



**REPUBLICA DE PANAMÁ**  
**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS LOGÍSTICAS**

**TÍTULO DEL PROYECTO DE GRADO**

**PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA PARA DETERMINAR LOS MÉTODOS  
ÓPTIMOS PARA EL CONTROL DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN EN  
CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA PANAMERICA, PANAMÁ ARRAIJÁN**

**PROYECTO DE TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN  
INGENIERIA INDUSTRIAL CON ÉNFASIS EN SEGURIDAD Y SALUD  
OCUPACIONAL**

**Tutor: Carlos Noya**  
**Autores: Abdiel Santamaría**  
**Freddy E. González G.**

**Ciudad de Panamá, 1 de julio de 2020**



**REPUBLICA DE PANAMÁ  
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS LOGÍSTICAS**

**TÍTULO DEL PROYECTO DE GRADO**

**PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA PARA DETERMINAR LOS MÉTODOS  
ÓPTIMOS PARA EL CONTROL DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN EN  
CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA PANAMERICA PANAMÁ ARRAIJÁN**

**PROYECTO DE TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL CON ÉNFASIS EN SEGURIDAD Y SALUD  
OCUPACIONAL**

**AUTORES: Abdiel Santamaría  
Freddy E. González**

**Ciudad de Panamá, 1 de julio de 2020**

## Carta del tutor



Ciudad de Panamá, 4 de marzo de 2020

Profesor  
Nagib Yassir  
Coordinador Comité de Titulación de Estudios de Licenciatura.  
Presente.

En mi carácter de Tutor del Trabajo de Grado presentado por los Bachilleres Abdiel Santamaría, documento de identidad (cédula) N° 1. .... y Freddy González, documento de identidad (cédula) N° 1. ....; para optar al grado de, Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Seguridad y Salud Ocupacional considero que el trabajo: reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Jurado examinador que se designe.

Atentamente,

\_\_\_\_\_  
Carlos Noya

Documento de identidad. No. \_\_\_\_\_

Línea de Investigación: Planeación Estratégica, gestión ambiental, control de erosión

## **Dedicatorias**

El presente trabajo de grado va dedicado a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer. A mi esposa, mi hijo y mi madre que con apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

*Abdiel Santamaría*

Este esfuerzo deseo dedicar a ese ser Superior de naturaleza creadora del planeta y el universo, quien por la Divina Providencia me designo la guía y protección de mi vida. A mi madre, padre, mi hermana Fanny, Erick y mis sobrinas Wendie y Arlene por su apoyo y colaboración a este esfuerzo, Igualmente a mis difuntos tíos Eneido, Virgilio, Sabino y María N., quienes llenos de gozo celebrarían este peldaño alcanzado dentro de mi profesión.

*Freddy González*

## **Reconocimientos**

El presente trabajo agradecemos a Dios por ser nuestra guía y acompañarnos en el transcurso de mi vida, brindándonos paciencia y sabiduría para culminar con éxito nuestras metas propuestas.

A nuestras madres por ser nuestros pilares y habernos apoyado espiritualmente con sus oraciones y buenos consejos.

Agradecemos al Arq. Carlos Noya, por tomarnos bajo su tutela, destacando apoyo incondicional para esta meta, así como a las profesoras que integraron el jurado de tesis, las Dras. Aura López y Mercedes Villavicencio.

Agradecemos a la Dra. Maricarmen Soto y por sus consejos, enseñanzas, apoyo incondicional para esta meta.

De igual forma agradecemos a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología UNICYT y su cuerpo docente por darnos la oportunidad de recibirnos de ingenieros industriales.

*Abdiel Santamaría*

*Freddy González*

## Índice General

Portada.....	i
Portada interna.....	ii
Carta del tutor.....	iii
Dedicatorias.....	iv
Reconocimientos.....	v
Índice General .....	vi
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Gráficos .....	viii
Índice de Figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract .....	x
Introducción .....	1
1.1    Enunciado o definición del problema .....	1
1.2    Delimitación del problema .....	2
1.3    Objetivos generales y específicos.....	2
1.3.1    Objetivo General .....	2
1.3.2    Objetivos Específicos .....	3
1.4    Preguntas de investigación .....	3
1.5    Justificación .....	3
2. Capítulo II. Marco Teórico.....	2
2.1.    Planificación Estratégica en la construcción de carreteras.....	2
2.2.    Componentes del proceso de planificación estratégica.....	3
2.3    Sobre los impactos de la construcción de carreteras.....	4
2.4    Normativa sobre el Control de Erosión en obras de construcción .....	8
2.5    Control de Erosión en obras de construcción .....	16
2.6    Otros indicadores de Control de Erosión en obras de construcción.....	21
3. Capítulo III. Marco Metodológico.....	25
3.1.    Tipo de investigación .....	25

3.2. Diseño de investigación.....	25
3.3. Modelos de Planeación Estratégica.....	26
3.3.1. Modelo de David.....	26
3.3.2. Modelo de Kaplan y Norton.....	28
3.3.3. Modelo de Goodstein, Nolan y Pfeiffer.....	30
3.3.4. Etapas de Planeación Estratégica de Costa Planas.....	32
4. Conclusiones.....	35
5. Recomendaciones .....	37
6. Bibliografía.....	40
7. Anexos. ....	43
7.1. Términos de Referencia .....	43
7.2. Mapa topográfico del área del proyecto.....	46
7.3. Mapa de cobertura vegetal impactada en el área del proyecto.....	47
7.4. Presupuesto del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto de estudio .....	48
7.5. Ubicación de Taludes .....	49
7.6. Descripción de Taludes sobre el alineamiento del proyecto .....	51
7.7. Informe de Actividades realizadas con el Tutor .....	54

## Índice de Cuadros, Gráficos y Figuras

### Índice de Tablas.

Tabla 1. Tipo de evaluación y metodologías. ....	4
Tabla 2. Entidades Gubernamentales que son actores en el marco normativo del área de estudio.....	5
Tabla 3. Normativa legal aplicable al Proyecto de estudio.....	9
Tabla 4. Controles del Plan de Control de Erosión de acuerdo al EIA.....	15
Tabla 5. Formas y mecanismos de erosión y obras de estabilización. ....	18
Tabla 6. Principales guías de sostenibilidad de infraestructura vial.....	22
Tabla 7. Evaluación de la Planeación Estratégica de CES según el Modelo David.....	27

Tabla 8. Evaluación de la Planeación Estratégica de CES según el Modelo Kaplan y Norton .....	29
Tabla 9. Evaluación de la Planeación Estratégica de CES según el Modelo Goodstein, Nolan y Pfeiffer .....	31

## Índice de Gráficos

Gráfica 1. Curva de riesgo ante la Pérdida Económica Potencial (US\$) de un evento .....	6
Gráfica 2. Pérdidas económicas potenciales (US\$) ante amenazas naturales y Beneficios de reducción de riesgo anual en proyectos de carreteras .....	21

## Índice de Figuras

Figura 1. Rutas afectadas en la república de Panamá: 1933-2019.....	7
Figura 2. Afectaciones al Sector Transporte causadas por eventos asociados a la erosión en la república de Panamá: 1933-2019.....	7
Figura 3. Costos de las afectaciones causadas por eventos asociados a la erosión en la república de Panamá: 1933-2019.....	8
Figura 4. Esquema del proceso de erosión.....	16
Figura 5. Modelo de Planeación Estratégica según David (2003).....	27
Figura 6. Modelo de Sistema Gerencial según Kaplan y Norton (2008).....	29
Figura 7. Modelo de Planeación Estratégica Aplicada según Gooddstein D, Nolan T. y Pfeiffer J. (1996).....	31
Figura 8. Etapas de la Planeación Estratégica.....	33



REPÚBLICA DE PANAMÁ  
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS LOGÍSTICAS

**PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA PARA DETERMINAR LOS MÉTODOS ÓPTIMOS  
PARA EL CONTROL DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DE LA  
CARRETERA PANAMERICA, PANAMÁ ARRAIJÁN**

**Autores: Abdiel Santamaría  
Freddy E. González**  
**Tutor: Carlos Noya**

**Año: 2020**

**Resumen**

El propósito de este estudio fue evidenciar como se aborda la planeación estratégica en el control de erosión en la construcción del tramo de la carretera panamericana Arraiján- Panamá. El paradigma de investigación adoptado fue el Estudio de Caso (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Ocampo, 2004). El área de estudio se hizo, considerando desde la documentación de los pliegos de cargo desarrollados por el Ministerio de Obras Públicas, así como una revisión de la legislación nacional sobre suelos. El abordaje de la información recopilada se trató mediante la verificación con los modelos de Planificación Estratégica: (David, 2003), (Kaplan y Norton, 2008), (Goodstein, Nolan y Pfeiffer, 1996) (Costa Planas, 2018), donde la conclusión identifica que no existe una planeación estratégica a mediano y largo plazo.

**Descriptor:** Planeación Estratégica, Gestión Ambiental, Control de Erosión, Carreteras.

**Línea de investigación.** Planeación Estratégica Ambiental



**REPUBLIC OF PANAMA  
INTERNATIONAL UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY  
FACULTY OF LOGISTICS SCIENCES**

**STRATEGIC PLANNING TO DETERMINE OPTIMAL METHODS FOR EROSION  
CONTROL AND SEDIMENTATION IN THE CONSTRUCTION OF  
PANAMERICAN HIGHWAY, PANAMA ARRAIJAN**

**Authors: Abdiel Santamaría  
Freddy E. González  
Tutor: Carlos Noya  
Year: 2020**

**Abstract**

The purpose of this study was to demonstrate how strategic planning addresses erosion control in the construction of the stretch of the Panamerican Highway Arraiján-Panama. The research paradigm adopted was the Case Study (Hernández Sampieri, Fernández Collado and Ocampo, 2004). The study area was done, considering from the documentation of the tender documents developed by the Ministry of Public Works, as well as a review of the national legislation on soils. The approach to the information collected was treated through the verification with models of Strategic Planning: (David, 2003), (Kaplan y Norton, 2008), (Goodstein, Nolan y Pfeiffer, 1996) (Costa Planas, 2018), where the conclusion identify that there is no strategic planning defined at mid and long term.

**Descriptors:** Strategic Planning, Environmental Management, Erosion Control, Roads.

**Line of research.** Environmental Strategic Planning

## Introducción

El Control de Erosión y Sedimentación en la construcción de carreteras es necesario por ser un compromiso ambiental obligatorio de acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental, o un requerimiento en la inspección por ser una buena práctica ambiental que debe realizar el contratista en este tipo de obras que por lo general son para el Estado.

En ocasiones, los contratistas no hacen el Control de Erosión y Sedimentación adecuado, muchas veces por desconocimiento de las implicaciones y obligaciones de esta medida de mitigación ambiental, otras veces por desconocimiento de la técnica adecuada a las condiciones del terreno.

Por ello, es necesario realizar un estudio que pretenda despejar cuales son las técnicas más óptimas para el Control de Erosión y Sedimentación de acuerdo las condiciones del terreno.

Para el primer capítulo se explica el planteamiento del problema, con sus objetivos y justificación, para el segundo capítulo se expone el marco teórico desde las diferentes perspectivas abordadas, es decir, sobre la conceptualización de planeación estratégica, los problemas de erosión y control de erosión en infraestructuras viales, los costos asociados a daños causados por la erosión y técnicas recomendadas.

En el tercer capítulo se explica el abordaje metodológico usando los modelos de planeación estratégica, a partir del análisis de los pliegos de cargo para el estudio de caso, donde se encontró una deficiencia identificada a nivel gerencial ya que no está definido el control de erosión, y a nivel de legislación no existe una ley de suelo que regule, por lo que los controles de erosión en infraestructuras viales parecen ser mecanismos de facturación y no sostenibilidad en las carreteras.

# Capítulo 1

## Planteamiento del Problema

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Enunciado o definición del problema**

El Control de Erosión y Sedimentación (CES) en la construcción de carreteras es necesario por ser un compromiso ambiental de carácter obligatorio acordado en el Estudio de Impacto Ambiental, o un requerimiento en la inspección por ser una buena práctica ambiental que debe realizar el contratista en este tipo de obras por lo general son para el Estado. Así como una garantía de sostenibilidad de que durante la construcción de infraestructura vial, no tendrá atrasos o durante su operación no tendrá cierres debido a derrumbes o deslizamiento, debido a CES mal manejadas.

En ocasiones los contratistas no hacen el CES adecuado, por desconocimiento de las implicaciones y obligaciones de esta medida de mitigación ambiental, otras veces por desconocimiento de la técnica adecuada a las condiciones del terreno.

Para la construcción de la carretera Panamericana Arraiján – Panamá, contempla en el CAPITULO 20 de los Términos de Referencia (TdR) del Ministerio de Obras Públicas (MOP), el zampeado del tipo que muestren los planos o que el Ingeniero Residente especifique, para protección de taludes o en cualquier sitio en que sea requerido. El zampeado será construido en todo de acuerdo con las dimensiones que aparecen en los planos, las indicaciones de estas especificaciones y las instrucciones del Ingeniero Residente. El zampeado podrá ser de uno de los cuatro tipos siguientes: Zampeado seco, zampeado con mortero, zampeado pesado con mortero, o de hormigón armado.

Aunque el zampeado es un método para el CES, no es el único, mientras dure la construcción del zampeado, el cual es efectiva en pendientes de suelo planas, es necesario modificar el terreno, realizando el desbroce de la vegetación. Que cuando el suelo pierde la vegetación, se incrementan los problemas de Erosión y Sedimentación. Aunque existe un conjunto de normativas vinculadas al CES, muchas veces la construcción de carreteras, incluso en la operación de las

carreteras colapsan su funcionalidad debido a problemas provocados por la falta de CES que garanticen la sostenibilidad de la infraestructura vial.

Por ello, es necesario realizar un estudio que pretenda despejar dudas sobre si existen una Planificación Estratégica sobre el uso de CES en la construcción de proyectos de carreteras, tomando como caso de estudio la Ampliación de Carretera Panamericana en su tramo Panamá - Arraiján.

## **1.2 Delimitación del problema**

Un efecto directo severo de la construcción de carreteras es la erosión y la sedimentación, debido a que a menudo se remueve la vegetación, se alteran los drenajes naturales, y los agregados del suelo superficial son despojados como parte del proceso de nivelación. Las actividades de la construcción pueden causar y acelerar la erosión, debido a la exposición de grandes extensiones de tierra a la lluvia y la escorrentía. Si la escorrentía no se controla y trata adecuadamente, puede conducir a la sedimentación de los cursos de agua, provocando alteración de los cauces de agua mediante inundaciones y en la degradación de los hábitats de la vida silvestre terrestre y acuática.

El clima, el tipo de suelo, la topografía y la vegetación influyen en el grado de erosión. La inestabilidad de taludes se puede mitigar por la creación de cortes o terraplenes. La alta pendiente en los taludes, la deficiencia del drenaje, la modificación de los flujos de agua, y los taludes excesivamente cargados pueden causar deslizamientos de tierra. El costo de solucionar los impactos causados por la erosión y la sedimentación, una vez han ocurrido, puede ser significativo (GGHACA, 2006).

