

# **UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**



**UMSA  
TRABAJO DIRGIDO**

**DETERMINACION DE LOS FACTORES QUE PROVOCAN  
DESGLIZAMIENTOS EN LA CARRETERA, VILLA BARRIENTOS-LA ASUITA  
DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

**POSTULANTE:  
Egr. Guido Eduardo Santos Mamani**

**Asesor:  
Ing. Roberto Miranda Casas  
Tutor:  
Ing. Nathan Reents**

**LA PAZ – BOLIVIA  
FEBRERO, 2006**

---

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

(DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES QUE PROVOCAN  
DESPLAZAMIENTOS EN LA CARRETERA, VILLA BARRIENTOS-LA ASUNTA,  
DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ)

**PRESENTADO POR:**  
**Guido Eduardo Santos Mamani**

**ASESOR:**

**Ing. Roberto Miranda Casas** .....

**TUTOR:**

**Ing. Nathan Reents** .....

**COMITÉ REVISOR:**

**Dr. Vladimir Orsag** .....

**Dra. Magali García** .....

**Ing. Moisés Quiroga** .....

**DECANO FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**LA PAZ – BOLIVIA**  
**2006**

## **INDICE GENERAL**

INDICE	i
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE IMAGENES	iv
ANEXO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
SUMMARY	ix

## **INDICE**

<b>PARTE I</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
1.1	Descripción del problema	1
1.2	Justificación	2
1.3	Objetivos	3
1.3.1	Objetivo general	3
1.3.2	Objetivos específicos	3

<b>PARTE II</b>	<b>SECCION DIAGNOSTICA</b>	<b>4</b>
2.1	Descripción general del área de proyecto	4
2.1.1	Ubicación geográfica	4
2.1.2	Imagen y mapas cartográfico que cubre el área del proyecto	5
2.1.2.1	Definición del área del proyecto	6
2.1.2.1.1	Area de influencia directa	6
2.1.2.1.2	Area de influencia indirecta	6
2.1.3	Fisiografía del área del proyecto	7
2.2	Procedimiento metodológico de la Evaluación del Impacto Ambiental	8
2.2.1	Evaluación del impacto ambiental de la carretera	8
2.2.2	Formulación de medidas de mitigación	8
2.2.3	Tipos de medidas de mitigación	9
2.2.4	Parámetros de evaluación de los impactos ambientales	9
2.2.5	Procedimiento metodológico para la identificación de impactos	11
2.2.5.1	Método de la Matriz de Leopold	11
2.2.5.2	Procedimiento computarizado para la EIA	12
2.2.5.3	Método Delphi	12
2.2.6	Sistemas de información geográfica	13
2.3	Descripción de los medios físicos, naturales y socioeconómico del área del proyecto	13
2.3.1	Características de la cuenca hidrográfica	13
2.3.1.1	Precipitación pluvial	14
2.3.2	Características geológicas de la zona	15
2.3.3	Características físicas del suelo	15
2.3.3.1	Profundidad efectiva	17

2.3.3.2	Textura del suelo	17
2.3.3.3	Pendiente del suelo	18
2.3.4	Características hidrogeológicas de los suelos	18
2.3.4.1	Escorrentía	19
2.3.4.2	Permeabilidad del suelo	20
2.3.4.3	Capacidad de retención de agua del suelo	21
2.3.5	Características de la vegetación local	21
2.3.5.1	Tipo de vegetación de la zona del proyecto	22
2.3.5.2	Importancia de la cobertura vegetal	23
2.3.6	Procesos que influyen en los deslizamientos	23
2.3.6.1	Factores que provocan los deslizamientos	24
2.3.6.2	Importancia de la relación Suelo-Planta-Agua	24
2.3.6.3	Efecto del intemperismo	25
2.3.7	Descripción socioeconómica de la zona	25
2.3.7.1	Aspectos Demográficos	25
2.3.7.1.1	Demografía de los Municipios de los Yungas	26
2.3.7.1.2	Densidad poblacional de los Municipios de los Yungas	27
2.3.7.2	Condición de pobreza en los Yungas	28
2.3.7.3	Rol de la carretera en la sociedad	29
2.3.7.4	Estrategias para disminuir la pobreza del Municipio	29
2.4	Monitoreo de la zona mediante Sistemas de Información Geográfica	30
2.4.1	Deslizamientos de origen natural	31
2.4.2	Deslizamientos de origen antrópico	32
2.4.3	Deslizamiento de origen geológico	33
2.5	Identificación de los Impactos Ambientales	33
2.5.1	Etapas de preparación del sitio y de construcción	34
2.5.1.1	Impactos al Suelo	35
2.5.1.2	Impactos al Agua	36
2.5.1.3	Impactos al Aire	37
2.5.1.4	Impactos a la Ecología	37
2.5.1.5	Impactos en el Ruido	38
2.5.1.6	Impactos a la Sociedad y Economía	38
2.5.2	Etapas de operación y mantenimiento	39
2.5.2.1	Impactos al Suelo	40
2.5.2.2	Impactos al Agua	40
2.5.2.3	Impactos al Aire	41
2.5.2.4	Impactos a la Ecología	42
2.5.2.5	Impactos en el Ruido	43
2.5.2.6	Impactos a la Sociedad y Economía	43
2.5.3	Cuantificación de los impactos del proyecto en general	44

<b>PARTE III</b>	<b>SECCION PROPOSITIVA</b>	46
3.1	Programa de Prevención y Mitigación	46
3.1.1	Etapa de preparación del sitio y de construcción	46
3.1.1.1	Medidas de Prevención y Mitigación para el Suelo	46
3.1.1.2	Medidas de Prevención y Mitigación para el Agua	47
3.1.1.3	Medidas de Prevención y Mitigación para el Aire	48
3.1.1.4	Medidas de Prevención y Mitigación para la Ecología	48

3.1.1.5	Impactos Sociales y Económicas	49
3.1.2	Etapa de operación y mantenimiento	50
3.1.2.1	Medidas de Prevención y Mitigación para el Suelo	50
3.1.2.2	Medidas de Prevención y Mitigación para el Agua	52
3.1.2.3	Medidas de Prevención y Mitigación para el Aire	53
3.1.2.4	Medidas de Prevención y Mitigación para la Ecología	53
3.1.2.5	Impactos Sociales y Económicas	55
3.2	Programa de forestación y reforestación	55
3.2.1	Importancia del clima en la reforestación	55
3.2.2	Impacto de la vegetación en el ecosistema	56
3.2.3	Condiciones ecológicas del sitio	58
3.2.3.1	Uso actual del suelo	58
3.2.3.2	Disponibilidad de riego	59
3.2.4	Parámetros de forestación y reforestación	59
3.2.4.1	Elección de especies	59
3.2.4.2	Material para la plantación	60
3.2.4.3	Fuentes de obtención	60
3.2.4.4	Epoca de plantación	61
3.2.4.5	Densidad de plantación	61
3.3	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental	62
3.3.1	Etapa de preparación del sitio y de construcción	62
3.3.1.1	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para el Suelo	62
3.3.1.2	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para el Agua	63
3.3.1.3	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para el Aire	64
3.3.1.4	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para la Ecología	64
3.3.1.5	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental Socioeconómico	65
3.3.2	Etapa de operación y mantenimiento	66
3.3.2.1	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para el Suelo	66
3.3.2.2	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para el Agua	67
3.3.2.3	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para el Aire	68
3.3.2.4	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para la Ecología	69
3.3.2.5	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental Socioeconómico	70

<b>PARTE IV</b>	<b>SECCION CONCLUSIVA</b>	<b>71</b>
4.1	Calidad de los suelos	71
4.2	Planteamiento de medidas de mitigación	72
4.3	Potencialidades de los suelos contra los deslizamientos	72
4.4	Evaluación en la etapa de operación y mantenimiento	73
4.5	Factibilidad técnica	73
4.6	Factibilidad social y económica	74
4.7	Factibilidad ambiental	74
<b>PARTE V</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>76</b>



## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Localización geográfica de los puntos de deslizamientos	4
Cuadro 2	Parámetros de Evaluación del Impacto Ambiental	10
Cuadro 3	Parámetros de ponderación de los impactos	11
Cuadro 4	Características morfoedafológicas de los suelos	16
Cuadro 5	Profundidad efectiva de los suelos	17
Cuadro 6	Pendiente de los suelos	18
Cuadro 7	Propiedades físicas de los suelos	19
Cuadro 8	Evaluación de la escorrentía de los suelos	20
Cuadro 9	Evaluación de la permeabilidad	21
Cuadro 10	Características fitomorfológicas de los cultivos	22
Cuadro 11	Datos de la población, superficie y densidad poblacional	26
Cuadro 12	Condición de pobreza de los Municipios de Nor y Sur Yungas	28
Cuadro 13	Valores de elevación, 3D MDT del Municipio de La Asunta	32
Cuadro 14	Cuantificación de los impactos para la EIA	34
Cuadro 15	Cuantificación de los Impactos Ambientales	44
Cuadro 16	Especies recomendables para la reforestación	60

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Población de los Municipios de los Yungas	27
Figura 2	Densidad poblacional de los Municipios de los Yungas	27
Figura 3	Tasa de crecimiento de los Municipios	29
Figura 4	EIA para la etapa de preparación del sitio y construcción	35
Figura 5	EIA para la etapa de operación y mantenimiento	39
Figura 6	EIA para el ciclo completo del proyecto	45

## INDICE DE IMAGENES

Imagen 1	Panorama general del área del proyecto (Municipio de La Asunta)	5
Imagen 2	Cartas del IGM Se 19-03 y Se 19-04	6
Imagen 3	Modelo digital del terreno del Municipio de La Asunta	7
Imagen 4	Mapa hidrográfico de la zona de estudio	14
Imagen 5	Modelo digital de las curvas de nivel y la carretera	30
Imagen 6	Modelo Digital del Terreno y la representación de la carretera	31

## **ANEXO**

Anexo 1	EVALUACION DE LA GEOLOGIA Y CARACTERISTICAS DEL SUELO
Anexo 2	EVALUACION GENERAL DE LOS CULTIVOS
Anexo 3	ANALISIS DE SUELOS EN LABORATORIO
Anexo 4	EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL
Anexo 5	PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS DE MITIGACION
Anexo 6	PRESUPUESTO DE LAS OBRAS FISICAS
Anexo 7	FICHA AMBIENTAL
Anexo 8	FOTOGRAFIAS DE LOS DESLIZAMIENTOS
Anexo 9	PARAMETROS DE PONDERACION DE LOS FACTORES DEL SUELO

## AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros de trabajo del Club de Golf de La Paz, Santiago, Jorge, Hugo, Jesús, Bernardo, Freddy, quienes también participaron en mi formación durante los cinco años como universitario.

A mi padre Benjamín Santos, a mis queridos Tíos, Rene, Efel, Gonzalo, Ricardo, Simón, Gonzalo, Teresa, Adela, Leticia, y a todos mis primos.

A la Facultad de Agronomía, y a la dedicación de algunos docentes que desinteresadamente dieron su tiempo para formarnos como profesionales.

## RESUMEN

En los últimos años se pudo constatar que los proyectos de diferentes índoles, carecen de sostenibilidad, es así, que la mayoría de las carreteras construidas en la zona de los Yungas, sufren problemas de deslizamientos.

Todo proceso de planteamiento, diseño y ejecución de proyectos, demanda de un estudio de la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), la metodología indica que los estudios se deban realizar al inicio de la formulación del proyecto.

La formulación del proyecto de la carretera Villa Barrientos-La Asunta, presenta una falta de aplicación de estudios de evaluación del impacto ambiental, por consiguiente no existen programas de mitigación ni planillas de identificación de impactos. Así

mismo, los deslizamientos son producto de la falta de atención en las medidas de mitigación, debido a que estos son impactos que debieron ser atendidos en su inicio como impactos potenciales.

Sin embargo, el estudio realiza un análisis de los impactos en función de los cuales se formula medidas de mitigación especialmente para la etapa de operación y mantenimiento, sin dejar de lado el análisis de la etapa anterior de preparación del sitio y de construcción, por supuesto que la evaluación de esta última etapa, solo servirá como referencia de los impactos para futuros proyectos de esta envergadura.

Este proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, inicia con un diagnóstico general de los factores ambientales, luego se identifican los impactos para cada factor, y en función a los impactos se plantea un Programa de Prevención y Mitigación, todo este ciclo de EIA culmina con un Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.

## SUMMARY

In the last years you could verify that the projects of different natures, lack sustainability, it is this way that the construction of most of the highways built in the area of the Yungas, they suffer problems of slips.

All position process, design and execution of projects, demand of a study of the Evaluation of the Environmental Impact (EIA), the methodology indicates that the studies should be carried out to the beginning of the formulation of the project.

The formulation of the project of the highway Villa Barrientos-the Asunta, presents a lack of application of studies of evaluation of the environmental impact, consequently mitigation programs neither schedules of identification of impacts don't exist. Likewise, the slips are product of the lack of attention, in the mitigation measures, because these are impacts that should be assisted in their beginning as potential impacts.

However, the study carries out an analysis of the impacts in function of which is formulated mitigation measures especially for the operation stage and maintenance, without leaving aside the analysis of the stage previous of preparation of the place and of construction, of course that the evaluation of this it finishes stage alone it will serve like reference of the impacts for future projects of this span.

This process of Evaluation of Environmental Impact, begins with an I diagnose general of the environmental factors, then the impacts are identified for each factor, and in function to the impacts thinks about a Program of Prevention and Mitigation, this whole cycle of EIA it culminates with a Plan of Application and Environmental Pursuit.

## PARTE I INTRODUCCIÓN

### 1 Descripción del problema

Al construirse un camino se afecta la ecología de una importante área del tramo circundante, lo cual representa a lo largo del mismo una superficie considerable propensa a la erosión hídrica, dando lugar a que la obra construida se vea amenazada en cuanto a la estabilidad original.

La investigación de los factores que provocan deslizamientos se realizó en el Municipio de La Asunta, entre el tramo Villa Barrientos-La Asunta, donde los impactos indeseados en la carretera, provocan perjuicios económicos a las poblaciones que comprenden esta zona.

Los deslizamientos, representan un impacto negativo en el ecosistema de la zona, lo cual tiene una gran repercusión en el desarrollo del Municipio. Así mismo, la falta de aplicación de estudios sobre la identificación de los impactos ambientales, medidas de

prevención y mitigación de impactos identificados ó programas de reforestación, hace que existan problemas, tanto carácter socioeconómico como también ambientales.

Por tanto, es necesario determinar las causas fundamentales que provocan los deslizamientos de los suelos sobre la carretera y cuantificar sus efectos de los mismos, esto es de suma importancia, no solo con fines informativos, sino para tomar las acciones necesarias que ayuden a mitigar y evitar impactos en la sociedad y en el medio ambiente.

Por lo argumentado, es necesario realizar un análisis de las variables físicas, naturales y socioeconómicas del ecosistema.

## 2 Justificación

Uno de los principales problemas que enfrenta la humanidad es el deterioro y degradación del medio ambiente, provocado por el uso irracional y desmedido de los recursos naturales. Este problema apenas hace unas décadas ha recibido la atención necesaria, no solo para evitar que se continúe con el deterioro, sino que además se reparen los daños que ya se han provocado.

En Bolivia hace apenas una década que se estableció en la legislación el procedimiento para la Evaluación de Impacto Ambiental, que define las condiciones a que se sujetaran la realización de obras y actividades que puedan afectar el equilibrio ecológico.

Partiendo de los preceptos de que "El desarrollo de un pueblo se mide directamente en su capacidad para comunicarse" y de que "son los caminos el modo fundamental para establecer la comunicación físico espacial de las comunidades", el desarrollo de las actividades productivas del Municipio, depende de la aplicación de medidas para la conservación y el mejoramiento de los caminos existentes.

Buscando en todo caso, que la unión entre comunidades o polos de desarrollo sea directa, y con el mejor impacto social y ecológico posible, se propicia, en algunos casos, la necesidad de utilizar derechos de vía correspondientes a diferentes dependencias con el fin de alterar en lo menos posible el medio ambiente por el que se trazó la carretera.

El trabajo de investigación nace con la idea de generar información y realizar un aporte al manejo y conservación del medio ambiente, para que estas sean aprovechadas de una manera justa y razonable.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo general

- Determinar y analizar, los factores que provocan deslizamientos en la carretera Villa Barrientos-La Asunta, y plantear medidas de mitigación, para prevenir futuros derrumbes.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Describir los factores físicos, naturales y sociales del área del proyecto.
- Identificar los impactos ambientales para el suelo, agua y cobertura vegetal.
- Elaborar un Programa de Prevención y Mitigación para el suelo, agua y cobertura vegetal.
- Plantear un Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para el suelo, agua y cobertura vegetal.



## PARTE II SECCION DIAGNOSTICA

### 2.1 Descripción general del área de proyecto

#### 2.1.1 Ubicación geográfica

La zona de estudio se ubica en la zona de los Yungas del Departamento de La Paz, situado entre los  $16^{\circ} 7' 41.317''$  y  $16^{\circ} 18' 56.534''$  de latitud sur y los  $67^{\circ} 11' 37.268''$  y  $67^{\circ} 25' 39.216''$  de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altura promedio de 750 msnm variando según la zona.

El área se clasifica como una región sub tropical de tierras altas y bajas. Esta zona reporta temperaturas que oscilan entre  $7^{\circ}\text{C}$  y  $29^{\circ}\text{C}$  variando con la estación, las precipitaciones medias anuales son de 1100 a 1500mm (SENAMHI).

El municipio de La Asunta limita al Este, con el Departamento de Cochabamba, al Norte con los Municipios de Palos Blancos y Caranavi, al Oeste con el Municipio de Coripata y el Sur con el Municipio de Irupana.

A continuación se presenta en el cuadro 1, las coordenadas geográficas de las zonas que presentan deslizamientos en la carretera Villa Barrientos-La Asunta.

