspx>
- Zehetner, F., Gerzabek, M. H., Shellnutt, J. G., Ottner, F., Lüthgens, C., Miggins, D. P., Chen, P.-H., Candra, I. N., Schmidt, G., Rechberger, M. V., & Sprafke, T. (2020). Linking rock age and soil cover across four islands on the Galápagos archipelago. *Journal of South American Earth Sciences*, 99, 102500. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102500>



## ANEXOS

### Anexo 1. Entrevistas



### Anexo 2. Entrevista vía correo electrónico 1

Correo: Giovanni Santamaria - Outlook - Mozilla Firefox

https://outlook.live.com/mail/0/deeplink?popoutv2=1&version=20210920004.10

Responder | Eliminar | No deseado | Bloquear

**RV: preguntas**

De: Verónica López <veel01122@hotmail.com>  
Enviado: jueves, 13 de mayo de 2021 10:08  
Para: Giovanni Santamaria <giovanni.santa@hotmail.com>  
Asunto: preguntas

remito lo indicado.

1. ¿Los trabajos a realizarse en las cañadas del cantón que no se encuentran encausadas involucran la construcción de plataformas de tierra?  
sí
2. ¿Qué materiales básicos utilizan en la construcción de las plataformas de tierra previas a los trabajos en las cañadas?  
Arena, piedra, cemento, agua, varilla, ripio
3. ¿Los trabajos de obra pública se acogen a alguna disposición u ordenanza previa?  
Sí se acogen a las ordenanzas establecidas por las instituciones.
4. ¿Los trabajos de obra pública cumplen con algunas medidas ambientales?  
Si las reguladas por el Ministerio del Ambiente, GADMSC y CGREG.
5. Si los trabajos de obra pública están regulados por ordenanzas y cumplen mediadas ambientales, ¿por qué los trabajos en la cañada motivo de estudio demuestran lo contrario?  
No existe control de cumplimiento de la LEY
6. ¿Existen sanciones por incumplimiento de normativas y ordenanzas?  
Algunas veces sí y otras no
7. ¿Cree Ud. que para los trabajos en la cañada motivo de estudio no se siguió una planificación previa regulada por alguna ordenanza?  
No se conoce el proyecto
8. ¿Hizo falta algún instrumento de soporte que especifique el proceso a seguir para los trabajos en la cañada?  
No conozco
9. ¿Cree Ud. que la elaboración de una guía metodológica ambiental para la construcción de plataformas de tierra sería un instrumento que documente todo el proceso de construcción?  
Sí sería muy importante

Activar Windows

### Anexo 3.

#### Entrevista vía correo electrónico 2

Correo: Giovanni Santamaria - Outlook - Mozilla Firefox

https://outlook.live.com/mail/0/deeplink?popoutv2=1&version=20210920004.10

Responder | Eliminar | No deseado | Bloquear

**RV: Re: Preguntas que me ayudaran para mi investigación, proyecto de tesis.**

----- Mensaje reenviado -----  
De: Maryuri Revelo <irlanmayi@gmail.com>  
Fecha: 10 may. 2021 17:05  
Asunto: Re: Preguntas que me ayudaran para mi investigación, proyecto de tesis.  
Para: giovanni.santa@hotmail.com  
Cc:

Estimado en cuanto a sus preguntas.

¿Los trabajos a realizarse en las cañadas del cantón que no se encuentran encausadas involucran la construcción de plataformas de tierra? Desconozco sobre este tema, sin embargo se debería tomar en cuenta todas las recomendaciones posibles en cuanto al diseño estructural de las mismas, dado que el relieve topográfico de la isla, se encuentra caracterizado por un porcentaje bastante alto en cuanto a relieve hídrico, en vista que existen mini-encañadas que se encuentran cruzando por todo el suelo de la isla.

2. ¿Qué materiales básicos utilizan en la construcción de las plataformas de tierra previas a los trabajos en las cañadas?  
De lo poco que he visto generalmente utilizan concreto (cemento), material de acero, piedra volcánica, arena, es decir recursos no renovable que se dan en la isla para el caso de piedra y arena.

3. ¿Los trabajos de obra pública se acogen a alguna disposición u ordenanza previa?  
**Realmente desconozco, pero debería existir por parte del Gobierno Autónomo algún tipo de procedimiento o regulación para estos tipos de proyectos.**

4. ¿Los trabajos de obra pública cumplen con algunas medidas ambientales?  
**Toda obra, actividad o proyecto que se realice en las Islas Galápagos deben acogerse a las normas ambientales dictadas por la Autoridad Ambiental (Ministerio del Ambiente y Agua). El Código Orgánico del Ambiente (CODA), establece claramente en el Artículo 11 sobre la Responsabilidad objetiva, de conformidad con los principios y garantías ambientales establecidas en la Constitución, toda persona natural o jurídica que cause daño ambiental tendrá responsabilidad objetiva, aunque no exista dolo, culpa o negligencia. Los operadores de las obras, proyectos o actividades deberán mantener un sistema de control ambiental permanente e implementarán todas las medidas necesarias para prevenir y evitar daños ambientales, especialmente en las actividades que generan mayor riesgo de causarlos. De igual manera el Artículo 162. Obligatoriedad. Todo proyecto, obra o actividad, así como toda ampliación o modificación de los mismos, que pueda causar riesgo o impacto ambiental, deberá cumplir con las disposiciones y principios que rigen al Sistema Único de Manejo Ambiental, en concordancia con lo establecido en el presente Código**

5. Si los trabajos de obra pública están regulados por ordenanzas y cumplen medidas ambientales, ¿por qué los trabajos en la cañada motivo de estudio demuestran lo contrario?

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.