## **1.3 Objetivos generales y específicos**

### **1.3.1 Objetivo General**

- Realizar una revisión de la Planificación Estratégica de los métodos para el Control de Erosión y Sedimentación en el proyecto de Construcción de la

Carretera Panamericana, tramo Panamá - Arraiján en Panamá Oeste para identificar cuáles son las fallas existentes.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Indagar sobre las diversas técnicas que se pueden emplear para el Control de Erosión y Sedimentación en proyectos de Carreteras en Panamá Oeste.
- Reconocer la incidencia de la Planificación Estratégica sobre la Gestión Ambiental en la implementación del Control de Erosión y Sedimentación en el proyecto de la Carretera Panamericana, tramo Panamá - Arraiján.
- Evaluar cuáles son los controles aplicables al Control de Erosión y Sedimentación en proyectos de Carreteras en Panamá Oeste.

### **1.4 Preguntas de investigación**

- ¿Existe alguna técnica de Control de Erosión y Sedimentación ampliamente reconocida como efectiva?
- ¿Se puede estimar los daños y costos que ocasionan una mala Planificación Estratégica en la Gestión Ambiental en la implementación del Control de Erosión y Sedimentación?
- ¿Qué criterios se puede emplear para comparar la eficacia y eficiencia de .las técnicas de Control de Erosión y Sedimentación?

### **1.5 Justificación**

El desarrollo de Obras Civiles como carreteras tiene impactos positivos y negativos. Uno de los efectos negativos que se evidencian es la ausencia de vegetación, suelos desnudos, problemas de erosión y sedimentación, especialmente en climas tropicales.

Existen diversas condiciones del suelo, tales como la superficie a controlar, textura del suelo, presencia de afloramientos rocosos, pendientes, longitud de la pendiente, proximidad a ríos o infraestructuras; las que intervienen en la selección de cuál es

la técnica más adecuada de acuerdo a las condiciones existentes. Ante estas diversas condiciones se suman condiciones ambientales por lo que se hace necesario evaluar cuáles son las técnicas más adecuadas de acuerdo a las condiciones locales de cada obra.

El siguiente estudio solo se suscribe a la mitigación mediante CES en el proyecto de la carretera Panamericana en Panamá Oeste, debido a que en este caso se desarrolla un proyecto de interés para la sociedad, por ser un eje de desarrollo que contribuye al desarrollo socio económico del país.

Se excluyen otros proyectos de rehabilitación de carreteras debido, puestos estos proyectos de Rehabilitación” sólo presentan un informe de cumplimiento de buenas prácticas ambientales ante el MOP, no son de obligatoriedad poseer un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), por ende no existe requisito legal en el uso de CES.

Los proyectos de carreteras en su primera fase de construcción deben poseer un EIA, debido a que estos estudios propendan el uso CES, queda consignado como un compromiso ambiental obligatorio de repercusiones legales.

Es necesario este tipo de estudio pues serviría como una guía para mejorar el concepto de Planeación Estratégica de la Construcción de carreteras en el uso de CES, lo cual podría servir como base a aplicar buenas prácticas ambientales a otros proyectos de menor relevancia (Quintero, 2016).

# Capítulo 2

## Marco Teórico

## 2. Capítulo II. Marco Teórico

### 2.1. Planificación Estratégica en la construcción de carreteras

El concepto de estrategia, que en el año 1944 es introducido en el campo económico y académico por John von Newman y Morgerstern con la teoría de los juegos, donde lo definen como la serie de actos que ejecuta una organización, los cuales son seleccionados de acuerdo con una situación concreta. Posteriormente en el año 1962, se introduce en el campo de la teoría del *Management*, por Alfred Chandler y Kenneth Andrews, lo definen como la determinación conjunta de objetivos de la empresa y de las líneas de acción para alcanzarlas. Santillán 16/01/2014.

Tenemos otros aportes que nos ayuda a entender la evolución del concepto Planeación Estratégica:

- "De una organización, las políticas y acciones secuenciales hacia un todo cohesionado. Una estrategia bien formulada ayuda al "mariscal" a coordinar los recursos de la organización hacia una posición "única, viable", basadas en sus competencias relativas internas, anticipando los cambios en el entorno y los movimientos contingentes de los "oponentes inteligentes" (Quinn, 1991, p. 125).
- "La definición de estrategia competitiva consiste en desarrollar una amplia formula de cómo la empresa va a competir, cuáles deben ser sus objetivos y qué políticas serán necesarias para alcanzar tales objetivos." (Porter, 1992, p. 44).
- "La administración estratégica se define como el arte y la ciencia de formular, implementar y evaluar decisiones multifuncionales que le permitan a una organización lograr sus objetivos."(David, 2008, p.5)
- Según Serna (1997) "la planeación estratégica es el proceso mediante una organización define su visión de largo plazo y las estrategias para alcanzarlas, a partir del análisis de sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas" (pp. 17).

- El modelo de David se fundamenta en el principio sistémico, y nos refiere a la interacción de los componentes de la organización respecto a sí misma, a través de las tres (3) fases que lo componen: formulación, implantación y evaluación de la estrategia; establece una interacción entre los distintos niveles jerárquicos y reconoce que la planeación debe incluir a los gerentes y empleados de niveles inferiores (Fuentes y Luna Cardozo, 2011).

## **2.2. Componentes del proceso de planificación estratégica**

Las metodologías para desarrollar procesos de planificación estratégica son variadas y se encuentran diversos enfoques en la literatura especializada. Mintzberg (1994). Desde el punto de vista de las organizaciones públicas, no existe en general un modelo a seguir y hallamos esquemas metodológicos que tienen mayor o menor complejidad. A diferencia de la programación operativa y el proceso presupuestario, la planificación estratégica tiene menor grado de rutinas y protocolos estandarizados dentro de la normativa pública, por lo que su internalización en los procesos organizacionales no es uniforme. (CEPAL – Serie Manuales N° 69, junio de 2011)

Sin embargo, tal como se mencionó, la planificación estratégica en el ámbito público es un instrumento que ayuda al establecimiento de prioridades, objetivos y estrategias como apoyo a la definición de los recursos que se requieren para lograr los resultados esperados. Teniendo esto en consideración, el proceso de elaboración de un plan estratégico en el ámbito público debe ser simple y estar incorporado a la rutina de la toma de decisiones directivas, así como en el calendario del proceso presupuestario. (CEPAL – Serie Manuales N° 69, junio de 2011)

**Tabla 1. Tipo de evaluación y metodologías.**

Ámbito de acción gubernamental	¿Qué se evalúa?	Metodologías/Fuentes de datos
Planes y Estrategias Nacionales de Desarrollo	Cumplimiento de compromisos, prioridades nacionales	Sistemas de Estadísticas Nacionales, encuestas, paneles de expertos y Evaluación de impacto
Institucional (Ministerios), Entidades Públicas	Cumplimiento de metas de gestión y resultados finales Eficiencia, Eficacia, Calidad y Economía	Sistema de indicadores de Desempeño Evaluación de programas (Marco Lógico)
Programas Públicos	Resultados, gestión e impacto	Evaluación de programas públicos inversión (Escritorio, impacto, EXPOST INVERSIONES) Marco Lógico
Inversiones	Rentabilidad Social Costo-Beneficio	Evaluación de inversiones: Costo-Beneficio ex/ante, ex/post.

Fuente: (CEPAL – Serie Manuales N° 69, junio de 2011).

### **2.3 Sobre los impactos de la construcción de carreteras**

Para el CES debe considerarse: el largo e inclinación de las laderas, la altura del corte, el tipo de substrato y la cobertura vegetal. Por tanto, el control de erosión y estabilidad de taludes, lleva a la pérdida de material del suelo como la tendencia al desplazamiento de estos materiales a lo largo de las pendientes, depende de múltiples factores a tener en cuenta para mantener la estabilidad y controlar la erosión en el área de influencia directa de la carretera: El largo e inclinación de las laderas, la altura del corte, el tipo de substrato y la cobertura vegetal.

De acuerdo con Quintero (2016): Existen impactos directos, indirectos y acumulativos en los proyectos de carretera. Las técnicas de CES se hacen de acuerdo al entorno que impacta: recurso forestal, acuático, fauna, asentamientos humanos.

Los procesos geomorfológicos determinan que durante el proceso constructivo se evalúen las condiciones locales de referencia a fin de adoptar rediseños y medidas

de manejo pertinentes Como norma general se puede afirmar que los taludes menores de tres metros (altura de corte) no demandan obras especiales de estabilidad. Por el contrario cuando la longitud es mayor, exceptuando aquellos casos cuya conformación sea rocosa, es recomendable incorporar medidas que aseguren su estabilidad o limiten las posibilidades de formación de fallas geotécnicas (Sanabria, 2002).

Cabanillas Vargas (2014) sostiene que: durante la etapa de la construcción, las actividades que mayores impactos negativos causaron al ambiente han sido la excavación y el movimiento de tierras, afectando principalmente a los componentes ambientales como la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea. Ante todo, impacto, existe una Gestión Ambiental que es llevada en función de las competencias territoriales de las entidades gubernamentales que se explica en la siguiente tabla.

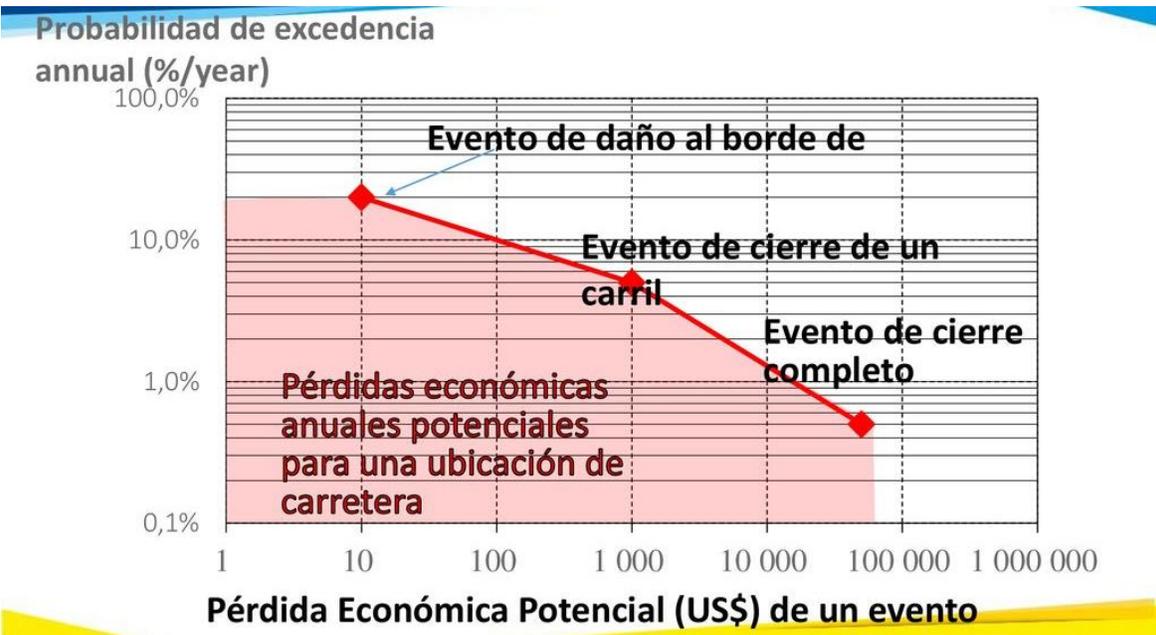
**Tabla 2. Entidades Gubernamentales que son actores en el marco normativo del área de estudio.**

Iniciales	Nombre de la Entidad	Competencia Territorial
ACP	Autoridad del Canal de Panamá	Toda obra que se haga dentro de la Cuenca del Canal o su zona de influencia, recibe su inspección
MIAMBIENTE	Ministerio de Ambiente	Seguimiento a los Estudios de Impacto Ambiental
MOP	Ministerio de Obras Públicas	Es el promotor de la obra y representa al Estado
Municipio	Municipios de Arraiján	Gobierno Local responsable constitucionalmente de velar por los recursos naturales y patrimonio del Estado asignados a su jurisdicción
SINAPROC	Sistemas Nacional de Protección Civil	Prevención y atención de desastres naturales y antropogénicos

Fuente: Los autores (2019).

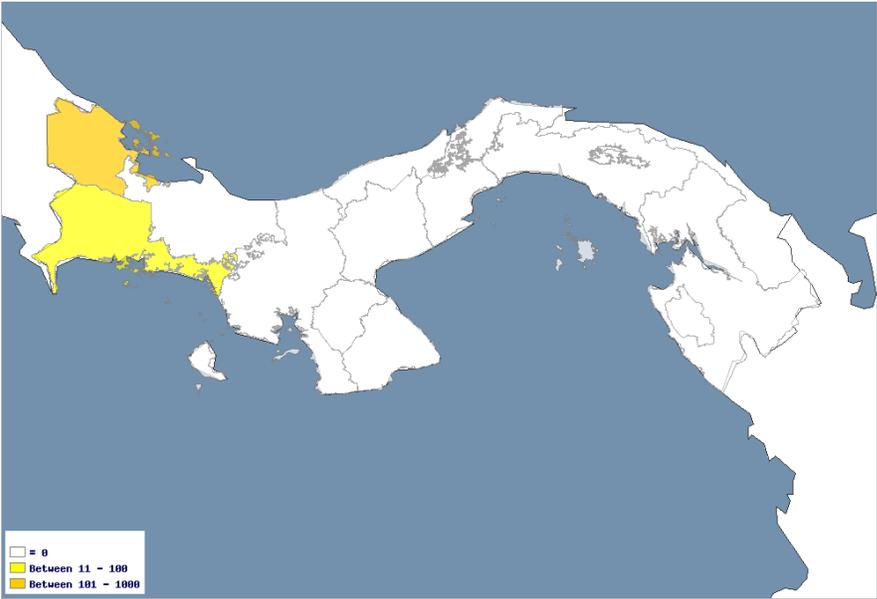
De acuerdo a cifras del Sistema Nacional de Protección Civil de Panamá entre 1933 y el 2019, publicadas en la Base de Datos DESINVENTAR de las Naciones Unidas, las rutas más afectadas por problemas asociados a la erosión se encuentran en el sector occidental de la república, en las provincias de Chiriquí y Bocas del Toro. Mientras las mayores afectaciones al sector del transporte se presentan en provincias centrales y los mayores impactos económicos en la provincia de Panamá.