Cuadro 1. Localización geográfica de los puntos de deslizamientos

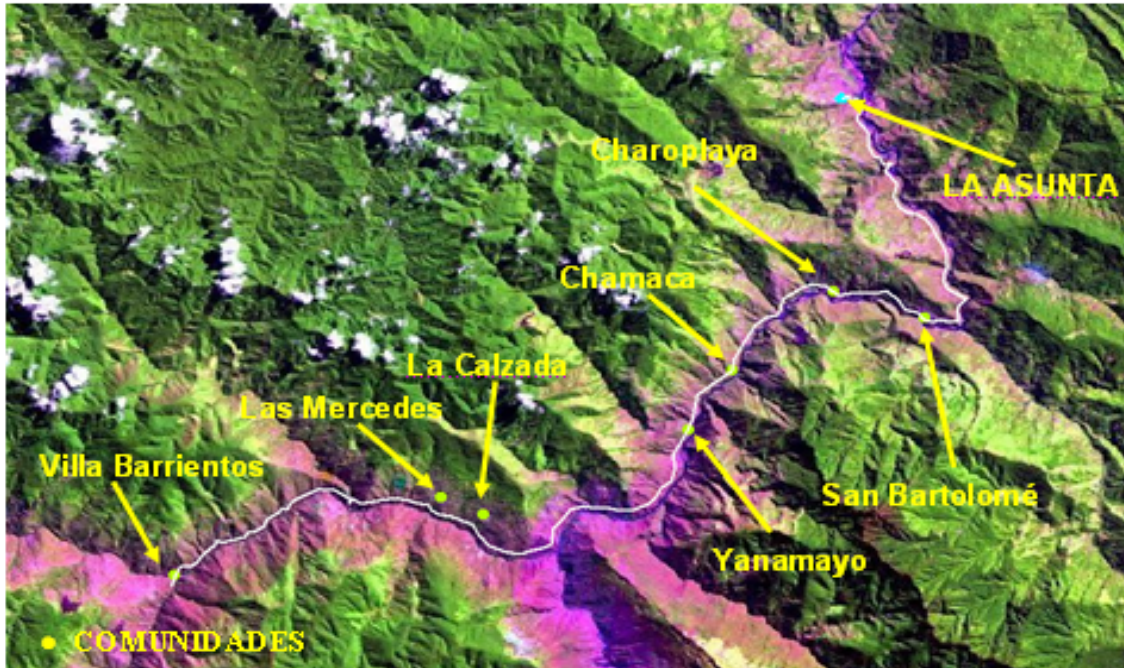
<b>Zona</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altura (msnm)</b>
América	16° 11' 10.412"	67° 09' 34.043"	733
Cruce Calzada	16° 18' 43.835"	67° 18' 24.463"	829
Cruce Mercedes	16° 17' 51.520"	67° 20' 06.475"	853
Tocoroni	16° 18' 56.148"	67° 25' 35.412"	852

Fuente: Georeferenciación con GPS.

### 2.1.2 Imagen y mapa cartográfico que cubre el área del proyecto

La imagen utilizada para el estudio en la zona, pertenece al satélite Landsat, con una resolución o tamaño de píxeles 30 x 30 metros respectivamente. Y una composición de color: 5-4-3 (RGB), proporcionado por el proyecto FCDI (Fondo Comunitario de Desarrollo Integral), ACDI/VOCA

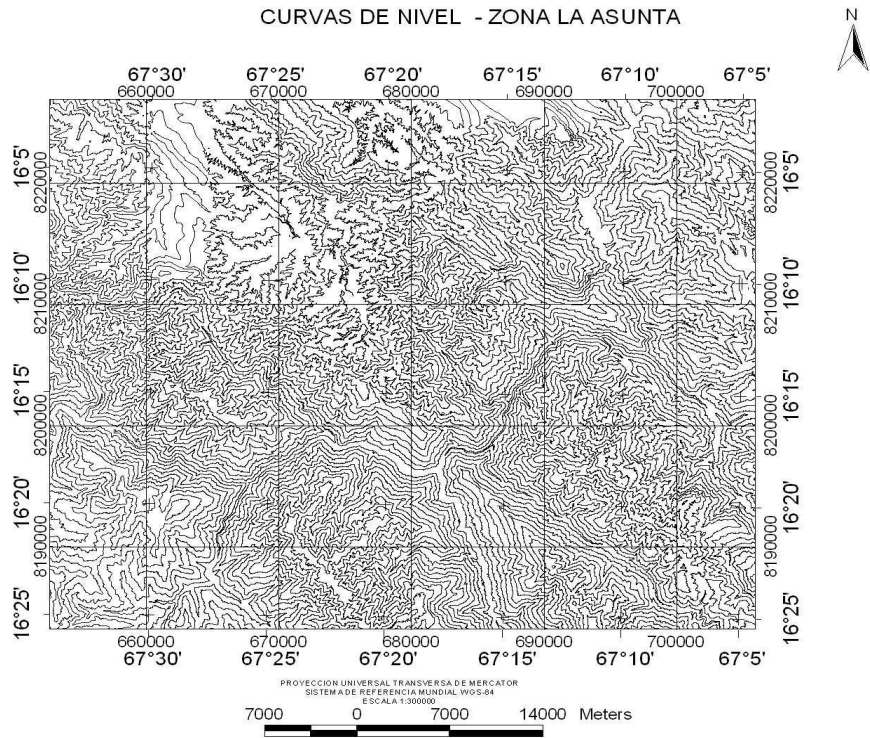
Imagen 1. Imagen satelital del área de influencia del proyecto



La imagen 1, muestra un panorama aéreo del tramo de la carretera. También, indica la localización de las principales comunidades que conforman el Municipio de La Asunta.

Así mismo, se trabajo con las cartas del IGM (Instituto Geográfico Militar), número Se 19-03 y Se 19-04 de escala 1:250000, para el diseño de los mapas; de elevación, zonas de riesgo entre otros.

Imagen 2. Cartas del IGM Se 19-03 y Se 19-04



### 2.1.2.1 Definición del área del proyecto

#### 2.1.2.1.1 Área de influencia directa

El área de influencia directa del proyecto corresponde al área del Doble Derecho de Vía. La carretera tiene una longitud de 53.995 Km. desde Villa Barrientos hasta la población de La Asunta, la Ley dicta como doble derecho de vía 50m a cada lado de la carretera.

Por consiguiente, el área de influencia directa equivale a 2, 699,750m<sup>2</sup> ó 2.7Km<sup>2</sup>.

#### 2.1.2.1.2 Área de influencia indirecta

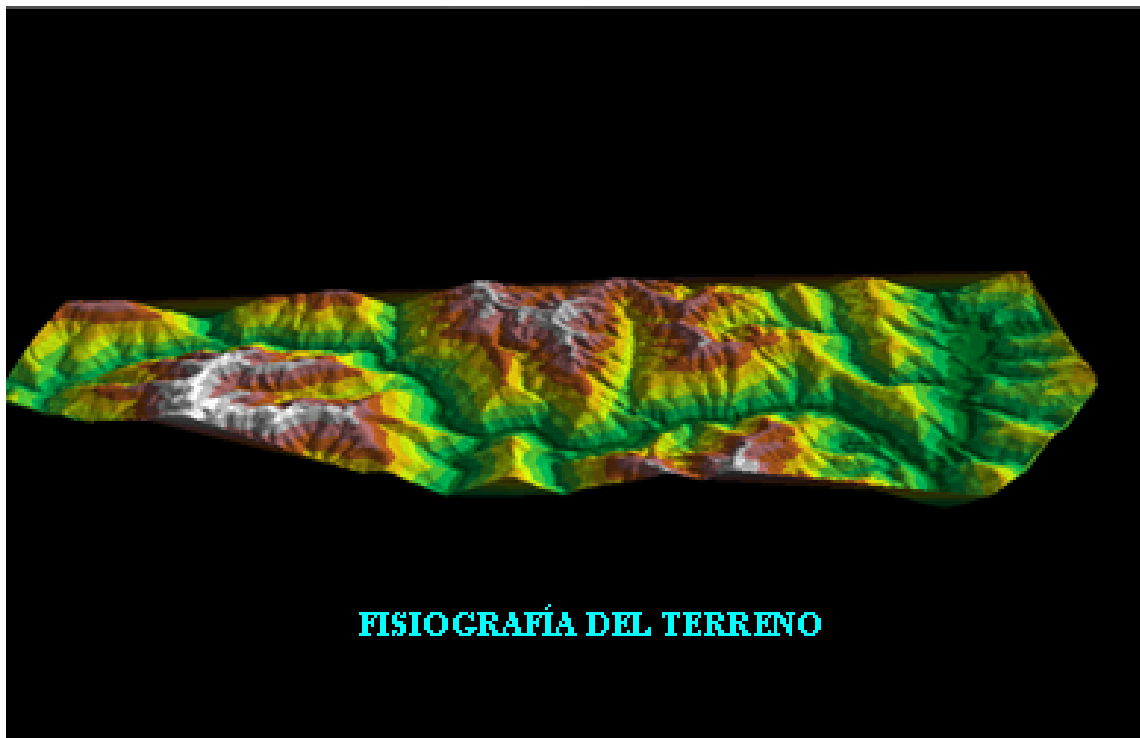
El área de influencia indirecta, equivale a la superficie beneficiada con la construcción de la carretera, para el caso equivale a la superficie del municipio de La Asunta que es igual a 2,849Km<sup>2</sup>.

### 2.1.3 Fisiografía del área del proyecto

Las zonas de los Yungas se caracteriza por presentar una fisiografía muy accidentada, como se aprecia en la imagen 3, obligando a los agricultores de la zona, además, de utilizar pocos suelos aptos, utilizar los suelos de las laderas que exigen un manejo especial, ya que sin estos manejos estos suelos se degradan rápidamente y pierden su fertilidad.

La carretera sigue su trayectoria por las laderas bajas de las montañas de la zona, serpenteando paralelamente junto al río en toda su trayectoria. La imagen, muestra la fisiografía de área del proyecto visualizando un terreno con pendientes fuertes.

Imagen 3. Modelo digital del terreno del Municipio de La Asunta



## 2.2 Procedimiento metodológico de la Evaluación del Impacto Ambiental

### 2.2.1 Evaluación del impacto ambiental de la carretera

El objetivo general del proceso de la evaluación del impacto ambiental (EIA), es asegurar que se tome en cuenta al ecosistema circundante en cada una de las etapas de la planificación de proyectos. El proceso de la evaluación del impacto ambiental asegura que exista información disponible sobre los impactos ambientales del proyecto y sobre las medidas para mitigar estos impactos. (Miranda, 2002).

La necesidad de hacer estudios de impacto ambiental, en la carretera, es importante, considerando como se ha evaluado el proyecto en el pasado y el nivel hasta donde se han tomado en cuenta los daños al medio ambiente.

Si bien es cierto que la literatura existente y las metodologías, mencionan determinar los impactos al ambiente en las diferentes etapas del ciclo del proyecto, el diseño y la construcción de la carretera Villa Barrientos-La Asunta carecen de un estudio de impacto ambiental. Es así, que el presente trabajo realiza un análisis cualitativo post proyecto de los impactos ambientales y sociales.

### 2.2.2 Formulación de medidas de mitigación

La importancia de considerar las medidas de mitigación, es trascendental en remediar y prevenir los efectos negativos generados por las actividades de la operación y mantenimiento de la carretera, ya que la implementación de medidas puntuales, permitirá la disminución de los impactos ambientales negativos.

Por otra parte, las medidas de mitigación no solo sirven para mitigar o minimizar los impactos generados por un proyecto, sino que son una herramienta que ayudan a controlar y corregir los impactos ambientales generados por una actividad. (Miranda, 2002).

### 2.2.3 Tipos de medidas de mitigación

- Medidas de prevención, son aquellas encaminadas a impedir que un impacto se presente.
- Medidas de control, se aplica cuando un impacto ambiental no es posible de prevenirlo o, el costo de su prevención es muy elevado como para aplicar la medida adecuada, el impacto se controla manejando las variables que hacen posible que aumenten o disminuyan los efectos en el ambiente.
- Medidas correctivas, en algunas ocasiones los proyectos no consideran los posibles impactos al ambiente como una alternativa, o en su defecto las variaciones en el entorno propician la valoración de la toma de medidas conducentes para corregir los impactos que el proyecto provoca al ambiente. (Ley del Medio Ambiente, 1992).

El monitoreo ambiental, esta íntimamente vinculado con las medidas correctivas, ya que el aumento de algún impacto al ecosistema puede ser corregido solo si se conoce la dinámica del impacto a través de dichos monitoreos. Las medidas correctivas pueden ir desde el cambio de maquinaria y equipo, hasta el cambio del lugar de disposición de la carretera.

### 2.2.4 Parámetros de evaluación de los impactos ambientales

En la formulación de un proyecto como de las carreteras, es necesario realizar ciertos estudios antes de la ejecución del mismo, Por consiguiente, es necesario detallar las variables que deben ser consideradas para realizar un diagnostico en la evaluación del impacto ambiental.

El Cuadro 2, muestra un resumen de las variables más importantes, que deben ser analizadas en la formulación de un proyecto de construcción de carreteras.

Cuadro 2. Parámetros de Evaluación del Impacto Ambiental

DESCRIPCION	ACTIVIDAD
<b>Aspectos generales.</b>	Ubicación física del proyecto. Superficie requerida. Uso actual del suelo en el predio. Sitios alternativos que estén siendo evaluados. Recursos que serán alterados. Área que será afectada. Riesgo de deslizamientos.
<b>Factores ambientales.</b>	Temperatura promedio. Precipitación promedio anual (mm).
<b>Geomorfología y geología.</b>	Geomorfología general. Paisajes morfoedafológicos. Tipos de suelos presentes en el área de proyecto.
<b>Hidrología.</b>	Principales ríos o arroyos cercanos.
<b>Ecosistema o paisaje.</b>	Tipo de vegetación de la zona del proyecto. Señalar si existe vegetación en peligro de extinción.

Fuente: Investigación propia

Así mismo, en la ponderación de los impactos ambientales en el proyecto, se utilizan índices de EIA según la Ley 1333 presentados en el cuadro 3, los cuales permitirán realizar un análisis más puntual del tipo de impacto que exista, o pueda ocurrir.

Cuadro 3. Parámetros de ponderación de los impactos

PONDERACION DE LOS IMPACTOS				
	CLASIFICACIÓN PRIMARIA	CLASIFICACIÓN SECUNDARIA		PONDERACIÓN
I M P A C T O	POSITIVO	DIRECTO (D)	INDIRECTO (I)	ALTO
		PERMANENTE (Pe)	TEMPORAL (T)	
		EXTENSIVO (E)	LOCALIZADO (L)	
		PRÓXIMO (Pr)	ALEJADO (A)	MEDIO
		REVERSIBLE (R)		
		RECUPERABLE (Re)		
		ACUMULATIVO (Ac)		
	NEGATIVO	DIRECTO (D)	INDIRECTO (I)	ALTO
		PERMANENTE (Pe)	TEMPORAL (T)	
		EXTENSIVO (E)	LOCALIZADO (L)	
		PRÓXIMO (Pr)	ALEJADO (A)	MEDIO
		REVERSIBLE (R)		
		RECUPERABLE (Re)		
		ACUMULATIVO (Ac)		
			BAJO	

Fuente: Reglamento (1333) del medio ambiente.

## 2.2.5 Procedimiento metodológico para la identificación de impactos



### 2.2.5.1 Método de la Matriz de Leopold

El método de la Matriz de Leopold, es bidimensional y no simétrica, en las que se enlistan las acciones propuestas del proyecto (columna) y los componentes del sistema (filas). Los impactos son tipificados según su grado de severidad en categorías relativas.

Se considera como máximo 100 posibles Acciones del Proyecto, las cuales se enlistan en un eje, y 88 Elementos del Ambiente (humano o naturales) en el otro. Se sugiere para la evaluación de los impactos, una escala del 1 al 5; identificando los impactos positivos y negativos, con un signo positivo (+) o negativo (-) respectivamente. Leopold sugiere la evaluación de los impactos en base a dos criterios; la magnitud y la importancia. (Miranda, 2002).

El primero considera el grado de amplitud del impacto (extensión del área afectada o severidad del impacto). Mientras que el segundo, la significancia del impacto para el hombre.

Considerando las características del proyecto a evaluar y la posibilidad, tanto de utilizar simbología diferente a la tradicional como de seleccionar las celdas más importantes, se optó por emplear como herramienta de identificación la Matriz de Leopold Modificada y Reducida, debido al número limitado de acciones del proyecto y elementos del ambiente.

Las características del proyecto y el tipo de medio natural y socioeconómico que predomina en el área de estudio, permiten la aplicación de estas herramientas con la plena seguridad en la identificación de impactos ambientales.

### 2.2.5.2 Procedimiento computarizado para la EIA

Es el procedimiento que marca el inicio de la evaluación del impacto ambiental, el mismo que se constituye en instrumento para la determinación de la categoría del estudio de EIA. La ficha ambiental, incluye información sobre el proyecto, la identificación de impactos claves y la identificación de las posibles soluciones para mitigar los impactos negativos. (Ley del Medio Ambiente, 1992).

#### 2.2.5.3 Método Delphi

Este método es un proceso de consulta a expertos, que se utiliza generalmente cuando se desea obtener información no disponible en alguna fuente de información primaria. (Miranda, 2002).

#### 2.2.6 Sistemas de información geográfica

Los sistemas de información geográfica (SIG) son, básicamente herramientas informáticas que procesan y analizan datos con alguna componente espacial. (Ordóñez, 2003).

Los SIG, permiten visualizar el entorno del área de proyecto, así mismo, analizar mediante la imagen satelital la fisiografía general de la zona y además, crear mapas de riesgo y de pendientes.

Para el estudio se utilizó los siguientes programas de SIG:

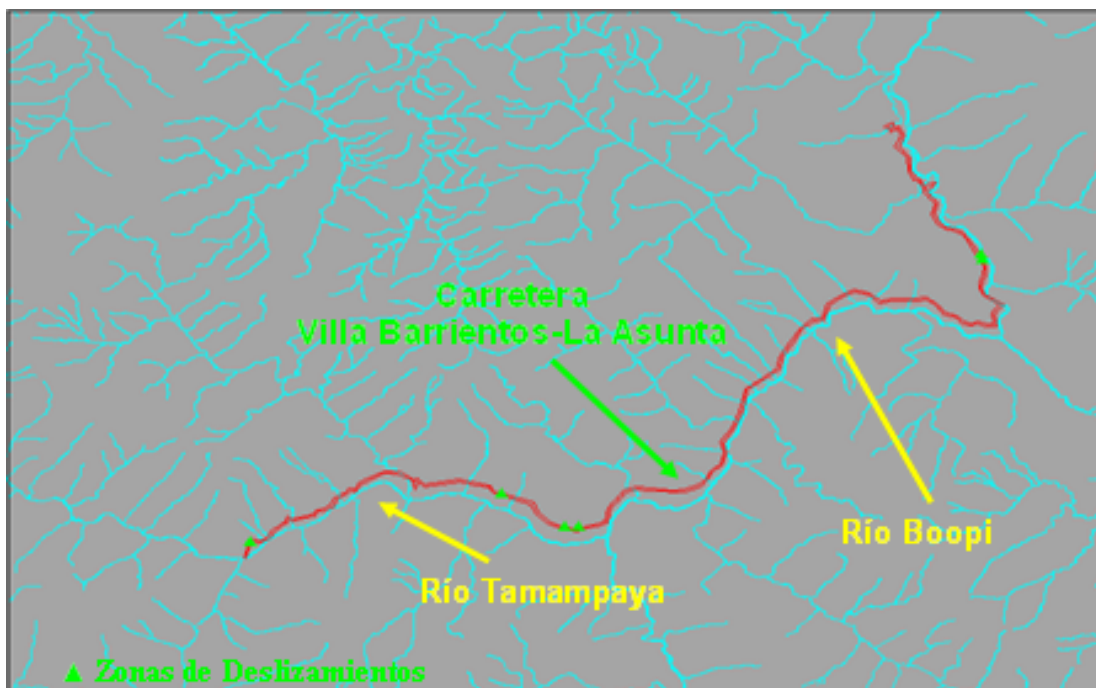
- Micro Station, pertenece al tipo de SIG vectorial, el cual facilitó el manejo y procesamiento de los mapas cartográficos del IGM números Se 19-03 y Se 19-04 de escala 1:250000.
- Erdas, Pertenece al tipo de SIG raster, este programa fue utilizado para el manejo de la imagen satelital de la zona.
- Arc View, SIG vectorial, que fue el programa más importante en el estudio, en el que se manejo toda la información geográfica para el análisis general del problema.

## 2.3 Descripción de los medios físicos, naturales y socioeconómicos del área de proyecto

### 2.3.1 Características de la cuenca hidrográfica

Una de las principales corrientes es el río Tamampaya, que alimenta al río principal Boopi, que es el principal río de la cuenca del mismo nombre. Cabe mencionar que el río Tamampaya sigue el tramo de la carretera Villa Barrientos hasta la altura de la Comunidad de La Calzada, luego este se une al río Boopi que sigue la trayectoria de la carretera hasta la población de La Asunta.

Imagen 4. Mapa hidrográfico de la zona de estudio



Como se observa en la imagen 4, el área de estudio pertenece a la región hidrológica del “Río Boopi”.

Sin embargo, existen varias quebradas que alimentan el río principal, Así mismo, es importante mencionar que existe descargas de aguas servidas sin tratamiento, liberadas al río Boopi, desde la zona de Mercedes por medio de una quebrada natural, la cual representa poco significancia, en cuanto a volumen, pero elevada en cuanto a la contaminación.

#### 2.3.1.1 Precipitación pluvial

La precipitación media anual registrada en la zona de La Asunta equivale a 1345mm es decir 1345lt/m<sup>2</sup>. Los análisis de suelos en laboratorio, indican que el volumen aportado por las lluvias es elevado para un suelo con moderada capacidad de almacenamiento.

#### 2.3.2 Características geológicas de la zona

La zona de La Asunta, corresponde a la formación en la era Neozoica. En la actualidad las características de las rocas presentan varianzas en su génesis, con presencia de rocas ígneas con alto grado de metamorfismo.

Según el anexo 1, del análisis geológico, las características físicas de las rocas de la zona, indican que son susceptibles a sufrir deslizamientos sobre la plataforma de la carretera esto debido a la existencia de planos de fractura en las rocas, que están orientadas de forma paralela a la pendiente del terreno, lo que facilita a las rocas mayor grado de caída.

Cabe mencionar, que los deslizamientos se deben a una conjunción de factores que interactúan, entre los cuales se encuentran; el efecto de la gravedad producto de las pendientes muy abruptas que acelera la caída de las rocas. También, el desarrollo de las raíces en las incrustaciones de las rocas que tiene un efecto significativo debido al crecimiento lateral de las raíces que induce a la separación progresiva de las fracturas de las rocas y por tanto, coadyuvan en el desprendimiento de las rocas.

### 2.3.3 Características físicas

La pendiente del terreno oscila entre 35% y 60%. Los suelos predominantes de la zona son del tipo franco arcillo arenoso y franco arcilloso, con un alto porcentaje de modificadores texturales (grava) de origen ígneo; cuya conjunción da al lugar a la formación de suelos sueltos e inestables en condiciones de saturación.

Partiendo del precepto de que las limitaciones de la aptitud de los suelos, se refieren al clima, los riesgos de erosión (pendiente), las características del suelo (suelos rocosos o muy arcillosos), y las condiciones de drenaje o humedad. (Chilón, 1996).

El Cuadro 4, resume las variables cualitativas de las características edafológicas obtenidas en laboratorio, para la evaluación del impacto ambiental de las cuatro zonas monitoreadas en el tramo de la carretera.

Cuadro 4. Características morfoedafológicas de los suelos

COMUNIDAD	TIPO DE SUELO
<b>América</b>	<p><b>Textura:</b> Franco arcilloso en mayor proporción suelos pedregosos.</p> <p><b>Profundidad:</b> Muy superficial a superficial.</p> <p><b>Pendiente:</b> Muy empinado</p> <p><b>Escoorrentía:</b> Rápido a muy rápido.</p> <p><b>Permeabilidad:</b> Moderadamente lento.</p>
<b>Cruce Calzada (Existencia de material consolidado, con problemas geológicos)</b>	<p><b>Textura:</b> Terrenos rocosos.</p> <p><b>Rocas:</b> Rocas ígneas con cierto grado de metamorfismo y con clivaje muy pronunciado.</p> <p><b>Pendiente:</b> Muy empinado.</p>
<b>Cruce Mercedes</b>	<p><b>Textura:</b> Franco arcillo arenoso pero en mayor proporción son terrenos rocosos.</p> <p><b>Rocas:</b> Igneas con grado de metamorfismo.</p> <p><b>Profundidad:</b> Muy superficial.</p> <p><b>Pendiente:</b> Muy empinado.</p> <p><b>Escoorrentía:</b> Muy rápido.</p> <p><b>Permeabilidad:</b> Moderado.</p>
<b>Tocoroni</b>	<p><b>Textura:</b> Franco arcillo arenoso.</p> <p><b>Profundidad:</b> Muy superficial.</p> <p><b>Pendiente:</b> Muy empinado.</p> <p><b>Escoorrentía:</b> Muy rápido.</p> <p><b>Permeabilidad:</b> Moderado a lento.</p>

Fuente: Elaboración en base al análisis de suelos.

### 2.3.3.1 Profundidad efectiva

La profundidad efectiva es un parámetro de suma importancia, ya que de él depende el tipo de cultivo que se puede implantar en el suelo.

Los suelos del trópico Yungueño, presentan una profundidad de capa fértil muy superficial (10cm. hasta 30cm.) bajo el cual se desarrollan los bosques, Sin embargo, la deforestación de los bosques provoca que los suelos sean lavados por las lluvias, quedando al final un suelo duro en el cual es muy difícil inducir a la regeneración natural de los bosques.

La profundidad de la capa fértil en las laderas del área de estudio, varía entre 10cm y 20cm de profundidad, según los resultados del cuadro 5, llegando incluso a perder la

capa fértil en suelos con cicales, debido que estos suelos carecen de algún tipo de protección o manejo.

Cuadro 5. Profundidad efectiva de los suelos

ZONA	PROFUNDIDAD EFECTIVA (m)
América	0.15
Cruce Mercedes	0.20
Tocoroni	0.20

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.3.2 Textura del suelo

La textura de los suelos muestreados en la zona presenta poca variabilidad entre si, los suelos que conservan la vegetación inicial presentan textura franco o franco limoso. Los suelos en barbecho presentan propiedades inestables, como consecuencia de la deforestación, estos suelos son expuestos a las intensas lluvias provocando la compactación de la superficie.

### 2.3.3.3 Pendiente del suelo

A medida que aumenta la pendiente del terreno, existe mayor probabilidad de que existan deslizamientos, si es que los suelos se encuentran deforestados.

Según los datos del cuadro 6, los suelos utilizados por la agricultura en la zona de La Asunta, presenta pendientes muy empinadas, siendo pocos los suelos que presentan pendientes apropiadas, para la actividad agrícola.

Cuadro 6. Pendiente de los suelo

ZONA	PENDIENTE		
	PORCENTAJE	SIMPLE	COMPLEJA
<b>América</b>	>45%	Muy empinado	
<b>Cruce Calzada</b>	25% a 45%	Empinado	Montañoso
<b>Cruce Mercedes</b>	25% a 45%	Empinado	Montañoso
<b>Tocoroni</b>	>45%	Muy empinado	

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.4 Características hidrogeológicas de los suelos

Los suelos de la zona con deslizamientos presentan una permeabilidad, entre moderado a moderadamente lento, esto hace que la capacidad de almacenamiento de agua sea insuficiente, debido a que estos suelos se saturan con láminas entre 30 a 41lt/m<sup>2</sup>, según el anexo 3, de análisis de suelos.

La evaluación de las características hidrogeológicas de los suelos muestreados se presentan en el anexo 3. El cuadro 7, presenta un resumen de las características físicas del suelo.

Cuadro 7. Propiedades físicas de los suelos

PROPIEDADES FISICAS	MUESTRA DE SUELO		
	América	Mercedes	Tocoroni
PROFUNDIDAD EFECTIVA(m)	0.15	0.20	0.20
TEXTURA	Franco Arenoso (FA)	Franco Arenoso (FA)	Franco (F)
POROSIDAD (%)	43.02	43.4	46.42
DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.51	1.5	1.4
DENSIDAD REAL (gr/cm <sup>3</sup> )	2.65	2.65	2.65
LAMINA DE SATURACION (mm)	30.56	41.12	41.72
PERMEABILIDAD	Moderada	Moderada	Moderada a Lento
HUMEDAD GRAMMETRICA(%)	15	20	18
HUMEDAD VOLUMETRICA(%)	22.65	30	25.56

Fuente: Análisis de laboratorio.



### 2.3.4.1 Escorrentía

La lámina de agua que fluye sobre la superficie del terreno se conoce como agua de escorrentía, que es la principal causante de los deslizamientos sobre las carreteras de la zona.

La escorrentía registrada en las zonas de monitoreo, pertenece a un grado de rápido a muy rápido debido a las pendientes muy empinadas. Esto induce a la reducción de la infiltración del agua en el perfil del suelo. Además, acelera los procesos de inducción de deslizamientos.

Cuadro 8. Evaluación de la escorrentía de los suelos

ZONA	ESCORRENTIA	
	INDICE	CARACTERISTICAS
<b>América</b>	Rápido	Una gran porción de agua se mueve rápidamente sobre la superficie del suelo y solo una pequeña parte lo hace a través del perfil del suelo.
<b>Cruce Calzada</b>	Rápido	
<b>Cruce Mercedes</b>	Rápido	
<b>Tocoroni</b>	Rápido	

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.4.2 Permeabilidad del suelo

La permeabilidad, es la facilidad con que el suelo deja pasar el agua a través de su cuerpo. Los suelos de la zona presentan una permeabilidad entre moderado a moderadamente lento, producto del tipo de textura que estos suelos presentan.

En condiciones de obertura vegetal, la permeabilidad de los suelos es adecuada, debido a que los suelos tienen un constante aporte de materia orgánica, que es el elemento más importante para que los suelos presenten buena permeabilidad. Sin embargo, los suelos deforestados y chaqueados, casi no tienen ningún aporte de

materia orgánica, como es el caso de muchas parcelas en las laderas de la zona de los Yungas, y en consecuencia, presentan baja tasa de permeabilidad.

La permeabilidad se puede medir cuantitativamente en términos de velocidad de paso de agua a través de una unidad de sección transversal de suelo saturado en una unidad de tiempo, bajo condiciones hidráulicas y de temperatura específica. Para el análisis de la permeabilidad de los suelos en estudio se tomo como referencias los siguientes parámetros de evaluación. (Chilón, 1996).

Cuadro 9. Evaluación de la permeabilidad

ZONA	PERMEABILIDAD	
	INDICE	VELOCIDAD DE FLUJO (cm/hr)
<b>América</b>	Moderado	2.0 a 6.0
<b>Cruce Mercedes</b>	Moderado	2.0 a 6.0
<b>Tocoroni</b>	Moderadamente lento	6.0 a 12.0

Fuente: Proporcionado por SEDCAM (Servicio Departamental de Caminos).

#### 2.3.4.3 Capacidad de retención de agua del suelo

Analizando los tipos de suelos, las zonas con cultivos de coca y otros cultivos, tienen poca capacidad de almacenamiento respecto a los suelos que conservan su cubierta vegetal, esto debido al constante aporte de hojarasca (materia orgánica). En los bosques los suelos presentan alta capacidad de almacenamiento de agua.

Sin embargo, los suelos en barbecho, en especial las laderas, no tienen un aporte constante de materia orgánica, lo que conduce, a que los suelos presenten una baja capacidad de almacenamiento de agua, acarreado una baja producción debido a que el agua que llega al suelo, ya sea como lluvia o riego, se escurre y no son aprovechados por los cultivos.

### 2.3.5 Características de la vegetación local

En base a encuestas con autoridades y pobladores de la zona se conoce que en la actualidad el cultivo de la coca es la principal actividad de los pobladores del Municipio de La Asunta, ocupando el 90% del total de las parcelas habilitadas por familia, y el 10% es utilizado para cultivos tales como; banano, cítricos, hortalizas, entre otros.

Cuadro 10. Características fitomorfológicas de los cultivos

CULTIVOS	VARIABLES		
	Densidad de la planta (m <sup>2</sup> )	Factor de Cobertura	Suelo Descubierta (%)
COCA ( <i>Erythroxylum coca</i> )	0.65	0.297	70.3
BANANO ( <i>Musa acuminata</i> )	9	0.546	45.4
CITRICOS ( <i>Citrus sinensis</i> )	20	0.402	59.8
PAPAYA ( <i>Papaya carica</i> )	5	0.354	64.6

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de la morfología de los cultivos en el comportamiento físico de los suelos, se consideró, el estudio de las siguientes variables; la composición florística, el factor de cobertura, y el porcentaje de cobertura.

El cuadro de características fitomorfológicas, muestra que el cultivo de la coca tiene un factor de cobertura de 0.297, es decir que solo el 29.7% de la porción de suelo que ocupa una planta es cubierta, quedando un 70.3% descubierto a las inclemencias del clima.

El banano y los cítricos, son los cultivos que quizás posean mejores condiciones de cobertura al suelo, respecto a los cultivos de coca y papaya. Sin embargo, los factores

de cobertura del banano y los cítricos aun son insuficientes, considerando que estos se encuentran en las laderas.

#### 2.3.5.1 Tipo de vegetación de la zona del proyecto

La zona circundante a la franja de la carretera, en un inicio, pertenecía a un bosque sub-tropical húmedo, cuyas características fueron alteradas en su génesis, producto de la intervención del hombre. La carretera, por ser una obra que abarca una superficie considerable, necesariamente acarreará una variedad de impactos al medio ecológico.

La zona de estudio, presenta una cubierta vegetal moderadamente alterada, sin embargo, existen parcelas que presentan suelos degradados. Lógicamente estos suelos demandan de programas de recuperación y manejo.

#### 2.3.5.2 Importancia de la cobertura vegetal

La cobertura del suelo tiene una acción protectora por la interceptación y absorción del impacto directo de la gota de lluvia, previniendo así el sellado de la superficie y preservando la estructura del suelo inmediatamente por debajo de la misma. De esa manera, la infiltración de agua puede ser mantenida a lo largo de la lluvia.

Conservando la cobertura del suelo se reducen la disgregación y movimiento del suelo por la salpicadura de la lluvia, y el promedio de la velocidad y la capacidad de transporte del flujo superficial.

Un indicador de que los suelos están degradados, es la presencia en las parcelas de especies de gramíneas como el del sujo, o la existencia del ambaybo, que son especies que aparecen en suelos degradados. Los pocos suelos fértiles presentan especies de leguminosas y caducifolios que son indicadores de que los suelos son estables.

### 2.3.6 Procesos que influyen en los deslizamientos

Los deslizamientos son desplazamientos de la superficie del terreno, ocasionado principalmente por los efectos del agua y la pendiente, que arrancan y transportan las masas del suelo hacia las partes más bajas, producto de la fuerzas convergentes del agua de escurrimiento y la fuerza de gravedad. (Suárez, 1980).

Se considera, precursor de los deslizamientos a las intensas precipitaciones pluviales sobre suelos con pendientes elevadas.

#### 2.3.6.1 Factores que provocan los deslizamientos

Los factores que, en mayor o menor medida, inducen a deslizamientos en las carreteras son:

- La intensidad de la lluvia.
- La pendiente del terreno.
- La cobertura vegetal.
- El hombre.
- La geología del terreno.
- La textura del suelo.

(Fuentes, 1999).

#### 2.3.6.2 Importancia de la relación Suelo-Planta-Agua

Durante una lluvia copiosa, lo primero que sucede es que el agua se almacena en el suelo, hasta llegar al punto de llenar todos los poros del suelo, es en este instante que el suelo alcanza la saturación, este es el punto de inicio de los deslizamientos en las laderas con presencia de suelos inestables y sin cubierta vegetal.

Cuando los poros del suelo se han saturado, esta se acumula sobre la superficie formando una lámina de agua. Además, los suelos presentan pendientes elevadas y carecen de cubierta vegetal, la lamina de agua escurre sobre la superficie y arrastra las partículas, provocando los deslizamientos sobre la plataforma de la carretera.

La cubierta vegetal de la zona aumenta la rugosidad de la superficie del suelo, por tanto, ayuda a reducir la velocidad del agua de escorrentía. Así mismo, las plantas gracias a su transpiración, secan el suelo y por tanto, este puede volver a almacenar mayores volúmenes de lluvia.

#### 2.3.6.3 Efecto del intemperismo

El intemperismo es la acción combinada de procesos (climáticos, biológicos, etc.) mediante los cuales la roca es descompuesta y desintegrada por la exposición continua a los agente atmosféricos, transformando a las rocas masivas y duras en un manto residual finamente fragmentado. (Nichols, 1942).

Muchas rocas macizas de la zona presentan fracturas o planos de separación. Estos planos forman curvas amplias más o menos paralelas a la superficie de la roca. Bajo ciertas condiciones, las juntas se descascaran o separan de la masa de roca que también son acarreados por la influencia de la gravedad para acumularse en otros lugares.

Otro tipo de intemperismo físico, se da en las plantas que desempeñan también un papel importante. Las raíces de los árboles y arbustos que crecen en las grietas de la roca ejercen, a veces, presión suficiente para desalojar fragmentos de roca que han quedado sueltos previamente, como también las raíces de los árboles levantan y agrietan el pavimento de las banquetas.

#### 2.3.7 Descripción socioeconómica de la zona

### 2.3.7.1 Aspectos Demográficos

Según el cuadro 11, la superficie de la área de influencia indirecta equivale a 2,849Km<sup>2</sup>, con una población de 18,016 habitantes, que representa el 13% del total de la población Yungueña, con una densidad poblacional de 6.4 habitantes por kilómetro cuadrado y una tasa de crecimiento anual equivalente a 4.21.

Cuadro11. Datos de la población, superficie y densidad poblacional

POBLACION SUPERFICIE Y DEHSIDAD POBLACIONAL				
Provincia/ Municipio	Población Censo 2001	Tasa de Crecimiento Total 1992-2001	Superficie y Densidad Poblacional	
			Superficie por Km <sup>2</sup>	Densidad Poblacional Hab./Km <sup>2</sup>
Chulumani	13,204	1.87	284	46.5
Caranavi	51,153	5.11	2,414	21.2
Coripata	11,444	1.16	689	16.6
Coroico	12,237	2.01	1,055	11.6
Irupana	11,383	-0.51	1,365	8.3
Yanacachi	4,250	0.5	582	7.3
<b>La Asunta</b>	<b>18,016</b>	<b>4.21</b>	<b>2,848</b>	<b>6.4</b>
Palos Blancos	16,691	3	3,430	4.9
<b>TOTALES</b>	<b>138,378</b>		<b>12,647</b>	<b>10.9</b>

Fuente: ACCIAD/OCA.