**Gráfica 1. Curva de riesgo ante la Pérdida Económica Potencial (US\$) de un evento**



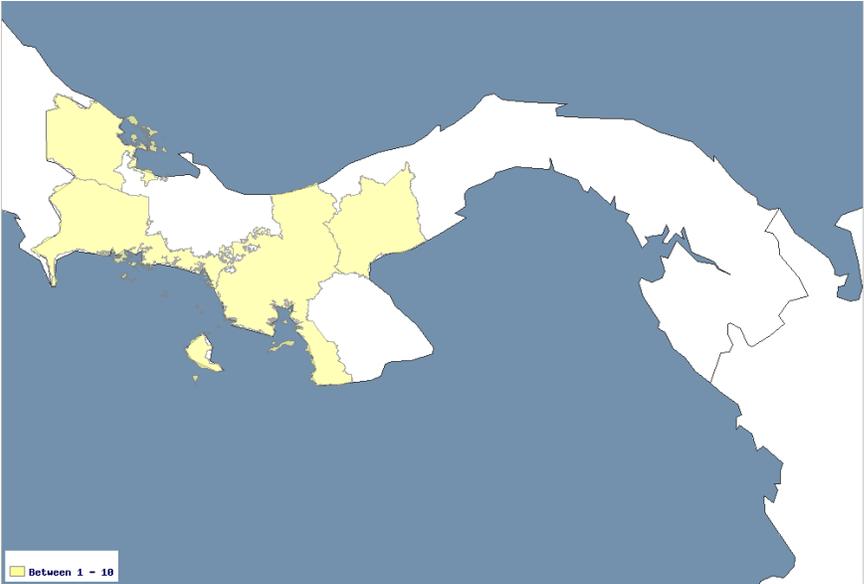
Fuente: Mikihiro Mori (2018).

**Figura 1. Rutas afectadas en la república de Panamá: 1933-2019**



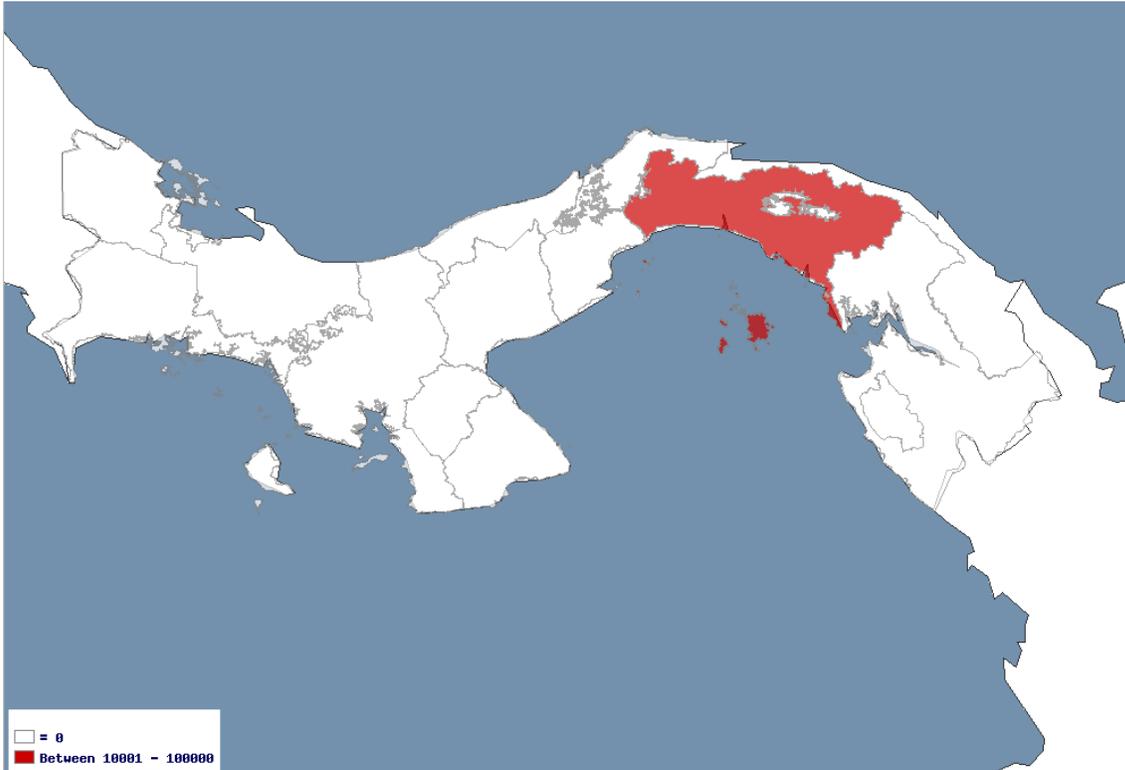
Fuente: SINAPROC (2019).

**Figura 2. Afectaciones al Sector Transporte causadas por eventos asociados a la erosión en la república de Panamá: 1933-2019**



Fuente: SINAPROC (2019).

**Figura 3. Costos de las afectaciones causadas por eventos asociados a la erosión en la república de Panamá: 1933-2019**



Fuente: SINAPROC (2019).

#### **2.4 Normativa sobre el Control de Erosión en obras de construcción**

De acuerdo al EIA presentado por el MOP para la construcción de la Carretera Panamericana, tramo Panamá – Arraiján el marco legal que rige los controles ambientales surgen de la Constitución Política de la República, en su Título III, Capítulo 7°, dictamina que la población del país debe vivir en un ambiente “sano y libre de contaminación”, colocando esto como un deber fundamental del Estado (artículo 118), sin embargo, al momento de establecer el modelo de desarrollo social y económico sostenible para el Istmo, delega esta última responsabilidad a “*todos los habitantes del territorio nacional*” (artículo 119).

Un aspecto de gran importancia para este proyecto, en materia de normativas de protección ambiental, es lo dispuesto en el artículo 120 de la Constitución que dice lo siguiente: “*El Estado reglamentará, fiscalizará y aplicará oportunamente las medidas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna terrestre, fluvial y marina, así*

*como de los bosques, tierras y aguas, se lleven a cabo racionalmente, de modo que se evite su depredación y se asegure su preservación, renovación y permanencia”.*

A continuación, se presente la Legislación ambiental relevante al proyecto (Ley general de ambiente y leyes complementarias):

**Tabla 3. Normativa legal aplicable al Proyecto de estudio.**

<b>LEGISLACIÓN</b>	<b>APLICACIÓN EN EL PROYECTO</b>
Ley N° 41 de 1 de julio de 1998, General de ambiente de la República de Panamá.	Capítulo II del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental
Ley N° 8 de 25 de marzo de 2015. Que crea el Ministerio de Ambiente	Aplica todo su contenido
Decreto Ejecutivo 123 de 14 de agosto de 2009. Proceso de evaluación de Impacto Ambiental	Aplica en la elaboración y proceso de evaluación del Estudio de Impacto Ambiental
Decreto Ejecutivo N° 155 de 2011. Que modifica el Decreto Ejecutivo 123 de 2009.	Aplica para el proceso de evaluación del Estudio de Impacto Ambiental
<b>FORESTAL Y COMPENSACIÓN ECOLÓGICA</b>	
Ley N° 1 de 3 febrero de 1994. Legislación Forestal	Aplica para la tala y aprovechamiento forestal, la prevención de la erosión
Resolución JD N°05-98. Reglamenta la ley 1 de 3 de febrero de 1994	
Resolución AG-0235-2003. Tarifa para el pago en concepto de indemnización ecológica	Aplica para el pago por indemnización ecológica
Acuerdo N°24 de 5 de abril de 2012. Acuerdo Municipal. Por el cual se declaran áreas protegidas El Cerro Cabra, los Chorros de Santa Clara (de las afluentes del Río Paja) y ambas	Aplica para el proyecto, aunque esta área de bosque no se encuentre en el SINAP del Mi ambiente es un área protegida a nivel Municipal, y para la ejecución del proyecto se requiere el

<b>LEGISLACIÓN</b>	<b>APLICACIÓN EN EL PROYECTO</b>
frangas de bosques que rodean la carretera Panamericana desde la cabecera del distrito hasta el Puente de las Américas y que comprende parte de la Subcuenca del Canal y el área de las Ruinas de Bique.	aval del Concejo Municipal de del distrito de Arraiján, ya que el mismo generará impactos de tala sobre el mismo.
<b>PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA</b>	
Ley N°24 de 7 de junio de 1995. Legislación de Vida silvestre	Aplica para la conservación de la vida silvestre en el área del proyecto
Decreto Ejecutivo N°43 de 2004	
Resolución AG-0051-2008. Especies de fauna y flora amenazadas y en peligro de extinción	Aplica para las especies de fauna y flora amenazadas y en peligro de extinción
Resolución AG-0292-2008. Requisitos para los Planes de rescate y reubicación de flora y fauna	Aplica para el plan de rescate y reubicación de flora y fauna del proyecto
Ley N°14 de 18 de mayo de 2007. Que adopta el nuevo código penal de la República de Panamá.	Aplicación del Título XIII Delitos contra el ambiente y el ordenamiento territorial.
<b>ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y USO DE SUELO</b>	
Ley N°6 de 1 de febrero de 2006. Que reglamenta el ordenamiento territorial para el desarrollo urbano y dicta otras disposiciones.	Aplica para el cambio de uso de suelo y zonificación
Decreto Ejecutivo N°23 de 2007	Reglamenta la Ley N°6 de 1 de febrero de 2006.
Resolución N°4-2009 de 20 de enero de 2009. Procedimiento y los requisitos para la tramitación de solicitudes relacionadas	Aplica para el procedimiento y requisitos para la tramitación de cambio de uso de suelo, asignación o cambio de servidumbres viales y

<b>LEGISLACIÓN</b>	<b>APLICACIÓN EN EL PROYECTO</b>
con el ordenamiento territorial para el desarrollo urbano.	asignaciones o cambios de líneas de construcción.
Ley N° 21 de 2 julio de 1997. Se aprueba el Plan Regional para el desarrollo de la Región Interoceánica y el Plan General de uso, conservación y desarrollo del área del Canal.	Aplica para las áreas afectadas que se encuentren dentro de las áreas del Canal y cuenca hidrográfica del canal de Panamá.
Acuerdo N° 240 de 25 de septiembre de 2002. Modifica el Plan de Usos de suelo de la Autoridad del Canal de Panamá.	Aplica para la ocupación de terrenos de propiedad de ACP al inicio del proyecto, como en relación a la afectación de utilidades y servicios.
<b>DESCARGA DE EFLUENTES LÍQUIDOS</b>	
Ley N° 66 de 10 de noviembre de 1947. Título Cuarto Saneamiento. Artículo 205.	Aplica para los temas de prohibición de descarga directa o indirectamente los desagües de aguas usadas, sean de alcantarillas o de fábricas u otros, en ríos, lagos, acequias o cualquier curso de agua.
Ley N°35 de 22 de septiembre de 1966. Uso de las aguas. Artículo 37	Aplica para el caso en que se desee hacer uso provechoso de aguas o descargar aguas usadas, se deberá solicitar el permiso o concesión correspondiente.
Resolución AG-0466-2002. Requisitos para las solicitudes de permisos o concesiones para descargas de aguas usadas o residuales	Aplica en el caso que se desee realizar una descarga de aguas usadas o residuales
Resolución N° 350 de 26 de julio de 2000. Aprueba el reglamento Técnico DGNTI COPANIT 39-2000	Aplica para el agua descargada de efluentes líquidos directamente a

<b>LEGISLACIÓN</b>	<b>APLICACIÓN EN EL PROYECTO</b>
	sistemas de recolección de aguas residuales.
Resolución N° 10 de 4 enero de 2008. Modifica la Resolución N°351 Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000	Aplica para las descargas de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de aguas superficiales y subterráneas.
Decreto Ejecutivo N°75 de 4 de junio de 2008. Norma primaria de calidad ambiental y niveles de calidad para las aguas continentales de uso recreativo con o sin contacto directo	Aplica para la verificación del cumplimiento de los análisis de calidad de agua.
<b>CALIDAD DE AIRE</b>	
Decreto Ejecutivo N°38 de 3 de junio de 2009. Normas ambientales de emisiones para vehículos automotores	Aplica para la verificación del cumplimiento y límites permisibles de emisiones vehiculares.
Resolución N° 124 de 20 de marzo de 2001.Reglamento DGNTI-COPANIT 43-2000. Higiene y seguridad industrial.	Aplica en el área del proyecto para el control de la contaminación atmosférica en ambientes de trabajo producida por sustancias químicas.
<b>RUIDO Y VIBRACIONES</b>	
Decreto Ejecutivo N°1 de 15 de enero de 2004. Niveles de ruido para áreas residenciales e industriales	Aplica en la verificación de los niveles de ruido permitidos cuando se trabaje cerca de áreas residenciales e industriales.
Decreto Ejecutivo N°306 de 4 de septiembre de 2002. Reglamento para el control de ruidos en espacios públicos	Aplica en la verificación de los niveles de ruido permitidos en espacios públicos
Resolución N°506 de 6 de octubre de 1999. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 44- 2000.	Aplica en la verificación del cumplimiento de las condiciones de

<b>LEGISLACIÓN</b>	<b>APLICACIÓN EN EL PROYECTO</b>
	higiene y seguridad en ambientes de trabajo donde se generen ruidos
Resolución N°505 de 6 de octubre de 1999. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000. Higiene y seguridad industrial en ambientes donde se generen vibraciones	Aplica en la verificación del cumplimiento de las condiciones de higiene y seguridad en ambientes de trabajo donde se generen vibraciones
<b>CALIDAD DE SUELO</b>	
Decreto Ejecutivo N° 2 de 14 de enero de 2009. Norma ambiental de calidad del suelo	Aplica para verificación del cumplimiento con respecto a la contaminación del suelo
<b>PATRIMONIO HISTÓRICO</b>	
Resolución N° AG-0363-2005 de 8 de julio de 2005.	Aplica porque establece las medidas de protección del patrimonio histórico por actividades generadoras de impacto ambiental, en caso de que durante la construcción se encuentre un hallazgo arqueológico
Resolución N°067-08 DNPH de 10 de julio de 2008.	Aplica en el caso de evaluación de los informes de prospección, excavación y rescate arqueológicos, que sean producto de los Estudios de Impacto ambiental y/o dentro del marco de investigaciones arqueológicas
<b>VIALIDAD</b>	
Decreto Ejecutivo N°640 de 27 de diciembre de 2006. Reglamento de tránsito	Aplica para los vehículos utilizados para la obra, señalización entre otros
Especificaciones técnicas generales para la construcción, mejoras y rehabilitación	Aplica para la ejecución del proyecto

<b>LEGISLACIÓN</b>	<b>APLICACIÓN EN EL PROYECTO</b>
de carreteras, caminos, calles, puentes, obras a fines y edificaciones en toda la República de Panamá. Ministerio de Obras Públicas, 2da Edición. 2002	
Especificaciones técnicas generales para la construcción y rehabilitación de carreteras y puentes. Ministerio de Obras Públicas. 2da Edición. 2002	Aplica para la ejecución del proyecto
Especificaciones ambientales. Ministerio de Obras Públicas. 2002	Aplica para la ejecución del proyecto
Manual de requisitos para la revisión de planos. Ministerio de Obras Públicas. 2da Edición. 2002.	Aplica para la aprobación de los planos finales del diseño.
Manual de procedimientos para tramitar permisos y normas para la ejecución de trabajos en las servidumbres públicas de la República de Panamá. Dirección de Operaciones ATTT. 2002	Aplica para la tramitación de los permisos de trabajo en las áreas de servidumbre.
<b>HIDROCARBUROS</b>	
Ley N°6 de 11 de enero de 2007. Manejo de residuos aceitosos	Aplica para el manejo de los residuos aceitosos generados por el proyecto
<b>RIESGOS NATURALES Y ANTRÓPICOS</b>	
Ley N°7 de 11 de febrero de 2005. Que reorganiza el Sistema Nacional de Protección civil.	Aplica por la ocurrencia o manifestación de un fenómeno de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre
• Decreto Ejecutivo N°177 de 30 de abril de 2008.	Reglamenta la Ley N°7 de 11 de febrero de 2005
<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>	

<b>LEGISLACIÓN</b>	<b>APLICACIÓN EN EL PROYECTO</b>
Decreto de Gabinete N°252 de 30 de diciembre de 1971, con modificaciones de la Ley N°44 de agosto de 1995. Código de Trabajo. Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral	Aplica para las contrataciones de mano de obra en el proyecto
Decreto Ejecutivo No 15 de 3 de julio de 2007.	Aplica para la reducción de la incidencia de accidentes de trabajo
Resolución N°45,588-2011 JD. Reglamento general de prevención de riesgos profesionales y de seguridad e higiene en el trabajo.	Aplica para la construcción de la obra, en cuanto se refiere a la prevención de riesgos profesionales, para proteger la salud

Fuente: EIA del Proyecto (2016).