#### 2.3.7.1.1 Demografía de los Municipios de los Yungas

La Asunta representa un 13% de la población general, en términos porcentuales, que corresponde a un valor intermedio en la zona de los Yungas, el Municipio con mayor población es Caranavi, con una población de 51,153 habitantes, que representa el 37% de la población total de los Yungas, en contraposición, el Municipio con menor población es Yanacachi, con un total de 4.250 Habitantes que representa el 3% de la población total.

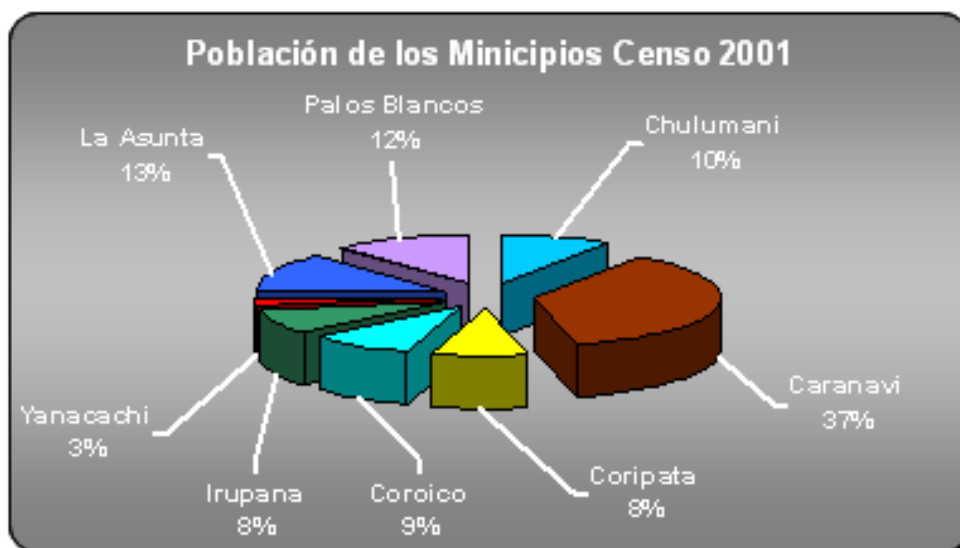


Figura 1. Población de los Municipios de los Yungas

#### 2.3.7.1.2 Densidad poblacional de los Municipios de los Yungas

La densidad poblacional de La Asunta, presentado en la figura 2, alcanza a una densidad poblacional de 6.4, es decir, existen 6 habitantes por Km<sup>2</sup>. Siendo Chulumani la población con mayor densidad poblacional, reportando un valor de 46.5 Habitantes por Km<sup>2</sup>. en contraposición a Palos Blancos que es el municipio con menor densidad poblacional, reportando un valor de 4.9 Habitantes por Km<sup>2</sup>.



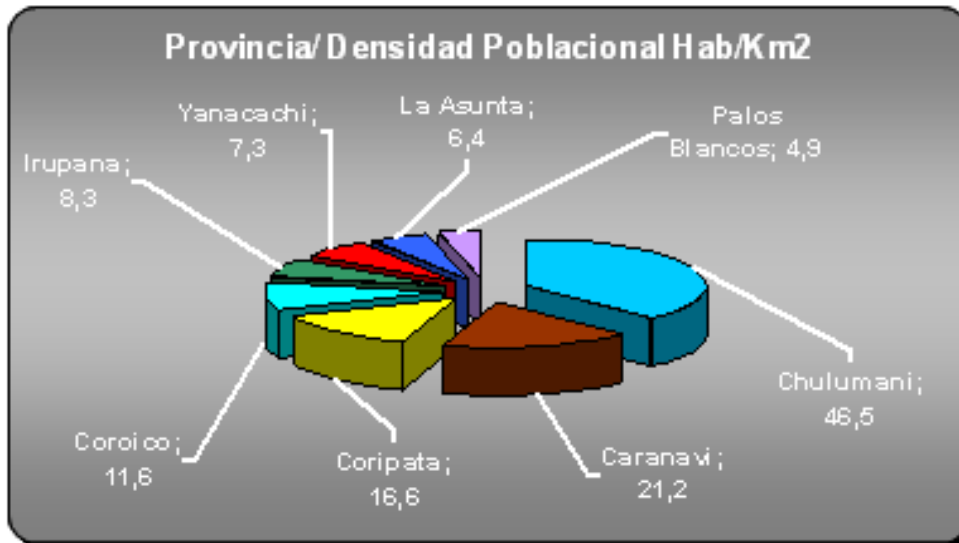


Figura 2. Densidad poblacional de los Municipios de los Yungas

### 2.3.7.2 Condición de Pobreza en los Yungas

El cuadro 12, indica el índice de pobreza en los ocho municipios es muy elevado, ya que el 82,3% de la población de los yungas viven en condición de pobreza con necesidades básicas insatisfechas (NBI), y el 54,7% viven en condición de pobreza moderada, mientras que el 26,8% viven en condición de indigencia y 0,9% en condiciones de marginalidad. Asimismo se puede apreciar que solo el 17,7% de la población no es pobre, donde el 2,9% de sus habitantes tiene sus necesidades básicas satisfechas y el 14,8% vive en el umbral de la pobreza.

Así mismo, se observa que el Municipio mas pobre es el de La Asunta con un 94,9% de índice de pobreza, en contraposición, el municipio menos pobre es el de Yanacachi con un 64,8% de pobreza, debido probablemente a la baja población existente en la zona.

Cuadro 12. Condición de pobreza de los Municipios de Nor y Sud Yungas

CONDICION DE POBREZA DE LOS YUNGAS SEGUN LOS MUNICIPIOS								
Municipio	No Pobres		Pobres			Condición de Pobreza		Total
	Necesidades Básicas Satisfechas	Umbral de Pobreza	Pobreza Moderada	Indigencia	Marginalidad	NBI Pobres	NBS No Pobres	
La Asunta	0.40	4.70	44.00	47.70	3.20	94.90	5.10	100.00
Palos Blancos	0.60	8.90	59.00	31.00	0.50	90.50	9.50	100.00
Coripata	0.50	10.70	74.20	14.60	0.00	88.80	11.20	100.00
Caranavi	1.10	12.30	40.90	44.70	1.00	86.60	13.40	100.00
Irupana	2.40	13.80	48.50	35.10	0.20	83.80	16.20	100.00
Coroico	4.50	19.90	55.50	18.20	1.90	75.60	24.40	100.00
Chulumani	4.00	22.40	66.30	7.30	0.00	73.60	26.40	100.00
Yanacachi	9.60	25.60	49.00	15.80	0.00	64.80	35.20	100.00
PROMEDIO	2.90	14.80	54.70	26.80	0.90	82.30	17.70	100.00

Fuente: ACADI/VOCA.

### 2.3.7.3 Rol de la carretera en la sociedad

La viabilidad de la carretera, es una de las condiciones para que los habitantes del Municipio disminuyan en cierto grado en nivel de pobreza registrado en las poblaciones del Municipio. Considerando que es la única vía de comunicación existente en la zona.

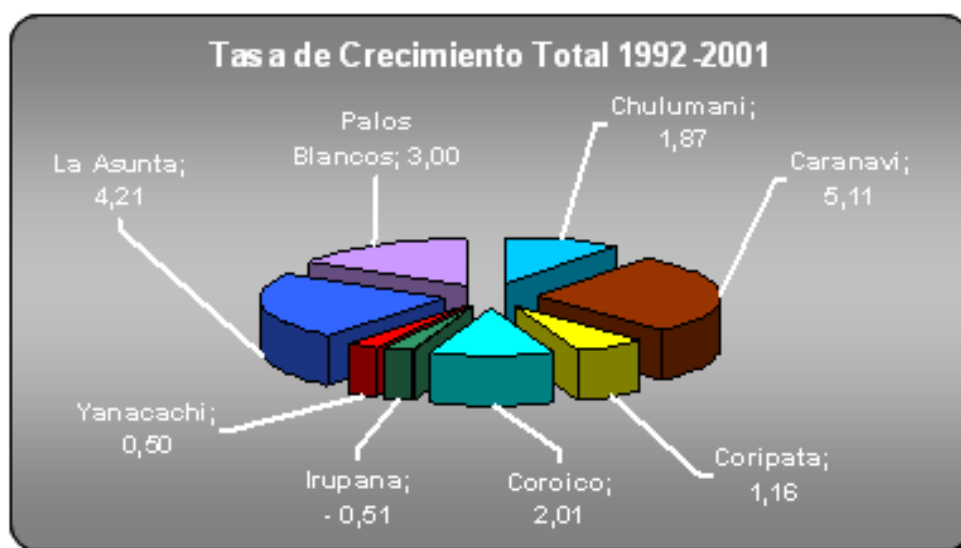


Figura 3. Tasa de crecimiento de los Municipios

Según los datos obtenidos, el Municipio de La Asunta, presentan una tasa de crecimiento del 4.21 habitantes por año, por tanto, es necesario la viabilidad de la carretera, para el fortalecimiento y el desarrollo de la zona.

Por lo argumentado, es prioridad que las Autoridades e Instituciones deban adoptar políticas socioeconómicas orientadas a la conservación de las vías de comunicación.

#### 2.3.7.4 Estrategias para disminuir la pobreza del Municipio

La estrategia que el estudio propone, es el planteamiento de medidas de control y mitigación, para la conservación de la carretera y el medio ambiente, estos métodos de control y mitigación deberán ser de carácter prioritario no solo en la carretera que abarca el estudio, sino también en otras.

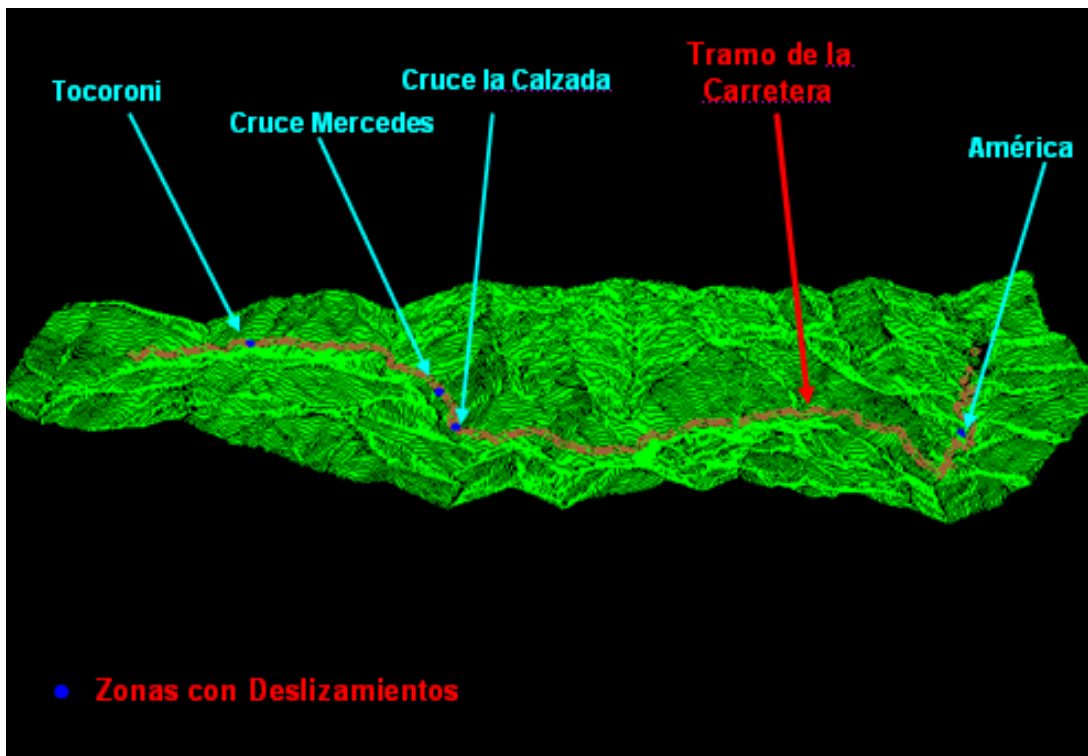
Los planteamientos de control y mitigación, expuestos en el trabajo colaborarán en el desarrollo ambiental, económico y social, de la zona, cuyas implicancias también se podrán adaptar en otras zonas de características similares.

#### 2.4 Monitoreo de la zona mediante Sistemas de Información Geográfica

La imagen 5, muestra el modelo digital de las curvas de nivel del área de proyecto, que permite realizar un análisis de las pendientes en las áreas donde se identificaron deslizamientos.

El análisis de los datos de campo y laboratorio, revela que existen dos causas fundamentales que inducen a los deslizamientos; origen natural y un origen antrópico.

Imagen 5. Modelo digital de las curvas de nivel y la carretera



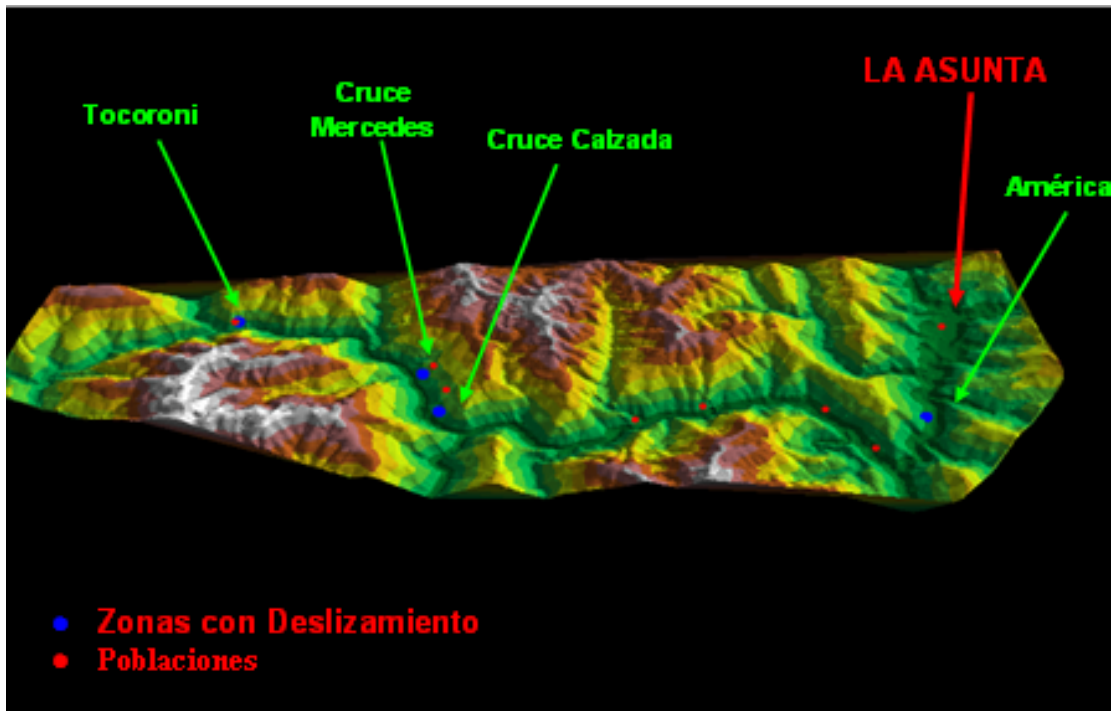
#### 2.4.1 Deslizamientos de origen natural

Los deslizamientos de origen natural identificados en la zona, se deben a dos factores; la estabilidad del suelo y los problemas geológicos. Sin embargo, estos factores se expresan con mayor intensidad debido a la gravedad, el efecto de la fuerza de gravedad es directamente proporcional al grado de la pendiente en el terreno. La fisiografía existente en la zona corresponde a una zona de riesgo, para la construcción de obras como la de carreteras, según el análisis de los modelos digitales creados con los sistemas de información geográfica.

La imagen del Modelo Digital del Terreno (MDT), muestra cuatro áreas, en las cuales los deslizamientos adquieren importancia social y económica para la región. Estas, corresponden a las más frágiles, en cuanto a ocurrencia de deslizamientos sobre la plataforma de la carretera.

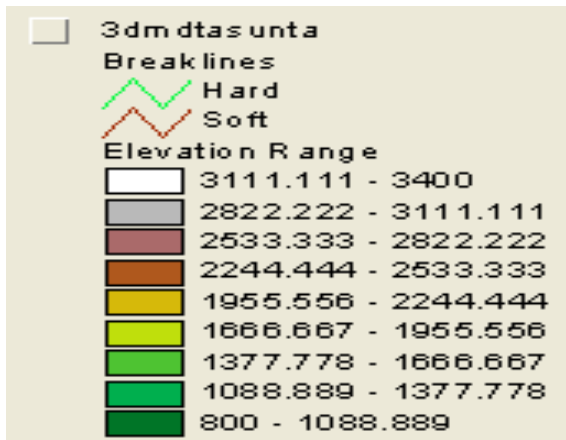
La zona de América, en la actualidad representa el área de riesgo más importante, respecto a las zonas de Tocaróni, Cruce Mercedes y Calzada.

Imagen 6. Modelo Digital del Terreno y la representación de la carretera



El cuadro de los valores de elevación permite identificar las alturas sobre el nivel del mar de los sitios de monitoreo, en función a las tonalidades en el Modelo Digital del Terreno. Es así, que el tramo de la carretera se localiza en el color verde oscuro, cuyas cotas se encuentran entre valores de 800 a 1088 msnm, respectivamente.

Cuadro 13. Valores de elevación, 3D MDT del Municipio de La Asunta



Fuente: Extracción del programa de Arc View.

#### 2.4.2 Deslizamientos de origen antrópico

Este tipo de deslizamiento corresponde al tipo inducido, producto del uso irracional de los suelos que son sometidos a las inclemencias de las precipitaciones y a riegos con caudales que superan los 30lt/m<sup>2</sup>.

El deslizamiento registrado en América que esta situada a 9.297Km de La Asunta, se constituye el derrumbe más importante del tramo, con un largo de 254m de derrumbe sobre la carretera, y una caída que varia entre los 350 a 392m.

Este deslizamiento se debe a la deforestación del área afectada y de los excesos de riego en los cocales. Además, se ha establecido que la zona presenta suelos de textura suelta con alto porcentaje de modificadores texturales (grava), lo que facilitó la caída de las masas de tierra al saturarlas con las lluvias o riegos frecuentes, sin excluir el efecto de las pendientes elevadas. Todos estos procesos dieron inicio al avance progresivo del área de derrumbe.

#### 2.4.3 Deslizamientos de origen geológico

Los deslizamientos de rocas se traducen en un rápido movimiento de grandes masas de material consolidado, los cuales se consideran de mucha significancia para la circulación vehicular en la zona.

La zona presenta Rocas pizarras metamórficas foliadas, según el anexo de análisis geológico, Así mismo, se observan la existencia visible de planos de debilidad, esto es producto de la intemperización biológica y química a la que están expuestos estas rocas.