Del EIA recomienda las siguientes medidas de mitigación durante la construcción (MOP, 2016):

- Plan de control de erosión: Establecer las medidas de orden preventivo y de control que permitan dar un manejo adecuado en la actividad de movimiento de tierras y evitar o mitigar los procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa en las áreas donde se llevarán a cabo las excavaciones.
- Plan de Vigilancia y Control: Evaluar periódica, integrada y permanentemente la dinámica de las variables ambientales, en la etapa de construcción.
- Programa de auditoría ambiental: realizar las inspecciones e informes de seguimiento al cumplimiento de las medidas de mitigación establecidas en el Plan de manejo ambiental del Estudio aprobado.

**Tabla 4. Controles del Plan de Control de Erosión de acuerdo al EIA**

<b>Indicador a verificar</b>	<b>Registro de cumplimiento</b>
Nº de taludes y/o laderas identificadas para estabilizar con obras de Ingeniería	Informes mensuales / Registro Fotográfico.

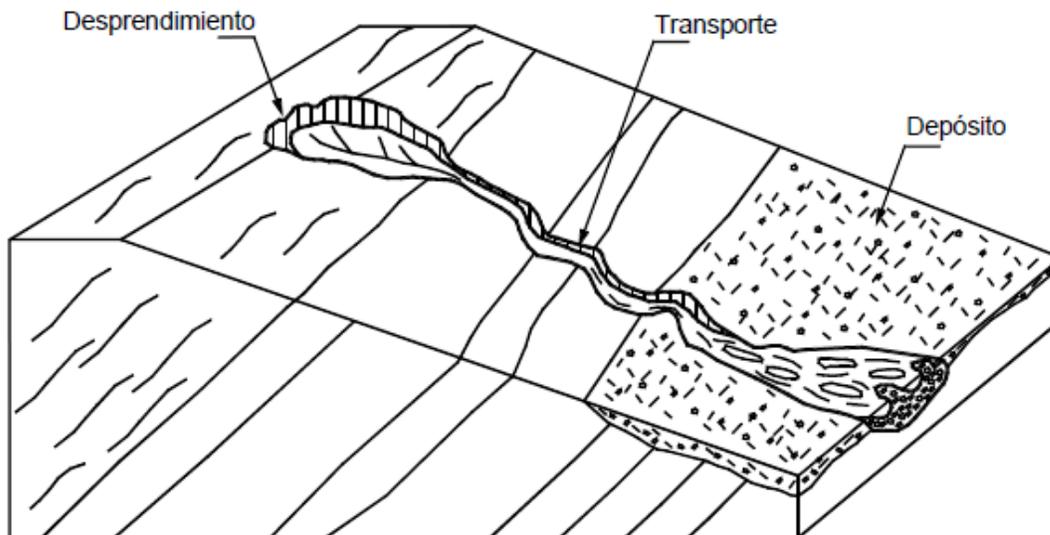
Unidad de área revegetada establecida (cara expuesta de taludes) con obras de ingeniería	
Unidad de área que conserva cobertura aplicada	

Fuente: EIA del Proyecto (2016).

## 2.5 Control de Erosión en obras de construcción

Debe entenderse que la erosión es el resultado de la acción de las fuerzas de fricción de gases o fluidos en movimiento, y puede existen de varios tipos (Suarez Díaz, 2001): por el viento, por gotas de lluvia, laminar, en surcos, por afloramiento de agua, por percolación, en cárcavas, en cauces de agua, por oleaje y en masa (deslizamiento).

**Figura 4. Esquema del proceso de erosión.**



Fuente: Díaz Suarez (2001).

La construcción de obras de bioingeniería que cada día toman mayor vigencia en la conservación de suelos requiere de una serie de cuidados con el objeto de garantizar la germinación y establecimiento de las especies vegetales y la eficiencia

de la medida de control de erosión. Tanto el terreno como las plantas deben cuidarse para que no sean alterados. (McCullah, 2001).

La estabilización biotecnica y la bioingeniería de suelos tienen en común el uso de materia viva (vegetación), sin embargo, la ingeniería de estabilización biotecnica emplea además de la vegetación, algunos elementos estructurales prefabricados de tipo mecánico que se acoplan entre sí para lograr la estabilización definitiva de un talud o un cuerpo de tierra. Los nuevos sistemas de ingeniería empleados para la estabilización biotécnica frecuentemente se combinan con elementos biológicos (plantas) para lograr una sinergia entre ellos que ayude a prevenir la erosión y los deslizamientos en taludes y obras de tierra.

Para la estabilización de taludes actualmente se emplean materiales como el concreto, el acero, la madera, el hierro galvanizado, los geos sintéticos de Polietileno de alta densidad (HDPE) o de Polipropileno, fabricados con diversas maquinarias industriales especializadas. Con estos sistemas, el hombre ha podido ir desarrollando y mejorando progresivamente en el tiempo varias técnicas que le permiten obtener proyectos y obras con mayor exactitud geométrica y con diferentes factores de seguridad ante las condiciones de esfuerzo y de deformación que le imponen la hidráulica y la geotecnia (Pulido, 2002).

Sobre la eficacia de la técnica de Control de erosión y sedimentación Prescott, et al (2013), en Panamá obtuvieron resultados según las características de construcción de las trampas, se determinó que el promedio total de los sedimentos retenidos en trampas de geotextil con geomalla fue de 76%, en calzadas con geomalla 6%, en trampas de tela de henequén con geomalla 13% y en sacos de henequén con piedra y geomalla 5%. Se determinó que las trampas de geotextil con geomalla tienen una efectividad mayor comparada con las otras cuatro según su promedio de capacidad de retención de m<sup>3</sup>.

También, cabe destacar que esta efectividad estará relacionada con el tamaño del diseño de las trampas, la cual está condicionada a las características de las pendientes del terreno donde se ubican. En este sentido, se determinó que el promedio del tamaño de construcción para la capacidad de retención de sedimentos en geotextil con geomalla es de 132 m<sup>3</sup>, en henequén con geomalla es de 11.6 m<sup>3</sup>, en calzas con geomalla es de 11.16 m<sup>3</sup> y en sacos de piedra con geomalla 6.7 m<sup>3</sup>

**Tabla 5. Formas y mecanismos de erosión y obras de estabilización.**

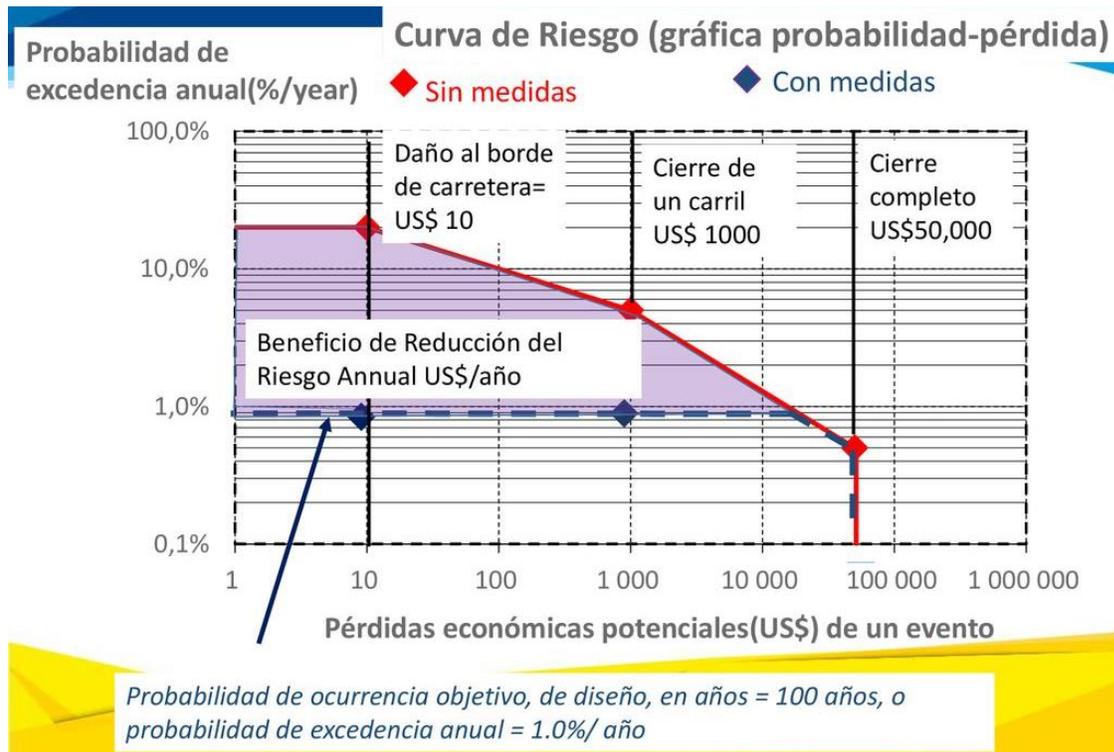
<b>Elemento que erosiona</b>	<b>Forma</b>	<b>Mecanismo</b>	<b>Obras de estabilización</b>
Gotas de lluvia	Semi-laminar	Golpeo, desprendimiento y esparcimiento	Cobertura vegetal de altura media y baja, revestimientos tratamiento químico, impermeabilización
Escorrentía	Semi-laminar (Difusa)	Transporte de suelos desprendidos por la lluvia y arrastre de materiales sueltos.	Cobertura vegetal, canales, recubrimiento con suelos resistentes.
	En surcos canaletas.	Desprendimiento y transporte a lo largo de canales intermitentes con avance hacia arriba	Recubrimientos diversos, cobertura vegetal, barreras, canaletas
	En cárcavas	Desprendimiento, turbulencia en canales intermitentes con avance hacia arriba	Recubrimientos diversos, trinchos, muros, barreras, canaletas, lavaderos, bioingeniería y biotecnología
Agua quieta Impermeabilización o en movimiento	Disolución	Los componentes químicos solubles en agua son disueltos por el agua.	Impermeabilización
	Dispersión	Desmoronamiento o separación de las partículas al saturarse	Impermeabilización, geotextiles, recubrimientos

<b>Elemento que erosiona</b>	<b>Forma</b>	<b>Mecanismo</b>	<b>Obras de estabilización</b>
Flujo tangencial	Profundización y/o ampliación del cauce	Corrosión en el perímetro mojado del cauce	Recubrimientos, muros, enrocados, espigones, retardadores, biotecnología
Flujo curvilíneo	Avance lateral de la ribera	Erosión por velocidad del agua y aportes por falla lateral de riberas verticales	Recubrimientos, muros, enrocados, espigones, retardadores, biotecnología
Flujo alrededor de obstáculos	Erosión localizada por turbulencias	Socavación alrededor del obstáculo, pila de puente, etc. por cambio de dirección del flujo	Recubrimiento del fondo, hexápodos, enrocados
Construcción de represas	Profundización por eliminación de sedimentos	Al no aparecer sedimentos para reposición de erosión el cauce se profundiza	Recubrimiento estructuras del fondo del cauce, biotecnología
Cambios artificiales del cauce	Profundización y/o sedimentación	Todo cambio en el régimen del río produce erosión y la socavación.	Recubrimientos, estructuras de fondo, biotecnología
Afloramiento de agua	Cárcavas en taludes	El gradiente hidráulico del afloramiento desprende el suelo en cáscaras o flujo	Drenes de pantalla, sub-drenes de penetración, biotecnología
Movimientos de aguas Subterráneas	Percolación	Desprendimiento y transporte interno de suelo por velocidades altas del agua subterránea	Impermeabilización, barreras enterradas, sub-drenes.

<b>Elemento que erosiona</b>	<b>Forma</b>	<b>Mecanismo</b>	<b>Obras de estabilización</b>
	Erosión interna (piping en inglés) donde el agua se arrastra por medio de los poros del suelo	Gradientes hidráulicos superiores a la capacidad de tracción del suelo	Barreras enterradas, geotextiles, Su-drenes de penetración.
Oleaje	Erosión y movimiento litoral en playas	Erosión y transporte de sedimentos hacia arriba, abajo y lateralmente en la orilla del mar	Espigones, rompeolas, muros.
	Cavernas en taludes de presas	Desprendimientos superficiales o por fragmentos por la acción de olas repetidas	Enrocados, recubrimientos, rompeolas.
Gravedad y presión de poros	Deslizamientos	Disminución de la resistencia al corte y falla por movimientos en masa.	Muros, pantallas ancladas, sub-drenes, abatimientos, bermas, bioingeniería, biotecnología
	Flujos de suelo o roca. Erosión en masa	Los materiales se comportan como un fluido viscoso y fluyen talud abajo	Estructuras de fondo, muros, recubrimientos, bioingeniería, biotecnología

Fuente: Díaz Suarez (2001).

**Gráfica 2. Pérdidas económicas potenciales (US\$) ante amenazas naturales y Beneficios de reducción de riesgo anual en proyectos de carreteras**



Fuente: Mikihiro Mori (2018).

## 2.6 Otros indicadores de Control de Erosión en obras de construcción

Ordoñez Díaz y Meneses Silva (2015) sostienen que existen varios tipos de indicadores en lo referente al subsector vial, unos son los criterios de evaluación e indicadores de Impacto, y los otros son los de sostenibilidad. A su vez los de sostenibilidad se dimensionan en Ecológico (gestionando la disponibilidad y aprovechamiento de los Recursos), Social (garantizando el acceso del transporte, seguridad y calidad de la movilidad) y Económico (considerando la competitividad, productividad, rentabilidad y maximización a partir de los costos de inversión).

Para ello, se ha considerado algunos criterios vinculadas al problema del control de erosión, empleadas en las principales guías de sostenibilidad de carreteras para el subsector de infraestructura vial, resumidas en la siguiente tabla:

**Tabla 6. Principales guías de sostenibilidad de infraestructura vial**

<b>Nombre</b>	<b>Autor</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Categorías (Criterios)</b>
<p><b>CEEQUAL – 2004</b> (CEEQUAL Ltd.) Esquema de adjudicación y evaluación de la calidad ambiental en ingeniería civil.</p>	<p>Instituto de Ingenieros Civiles y el Gobierno del Reino Unido.</p>	<p>Evaluar el desempeño ambiental y la Sostenibilidad en proyectos de ingeniería civil y de paisajismo durante las etapas de diseño, construcción y mantenimiento.</p>	<p>Estrategia del Proyecto. Gestión de Proyectos. Población y comunidades. Uso del Suelo y Paisaje. Medio Ambiente. Ecología y Biodiversidad. Medio Acuático. Recursos Físicos. Transporte.</p>
<p><b>Infrastructure Sustainability – 2009</b> (AGIC, 2009) Carreteras Sostenibles y Movilidad Óptima.</p>	<p>Consejo Australiano de Infraestructura Verde- AGIC.</p>	<p>Evaluar la sostenibilidad en el diseño, construcción y operación de la infraestructura de transporte.</p>	<p>Gestión y Gobernabilidad. Uso de los Recursos. Emisiones, Contaminación y Residuos. Ecología. Comunidad. Innovación</p>
<p><b>Green LITES – 2008</b> (NYSDOT, 2008) Liderazgo en el transporte y la sostenibilidad ambiental.</p>	<p>Federación de Carreteras de la Unión Europea.</p>	<p>Promover el transporte y carretas sostenibles como una alternativa para reducir los impactos negativos.</p>	<p>Sitios Sostenibles. Calidad del Agua. Materiales y Recursos. Energía y Medio Ambiente. Innovación.</p>
<p><b>Greenroads – 2010</b> (Greenroads, 2011) Carreteras Verdes.</p>	<p>Universidad de Washington (UW) y CH2M Hill.</p>	<p>Reconocer la aplicación de buenas prácticas sostenibles en el diseño y construcción de carreteras.</p>	<p>Requerimientos del Proyecto de Carreteras. Medio Ambiente y Agua. Acceso y Equidad. Actividades de Construcción.</p>

Nombre	Autor	Objetivo	Categorías (Criterios)
			Materiales y Recursos. Tecnología de Pavimentos.
<b>INVEST – 2012</b> (FHWA, 2012) Herramienta voluntaria de evaluación de la sostenibilidad en la infraestructura Administración	Federal de Carreteras (FHWA) de Estados Unidos.	Proporcionar orientación a los profesionales para evaluar la sostenibilidad de sus proyectos y programas de transporte.	Planificación del sistema. Desarrollo del Proyecto. Operaciones y Mantenimiento
<b>Envision – 2012</b> (ISI & Zofnass, 2012) Sistema de calificación de sostenibilidad de la infraestructura civil	Instituto de Infraestructura Sostenible de Washington y el Programa Zofnass de Infraestructura Sostenible de la Universidad Harvard.	Calificar y evaluar los Aspectos sociales, ambientales y económicos, a través del análisis del ciclo de vida de cualquier tipo y tamaño de proyecto de infraestructura civil.	Calidad de vida. Liderazgo. Asignación de recursos. Mundo natural. Clima y riesgo
<b>Sustainable Roads and Optimal Mobility - 2009</b> (ERF, 2009) Carreteras Sostenibles y Movilidad Óptima.	Federación de Carreteras de la Unión Europea.	Promover el transporte y carreteras sostenibles como una alternativa para reducir los impactos negativos sobre el ambiente, en Europa y sus estados miembros.	Planificación y Diseño de la Carretera. Construcción, Operación y Mantenimiento de la Carretera

Fuente: Ordoñez Díaz y Meneses Silva (2015)

# Capítulo 3

## Marco Metodológico

### **3. Capítulo III. Marco Metodológico**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Para Hernández Sampieri, Fernández Collado y Ocampo (2006), define el estudio de caso como “una investigación que mediante los procesos cuantitativo, cualitativo o mixto; se analiza profundamente una unidad para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y desarrollar teoría”.

La metodología utilizada fue realizar visitas a las principales entidades panameñas encargadas de regular el impacto que tiene el proceso erosivo en sitios de construcción como: Ministerio de Obras Públicas y Autoridad Nacional del Ambiente. También se realizaron búsquedas de estudios de impacto ambiental obteniendo como resultado que las medidas de mitigación hacia la pérdida del suelo están referenciadas a un documento del Ministerio de Obras Públicas que trata de las Especificaciones Ambientales.

#### **3.2. Diseño de investigación**

Para *Sampieri et al.* (2006), define el estudio de caso como “una investigación que mediante los procesos cuantitativo, cualitativo o mixto; se analiza profundamente una unidad para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y desarrollar teoría”.

Por ende, el presente trabajo pretende realizar una evaluación estratégica del problema del control de erosión y sedimentación y su impacto en la construcción de carreteras a partir del estudio de caso de la carretera Arraiján – Panamá, considerando desde la revisión de los Términos de Referencia de construcción esta carretera.

El diagnóstico es el objetivo principal para la elaboración de las estrategias a corto, mediano y largo plazo, las cuales se desarrollan en la etapa de planificación. Este método permite obtener, a través de la aplicación de una serie de técnicas (revisión

de literatura especializada, junto con entrevista y encuestas a expertos), la información necesaria para caracterizar la situación problema que se va a abordar como centro de las estrategias, y las diferencias que existe entre el estado actual y el estado deseado. La etapa de diagnóstico es el punto de partida para el diseño y ejecución de cada una de las acciones de solución a las dificultades que se hallaran.

La fuente primaria de datos a validar es la documentación que proporciona el Ministerio de Obras Públicas, en lo que respecta a la construcción de la carretera Arraiján – Panamá, dentro de sus Términos de Referencia se analizará si vincula la planeación estratégica al control de erosión en la construcción y operación de carreteras. Para ello se aplicarán los tres principales modelos de Planeación Estratégica: el modelo de Fred David, el modelo de Kaplan y Norton, y el modelo de Goodstein, Nolan y Pfeiffer.

### **3.3. Modelos de Planeación Estratégica**

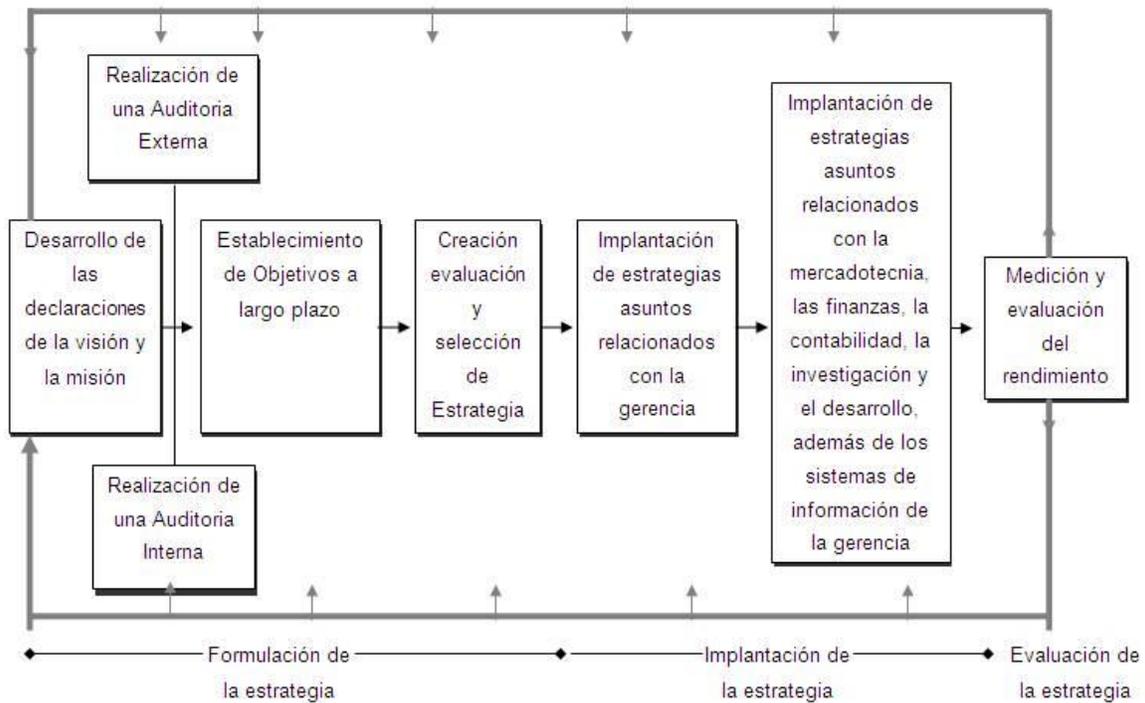
#### **3.3.1. Modelo de David**

El modelo de David se fundamenta en el principio sistémico, y nos refiere a la interacción de los componentes de la organización respecto a sí misma, a través de las tres (3) fases que lo componen: formulación, implantación y evaluación de la estrategia; establece una interacción entre los distintos niveles jerárquicos y reconoce que la planeación debe incluir a los gerentes y empleados de niveles inferiores (Fuentes y Luna Cardozo, 2011).

Si aplicamos la evaluación acorde al modelo de David, debemos considerar las tres etapas del proyecto: Formulación, Implementación y Evaluación de la Estrategia de realizar CES en la construcción y operación de la Carretera Panamericana, tramo Panamá – Arraiján.

Para ello, se realizará una revisión de cumplimiento de los ocho (8) aspectos planteado por el modelo de David, presentado en la siguiente figura:

**Figura 5. Modelo de Planeación Estratégica según David (2003)**



Fuente: Fred David (2003).

**Tabla 7. Evaluación de la Planeación Estratégica de CES según el Modelo David**

Aspecto	Revisión
Desarrollo de las declaraciones de visión y misión	Cumple, se registra en la visión y misión del MOP
Realización de Auditoría Interna	Cumple, los CES contemplado en los informes
Realización de Auditoría Externa	Cumple, los CES contemplado en los informes
Establecimiento de objetivos a largo plazo	No cumple, los CES sólo están considerados en 3 etapas de las 6 del proyecto de acuerdo al EIA
Creación, Selección y Evaluación de la Estrategia	No cumple, no existe un seguimiento en lo referente al CES como una estrategia para garantizar sostenibilidad de una obra vial

Implementación de la Estrategia relacionado con la Gerencia	No cumple, no existe una estrategia en lo referente a la aplicación de CES a lo largo de la obra
Implementación de la Estrategia relacionado con la Mercadotecnia...	No cumple, pues ante problemas ocasionados por la falta de CES, el MOP procede a realizar las reparaciones.
Medición y evaluación de rendimiento	Cumple a corto plazo mientras se realiza la construcción, a mediano y largo plazo no se realiza

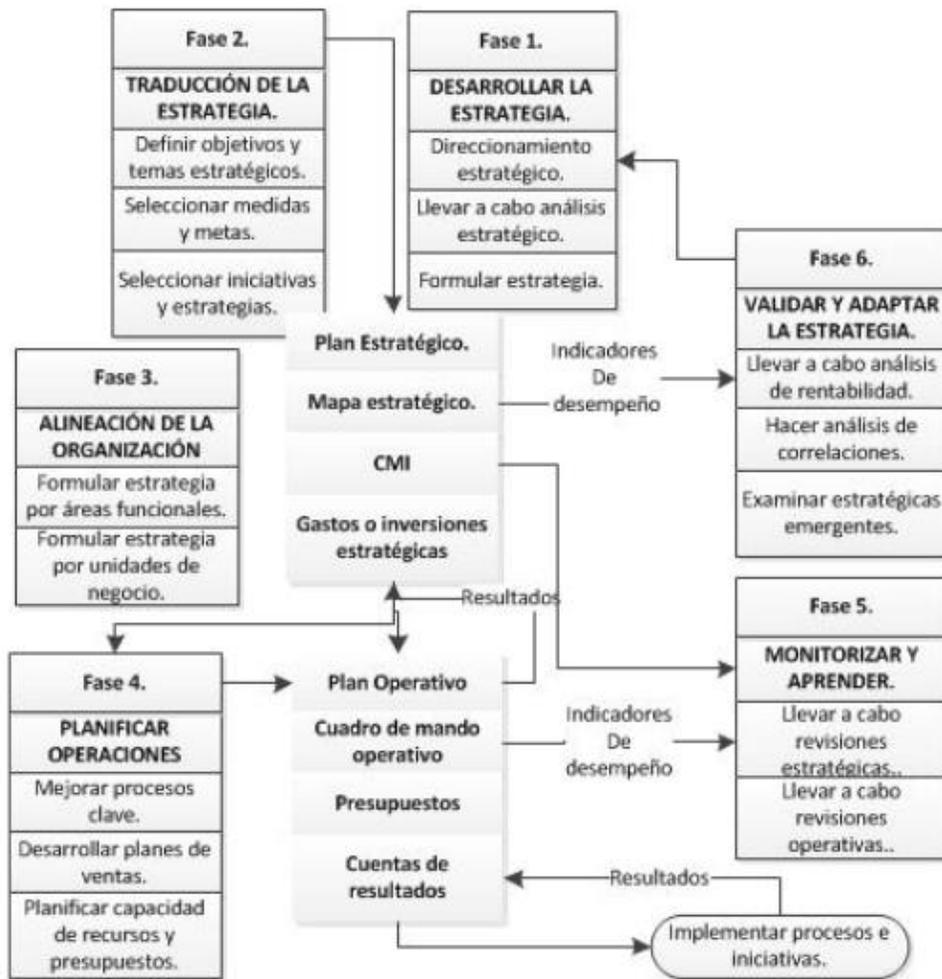
Fuente: Los Autores (2020).

### 3.3.2. Modelo de Kaplan y Norton

El modelo de Kaplan y Norton, también conocido como modelo de Cuadro de Mando Integral, no responde al principio sistémico cuando se refiere a la traducción de la estrategia en objetivos estratégicos, sólo por parte de la alta dirección de la organización, y no manifiesta la interacción de las partes que la conforman como patrón organizativo, lo cual se puede evidenciar en la primera fase a través de la clarificación de la visión, sin considerar a los trabajadores de distintos niveles jerárquicos dentro de la organización. También, plantea un sistema de información que divulgue los objetivos además del sistema de indicadores estratégicos para la medición del plan estratégico (Fuentes y Luna Cardozo, 2011).

Para la evaluación del modelo de Kaplan y Norton, se va a considerar las seis fases del modelo de Sistema Gerencial verificando evidencias que se considere la CES en la construcción y operación de la Carretera Panamericana, tramo Panamá – Arraiján. Considerando la revisión las seis (6) fases, presentadas en la siguiente figura:

**Figura 6. Modelo de Sistema Gerencial según Kaplan y Norton (2008)**



Fuente: Kaplan y Norton (2008).