A pesar de que la gravedad empuja continuamente a los materiales hacia niveles más bajos, en todas partes de la superficie terrestre, el substrato rocoso, que es fuerte y esta bien sostenido permanece inmóvil en su sitio, pero si una zona escarpada por la remoción de las rocas de la base, o sea, el socavamiento de las mismas, como pasa al habilitar plataformas para la carretera, provocaría que el substrato rocoso se fracturara y caería o se deslizaría hasta encontrar su posición en reposo. Las rocas, al tener en su estructura detrítica, poco material unida, son mucho más susceptibles a los movimientos gravitatorios.

## 2.5 Identificación de los Impactos Ambientales

El proceso de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), se inicia antes de la ejecución del proyecto, es así, que debido a la falta de aplicación de estas medidas se procedió a la identificación de los impactos ya existentes y una síntesis de la evaluación de las anteriores etapas, considerándose para el caso; la etapa de preparación del sitio y ejecución y la etapa de operación y mantenimiento.

La evaluación de la primera etapa se realiza de manera sintetizada, considerando que actualmente el proyecto se encuentra en la etapa de operación y mantenimiento. Sin embargo no deja de ser importante para su análisis, analizando las principales actividades y sus respectivos impactos y medidas de mitigación.

La evaluación de la segunda etapa, requiere mayor énfasis en el análisis de las actividades, impactos y medidas de mitigación. Por consiguiente, es la etapa que merece mayor énfasis.

Cuadro 14. Cuantificación de los impactos para la EIA

Impactos Ambientales	EVALUACION AMBIENTAL	
	Sumatoria Impactos Negativos	Sumatoria Impactos Positivos
Impactos Negativos	211	
Ponderación (Factor 0.001418)	<b>0.29</b>	
Impactos Positivos		119
Ponderación (Factor 0.001418)		<b>0.16</b>

Fuente: Matriz de la ficha ambiental

El cuadro de cuantificación de los impactos, presenta los parámetros ponderados de los impactos negativos y positivos para categorizar el proyecto. Es así, que en el anexo de evaluación de impacto ambiental, se observa que el proyecto corresponden a la Categoría II, que implica que la obra requiere de una EIA, analítica específica de los factores socioeconómicos, suelo y ecología.

### 2.5.1 Etapa de preparación del sitio y de construcción

El medio físico como el componente abiótico del medio ambiente, sufre los efectos en el elemento del suelo y agua. Siendo el suelo el más afectado de manera directa, principalmente en lo que respecta a su cambio en su uso potencial.

El río Boopi se encuentra a una distancia que varía entre los 20 y 50m del tramo de la carretera, por tanto, no sufren efectos considerables. Las quebradas naturales son los cuerpos de agua que mayores inclemencias sufren en su constitución.



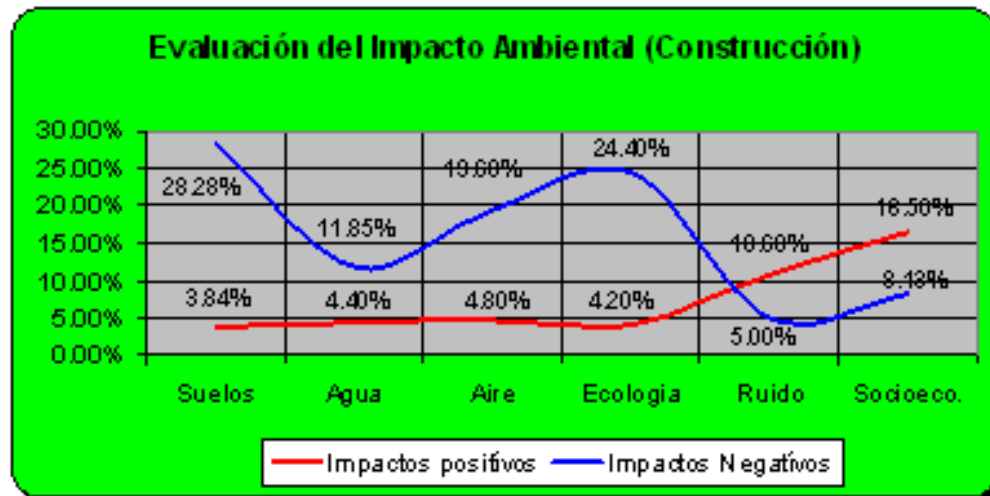


Figura 4. EIA en la etapa de preparación del sitio y construcción

El paisaje y la flora son otros factores que se ven alterados, puesto que al realizar las actividades de desmonte, se crearon alteraciones en la constitución original del sitio con la implementación de una obra ajena al ecosistema natural existente.

El aspecto social y económico de la región tiende a incrementar en sus beneficios, sin embargo, estos impactos positivos aun son poco significantes.

#### 2.5.1.1 Impactos al Suelo

El suelo es el factor abiótico que sufre las mayores alteraciones en el ecosistema. Al construirse la carretera se afecta una franja importante de la superficie. Se identificaron los siguientes impactos en la etapa de preparación del sitio y construcción:

- Destrucción del perfil del suelo (en la franja de la carretera).
- Modificación del régimen hídrico del suelo.
- Modificación de la topografía.
- Modificación biológica del suelo.
- Modificación de la capacidad de uso del suelo.
- Pérdida de la capacidad de retención de agua.

Todos estos impactos fueron analizados y calificados en la Matriz de Leopold en el anexo de Evaluación del Impacto Ambiental, para la evaluación en la etapa de construcción.

Los resultados de los impactos se resumen en la figura 4, de EIA en la etapa de construcción, donde se observa que el suelo es el componente más afectado en el ecosistema abiótico.

#### 2.5.1.2 Impactos al Agua

El agua es otro factor abiótico considerado en el estudio, debido a que la carretera circula en dirección paralela al río Boopi, aunque a una distancia considerable de 50m, sin embargo, los impactos al cuerpo de agua no dejan de ser significativos. Se identificaron los siguientes impactos en el análisis.

- Alteración de las vertientes.
- Liberación de aceites y grasas a los cuerpos de agua.
- Incremento de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua de las quebradas naturales.
- Incremento de la acidez o alcalinidad de los cuerpos de agua.
- Liberación de compuestos tóxicos al agua.
- Liberación de residuos sólidos.

Los resultados expuestos en la figura 4, de EIA de la etapa de construcción, muestran que el agua presenta el valor más bajo como impacto negativo, en comparación con el suelo y aire.

#### 2.5.1.3 Impactos al Aire

El aire como componente abiótico del ecosistema, sufre los impactos debido a los trabajos realizados en la apertura de la carretera. En la Matriz de Leopold se consideraron los siguientes impactos a la atmósfera.

- Aumento de partículas suspendidas (polvareda).
- Aumento de gases (NO, CO, CO<sub>2</sub>, etc.).
- Presencia de humo.
- Efecto en el comportamiento laboral.
- Emisión de olores.
- Visibilidad.

El aire es otra de las variables que sufre impactos negativos significativos en la etapa de construcción, tal como muestra la evaluación de la Matriz de Leopold resumida en la figura 4.

#### 2.5.1.4 Impactos a la Ecología

La fauna y flora son los factores bióticos que sufren importantes alteraciones en el ecosistema, debido a que se deforesta una franja importante de bosque. Así mismo, se crea una barrera física a la fauna. Los impactos considerados en la Matriz de Leopold, son los siguientes:

- Alteración de la cobertura vegetal.
- Pérdida de valores estéticos.
- Pérdida de habitats.
- Inducción a procesos de migración de fauna.
- Disminución de la densidad de fauna.
- Disminución de la diversidad de la vegetación.

La figura 4, muestra el grado del impacto negativo hacia la ecología del área de influencia directa, por la deforestación de la franja del derecho de vía.

#### 2.5.1.5 Impactos en el Ruido

El ruido es quizás el factor con menos importancia en la construcción de una carretera rural ya que el trayecto no está completamente poblado, sin embargo, los impactos en las poblaciones circundantes se reflejan de distinta forma que en el área urbana.

Los impactos considerados en la Matriz de Leopold, son:

- Efectos fisiológicos.
- Comunicación.
- Rendimiento laboral.
- Comportamiento social.

#### 2.5.1.6 Impactos a la Sociedad y Economía

La parte social y económica del Municipio se ve favorecida por la apertura de la carretera, debido a que la actividad genera fuentes de empleos directos e indirectos. Así mismo, el valor de las propiedades de las parcelas se incrementan, también, la apertura de la carretera facilita la comercialización de sus productos, beneficiando de esta manera a la disminución de la pobreza en la región.

Los impactos considerados en la Matriz de Leopold, son los siguientes:

- Generación de empleo.
- Generación de ingresos públicos.
- Propiedad pública.
- Propiedad privada.

#### 2.5.2 Etapa de operación y mantenimiento

Los aspectos físicos y naturales como elementos del medio abiótico y biótico, sufren los efectos en sus componentes de suelo, flora y fauna. Siendo el suelo el más afectado de forma directa y la flora el mas afectado de forma indirecta, y en menor proporción el agua y aire que sufren efectos también en forma indirecta.

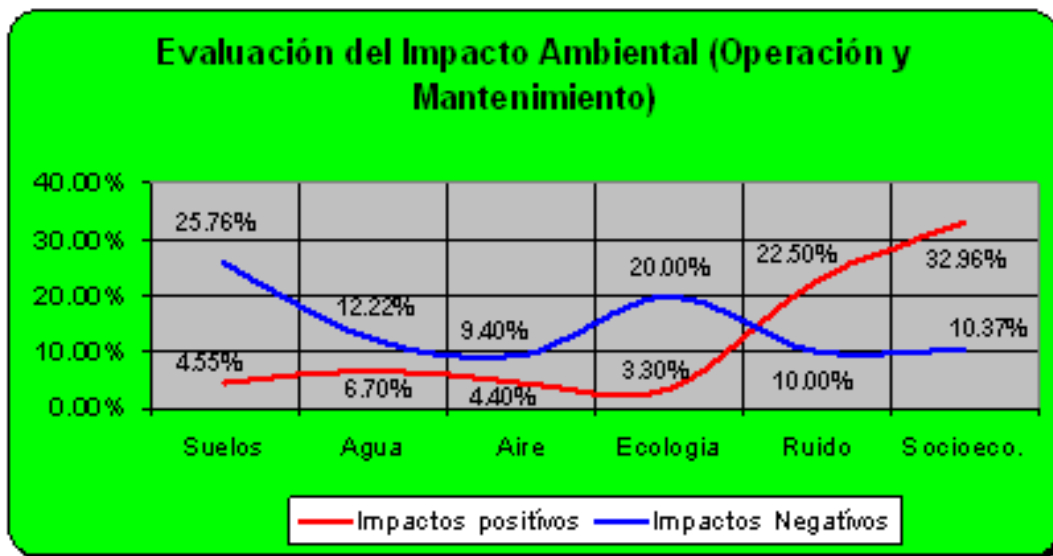


Figura 5. EIA en la etapa de operación y mantenimiento

El aspecto social y económico de la región, experimentan efectos positivos debido a la viabilidad de la carretera, esto les permite la facilidad de comercializar los productos.

### 2.5.2.1 Impactos al Suelo

El suelo al ser parte del componente abiótico, sufre los mayores impactos en el ecosistema, la intensidad de algunos impactos aumentan considerablemente desde la etapa de construcción. Los impactos considerados en la Matriz de Leopold, son:

- Destrucción del suelo (en la franja de la carretera).
- Modificación del régimen hídrico del suelo.
- Modificación biológica del suelo.
- Aumento de la actividad agropecuaria.

- Aumento de los procesos de inestabilidad del suelo.
- Aceleración de los procesos de compactación.
- Disminución de materia orgánica y nutrientes del suelo.
- Modificación de la capacidad de uso del suelo.
- Aceleración de los procesos de erosión.
- Pérdida de la capacidad de retención de agua.

El impacto negativo más importante para el suelo, es el aumento de la actividad agrícola, esta variable es el precursor de otros impactos que alteran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

#### 2.5.2.2 Impactos al Agua

El agua también es considerada parte del componente abiótico, por consiguiente, los impactos que sufren los cuerpos de agua (río) en la etapa de operación son poco significativos, ya que no existe un constante movimiento de suelo ni maquinaria.

Sin embargo, el aumento de la población acarrea generación de residuos y las quebradas naturales son utilizadas como receptores de aguas servidas.

Los impactos considerados en la Matriz de Leopold, para la etapa de operación y mantenimiento, son:

- Alteración de las vertientes.
- Incremento de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua.
- Incremento de la acidez o alcalinidad de los cuerpos de agua.
- Liberación de compuestos tóxicos al agua.
- Incremento de contaminación orgánica.

Los impactos que se registran son particularmente producto de la actividad agrícola y las descargas de aguas servidas de las poblaciones.

### 2.5.2.3 Impactos al Aire

El aire forma parte del componente abiótico, por tanto, es otro de los factores analizados en el estudio. La contaminación de aire se debe a la transitabilidad vehicular primordialmente.

Los impactos analizados en la Matriz de Leopold, son:

- Aumento de partículas suspendidas.
- Aumento de gases (NO, CO, CO<sub>2</sub>, etc.).
- Emisión de olores.
- Visibilidad.

Debido a la poca circulación vehicular en el tramo, el aire tiene menor grado de importancia.

### 2.5.2.4 Impactos a la Ecología

La flora y fauna forman parte del componente biótico. El factor ambiental de la flora es la que mayor consecuencia sufre producto de la apertura de la carretera, debido al incremento de la actividad agrícola. El porcentaje de área deforestada por año es muy elevado.

En promedio una familia realiza el chaqueo de 2500m<sup>2</sup> de superficie (Un k'ato) anualmente. Este valor nos da una referencia de la magnitud de pérdida de la composición florística.

Los impactos evaluados en la Matriz de Leopold, son:

- Alteración de la cobertura vegetal.

- Perdida de valores naturalísticos.
- Perdida de valores estéticos.
- Inducción a procesos de sucesión natural.
- Aumento de la presencia humana.
- Perdida de habitats.
- Aumento de procesos de caza y pesca.
- Inducción a procesos de migración de fauna.
- Disminución de la densidad de fauna.
- Disminución de la diversidad de la vegetación.

El aumento demográfico en la zona hace que la actividad agrícola aumente proporcionalmente, así mismo, la densidad de la cobertura vegetal nativa disminuye considerablemente cada año.

#### 2.5.2.5 Impactos en el Ruido

El ruido es considerado un factor de menor importancia, sin desmerecer su análisis. La cantidad de ruido generado en las vías no supera el límite admisible de 75db (decibeles), sin embargo, las poblaciones aledañas a la carretera experimentan un efecto agradable al oír la circulación del tránsito vehicular, generando un ambiente positivo en el comportamiento social.

Los impactos considerados en la Matriz de Leopold, son:

- Comunicación.
- Rendimiento laboral.
- Comportamiento social.

#### 2.5.2.6 Impactos a la Sociedad y Economía



La economía de la zona de influencia del proyecto mejora considerablemente, debido a la facilidad de comercializar sus productos hacia las ciudades. Así mismo, las comunidades con mayor población empiezan a contar con las necesidades básicas, electrificación, salud, educación, y agua potable, pero todavía gran parte de las poblaciones menores se encuentran viviendo con necesidades básicas insatisfechas.

Los impactos evaluados en la Matriz de Leopold, son.

- Estilo de vida.
- Necesidades básicas.
- Generación de empleo.
- Generación de ingresos públicos.
- Propiedad pública.
- Propiedad privada.
- Crecimiento demográfico.
- Producción Agropecuaria.
- Flujo de comercio.

### 2.5.3 Cuantificación de los impactos del proyecto en general

La identificación de los Impactos Ambientales provocados por la construcción de la carretera, se describe de manera puntual para cada una de las etapas, como son, la preparación del sitio y de construcción y la etapa de operación y mantenimiento, detallados en el anexo 4, de evaluación de impacto ambiental.

Cuadro 15. Cuantificación de los Impactos Ambientales

<b>Factores Ambientales</b>	<b>Impactos Positivos</b>	<b>Impactos Negativos</b>
<b>Suelos</b>	5.68%	32.10%
<b>Agua</b>	5.00%	12.29%
<b>Aire</b>	4.80%	15.00%
<b>Ecología</b>	4.50%	27.90%
<b>Ruido</b>	11.50%	4.90%
<b>Socioeconómico</b>	32.70%	8.13%

Fuente: Matriz de Leopold.

Así mismo, el cuadro 15, muestra la cuantificación en términos porcentuales, de los impactos para las etapas de preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento.

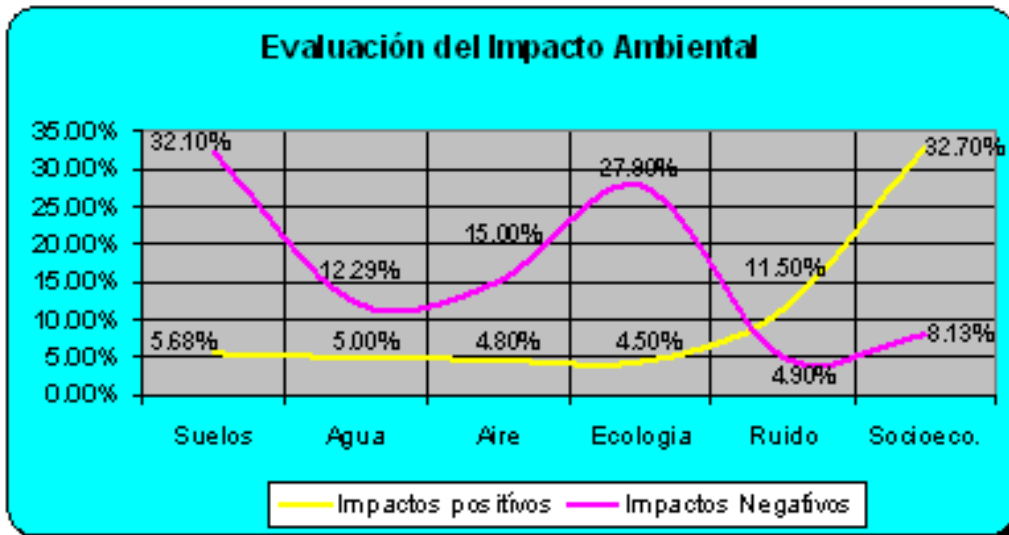


Figura 6. EIA para el ciclo completo del proyecto

El grafico 6, muestra la cuantificación de los impactos para todas las etapas del ciclo del proyecto evaluados en la Matriz de Leopold. Los impactos negativos alcanzan valores altos para las variables de; suelo y ecología. En contra posición, los impactos positivos que derivan de la construcción de la carretera alcanzan valores significativos para el desarrollo socioeconómico de la región.