**Tabla 8. Evaluación de la Planeación Estratégica de CES según el Modelo Kaplan y Norton**

Fase	Revisión
1. Desarrollar la Estrategia	Cumple, se registra en la visión y misión del MOP
2. Traducción de la estrategia	Cumple, en la verificación de informes de seguimiento
3. Alineación de la Estrategia	Cumple, debido a la naturaleza del proyecto, el MOP comparte responsabilidad de seguimiento

	del CES con MiAmbiente y ACP de acuerdo a la normativa legal y TdR
4. Planificar Operaciones	No Cumple, debido a que no existe un plan de seguimiento de CES, solo cumple durante la construcción del proyecto, no hay seguimiento a la CES para la fase operativa de la carretera
5. Monitorear y Aprender	No Cumple, debido a que no existe un plan de monitoreo para seguimiento de CES, cuando ocurre una falla por erosión y sedimentación, se abre un proceso nuevo para construir CES
6. Validar y Adaptar la Estrategia	No Cumple, se evidencia que la estrategia de implementación CES en el proyecto, parece aplicar el modelo de negocio de “facturar por unidad de CES durante la construcción” de acuerdo a los TDR

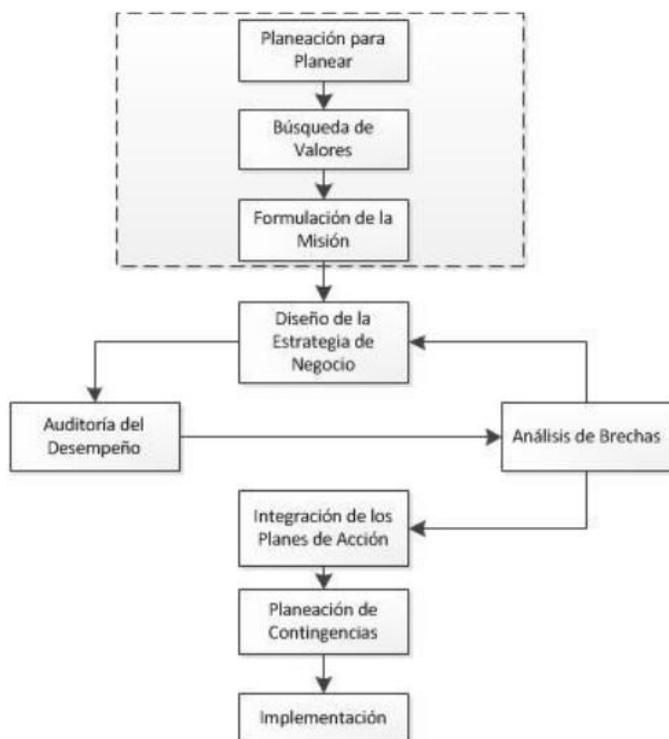
Fuente: Los Autores (2020).

### 3.3.3. Modelo de Goodstein, Nolan y Pfeiffer

El modelo de Goodstein, Nolan y Pfeiffer considera la creación de grupos de trabajo conformados tanto por el gerente general como por un grupo representativo de trabajadores, de la organización que aporten en el proceso de toma de decisiones, por otro lado, la evaluación de la respuesta ante estas decisiones. De esta manera, el patrón organizativo muestra la contribución de las partes con el todo (interacción de los elementos de la estructura organizativa con la organización en sí), con consideración de los factores internos (Fuentes y Luna Cardozo, 2011).

Para la evaluación del modelo de Goodstein, Nolan y Pfeiffer, va a considerar los nueve (9) ítems del modelo de Planificación Aplicada verificando evidencias que se considere para CES en la construcción y operación de la Carretera Panamericana, tramo Panamá – Arraiján, presentadas en la siguiente figura:

**Figura 7. Modelo de Planeación Estratégica Aplicada según Goodstein D, Nolan T. y Pfeiffer J. (1996)**



Fuente: Goldstein, Nolan y Pfeiffer (1996).

**Tabla 9. Evaluación de la Planeación Estratégica de CES según el Modelo Goodstein, Nolan y Pfeiffer**

Fase	Revisión
Planeación	Cumple, es llevado por el MOP, lo evidencia su presupuesto, licitación y TDR
Búsqueda de Valores	Cumple, está documentado por el MOP
Formulación de la Misión	Cumple, está documentado por el MOP
Diseño Estratégico del Modelo	No cumple a mediano y largo plazo, el modelo del negocio para CES solo considera la facturación durante la construcción, y no para la operación

Auditoría de desempeño	Existe para la construcción, pero no se realiza una evaluación de funcionalidad y sostenibilidad de las carreteras
Análisis de Brechas	No existe evidencia de esta actividad por el MOP
Integración de los planes de acción	No existe evidencia de esta actividad por el MOP
Planeación de contingencias	Existe un plan que aplica para la construcción, en operación las contingencias
Implementación	No existe evidencia de integración e implementación de las actividades previas por parte del MOP

Fuente: Los Autores (2020).

### 3.3.4. Etapas de Planeación Estratégica de Costa Planas

Las etapas de Planeación Estratégica desarrolladas por Costa Planas (2018), es una forma rápida de visualizar la evolución de cómo es llevada la Planeación Estratégica a nivel institucional por el MOP en lo referente a la temática de CES y su vinculación a la construcción y operación de proyectos de infraestructura vial. Fue considerado por ser el más reciente de los modelos presentados, además de su sencillez basada en cuatro (4) etapas: filosófica, analítica, operativa y de control.

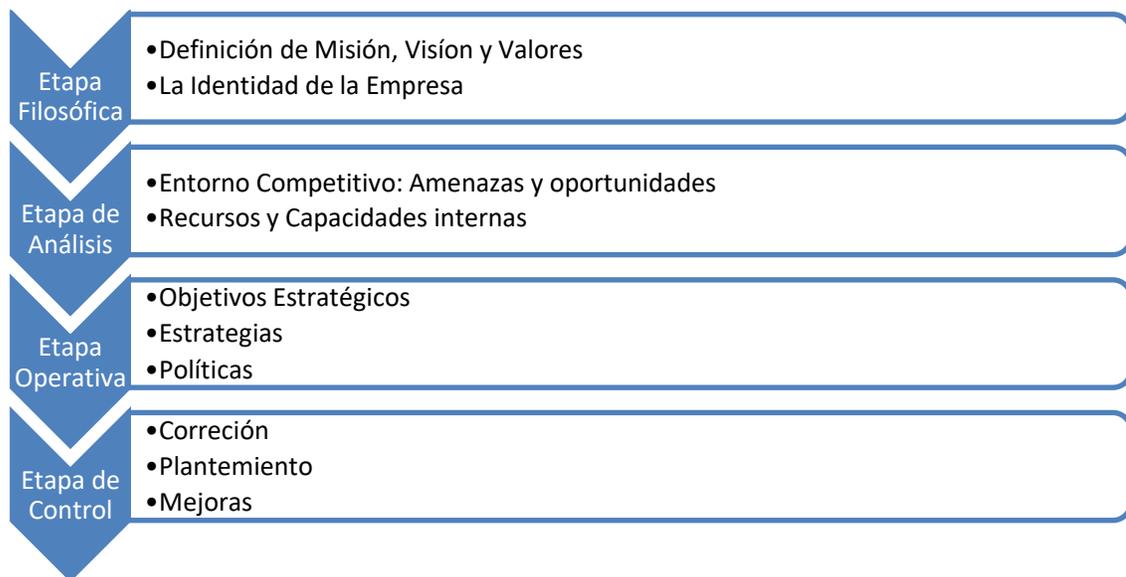
El análisis resultado de las etapas de cómo el CES se refleja institucionalmente en la Planeación Estratégica de los proyectos Infraestructura vial nos indica:

- En la etapa filosófica: El Ministerio de Obras Públicas (MOP) es la empresa líder con su misión, visión y valores definidos. Además del Ministerio de Obras Públicas existen otras entidades que la apoyan como el Ministerio de Ambiente y el Sistema Nacional de Protección Civil ante temas vinculados al Control de Erosión en carreteras.
- En la etapa analítica: El MOP cuenta con recursos como los Término de Referencia, donde mencionan en el apéndice IX, los controles ambientales

a aplicar en la construcción de carreteras, además cuenta con una oficina de Unidad Ambiental.

- En la etapa operativa: El MOP sólo registra el Control de Erosión como una pieza sin recomendar el alcance o delimitación de las técnicas más apropiadas, por ende, el Control de la Erosión carece de eficiencia por ser visto sólo como un producto a facturar resultado de un impacto asociado a la construcción de la carretera y no como un elemento de aseguramiento de funcionamiento de la carretera.
- En la unidad de control: Las medidas de Control de Erosión y Sedimentación son vista de cómo artículos focales dentro de la carretera y no son vista como indicadores de sostenibilidad o mantenimiento hacia una infraestructura, sino son consideras como indicadores correctivos del impacto negativa de la construcción de una carretera.

**Figura 8. Etapas de la Planeación Estratégica.**



Fuente: Miguel Costa Planas (2018).

# Conclusiones y Recomendaciones

#### 4. Conclusiones

- El objetivo general del trabajo fue Realizar una Planificación Estratégica de las técnicas para el Control de Erosión y Sedimentación en proyectos de Carreteras en Panamá Oeste para realizar una revisión sobre cómo es llevada la Planeación Estratégica de este aspecto para la operatividad óptima de la construcción de infraestructura vial.
- La metodología utilizada fue realizar visitas a las principales entidades panameñas encargadas de regular el impacto que tiene el proceso erosivo en el área del proyecto bajo su actual fase de construcción: Ministerio de Obras Públicas y Ministerio del Ambiente. También se realizaron la búsqueda de Estudio de Impacto Ambiental obteniendo como resultado que las medidas de mitigación hacia la pérdida del suelo están referenciadas a un documento del Ministerio de Obras Públicas que trata de las Especificaciones Ambientales y que sólo cubre la fase construcción, más en su fase de operación, no hay seguimiento de Control de Erosión y Sedimentación que pueda afectar la obra.
- Se concluye que el efecto de la erosión es más susceptible en los sitios de construcción debido a que es un lugar de constante alteración por la mano del hombre, además de que no existe una legislación específica dirigida al control de erosión y sedimentación del suelo, los controles se aplican de forma indirecta por otras normas, por ejemplo mediante el control de Sólidos Suspendidos en las muestras de agua, por tanto, se deben cumplir estrictamente los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios de Impacto Ambiental.
- Se puede considerar que no ha terminado el proceso de planeación estratégica en lo referente a los controles de erosión y sedimentación en la construcción y operación de infraestructuras viales, basándonos en el análisis desarrollado por los diversos modelos de Planeación Estratégica

presentados para la carretera de Arraiján – Panamá como nuestro estudio de caso, donde nos demuestra que la aplicación solo aplica a corto plazo.

- A mediano y largo plazo no existe un seguimiento y control de la Erosión y Sedimentación y los problemas que acarrearán a la infraestructura vial, y que a su vez pueda afectar el funcionamiento hasta el punto de paralizar la vía por algún derrumbe o deslizamiento ocasionado, dejando en evidencia la falta de Planeación Estratégica en su fase de implementación.
- Se evidencia que no existe controles legales que reglamente sobre indicadores propios y aplicables a las técnicas de control de erosión y sedimentación, por lo que no es posible medir la efectividad de la técnica apropiada a las características del terreno, los indicadores que se manejan son de manera indirecta, ya sea por una evidencia de índole administrativo mediante el registro de estructuras de control de erosión facturadas en la fase de construcción, o por afectación de cuerpos de agua superficial mediante el indicador de sólidos disueltos y suspendidos en el agua.
- En los casos de proyectos viales que se manejan con resolución de Estudios de Impacto Ambiental, existen controles que deben facturarse de acuerdo a los Términos de Referencia, mientras en los proyectos de Rehabilitación, existen guías ambientales, donde no se rigen los mismos controles. Pero ambos casos apuntan a una falta de Planeación Estratégica que considere la funcionalidad, operatividad y sostenibilidad de las infraestructuras viales existentes y por construir.

## 5. Recomendaciones

- En el MOP debe integrarse el registro estadístico de los impactos negativos junto a los costos económicos que causan las afectaciones asociadas a los daños asociados a la falta de control de erosión en las carreteras (pérdidas de vidas, costos de daños ocasionados en propiedades públicas y privadas, costos de restauración e indemnización en propiedades públicas y privadas, costos asociados a la afectación del tráfico y costos de restauración de la infraestructura), e integrarse esta información para poder desarrollar indicadores que sirvan para garantizar la Planeación Estratégica de los proyectos viales.
- Debe diseñarse una planeación estratégica ambiental de tal forma que permita aplicar indicadores de sostenibilidad, funcionabilidad y operatividad, y no conformarse con el registro de los impactos ocasionados por los daños ocasionados por la Erosión.
- Se recomienda la aplicación de las medidas y técnicas conocidas como Guías de Mejores Prácticas para minimizar el efecto de la erosión sobre los suelos y la estabilización de las áreas de construcción.
- Se recomienda integrar a la Planeación Estratégica, indicadores de nuevas temáticas como la sostenibilidad ambiental donde incluyen controles de erosión, pasos de fauna, entre otros, que no han sido considerados.
- Entre los indicadores claves o KPI que recomendamos recopilar para acciones preventivas están: deslaves identificados en las servidumbres de la carretera, seguimiento de funcionamiento o colapso de las CES entregadas, diseño y seguimiento de pasos de fauna; entre los KPI de las acciones de mantenimiento están los costos de reparación cuando un carril o la carretera cierra versus las pérdidas económicas ocasionadas a los usuarios de

diferentes sectores: logísticos, transporte, industrias, turismo, comercio al por mayor y por menor.

- El Ministerio de Obras Públicas debe rescatar el funcionamiento de la oficina del Laboratorio de Suelos, en desarrollar investigaciones y trabajos técnicos que provean los aportes estudios geotécnicos sobre escenarios de futuras áreas de afectación a obras viales sensibles.
- El Ministerio de Obras Públicas debe buscar protagonismo que le pertenece por ley, como el responsable de la servidumbre a 40 metros de las carreteras internacionales, como la Panamericana, de dar inspección y seguimiento a lo que ocurre en esta franja de tierra.
- Los informes de Inspección y Seguimiento sobre las medidas de mitigación para el Control de Erosión y Sedimentación debe integrar desde el inspector de obra que es nombrado por el MOP, coordinando esfuerzos entre la Dirección Nacional de Inspección y la Unidad Ambiental, como a la Contraloría General de la República de Panamá para que se dé cumplimiento a la fiscalización, y permita la evaluación presupuestaria y económica de estas medidas de mitigación en las estadísticas ambientales del país.

## Bibliografía

## 6. Bibliografía

Araque Salazar, M. C. & Cruz Vineza, L. F. (2014). *Planeación Estratégica de la Empresa AICA*. Sangolqui, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas de Ecuador, Vicerrectorado de Investigación.

Building Research Establishment (BRE). (2018). *An introduction to CEEQUAL: How, when, and why to use CEEQUAL*. Reino Unido: Instituto de Ingenieros Civiles.

CEPAL (2009). *Guía de Evaluación Ambiental Estratégica*. Santiago, Chile: Marianela Armijo.

CEPAL (2011). *Planeación Estratégica e Indicadores de Desempeño en el Sector Público*. Santiago, Chile: Roberto Jiliberto Herrera y Marcela Bonilla Madriñán.

Cervantes Medina, A. I. (2011). *Planeación Estratégica en la construcción de Exprés. Caso: Agencia de Autos Ford Atizapán, Estado de México*. México D.F., México: Instituto Tecnológico de la Construcción.

David, F. (2003). *Conceptos de Administración Estratégica*. México D.F., México: Pearson Educación.

FHWA (Administración Federal de Caminos), *Invest 1.3*. (2018). Estados Unidos, Washington D.C.: Departamento de Transporte.