### PARTE III SECCIÓN PROPOSITIVA

#### 3.1 Programa de Prevención y Mitigación

##### 3.1.1 Etapa de preparación del sitio y de construcción

### 3.1.1.1 Medidas de Prevención y Mitigación para el Suelo

Durante la etapa de preparación y construcción del sitio, el suelo sufre un impacto adverso debido a las obras de excavación principalmente; por lo que se alteran los perfiles existentes; en esta actividad se debe realizar las siguientes medidas de prevención y mitigación:

- Reutilizar los materiales extraídos para evitar que sean dispuestos en sitios de confinamiento, por tanto, debe empleárselos en la construcción de terraplenes, como bancos de préstamo.
- En caso de que los materiales sean excedentes y no puedan ser utilizados la Alcaldía Municipal, deberá establecer un sitio de deshecho residual autorizado, debiendo cumplirse en todo momento las condiciones de transporte y disposición final.
- Deberá regenerarse la capa vegetal a fin de evitar la erosión, también debe preverse el tendido de la tierra vegetal, producto de la limpieza dentro del derecho de vía. Esto con el fin de soportar la reforestación y mejorar el paisaje, proteger el subsuelo y dar apoyo a la protección y fomento de la flora del lugar.
- El material de corte y despalme se debe transportar en vehículos protegidos con mallas y barras de contención con la finalidad de evitar la dispersión de polvos y partículas hacia la atmósfera; así mismo, se deberá tener en cuenta el cumplimiento en la disposición de los materiales en los sitios autorizados, evitando la descarga en barrancas.
- En cortes con problemas de estabilidad donde no haya suelo capaz de sostener vegetación, proteger con malla para mantener el material fragmentado.
- Para taludes rocosos e inestables se podrá colocar malla metálica galvanizada anclada, aumentar el ancho de los acotamientos para la recepción de los desprendimientos o bien colocar muros de contención.
- Así mismo, se debe programar las obras en época de estiaje, para evitar la erosión hídrica.
- Proteger o impermeabilizar las partes altas de los taludes ya sea con la reforestación o con muros.

- Cortar el flujo de escorrentía antes que el agua adquiera suficiente velocidad para iniciar el proceso erosivo, para lo cual se debe reforestar o construir terrazas.

### 3.1.1.2 Medidas de Prevención y Mitigación para el Agua

La calidad del agua se ve afectada temporalmente, según las entrevistas realizadas, durante la etapa de preparación y construcción, debido a la remoción de materiales inorgánicos y orgánicos (hoja rasca), parte de estos materiales se deslizaron al río Boopi.

Las medidas de prevención y mitigación que deben implementarse son:

- Establecer sitios donde disponer estos materiales, estos sitios deben estar lejanos a las corrientes de agua.
- Durante la etapa de construcción del sitio las descargas de aguas residuales provenientes de los campamentos y de servicios básicos, se deberá disponer hacia una red de alcantarillado o de tratamiento, para evitar la descarga hacia cuerpos naturales como ríos, arroyos o lagunas.
- Las descargas de aguas residuales provenientes de sanitarios deberán transportarse para su posterior tratamiento por la compañía que designe la constructora, por consiguiente, los sanitarios utilizados serán de tipo portátil y los desechos serán responsabilidad de las constructoras implicadas.
- Cortar el flujo de escorrentía antes de que el agua adquiera suficiente velocidad para iniciar el proceso erosivo dentro de los taludes, para lo cual deben implementarse terrazas.
- Definir lugares donde serán depositados el material no empleado, cuidando en no afectar a las corrientes de agua.

### 3.1.1.3 Medidas de Prevención y Mitigación para el Aire

Durante la etapa de preparación y construcción, la utilización de maquinaria para la remoción de la capa vegetal se incrementara las partículas sólidas suspendidas y totales. También, los niveles de ruido se verán incrementados, de manera significativa, debido a la utilización de equipos y maquinaria pesada.

En este apartado se contemplan las siguientes medidas de mitigación:

- Riegos frecuentes durante el día evitando así que se levanten polvaredas.
- Forestación y reforestación.
- Humedecer la superficie a excavar, para evitar partículas suspendidas.
- Los vehículos deben cumplir con las normas, en caso de cruzar poblaciones para evitar el trabajo nocturno de la maquinaria.

#### 3.1.1.4 Medidas de Prevención y Mitigación para la Ecología

En la etapa de construcción, la vegetación de una gran área se ve afectada significativamente; ya que se alteran las asociaciones vegetales existentes en el área del proyecto, zonas de bosques, por lo que al realizar las actividades de excavación, despalme y desmonte, deben implementarse las siguientes medidas de prevención y mitigación:

- Los restos vegetales silvestres deben ser reintroducidos en zonas aledañas al proyecto, con el fin de que las especies perturbadas se incorporen a la dinámica del ecosistema y de esta forma disminuir las alteraciones a la vegetación.
- Se debe respetar la extensión de la vegetación ribereña y mantener franjas perimetrales de vegetación natural que sirviesen como cortinas rompevientos para mitigar el efecto de los procesos erosivos.
- Inducir a la vegetación en las partes aledañas a los desmontes y despalmes para detener la erosión, reutilizando la capa vegetal existente.
- Debe evitarse la quema de la vegetación.

- Los materiales orgánicos derivados del desmonte deben aprovecharse en composteras.
- Promover un programa de rescate de vegetación que incluya rescate de especies, su prevención durante el traslado y la resiembra. También, se debe proteger las partes altas de los taludes ya sea con la reforestación o con muros.
- Definir lugares para la instalación de viveros forestales.

#### 3.1.1.5 Impactos Sociales y Económicos

Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se requerirá mano de obra, la cual se verá beneficiada significativamente en la economía local, debido a que el personal contratado radica en zonas aledañas al proyecto.

Así mismo, según las normas vigentes la población debe respetar el doble derecho de vía que implica 50m hacia arriba y 50m hacia abajo.

En este apartado no se contemplan medidas de mitigación puesto que los impactos son benéficos.

#### 3.1.2 Etapa de operación y mantenimiento

##### 3.1.2.1 Medidas de Prevención y Mitigación para el Suelo

El mantenimiento de la carretera requerirá supervisiones periódicas en todo el periodo del año y la limpieza en sus diferentes tramos.

- Para el control de la orografía y geología se aconseja realizar el tendido de una malla sobre estos, o la construcción de terrazas con el mismo material (fragmentos de rocas), con el fin de evitar los desprendimientos de las rocas.
- Se debe disponer contenedores a lo largo de la carretera, donde los usuarios puedan disponer de sitios para depositar los residuos sólidos generados por alimento y

bebidas, estos contenedores deberán ubicarse en todas las poblaciones por donde pase la carretera.

- Par obtener un mejor manejo integral de los residuos sólidos por etapas se contemplan las siguientes acciones básicas:

- Clasificación y separación del 100% de los residuos orgánicos e inorgánicos, en todas las poblaciones.

- Instalar depósitos a lo largo del trazo carretero, de tal forma que los usuarios cuenten con sitios en donde colocar su basura.

- A lo largo de la carretera deberá contar con una adecuada señalización preventiva, restrictiva e informativa dirigida a los usuarios, en donde se indique, cruce de caminos, zonas de riesgo, poblaciones, etc.

- Disposición final en un micro relleno sanitario manual de todos los residuos.

- Reciclaje de otros subproductos como cartón, papel, plástico y vidrio.

- Elaboración de compostera para la reforestación del derecho de vía y áreas de compensación.

- Se debería dar continuidad al programa de forestación y reforestación en las zonas que así lo requieran, con la finalidad de evitar la pérdida del suelo por procesos erosivos hídricas.

- En el caso de taludes, de acuerdo a su altura y pendiente se recomienda la utilización de barreras que controlen el desprendimiento del suelo por medio de gaviones, terrazas, mallas entre otros; los cuales a parte de dar protección de una estética al trazo carretero.

- Medidas de mitigación para los deslizamientos en la zona de América

La existencia de zonas con deslizamiento severos, constituye la necesidad de plantear medidas mecánicas, como es el caso de la zona de América que se cataloga como una área frágil, cuyos deslizamientos afecta una superficie aproximada de 71,400m<sup>2</sup>, el cual abarca un volumen de perfil inestable equivalente a 357,000m<sup>3</sup>,

que se debe desplazar para dar inicio a la construcción de terrazas de estabilización, y posteriormente se debe realizar la reforestación como última etapa de estabilización del suelo.

Sin embargo, estas medidas de control se deben realizar con el objetivo de evitar el crecimiento progresivo del área afectada, devolviendo en cierta medida el equilibrio ecológico de la zona.

- Medidas de mitigación para los deslizamientos en la zona de la Calzada

Para mitigar los problemas de desprendimiento de rocas en la zona de la calzada, se debe implementar para su control, terrazas que estabilicen los afloramientos rocosos, considerando que las mismas rocas desprendidas se pueden utilizar como material insumo.

Así mismo, se recomienda realizar trabajos de extensión de malla olímpica en sectores propensos a desprendimientos, de esta manera se amortiguara el afloramiento acelerado.

### 3.1.2.2 Medidas de Prevención y Mitigación para el Agua

Los cuerpos de agua existentes (ríos, Boopi y Tamampaya), sufrirán un impacto bajo, ya que no existe un aporte constante de materiales inorgánicos y orgánicos en esta etapa.

- Todas las descargas de aguas residuales registradas en la zona deberán cumplir con las normas de la Ley Ambiental 1333, donde se estipulan los límites máximos permisibles emitidos, como es el caso de las descargas de aguas servidas en la zona de Mercedes.
- Deben construirse plantas de tratamiento de aguas servidas, para minimizar la contaminación de las quebradas naturales y los ríos de la zona.



- Así mismo, el riego a los cicales se debe realizar en horarios que reduzca la evapotranspiración y se debe suprimir en época de lluvias, los caudales no deben exceder los 25mm, es decir no debe ser mayor a 25lt/m<sup>2</sup>, con una frecuencia de riego de cada 11 días, según los resultados del análisis físico de los suelos. Para el cálculo se utilizo una evapotranspiración de 3mm.

### 3.1.2.3 Medidas de Prevención y Mitigación para el Aire

La calidad del aire sufrirá un impacto muy bajo ya que al transitar un número menor de vehículos, habrá emisiones poco significativas a la atmósfera afectando en menor grado la calidad del aire.

Para mitigar estos impactos se recomienda:

- La introducción de organismos arbóreos que sean nativos de la zona para formar una cortina que amortigüe el ruido de la carretera a las zonas aledañas a la carretera y al mismo tiempo sirva como un filtro para la disminución de los contaminantes.

### 3.1.2.4 Medidas de Prevención y Mitigación para la Ecología

Las medidas de mitigación formulados para mantener el equilibrio ecológico se basa en el planteamiento de un programa de forestación y reforestación desarrollado en los acápite siguientes.

Durante la etapa de operación y mantenimiento necesariamente se debe forestar y reforestar con especies arbóreas características de la zona, para que se adapten

fácilmente al hábitat. Además, que sirva de barrera protectora contra el ruido de los vehículos y se recomienda la introducción de organismos vegetales que presenten características similares a las de la zona y que sean adaptados a las condiciones climatológicas de la zona, reduciendo así su mantenimiento.

- Las especies que se empleen en los trabajos de reforestación, se deberán elegir considerando la vegetación del lugar, adaptado a las condiciones edáficas y topografía del sitio, entorno paisajístico y uso social del lugar.
- El material producto del desmonte se deberá triturar e incorporar al suelo dentro del derecho de vía, de tal manera que se evite la acumulación de material inflamable y, a su vez, se promueva la formación de un substrato apropiado para el establecimiento de la vegetación.
- Para mitigar el deterioro ecológico que se ocasiono durante la construcción de la carretera se deberá proceder a la reforestación de las siguientes zonas:
  - Áreas utilizadas para la instalación de infraestructura de apoyo.
  - Taludes y demás zonas afectadas correspondientes al derecho de vía.
  - Sitios en donde se detecten problemas de erosión.
- La reforestación se debe llevar a cabo mediante la siembra de especies nativas, en las épocas favorables; también, de debe dejar crecer aquellas especies que lleguen a un lugar de manera natural y benefician tanto al paisaje como al derecho de vía y las zonas aledañas. Estas contribuirán el mínimo mantenimiento, dado que están habituadas a las condiciones naturales de la región.

Un punto muy importante es el impacto visual, que ofrece la cobertura vegetal, además de que la vegetación estabiliza los taludes de la carretera, lo cual proporciona una mejor impresión al viajero, quedando todo integrado al paisaje natural.

La buena conservación es esencial en los caminos. Una vez ejecutado un proyecto apropiado, el mantenimiento debe incluir los siguientes tipos para que la carretera funcione de acuerdo al diseño preventivo, rutinario, correctivo y de reconstrucción.

#### 3.1.2.5 Impactos Sociales y Económicos

En este apartado no se contemplan medidas de mitigación debido a que los beneficios que produce la circulación vehicular, son altamente significativos para el desarrollo del municipio.

### 3.2 Programa de forestación y reforestación

Al construirse un camino se afecta la ecología de una importante área de suelo. El área tiene una superficie aproximada de 323,970m<sup>2</sup>, lo cual representa a lo largo del mismo una superficie considerable propensa a la erosión, ya sea del tipo hídrica, dando lugar a que la obra construida se vea amenazada en cuanto a la estabilidad original.

En el programa de forestación y reforestación, las características geográficas y meteorológicas son de gran importancia para la planeación, diseño y manejo de las áreas con cobertura.

#### 3.2.1 Importancia del clima en la reforestación

Los factores del clima, como componentes del medio ecológico, son en condiciones normales, más importantes que los factores del suelo y que aquellos otros de carácter biótico, para la determinación de la vegetación que en un lugar dado pueda prosperar.

Ello esta en función de que el clima pueda estimarse como no susceptible de ser cambiado en un sitio específico, mientras que gran cantidad de condiciones del suelo y condiciones bióticas desfavorables son relativamente fáciles de ser corregidas o modificadas.

Para la planeación racional e integral de las áreas reforestadas, el estudio del clima destaca por su importancia, dependiendo de ello en alto grado, la selección de las especies vegetales que deberán ser establecidas en las áreas del proyecto con posibilidades de éxito en su desarrollo y permanencia.

Se puede definir el clima como “el estado mas frecuente de la atmósfera, en un, lugar determinado, a lo largo de un año”.

El clima de un lugar esta determinado por los llamados factores climáticos, la acción de los cuales, en conjunto lo fijan los siguientes parámetros, que son: latitud, altitud, relieve, distribución de tierras y agua.

Estos factores de clima se consideran invariables y permanentes para un lugar dado, resultando de la acción de ellos situaciones o variaciones de los elementos del clima, los cuales en si determinan el propio lugar.

Los principales elementos que originan el clima de un lugar, cuya situación o variación están determinados por los siguientes factores: temperatura, precipitación pluvial, humedad, radiación solar, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica.

### 3.2.2 Impacto de la vegetación en el ecosistema

Se ha demostrado que algunas plantas ayudan a solucionar ciertos problemas de la ingeniería del medio ambiente, gracias a características como las siguientes:

- El cuerpo de las hojas absorbe el sonido.

- El follaje amortigua el golpe directo de la lluvia en el suelo.
- Las raíces estabilizan al suelo.
- La vellosidad de las hojas retiene las partículas de polvo.
- Los estomas de las hojas ayudan al intercambio de gases.
- El movimiento y vibración de las ramas disminuye el ruido.
- Las hojas detienen la pérdida de humedad.
- Las hojas y las ramas disminuyen la velocidad de los vientos erosivos.
- El follaje denso bloquea la luz.
- El follaje poco denso filtra la luz.
- El follaje y las flores proporcionan sensaciones agradables.
- Las copas de los arbustos y árboles propician ambiente húmedo en las cercanías del suelo.

Por lo mencionado, los árboles, arbustos, plantas herbáceas y en general la cubierta vegetal, deben usarse para controlar la erosión del suelo, y evitar ciertos tonos de ruido excesivo, remover algunos gases en la contaminación del aire, controlar el excesivo calor producto de la deforestación y el reflejo de la radiación solar.

Una parte importante en el presente estudio es de utilizar a las plantas y sus componentes, para controlar y prevenir los deslizamientos causada por la lluvia. De tal forma, se identificaron cinco partes que primordialmente controlan y previenen este tipo de erosión; ellas son:

- El follaje denso crea una barrera efectiva que actúa contra los impactos de las gotas de agua.
- El ramaje denso controla y disminuye la velocidad de caída de las gotas de lluvia cerca del suelo.
- Los diferentes tallos y troncos de corteza áspera disminuyen la velocidad de caída de la lluvia, cuando este pasa a través de ellos.
- Las raíces cuyas fibras crecen cerca de la superficie, funcionan como estabilizador del suelo y lo mantienen en su lugar.

- Las plantas como rompe vientos, disminuyen el daño por el viento en proporción a sus alturas. El área protegida por un rompe viento vegetal, es de 8 a 10 veces la altura en dirección horizontal, dependiendo mucho de la velocidad del viento.

Las plantas controlan las lluvias intensas, básicamente por medio de la obstrucción, la conducción, la desviación y la filtración. La diferencia entre cada una de éstas no radica únicamente en el grado de efectividad de las mismas, sino en sus técnicas de colocación.

### 3.2.3 Condiciones ecológicas del sitio

Antes de emprender el programa de Forestación y reforestación, es necesario realizar una serie de estudios de la zona por poblar, con el objetivo de orientar al personal técnico encargado de la plantación, de la condición actual del área, en relación con algunos factores que son determinantes en el éxito o fracaso de la repoblación.

#### 3.2.3.1 Uso actual del suelo

Se refiere a la utilización del terreno en las operaciones agrícolas, silvícolas que se registran al efectuar las delimitaciones en áreas por este concepto. Los tipos de uso de suelo pueden ser agrícola, pecuario, forestal, asociaciones especiales de vegetación o desprovistas de vegetación.

La franja de la carretera, pertenece a las clase V y VI, que son suelos que presentan severas limitaciones y no son aptos para cultivos anuales y su uso esta restringido a las plantas perennes; pastos, especies industriales, forestales, etc.

#### 3.2.3.2 Disponibilidad de riego

El riego es un factor que determina la instalación de un vivero forestal. El volumen de agua disponible indica las dimensiones y la capacidad de producción del vivero.

El municipio presenta áreas con bajo grado de pendiente y con disponibilidad de agua, estas áreas deben ubicarse en las laderas del río Boopi.

### 3.2.4 Parámetros de forestación y reforestación

Para asegurar el éxito de la plantación es necesario tomar en consideración lo siguiente: elección de especies, material vegetativo, época de plantación, densidad de plantación, distribución de las plantas, sistema de plantación, entre otros.

#### 3.2.4.1 Elección de especies

Para la elección de las especies se considera ante todo tomar en cuenta las características de crecimiento, capacidad de desarrollo radical, vigor, compatibilidad de asociación con otras especies, resistencia a plagas y enfermedades, adaptación a las condiciones edáficas y climáticas de la zona.

El cuadro 16, recomienda la utilización de las especies mencionadas, sin embargo, también se pueden utilizar otras especies que cumplan con los parámetros exigidos.

Cuadro 16. Especies recomendables para la reforestación

<b>ESPECIES PARA LA REFORESTACION</b>	
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre Científico</b>
Sacha	<i>Senna sp.</i>
Hierba luisa	<i>Cymbopogon citratus</i>
Siquili	<i>Inga adenoohylla</i>
Kudsú	<i>Pueraria montana</i>
Kela kela	<i>Crotalaria sp.</i>
Solulo	<i>Sapindus saponaria</i>
Ceibo	<i>Erythrina falcata</i>
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>
Paquió	<i>Hymenea coubaril</i>
Toco blanco	
Toco colorado	

Fuente. Elaboración propia.