FHWA (Administración Federal de Caminos), *NYSDOT Sustainability & GreenLITES*. (2018). Estados Unidos, Nueva York: Departamento de Transporte.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio. México D.F.: McGraw-Hill.

Marull, J. (2005). *Metodologías Paramétricas para la Evaluación Ambiental Estratégica*. Barcelona, España: Revista Ecosistemas 14 (2), pp 97-108.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). (2016). *Pliego de Cargos para el Estudio, Diseño, Construcción y Mantenimiento de Obras para la Ampliación y Rehabilitación de la Carretera Panamericana. Tramo: Puente de las Américas – Arraiján*. Panamá, Panamá: MOP.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). (2016). *Estudio de Impacto Ambiental para la Ampliación y Rehabilitación de la Carretera Panamericana. Tramo: Puente de las Américas – Arraiján*. Panamá, Panamá: MOP.

Ordoñez Díaz, M. M. & Meneses Silva, L.C. (2015). *Criterios e Indicadores de Sostenibilidad en el Subsector Vial*. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ciencia e Ingeniería.

Quintero, J. D. (2018). *Guía de Buenas Prácticas para Carreteras Ambientalmente Amigables*. México D.F., México: LACC.

Rueda Sosa, J. R. (2014). *Diseño de un Modelo de Planeación Estratégica Soportado en el Sistema Gerencial de Kaplan y Norton, Aplicable a las MIPYMES de reciente creación originadas como Proyectos Formales de Emprendimiento En Bogotá*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas.

Silva, O. & Quintero, B. & Murcia Torrejano, V. (2018). *Manual para la elaboración de obras biomecánicas para la recuperación del suelo*. Huila, Colombia: SENA, Facultad de Ciencias Económicas.

Suárez Díaz, J. (2001). *Control de Erosión en Zonas Tropicales*. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander, Instituto de Investigación sobre Erosión y Deslizamientos.

Universidad de Córdoba (2014). *Manual de Técnicas de Estabilización Biotécnica en Taludes de Infraestructuras de Obra Civil*. Córdoba, España: Universidad de Córdoba, Instituto de Agricultura Sostenible.

# Anexos

## 7. Anexos.

### 7.1. Términos de Referencia

Extracto de los Términos de Referencia de la Construcción de la Carretera Panamericana, tramo Arraiján – Panamá. Capítulo 3: Capítulo 20: Especificaciones Técnicas y Ambientales, donde se comprende la construcción de zampeado, del tipo que muestren los planos o que el Ingeniero Residente especifique, para protección de taludes o en cualquier sitio en que sea requerido.

#### ÍNDICE

CAPÍTULO III - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	162
1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	162
2. PLANOS E INFORMACIÓN TÉCNICA.....	163
3. ESPECIFICACIONES AMBIENTALES.....	191
4. OTRAS ESPECIFICACIONES .....	192
5. ESPECIFICACIONES SUPLEMENTARIAS .....	193

## CAPÍTULO III - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### 1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Se aplicará el “**MANUAL DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES (ETG's)**”, Segunda Edición Revisada del 2002 según se indique en el numeral 29 del Capítulo II del Pliego de Cargos. Dicho documento ha sido elaborado y adoptado por el Ministerio de Obras Públicas y forma parte integral del Pliego de Cargos. Los Proponentes podrán adquirir este manual de manera gratuita, descargándolo del sitio web: <http://www.mop.gob.pa/especificaciones.html> o, en forma impresa, en la Oficina de Administración de la Dirección de Administración de Contratos, ubicada en el edificio 810, Albrook, Ciudad de Panamá, al costo de **CIEN BALBOAS (B/.100.00)**.

Se incluirán en esta sección, los Capítulos: 20 - Zampeado, 24 - Carpeta de Hormigón Asfáltico [versión modificada del 2009 y que reemplaza la versión actualmente vigente del 2005, y 53 - Reposición de Losas de Concreto de Cemento Portland, los cuales han sido modificados de forma integral y reemplazan a los que aparecen en la Segunda Edición Revisada del 2002.

Los vacíos que pudiesen presentarse en las Especificaciones Técnicas, se suplirán con el contenido de las Especificaciones Suplementarias y, en su defecto, con las correspondientes normas contenidas en los manuales de A.A.S.H.T.O. (American Association of State Highways and Transportation Officials), A.S.T.M. (American Society for Testing of Materials), A.I.S.C. (American Institute of Steel Construction), A.C.I (American Concrete Institute), y otros manuales norteamericanos de amplia aceptación en la República de Panamá.

## CAPÍTULO 20 – ZAMPEADO

### 1.- DESCRIPCIÓN.

Este capítulo comprende la construcción del zampeado, del tipo que muestren los planos o que el **Ingeniero Residente** especifique, para protección de taludes o en cualquier sitio en que sea requerido. El zampeado será construido en todo de acuerdo con las dimensiones que aparecen en los planos, las indicaciones de estas especificaciones y las instrucciones del **Ingeniero Residente**.

El zampeado podrá ser de uno de los cuatro tipos siguientes: Zampeado seco, zampeado con mortero, zampeado pesado con mortero, o de hormigón armado.

### 2.- MATERIALES.

Las piedras para el zampeado seco o con mortero serán duras, angulares, de cantera o de campo y de calidad tal que no se desintegren en contacto con agentes meteorológicos. Las piedras tendrán un peso que podrá variar entre los 10 y los 50 kgs. cada una, y no menos del 60% de ellas pesarán más de 25 kgs.

Las piedras para el zampeado pesado con mortero serán de iguales características a las especificadas, pero superopodrá variar entre los 20 y los 230 kgs., y no menos del 50% de las mismas pesarán más de 140 kgs.

La arena, el cemento, la piedra y el agua para el mortero u hormigón, se conformarán con los requisitos de estos materiales y su uso, establecidos en el Capítulo 13 (ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN).

El acero del zampeado de hormigón armado deberá conformarse con los requisitos establecidos de este material, en el Capítulo 15 (ACERO DE REFUERZO).

### 3.- CONSTRUCCIÓN.

Las trincheras para cimientos y otras excavaciones serán ejecutadas por el **Contratista**, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 8 (EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS), y aprobadas por el **Ingeniero Residente**, antes de iniciar la colocación del zampeado. Deberá construirse un murito al pie del talud, conforme lo muestren los planos o fuese demarcado por el **Ingeniero Residente**. El zampeado se extenderá hasta la cota promedio de aguas máximas hasta donde lo indiquen los planos o el **Ingeniero Residente**.

Las piedras se colocarán a mano, de abajo hacia arriba, poniendo las piedras más grandes en las hileras de abajo.

Las piedras se harán descansar firmemente sobre el talud, con sus caras perpendiculares a éste y con sus extremos en contacto. Las piedras formarán una superficie uniforme, libre de protuberancias o depresiones, sin cavidades debajo y sin piedras individuales que se

proyecten por encima de la superficie general y deberán conformarse tanto como sea posible con el plano del talud indicado en los planos u ordenado por el **Ingeniero Residente**.

Las piedras para zampeado seco se colocan de manera que se obtenga la sección transversal mostrada en los planos. Las juntas abiertas en el zampeado seco se rellenarán con astillas de piedra y tierra, apisonándolas firmemente en su lugar.

Las piedras para zampeado con mortero se colocarán teniendo cuidado de que no se introduzca tierra ni arena en los espacios entre ellas.

El mortero, para el zampeado con mortero, consistirá en una parte de cemento Portland y tres partes de arena debidamente mezclada con agua, para producir un mortero de consistencia espesa y cremosa.

Después de que la piedra para zampeado con mortero se haya colocado, las piezas se humedecerán completamente y los espacios entre las piedras se llenarán con mortero desde abajo hacia arriba y la superficie se barrerá con un escobillón de cerdas duras. El trabajo será protegido del sol y se mantendrá húmedo hasta pasados tres (3) días después de haberse vaciado el mortero.

El zampeado tendrá el espesor mínimo definido en planos o detalles medidos perpendicularmente, desde la cara de asiento de las piedras; la trinchera que se use como base del zampeado se construirá con piedras (piedras y mortero para zampeado con mortero), 75% de las cuales pesarán más de 25 kgs.

El zampeado pesado con mortero tendrá un espesor mínimo definido en planos o detalle, medidos perpendicularmente desde la cara de asiento de la piedra. La trinchera que se use como base del zampeado se llenará con piedras, individualmente saturadas de mortero, 75% de las cuales deberán pesar más de 140 kgs.

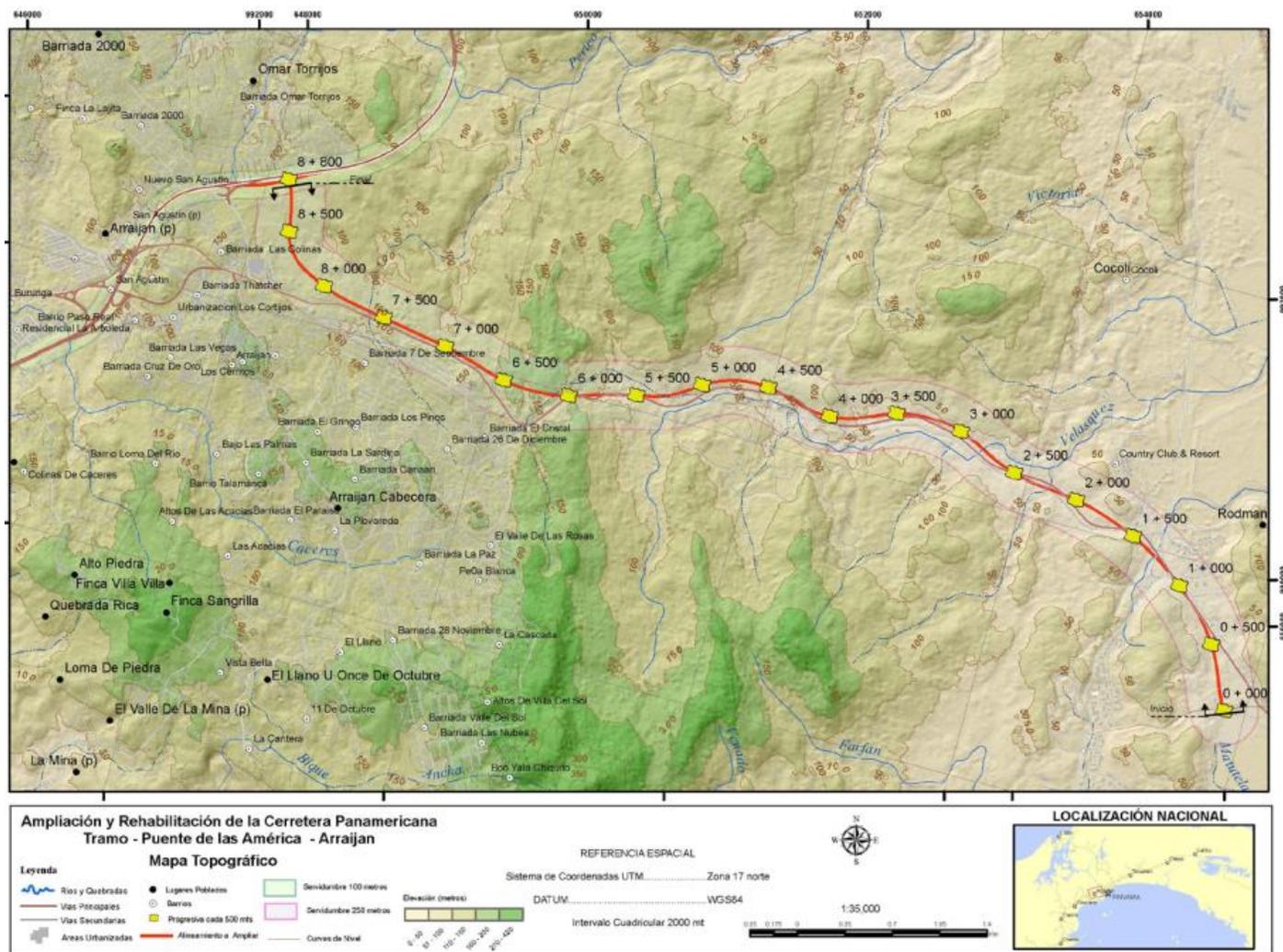
Cuando se utilicen alcantarillas de losa con muros de mampostería (tipo vado), el zampeado de los pisos llevará un espesor mínimo de 0.30m., cuando la altura libre de éstas oscile de 0.85 a 2.30m. y de 0.45m. cuando esta altura sea mayor de 2.30m.

Cuando se construya zampeado de hormigón armado, la trinchera para su cimiento deberá tener un espesor mínimo, y una altura mínima definida en planos o detalle, empleándose la misma armadura del cuerpo del zampeado.

### 4.- MEDIDA.

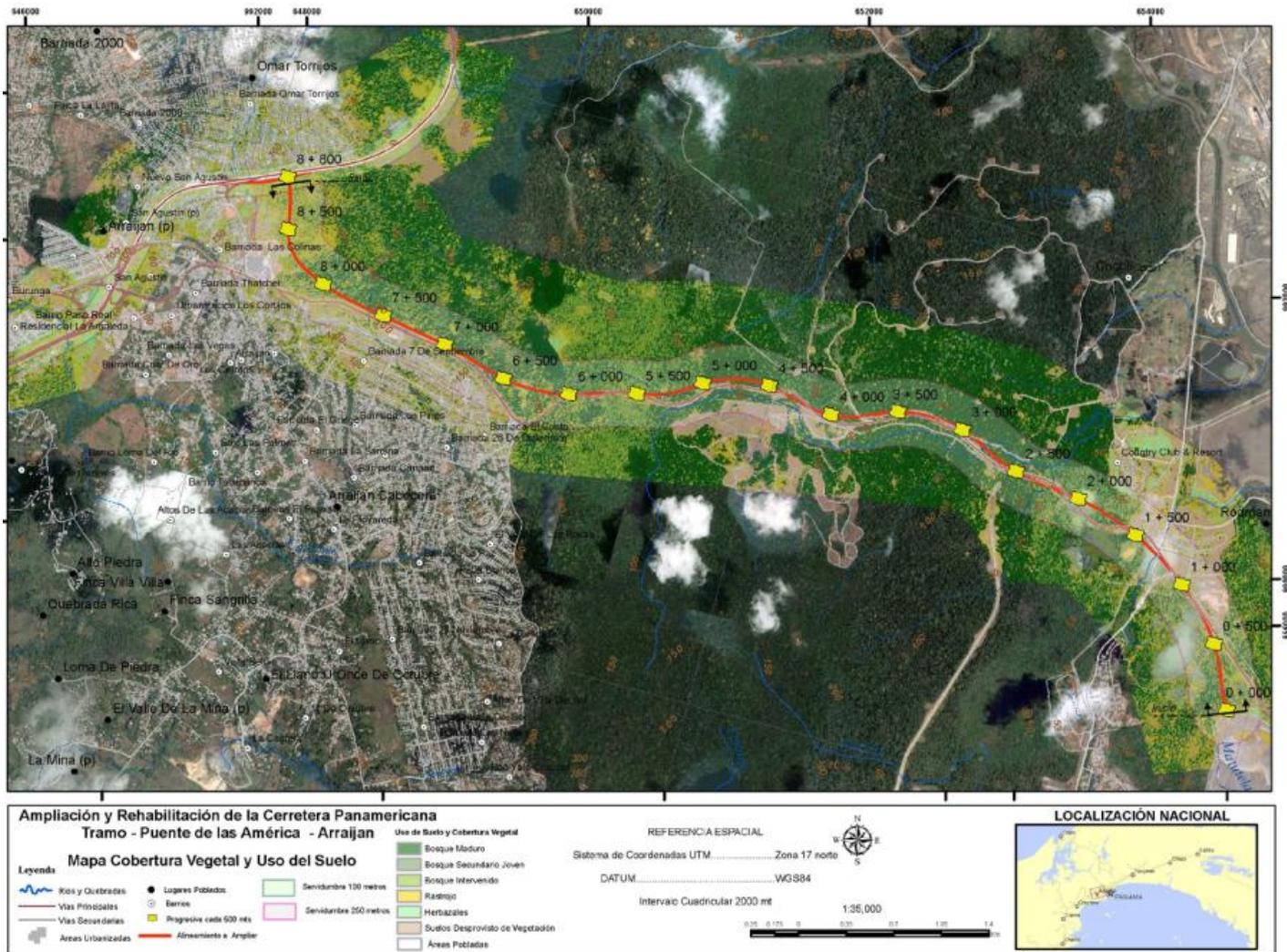
El zampeado con o sin mortero, el zampeado pesado con mortero y el zampeado de hormigón armado, colocados y aceptados de acuerdo con este capítulo, serán medidos por secciones separadamente así: por metro lineal de diente inferior o de la base, construido según detalle de plano; por metro cuadrado de área de zampeado, según la inclinación del talud; por metro lineal de remate

## 7.2. Mapa topográfico del área del proyecto



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, MOP (2016).