#### 3.2.4.2 Material para la plantación

El material para la plantación, por lo general debe proceder de viveros, dichas plantas pueden tener dos orígenes Sexual y Asexual, por lo general la forma sexual es la forma en que se obtienen la gran mayoría de las especies forestales que se emplean en la reforestación (reproducción por semillas), estas semillas deben cosecharse en los meses de agosto hasta diciembre, la forma asexual consiste en la reproducción de forma vegetativa (injertos, estacas); en general son pocas las especies que se pueden obtener de forma vegetativa.

#### 3.2.4.3 Fuentes de obtención

Al producir las plantas que se han de usar en el programa de reforestación, en viveros, nos presenta las siguientes ventajas:

- Posibilidad de disponer de la planta en el momento oportuno.
- Control adecuado sobre el origen de la semilla y de la especie.
- Se producen plantas del tamaño y la edad requerida.
- Conocimiento de las condiciones en que se han desarrollado las plantas.

#### 3.2.4.4 Época de plantación

Tomando en cuenta que las plantas al ser trasladadas y plantadas del vivero al lugar definitivo, pueden sufrir un colapso debido al brusco cambio de condiciones, la época en que deben ser plantadas, requiere la máxima atención para que sufran el menor daño y retraso en su desarrollo como sea posible, la época de plantación que corresponde a la zona es Verano, tomando en cuenta que las cosechas de semilla se realiza en Primavera.

#### 3.2.4.5 Densidad de plantación



La densidad al efectuarse una plantación deberá determinarse tomando en cuenta varios factores, que puedan influir en forma determinante en algunos casos, pero en la mayoría será una interacción de varios de ellos, lo que nos dará una solución adecuada, los principales factores que puedan tomarse en cuenta son:

- Especies; son tres las principales características intrínsecas de una especie que pueden definir el espaciamiento: morfología, temperamento y rapidez de crecimiento.
- Calidad del suelo; la calidad del suelo es un factor determinante en la formación de la espesura, ya que se manifiesta en las plantas jóvenes.
- Vegetación natural; muchas veces, aunque se haya dado el tratamiento adecuado a la vegetación, existirá peligro de que la vegetación sea invadida por hierbas extrañas o brotes de árboles, en este caso se debe de usar una densidad alta, buscando cubrir con ello la mayor parte del terreno en menor tiempo posible.

De esta manera, el método más recomendable que se utilizara para plantar en suelos de laderas, corresponde al sistema de tres bolillos, esto nos permitirá disminuir el arrastre por la escorrentía.

### 3.3 Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental

#### 3.3.1 Etapa de preparación del sitio y de construcción

##### 3.3.1.1 Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para el Suelo

Debe evaluarse el comportamiento físico-químico y biológico en las propiedades del suelo para determinar al grado de impacto hacia este elemento según las normas vigentes de la Ley Ambiental 1333. Para esto, debe tomarse muestras antes, durante y después de la ejecución del proyecto de construcción de carretera, posteriormente cada tres años, en sitios establecidos en el área de influencia directa del proyecto.

Las variables evaluadas en el análisis de los suelos son:

- Textura del suelo.
- Estructura del suelo.
- Compactación de los suelo de la carretera.
- Infiltración del suelo.
- Capacidad de retención de agua
- Contenido de materia orgánica.

Esto nos permitirá evaluar las debilidades del suelo contra las inclemencias de las lluvias principalmente.

Se deberá aplicar sanciones y medidas estrictas a la compañía constructora que disponga los materiales en barrancas, por lo que se debe dar seguimiento y control de la disposición de residuos a través de bitácoras.

El seguimiento lo realizara la autoridad ambiental competente, mediante una evaluación por medio de planillas que establezcan el grado de contaminación, calificando los impactos mediante índices de evaluación.

Así mismo, debe realizarse informes trimestrales por la entidad ambiental del proceso de implementación de las medidas de prevención y mitigación.

- Informes sobre el volumen y superficie excavado.
- Informes sobre el control del los taludes mediante la reforestación o muros de contención.
- Informes sobre la superficie alterada del doble derecho de vía.

#### 3.3.1.2 Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para el Agua

Debe tomarse muestras de agua del río Boopi, en Villa Barrientos y otro en La Asunta. Con una frecuencia de antes, durante y después del proyecto de construcción de carretera. Posteriormente los muestreos se realizarán cada año.

Así mismo, los muestreos se realizarán a las descargas de aguas residuales sobre el río Boopi, bajo el mismo sistema.

Las variables a determinarse en laboratorio serán:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- Demanda Química de Oxígeno.
- Sólidos totales Disueltos.
- Sólidos Suspendidos.
- Metales pesados.
- pH.
- Coliformes Fecales.
- Detergentes Disueltos.

El seguimiento lo realizará las autoridades ambientales de competencia. Así mismo, deben presentarse informes trimestrales por la entidad ambiental del proceso de implementación de las medidas de prevención y mitigación.

- Informes sobre la contaminación de las descargas de aguas servidas.
- Informes de la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Informes sobre las descargas de combustibles, aceites u otros contaminantes químicos.
- Informes sobre la disposición del material excedente.

### 3.3.1.3 Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para el Aire

La remoción del suelo produce el incremento de los sólidos suspendidos en la atmósfera, estos valores deben ser evaluados mediante los límites permisibles establecidos en la Ley Ambiental 1333. Así mismo, el ruido producido por las actividades de la obra no deberá exceder los 70db (decibeles).

De la misma manera la evaluación debe ser realizada por la autoridad ambiental competente, evaluando los impactos mediante índices de evaluación.

Así mismo, debe presentarse informes semestrales por la entidad ambiental del proceso de implementación de las medidas de prevención y mitigación.

#### 3.3.1.4 Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para la Ecología

El grado de deforestación se debe evaluar usando herramientas como los Sistemas de Información Geográfica, mediante imágenes satelitales. Esto permitirá:

- Cuantificar el área deforestada.
- Verificar que el área de influencia no se vea alterado en su extensión.
- Evaluar que especies de la flora se encuentran en peligro de extinción.
- Realizar una clasificación de la superficie con plantaciones de coca y otros cultivos.

También, debe considerarse la variedad de la composición florística de la zona. Mediante un diagnóstico de la vegetación natural.

El seguimiento debe realizarlo la autoridad ambiental competente.

También, debe presentarse informes trimestrales por la entidad ambiental del proceso de implementación de las medidas de prevención y mitigación.

- Informe sobre el proceso de la instalación de los viveros forestales.

- Sitios de ubicación.
- Disposición de agua para el riego de los plantines.
- Materiales para el manejo técnico del vivero.
- Disposición de semillas.
- Informe general del área deforestada.
- Informe sobre la inducción a los procesos de regeneración natural.

#### 3.3.1.5 Evaluación y seguimiento del desarrollo Social y Económico

El desarrollo económico de la región debe evaluarse mediante índices económicos, que describa los incrementos de los ingresos per cápita del Municipio.

La evaluación debe ser realizada por las autoridades involucradas en el financiamiento de la obra. Así mismo, debe ser evaluado por las autoridades de la Alcaldía de La Asunta.

Así mismo, debe presentarse informes semestrales o anuales por las entidades correspondientes del proceso de desarrollo económico del Municipio.

#### 3.3.2 Etapa de operación y mantenimiento

##### 3.3.2.1 Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para el Suelo

La evaluación ambiental es de carácter post proyecto. Para el cual, en la aplicación del seguimiento ambiental se debe usar herramientas como; los Muestreos de Suelos y el uso de los Sistemas de Información Geográfica.

El muestreo de suelos se debe realizar con una frecuencia de cada tres años, esto nos permitirá evaluar la fertilidad de los suelos, el comportamiento de las propiedades del suelo y el grado de erosión.

Los puntos de muestreo estarán dentro de los límites del área de influencia del proyecto, como también, en el área de influencia indirecta.

Las variables que deben determinarse en los análisis en laboratorio, son:

- Textura del suelo.
- Estructura del suelo.
- Compactación en la carretera y en los campos agrícolas.
- Infiltración de las parcelas habilitadas para la agricultura.
- Capacidad de retención de agua de las parcelas.
- Contenido de materia orgánica de los suelos sin vegetación natural.

El uso de los sistemas de información geográfica, permitirá evaluar:

- La superficie deslizada en carretera.
- El incremento de las parcelas habilitadas, para la actividad agrícola.
- Evaluar el grado de pendiente de los suelos de la zona.

El seguimiento debe ser realizado por las autoridades ambientales competentes, mediante una evaluación por medio de planillas que establezcan el grado de contaminación, calificando los impactos mediante índices de evaluación.

Mediante el Programa de Forestación y Reforestación, se debe recuperar los suelos degradados y los suelos deslizados. Así mismo, no se debe interrumpir la regeneración natural en áreas con suelos degradados.

También, debe presentarse informes anuales por la entidad ambiental del proceso de implementación de las medidas de prevención y mitigación.

- Informe sobre las la operación y mantenimiento de la carretera.

- Informes sobre el control de los taludes mediante la reforestación o muros de contención.
- Informes sobre el grado de intensidad y frecuencia de deslizamientos en la zona.

### 3.3.2.2 Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para el Agua

El mantenimiento de la carretera implica el uso de maquinaria pesada, por tanto, el uso de combustibles y generación de aguas residuales. Para esto deben contar con plantas de tratamiento de aguas residuales.

Debe tomarse muestras de las aguas tratadas en las plantas de tratamiento, y ser analizadas en laboratorio, con una frecuencia de cada año. Las variables que deben ser evaluadas son:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- Demanda Química de Oxígeno.
- Sólidos totales Disueltos.
- Sólidos Suspendidos.
- Metales pesados.
- pH.
- Coliformes Fecales.
- Detergentes Disueltos.

La evaluación debe ser realizada por las autoridades ambientales de competencia. Bajo reglamentaciones realizadas con la participación de las comunidades.

Así mismo, debe presentarse informes anuales por la entidad ambiental del proceso de implementación de las medidas de prevención y mitigación.

- Informes sobre la contaminación de las descargas de aguas servidas.

- Informe sobre la implementación de plantas de tratamiento de aguas servidas.
- Evaluación de la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas servidas.
- Evaluación sobre el manejo de los desechos sólidos.

### 3.3.2.3 Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para el Aire

El aire es un componente abiótico que no sufre modificaciones significativas en su composición, debido a que no existe un flujo constante de vehículos. Por esta razón no se propone un plan de seguimiento ambiental.

Debe presentarse informes anuales por la entidad ambiental del proceso de implementación de las medidas de prevención y mitigación.

### 3.3.2.4 Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para la Ecología

La reforestación es vital para mantener el equilibrio ecológico de la zona. Para el cual, se tiene las siguientes actividades:

- Instalación de un vivero forestal, se debe trabajar primordialmente con especies de la zona.
- Si es posible diseñar Sistemas Agroforestales en las laderas para recuperar suelos degradados.
- Debe tener un suministro constante, además, debe diseñarse un sistema de riego adecuado para el vivero forestal.
- Debe realizarse campañas de siembra con las comunidades aledañas, fomentados por las organizaciones ambientales.
- También, se debe realizarse reglamentaciones con las comunidades, sobre las sanciones por la excesiva deforestación.



A medida que la flora de la región se regenere, la densidad de la fauna en la zona también sufrirá cambios positivos, aumentando su población. Debido a la formación natural de su hábitat.

Debe presentarse informes anuales por la entidad ambiental del proceso de implementación de las medidas de prevención y mitigación.

- Informe sobre el manejo del vivero forestal.
- Especies para reforestar.
- Época de cosecha de semillas.
- Beneficiado de las semillas.
- Periodo de transplante definitivo.
- Densidad de siembra.
- Informe sobre la reforestación del doble derecho de vía.
- Evaluación del control de los deslizamientos mediante la reforestación.
- Evaluación de la superficie habilitada para la agricultura.
- Informe sobre la degradación de suelos por el uso agrícola

#### 3.3.2.5 Evaluación y seguimiento del desarrollo Social y Económico

Deberá realizarse estudios anuales, que muestre el grado de progreso de la región mediante índices económicos, los cuales deben ser realizados por instituciones como; la Alcaldía de La Asunta u organizaciones no gubernamentales.

La aplicación del estudio de evaluación de impacto ambiental implica la mejora cuantitativa y cualitativa de los beneficios en la economía de la sociedad, respecto a los impactos indeseados al ecosistema.

Debe presentarse informes anuales por la entidad correspondiente sobre los beneficios económicos.

## PARTE IV SECCIÓN CONCLUSITIVA

### 4.1 Calidad de los suelos

En consideración a los parámetros físicos evaluados, como la pendiente del terreno, la profundidad radicular y la textura del suelo. Los suelos de las laderas sobre la carretera

pertenecen a las clases V y VI, que son suelos, no aptos para ejercer la actividad agrícola.

Los resultados nos indican que son suelos estables. Sin embargo, las altas pendientes de la zona y la falta de conocimiento técnico sobre manejo y conservación de suelos, hacen que estos suelos se degraden muy rápidamente.

La mayor parte de la superficie agrícola de La Asunta, se encuentran en las laderas, cuyas pendientes están entre empinados y muy empinados. Según el sistema de clasificación de suelo del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), estas tierras no tienen aptitud agrícola, en razón, a que presentan severas limitaciones y su uso esta restringido a las especies perennes y forestales.

Por consiguiente, el uso que se esta dando a estos suelos en la actualidad, con la práctica del cultivo de la coca, implica suelos con riesgo a erosionarse, esto es inevitable ya que con la práctica de estos cultivos, los suelos carecen de manejo de conservación de suelos.

Según los resultados obtenidos en laboratorio, los suelos no son aptos para riego que actualmente se práctica. El impacto que provoca los riegos con caudales elevados acelera la degradación de los suelos, por consiguiente, existen condiciones precursoras de deslizamientos.

El análisis hidráulico del cuadro 7, muestra los índices de saturación de los suelos, encontrando un valor máximo equivalente a 41.72lt/m<sup>2</sup>, para la zona de Tocaróni, y un valor mínimo equivalente a 26.80lt/m<sup>2</sup>, para la zona de la Calzada. Es decir, si estos suelos reciben un volumen mayor a estos índices, los suelos tienden a saturarse, corriendo el riesgo de deslizarse.

#### 4.2 Planteamiento de las medidas de mitigación

Debido a lo expuesto, se hace evidente que el primer paso para la realización de cualquier proyecto, consiste en la planeación, construcción y operación de actividades a través de equipos interdisciplinarios que completen no solo aspectos económicos, técnicos y sociales, sino que proporcionen a la variable ambiental la importancia adecuada.

Dada la importancia que representa la carretera, como parte fundamental de la infraestructura básica para el desarrollo armónico e integral que requiere la zona, es primordial que se revise, con detalle, tanto la parte de planeación como de las normas, especificaciones, procedimientos constructivos y métodos de control, analizando las etapas de construcción, operación y sobre todo la conservación de esta infraestructura.

#### 4.3 Potencialidades de los suelos contra los deslizamientos

Los suelos de la zona por si solas no son estables contra los deslizamientos, estos requieren de condiciones ecológicas para su estabilidad, entre estas condiciones están la conservación de la cobertura vegetal, una aplicación racional de caudales de riego en los cocales de la zona y la aplicación de técnicas de manejo y conservación de suelos, si es que van a ser explotados agrícolamente.

Por tanto, la estabilidad de la carretera y los suelos circundantes a esta, está en función al uso racional y conciente que se la pueda asignar ha este recurso. Así mismo, se tiene buenos resultados en la actualidad asociando los cultivos de coca con la sachá (*Senna sp.*), que es una planta que ayuda a proteger al suelo.

#### 4.4 Evaluación en la etapa de operación y mantenimiento

Como ya se ha mencionado, uno de los impactos más importantes que propicia la construcción de la carretera, es la relacionada con el desmonte ya que transforma el paisaje en una franja importante de suelo, por lo que este aspecto debió ser tratado

considerando hacer los desplazamientos mínimos a la vegetación, con énfasis especial en materia de regulación y uso del suelo.

Se contempla como prioridad las medidas de mitigación en las diferentes etapas del ciclo del proyecto, en la medida de lo posible, establecer una cortina de árboles a cada lado del camino, con el fin de mitigar la erosión de los taludes, además para proporcionar fines estéticos.

Como se mencionó anteriormente, es fundamental utilizar los recursos naturales en torno del área donde se ejecuta la obra, para lo cual se seguirán todos los lineamientos establecidos para el efecto de la protección ambiental, sobre todo lo relacionado con la exposición de los estratos al realizar cortes o extracción de los materiales, así como los bancos de materiales que se encuentran ubicados en la zona, cuyos materiales son buenos para la formación de terraplenes.

#### 4.5 Factibilidad técnica

En conclusión durante la etapa de operación y mantenimiento se deberá observar los siguientes aspectos de carácter general, para lograr su sostenibilidad:

- Personal calificado en el manejo de maquinaria pesada.
- Técnicos calificados para el manejo de los viveros forestales.
- Elaboración de normas que regulen la emisión y descargas de aguas residuales.
- Asistencia de técnicos calificados en la toma de muestras de aguas y suelos.

#### 4.6 Factibilidad social y económica

El mantenimiento de la integridad física, social y económica de las poblaciones que se pretende servir, con la construcción de la carretera, hace indispensable evitar, corregir, mitigar y compensar cualquier impacto negativo directo o indirecto durante el mantenimiento y operación de la carretera.

Sin embargo, los costos calculados para controlar el deslizamiento en la zona de América, supera los 500,000 Dólares Americanos, considerando que el volumen que se va desplazar es 357,000m<sup>3</sup>, a un costo de 1.472\$/m<sup>3</sup>, según los cálculos del anexo 5, de costos unitarios.

En función de los análisis de costos, es más conveniente rediseñar una nueva vía, que tratar de recuperar la existente en el área del problema, desde el punto de vista económico, pero necesariamente se debe realizar una recuperación de los suelos mediante la reforestación en el área afectada.

#### 4.7 Factibilidad ambiental

El programa de reforestación es una prioridad, no solo con fines de recuperación del equilibrio ecológico, sino también, para evitar futuras zonas de deslizamientos.

Por todo lo mencionado, se recomienda realizar estudios ambientales en la formulación de cualquier tipo de proyecto, para un mejor control de los impactos negativos, considerando que los costos de mitigación pueden ser muy elevados como es el caso de los deslizamientos.

El progreso económico para nuestras zonas, involucra desarrollar infraestructuras para satisfacer nuestras necesidades básicas, sin embargo, no debemos omitir la conservación del medio ambiente para nuestras futuras generaciones. El mejoramiento de nuestra calidad de vida y la conservación del equilibrio de nuestra naturaleza deben ir acompañados, y para lograr este objetivo necesitamos la participación de todos los involucrados.

## PARTE V BIBLIOGRAFÍA

CHILÓN E. 1996. Manual de Edafología. Ediciones CIDAT. La Paz, Bolivia. 213, 247 p.