### 7.3. Mapa de cobertura vegetal impactada en el área del proyecto



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, MOP (2016).

## 7.4. Presupuesto del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto de estudio

No.	Programa del PMA	Entidad Responsable de Ejecución	Frecuencia	Etapas	Costo Total	Años									
						Planificación	Construcción			Operación y mantenimiento					
							Primer año	Segundo año	Tercer año	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año	
1	Compensación Ecológica y Servicios Tecnológicos	Contratista	Una vez	Planificación	B/. -\$345,488	B/. -\$345,488									
2	Prospección Arqueológica	Contratista	Una vez	Planificación	B/. -\$35,000	B/. -\$35,000									
3	Plan de Reubicación de las afectaciones a los servicios públicos	Contratista	Una vez	Planificación	S/C*										
4	Plan de Rescate de Flora y Fauna	Contratista	Una vez	Construcción	B/. -\$508,500	B/. -\$254,250	B/. -\$177,975	B/. -\$76,275							
5	Plan de Manejo de los campamentos e Instalaciones temporales	Contratista	Permanente	Construcción	B/. -\$441,000	B/. -\$220,500	B/. -\$154,350	B/. -\$66,150							
6	Plan de manejo de construcción en cursos de agua	Contratista	Permanente	Construcción	S/C*										
7	Plan de Manejo de residuos líquidos	Contratista	Permanente	Construcción	B/. -\$306,000	B/. -\$153,000	B/. -\$107,100	B/. -\$45,900							
8	Plan de Manejo y disposición de desechos sólidos	Contratista	Permanente	Construcción	B/. -\$355,500	B/. -\$177,750	B/. -\$124,425	B/. -\$53,325							
9	Plan de manejo de materiales y equipo de construcción	Contratista	Permanente	Construcción	S/C*										
10	Plan de calidad del aire	Contratista	Permanente	Construcción	S/C*										
11	Plan de control de ruido y vibraciones	Contratista	Permanente	Construcción	S/C*										
12	Plan de control de erosión	Contratista	Permanente	Construcción	B/. -\$387,000	B/. -\$193,500	B/. -\$135,450	B/. -\$58,050							
13	Plan de manejo de limpieza y desazotaje	Contratista	Permanente	Construcción	S/C*										
14	Plan de revegetación y reforestación	Contratista	Una vez / 5 años Marto	Construcción	B/. -\$1,208,970				B/. -\$636,300	B/. -\$222,705	B/. -\$190,890	B/. -\$159,075	B/. -\$63,630	B/. -\$31,815	
15	Plan de manejo de tráfico	Contratista	Permanente	Construcción	B/. -\$346,500	B/. -\$173,250	B/. -\$121,275	B/. -\$51,975							
16	Plan de Contratación de mano de obra local	Contratista	Esporádico	Construcción	S/C*										
17	Plan de atención de quejas y sugerencias	Contratista	Permanente	Construcción	B/. -\$202,500	B/. -\$101,250	B/. -\$70,875	B/. -\$30,375							
18	Plan de Vigilancia y Control	Contratista	Permanente	Construcción	B/. -\$391,500	B/. -\$195,750	B/. -\$137,025	B/. -\$58,725							
19	Plan de Prevención de Riesgos	Contratista	Permanente	Construcción	B/. -\$301,500	B/. -\$150,750	B/. -\$105,525	B/. -\$45,225							
20	Plan de Educación Ambiental y Desarrollo Comunitario	Contratista	Permanente	Construcción	B/. -\$258,750	B/. -\$129,375	B/. -\$90,563	B/. -\$38,813							
21	Plan de Contingencia	Contratista	Permanente	Construcción	B/. -\$292,500	B/. -\$146,250	B/. -\$102,375	B/. -\$43,875							
22	Plan Mon. Amb. - Monitoreo de la Calidad de las Aguas Superficiales	Contratista	Bimestral	Construcción	B/. -\$82,500	B/. -\$27,500	B/. -\$27,500	B/. -\$27,500							
		Contratista	Anual	Operación y Mantenimiento	B/. -\$16,500				B/. -\$5,500	B/. -\$5,500	B/. -\$5,500				
23	Plan de control de ruido - Monitoreo del Ruido (ambiental y laboral)	Contratista	Semestral (2)	Construcción	B/. -\$60,000	B/. -\$20,000	B/. -\$20,000	B/. -\$20,000							
		Contratista	Anual	Operación y Mantenimiento	B/. -\$7,500				B/. -\$2,500	B/. -\$2,500	B/. -\$2,500				
24	Plan Mon. Amb. - Monitoreo de la Calidad del Aire (ambiental y laboral)	Contratista	Semestral (2)	Construcción	B/. -\$45,000	B/. -\$15,000	B/. -\$15,000	B/. -\$15,000							
		Contratista	Anual	Operación y Mantenimiento	B/. -\$18,000				B/. -\$6,000	B/. -\$6,000	B/. -\$6,000				
25	Plan Mon. Amb. - Monitoreo de Vibraciones (laboral)	Contratista	Semestral (2)	Construcción	B/. -\$7,500	B/. -\$2,500	B/. -\$2,500	B/. -\$2,500							
		Contratista	Bianual	Operación y Mantenimiento	B/. -\$4,200				B/. -\$1,400	B/. -\$1,400	B/. -\$1,400				
26	Plan Mon. Amb. - Monitoreo de la Contaminación del Suelo	Contratista	Trimestral (2)	Construcción	B/. -\$37,500	B/. -\$12,500	B/. -\$12,500	B/. -\$12,500							
27	Plan de Recuperación Ambiental y de Abandono	Contratista	Al finalizar	Construcción	B/. -\$371,250	B/. -\$185,625	B/. -\$129,938	B/. -\$55,688							
28	Plan de Comunicación y Divulgación	Contratista	Permanente	Construcción	B/. -\$337,500	B/. -\$168,750	B/. -\$118,125	B/. -\$50,625							
29	Programa de Auditoría Ambiental	Contratista	Semestral (2)	Construcción	B/. -\$222,200	B/. -\$50,500	B/. -\$50,500	B/. -\$50,500	B/. -\$35,350	B/. -\$35,350	B/. -\$35,350				
					B/. -\$6,721,153	B/. -\$380,488	B/. -\$2,378,000	B/. -\$1,703,000	B/. -\$1,439,300	B/. -\$273,455	B/. -\$241,640	B/. -\$209,825	B/. -\$63,630	B/. -\$31,815	

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, MOP (2016).

**7.5. Ubicación de Taludes**



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, MOP (2016).



Pt-4



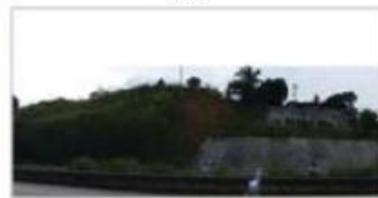
Pt-5



Pt-6



Pt-7



Pt-8



Pt-9

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, MOP (2016).

## 7.6. Descripción de Taludes sobre el alineamiento del proyecto

Talud	Litología	Inclinación	Datos geotécnicos	Estabilidad general	Tipos de inestabilidad
Ft-1	Suelo residual. Coluvial, arcilla limosa con fragmentos basálticos de Boulder y cantos heterométricos (diámetros de 17 cm), subangulosos-subredondeados en matriz arcillo-limosa, de estructura matriz-soportado	70°	Talud natural en el que se ha excavado al pie un talud artificial de poca altura compuesto por material coluvial-eluvial volcánico recubierto por una densa cobertura vegetal que imposibilita hacer análisis estructural y definir la geología general.	Media	Vuelcos (Reptaciones)  Desprendimientos (chineos, bloques medios)
Ft-2	Suelo residual de arcilla-limosa, compacto, húmedo, de consistencia blanda-firme. Presenta vegetación muy densa e impide la observación superficial de la estructura general del suelo	70°	Talud natural en el que se ha excavado al pie un talud artificial de poca altura compuesto por material eluvial volcánico arcillo-limoso, recubierto por una densa cobertura vegetal.	Buena	Vuelcos (Reptaciones)
Ft-3	Suelo residual, arcilla-limosa eluvial con fragmentos de roca heterométricos y basalto con grado de meteorización IV y resistencia débil a moderadamente fuerte RH-2 a RH-3 suyacente, de color marrón ocre.	50°	Talud artificial en material eluvial-coluvial volcánico arcillo limoso con fragmentos de roca, recubierto por una densa cobertura vegetal.	Buena	Alteración superficial  Desprendimientos (chineos, bloques medios)

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, MOP (2016).

Talud	Litología	Inclinación	Datos geotécnicos	Estabilidad general	Tipos de inestabilidad
Ft-4	Suelo residual, arcilla-limosa eluvial con fragmentos de roca heterométricos e infiere basalto-andesítico con grado de meteorización IV-V y resistencia de muy débil a moderadamente fuerte RH-1 a R-H-3.	50°	Talud artificial en suelo residual eluvial de arcilla limosa con fragmentos de roca volcánica, con abundante vegetación. Se observan inestabilidades por problemas erosivos del tipo regueros y cárcavas a lo largo del talud y se observa una zona donde se han realizado trabajos de estabilización con concreto proyectado y tuberías drenantes.	Mala	Alteración superficial Desprendimientos (chineos, bloques medios, regueros y cárcavas)
Ft-5	Suelo residual, arcilla-limosa eluvial con fragmentos de roca heterométricos y se infiere basalto-andesítico con grado de meteorización IV-V y resistencia de muy débil a moderadamente fuerte RH-1 a RH-3 en su base	40°	Talud artificial en suelo residual eluvial de limo arcilloso con fragmentos de roca volcánica, con abundante vegetación	Buena	Alteración superficial
Ft-6	Suelo residual y toba cinerítica con grado de meteorización IV-III y resistencia débil a moderadamente fuerte RH-2 a RH-3 de color marrón ocre.	60°	Talud artificial en suelo residual y roca volcanoclástica piroclástica de estructura masiva y grano fino tamaño limo-arcilloso bien cementado y consolidado. Roca meteorizada con recubrimiento vegetal muy denso.	Buena	Alteración superficial

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, MOP (2016).

Talud	Litología	Inclinación	Datos geotécnicos	Estabilidad general	Tipos de inestabilidad
Ft-7	Suelo residual, Limo algo arcilloso con fragmentos de roca heterométricos, de color marrón ocre.	40°	Talud en suelo residual de formación volcánica, inestable, con derrumbes en cabecera, el más reciente con volumen estimado de unos 225 m <sup>3</sup> aprox. Se observan varios derrumbes lo que ha provocado gradualmente que haya cambiado la morfología original del talud. Vegetación muy densa.	Mala	Alteración superficial Desprendimientos (Chineos, bloques medios) Regueros y cárcavas.
Ft-8	Suelo residual. Limo algo arcilloso con fragmentos de roca heterométricos, de color marrón ocre.	40-25°	Talud en suelo residual de formación volcánica, inestable, con derrumbes en cabecera, procesos de erosión tipo regueros y cárcavas. Vegetación muy densa. Talud en general inestable que presenta obras de estabilización con bermas y con pantallas de concreto y tubería drenante.	Mala	Alteración superficial Desprendimientos (Chineos, bloques medios) Regueros y cárcavas.
-9	Suelo residual. Limo algo arcilloso con fragmentos de roca heterométricos, de color marrón ocre y negro verdoso	30°	Talud en suelo residual de formación volcánica, con algunos procesos de erosión tipo regueros. Vegetación muy densa. Talud en general estable.	Media	alteración superficial Desprendimientos (Chineos, bloques medios) Regueros y cárcavas.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, MOP (2016).

## 7.7. Informe de Actividades realizadas con el Tutor

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS LOGÍSTICAS**

**INFORME DE ACTIVIDADES DE TUTORÍA OPCIÓN DE TITULACIÓN II**

**Estudiante:** Abdiel Santamaría. Cédula de identidad o pasaporte No. 5-710-424

**Estudiante:** Freddy González. Cédula de identidad o pasaporte No. 8-484-765

**Tutor:** Prof. Carlos Noya Cédula de identidad o pasaporte No. N-20-1351

**Correo electrónico del participante:** carlos.noya@unicyt.net

**Título tentativo del trabajo de grado (TG) o de pasantía profesional (PEOP).** TG

**Línea de Investigación:** Planeación Estratégica, Gestión Ambiental, Control de Erosión.

SESIÓN	FECHA	HORA REUNIÓN.	ASPECTO TRATADO	OBSERVACIÓN
1.	10-09-2019	19:00	Selección de tutor	
2.	1-10-2019	Virtual	Marco teórico (planeación y CES)	
3.	7-11-2019	Virtual	Revisión del primer capítulo	
4.	16-12-2019	Virtual	Revisión del segundo capítulo	
5.	18-1-2020	Virtual	Revisión del tercer capítulo	
6.	6-2-2020	Virtual	Revisión integral del documento	
7.	4-3-2020	Virtual	Revisión final	Hubo adecuaciones
8.	4-6-2020	Virtual	Adecuaciones a Comentarios	

**Título definitivo:**

Planificación Estratégica para determinar los métodos óptimos para el Control de Erosión y Sedimentación en construcción de la carretera Panamericana Panamá Arraiján

**Comentarios finales acerca de la investigación:** Declaramos que las especificaciones anteriores representan el proceso de dirección del trabajo de grado arriba mencionado.

Firma

Firma

---

---