DAVIS S. 1991. Hidrogeología. Ed. Ariel. Barcelona, España. 45, 50 p.

FUENTES J.L. 1999. Manual Practico de Suelos y Fertilizantes. Ed. Mundi Prensa. España. 16, 22 p.

FUENTES J.L. 1998. Técnicas de Riego. Ed. Mundi Prensa. España. 33, 39 p.

LEY DEL MEDIO AMBIENTE, 1992. Reglamento a la Ley del Medio Ambiente. Primera Edición, Editorial U.P.S. Bolivia. 175, 182 p.

MIRANDA R. 2002. Apuntes de Evaluación del Impacto Ambiental, Facultad de Agronomía, U.M.S.A.

NICHOLS, 1942. [http://www.fao.org/ag/ags/agse/agse\\_s/7mo/iita/C10.htm](http://www.fao.org/ag/ags/agse/agse_s/7mo/iita/C10.htm).

ORDOÑES C. 2003. Sistemas de Información Geográfica. Grupo Editor Alfa Omega. México. 16, p.

ORSAG V, 2001. Apuntes de Manejo y Conservación de Suelos, Facultad de Agronomía, U.M.S.A.

SUAREZ DE CASTRO F. 1986. Conservación de suelo. Ed, IICA. San José, Costa Rica. 27p.



**ANEXO**

## **ANEXO 1**

### **EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS**

CLASIFICACION TAXONOMICA:	Inceptisol	CLIMA:	Humedo sub tropical	
CLASIFICACION TECNICA:	CLASE V y CLASE VI	ALTITUD:	700 m.s.n.m.	
FISIOGRAFIA:	Laderas bajas de montañas sub tropicales.	APTITUD DEL SUELO:	Los suelos son aptos para cultivos perennes y especies forestales	
MATERIAL PARENTAL:	Rocas Metamórficas	USO ACTUAL:	Cultivos de coca principalmente	
FACTORES	POBLACION			
	AMERICA	CRUCE CALZADA	CRUCE MERCEDES	TOCORONI
PENDIENTE (%)	> 40 %	25 % a 40 %	25 % a 40 %	> 40 %
ESCURRIMIENTO (GRADU)	Rápido	Rápido	Rápido	Rápido
PERMEABILIDAD (GRADU)	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
EROSION (CLASE)	Grave	Moderado	Severa	Severa
PEDREGOSIDAD (CLASE)	Excesiva pedregosidad	Excesiva pedregosidad	Excesiva pedregosidad	Excesiva pedregosidad

Fuente: Análisis de campo y laboratorio.

### **CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DE LA ZONA**

#### **Génesis de la Cadena Montañosa de la Región:**

La formación de las cadenas montañosas de la región, data de la **Era Neozoica ó Terciaria**.

En esta era tuvieron lugar actividades geotectónicas donde las altas presiones y altas dando temperaturas, deformaron y plegaron los materiales acumulados en los geosinclinales, lugar a la formación de relieves de la nueva cadena montañosa.

#### **Características Físicas de las Rocas:**

Origen de las Rocas; Las rocas tiene un origen ígneo, de carácter intrusivo.

**Tipo de las Rocas;** las rocas muestreados pertenecen al tipo Metamórficas cuyo origen se da por el efecto de la altas temperaturas y altas presiones que actúan sobre las rocas ígneas.

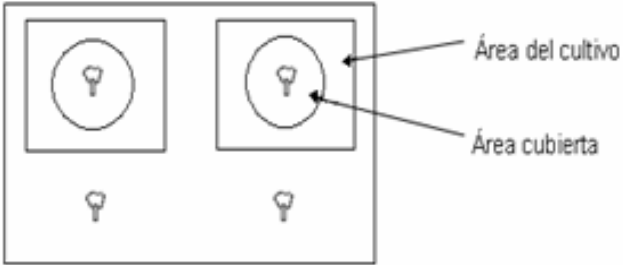
Estas rocas se clasifican como Pizarras, presentando una textura foliadas debido a la presencia de fracturas paralelas en su cuerpo, claramente visibles.

Estas fracturas en la mayoría de las rocas son muy pronunciadas casi a punto de separarse de separarse, producto del intemperismo Biológico y en menor grado intemperismo Químico sobre estas.

Fuente: Geodesia (Facultad Topografía y Geodesia).

## **ANEXO 2**

### **PLANILLA DE CÁLCULO DE LAS VARIABLES FITOMORFOLÓGICAS DE LOS CULTIVOS**

<b>Composición Florística:</b>	<i>Coca (Erythroxylum coca)</i>
<b>Área de estudio:</b> 100m <sup>2</sup>	
<b>Cobertura:</b>	
Área del cultivo (densidad) = 0.65m <sup>2</sup> Área cubierta = 0.189m <sup>2</sup>	
<b>Cálculo del área cubierta:</b> Diámetro sombreado = 0.49m	
$\text{Área cubierta} = (\pi / 4) \times Ds^2$ $\text{Área cubierta} = (\pi / 4) \times 0.49m^2$ <b>Área cubierta = 0.189m<sup>2</sup></b>	
<b>Cálculo del porcentaje de Cobertura:</b>	
% de Cobertura = (Área cubierta / Área cultivo) x 100 % de Cobertura = (0.189m <sup>2</sup> / 0.65m <sup>2</sup> ) x 100 <b>% de Cobertura = 29.07%</b>	
Por tanto el <b>Factor de Cobertura</b> equivale ha: <b>0.2907</b>	

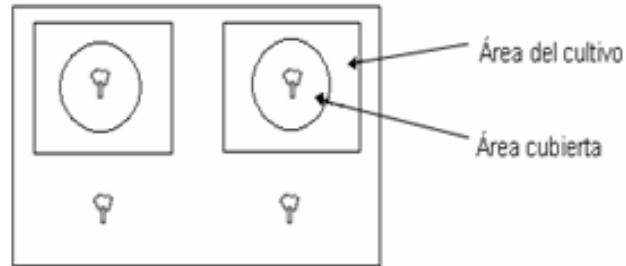
**Composición Florística:**Banano (*Musa acuminata*)**Área de estudio: 100m<sup>2</sup>****Cobertura:**

Área del cultivo (densidad) = 9.00m<sup>2</sup>  
 Área cubierta = 4.91m<sup>2</sup>

**Calculo del área cubierta:**

Diámetro sombreado = 2.5m

$$\begin{aligned} \text{Área cubierta} &= (\pi / 4) \times Ds^2 \\ \text{Área cubierta} &= (\pi / 4) \times 2.5m^2 \\ \text{Área cubierta} &= \mathbf{4.91m^2} \end{aligned}$$

**Calculo del porcentaje de Cobertura:**

$$\% \text{ de Cobertura} = (\text{Área cubierta} / \text{Área cultivo}) \times 100$$

$$\% \text{ de Cobertura} = (4.91m^2 / 9.0m^2) \times 100$$

$$\% \text{ de Cobertura} = \mathbf{54.6\%}$$
Por tanto el **Factor de Cobertura** equivale ha: **0.546**

## PLANILLA DE CALCULO DE LAS VARIABLES FITOMORFOLÓGICAS DE LOS CULTIVOS

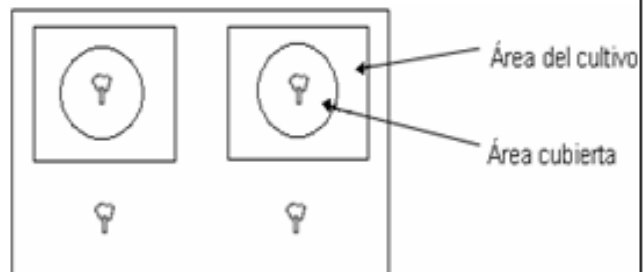
**Composición Florística:**Cítricos (*Citrus cinensis*)**Área de estudio: 100m<sup>2</sup>****Cobertura:**

Área del cultivo (densidad) = 20.0m<sup>2</sup>  
 Área cubierta = 8.04m<sup>2</sup>

**Calculo del área cubierta:**

Diámetro sombreado = 3.2m

$$\begin{aligned} \text{Área cubierta} &= (\pi / 4) \times Ds^2 \\ \text{Área cubierta} &= (\pi / 4) \times 3.2m^2 \\ \text{Área cubierta} &= \mathbf{8.04m^2} \end{aligned}$$

**Calculo del porcentaje de Cobertura:**

$$\% \text{ de Cobertura} = (\text{Área cubierta} / \text{Área cultivo}) \times 100$$

$$\% \text{ de Cobertura} = (8.04m^2 / 20.0m^2) \times 100$$

$$\% \text{ de Cobertura} = \mathbf{40.2\%}$$
Por tanto el **Factor de Cobertura** equivale ha: **0.402**

**Composición Florística:**

Papaya (*Carica papaya*)

**Area de estudio: 100m<sup>2</sup>**

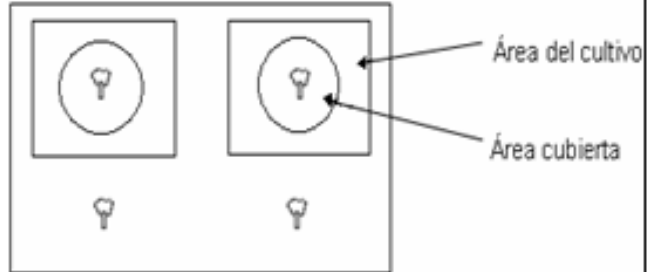
**Cobertura:**

Area del cultivo (densidad) = 5.00m<sup>2</sup>  
Area cubierta = 1.77m<sup>2</sup>

**Calculo del área cubierta:**

Diámetro sombreado = 1.5m

$$\begin{aligned} \text{Area cubierta} &= (\pi / 4) \times Ds^2 \\ \text{Area cubierta} &= (\pi / 4) \times 1.5m^2 \\ \text{Area cubierta} &= 1.77m^2 \end{aligned}$$



**Calculo del porcentaje de Cobertura:**

% de Cobertura = (Área cubierta / Área cultivo) x 100

% de Cobertura = (1.77m<sup>2</sup> / 5.0m<sup>2</sup>) x 100

**% de Cobertura = 35.4%**

Por tanto el **Factor de Cobertura** equivale ha: **0.354**

**CUADRO RESUMEN DE LA  
EVALUACION FITOMORFOLOGICA DE LOS CULTIVOS**

POSICION:	Parcelas	ALTITUD: (m.s.n.m.)	/85	FISIOGRAFIA:	Ladera medea	AREA:	100 m <sup>2</sup>
TIPO DE VEGETACION:	Predominancia de cultivos de coca sobre la laderas, sin embargo, todavia existe islas de bosques secundarios.				CLIMA:	Precipitación:	> 1000mm
						Temperatura:	25-30°C
COMPOSICIÓN FLORISTICA:	DICOTILEDONEAS:	<i>Erythroxylum coca</i>					
		<i>Citrus sinensis</i>					
		<i>Carica papaya</i>					
	MONOCOTILEDONEAS:	<i>Musa acuminata</i>					
COBERTURA:	Especie:	Area del cultivo (m <sup>2</sup> )	Area cubierta (m <sup>2</sup> )	Factor de Cobertura			
	Coca	0.85	0.189	0.2207			
	Banano	4.91	9.00	0.5460			
	Citricos	20.0	8.04	0.4020			
	Papaya	5.00	1.77	0.3540			

## **ANEXO 3**



# UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### INGENIERÍA AGRONÓMICA

Laboratorio de suelo y riegos de la Facultad de agronomía

---

### INFORME DE ANALISIS DE SUELO

Cliente: Sr. Guido Eduardo Santos Mamani  
Solicitante: Ing. Roberto Miranda Casas  
Procedencia de la Muestra: La Asunta  
Fecha de Recepción de la Muestra: 6 de Diciembre del 2005  
Fecha de Toma de la Muestra: 20 de Noviembre del 2005  
Responsable del Muestreo: Guido Santos  
Código de la Muestra: América

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado de los Análisis Método</b>	<b>Magnitud</b>
Profundidad del suelo (m):	Determinación en campo.	0.15
Textura:	Hidrómetro de Bouyucos.	FY
Porosidad (tanto por uno):	Analítico:	0.4280
Densidad Aparente (gr./cm <sup>3</sup> ):	Probeta.	1.47
Densidad real (gr./cm <sup>3</sup> ):	Probeta.	2.57
Humedad Gravimétrica (tanto por uno):	Gravimétrico.	0.15
Humedad Volumétrica (tanto por uno):	Analítico:	0.2205
Lamina de Saturación (mm):	Analítico:	31.13
Permeabilidad:	Determinación en campo:	Moderadamente lento

La Paz. enero 10 de 2006

**Ing. Roberto Miranda C.**  
**Responsable Técnico Suelos**

**Vo. Bo. Dr. Vladimir Orsag**  
**Responsable Laboratorio de Suelos**

---

Héroes del Acre 1850, Telef.: (591-2)2491473, 2491558, FAX: (591-2)2484835. Casilla 930.



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**INGENIERIA AGRONOMICA**

**Laboratorio de suelo de la Facultad de agronomía**

---

**INFORME DE ANALISIS DE SUELO**

Cliente: Sr. Guido Eduardo Santos Mamani  
Solicitante: Ing. Roberto Miranda Casas  
Procedencia de la Muestra: La Asunta  
Fecha de Recepción de la Muestra: 6 de Diciembre del 2005  
Fecha de Toma de la Muestra: 20 de Noviembre del 2005  
Responsable del Muestreo: Guido Santos  
Código de la Muestra: Mercedes

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado de los Análisis Método</b>	<b>Magnitud</b>
Profundidad del suelo (m):	Determinación en campo.	0.20
Textura:	Hidrómetro de Bouyucos.	FYA
Porosidad (tanto por uno):	Analítico:	0.4252
Densidad Aparente (gr/cm <sup>3</sup> ):	Probeta.	1.50
Densidad real (gr/cm <sup>3</sup> ):	Probeta.	2.61
Humedad Gravimétrica (tanto por uno):	Gravimétrico.	0.20
Humedad Volumétrica (tanto por uno):	Analítico:	0.30
Lamina de Saturación (mm):	Analítico:	25.04
Permeabilidad:	Determinación en campo:	Moderada

La Paz, enero 10 de 2006



**Ing. Roberto Miranda C.**  
**Responsable Técnico Suelos**

**Vo. Bo. Dr. Vladimir Orsag**  
**Responsable Laboratorio de Suelos**

---

Héroes del Acre 1850, Telef.: (591-2)2491473, 2491558, FAX: (591-2)2484835. Casilla 930.



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**INGENIERIA AGRONOMICA**

**Laboratorio de suelo y riegos de la Facultad de agronomía**

---

**INFORME DE ANALISIS DE SUELO**

Cliente: Sr. Guido Eduardo Santos Mamani  
Solicitante: Ing. Roberto Miranda Casas  
Procedencia de la Muestra: La Asunta  
Fecha de Recepción de la Muestra: 6 de Diciembre del 2005  
Fecha de Toma de la Muestra: 20 de Noviembre del 2005  
Responsable del Muestreo: Guido Santos  
Código de la Muestra: Tocaroni

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado de los Análisis Método</b>	<b>Magnitud</b>
Profundidad del suelo (m):	Determinación en campo.	0.20
Textura:	Hidrómetro de Bouyucos.	FYA
Porosidad (tanto por uno):	Análítico:	0.4170
Densidad Aparente (gr/cm <sup>3</sup> ):	Probeta.	1.51
Densidad real (gr/cm <sup>3</sup> ):	Probeta.	2.59
Humedad Gravimétrica (tanto por uno):	Gravimétrico.	0.18
Humedad Volumétrica (tanto por uno):	Análítico:	0.2718
Lamina de Saturación (mm):	Análítico:	29.04
Permeabilidad:	Determinación en campo:	Moderada a lento

La Paz, enero 10 de 2006

**Ing. Roberto Miranda C.**  
**Responsable Técnico Suelos**

**Vo. Bo. Dr. Vladimir Orsag**  
**Responsable Laboratorio de Suelos**

---

Héroes del Acre 1850, Telef.: (591-2)2491473, 2491558, FAX: (591-2)2484835. Casilla 930.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INGENIERÍA AGRONÓMICA

Laboratorio de suelo de la Facultad de agronomía

DETERMINACION ANALITICA DE LAS VARIABLES  
FISICAS DEL SUELO

**AMÉRICA**

Calculo de la Porosidad:

$$\%P = (1 - Dap/Dr) \times 100$$

$$\%P = (1 - 1.47\text{gr/cm}^3 / 2.57\text{gr/cm}^3) \times 100$$

$$\%P = 42.80\%$$

Calculo de Lámina de Saturación:

➤ Profundidad Efectiva: 150mm

$$Lsat = \%Vaire/100 \times Prof. \dots\dots\dots(1)$$

$$\%P = \%Vagua + \%Vaire \dots\dots\dots(2)$$

Despejando %Vaire:

$$\%Vaire = \%P - \%Vagua \dots\dots\dots(3)$$

$$\%Vagua = \%Hv$$

$$\%Hv = \%Hg \times (Dap/Dagua) \dots\dots\dots(4)$$

Reemplazando ecuación 3 y 4 en 1:

$$Lsat = (\%P - (\%Hg \times Dap/Dagua)) / 100 \times Prof.$$

$$Lsat = (42.80\% - (15\% \times 1.47\text{gr/cm}^3 / 1.0\text{gr/cm}^3)) / 100 \times 150\text{mm}$$

$$Lsat = 31.13\text{mm}$$
 se requiere para saturar el suelo.

Permeabilidad:

La permeabilidad se determino en campo en función al cuadro de parámetros de evaluación de la permeabilidad. Dando un índice de Permeabilidad Moderada.

**MERCEDES**

Calculo de la Porosidad:

$$\%P = (1 - 1.50\text{gr/cm}^3 / 2.61\text{gr/cm}^3) \times 100$$

$$\%P = 42.52\%$$

Calculo de Lámina de Saturación:

➤ Profundidad Efectiva: 200mm

$$Lsat = (\%P - (\%Hg \times Dap/Dagua)) / 100 \times Prof.$$

$$Lsat = (42.52\% - (20\% \times 1.50\text{gr/cm}^3 / 1.0\text{gr/cm}^3)) / 100 \times 200\text{mm}$$

$$Lsat = 25.04\text{mm}$$
 se requiere para saturar el suelo.

Permeabilidad:

La permeabilidad se determino en campo en función al cuadro de parámetros de evaluación de la permeabilidad. Dando un índice de Permeabilidad Moderada.

**TOCORONI**

Calculo de la Porosidad:

$$\%P = (1 - 1.51\text{gr/cm}^3 / 2.54\text{gr/cm}^3) \times 100$$

$$\%P = 41.70\%$$

Calculo de Lámina de Saturación:

➤ Profundidad Efectiva: 200mm

$$Lsat = (\%P - (\%Hg \times Dap/Dagua)) / 100 \times Prof.$$

$$Lsat = (41.70\% - (18\% \times 1.51\text{gr/cm}^3 / 1.0\text{gr/cm}^3)) / 100 \times 200\text{mm}$$

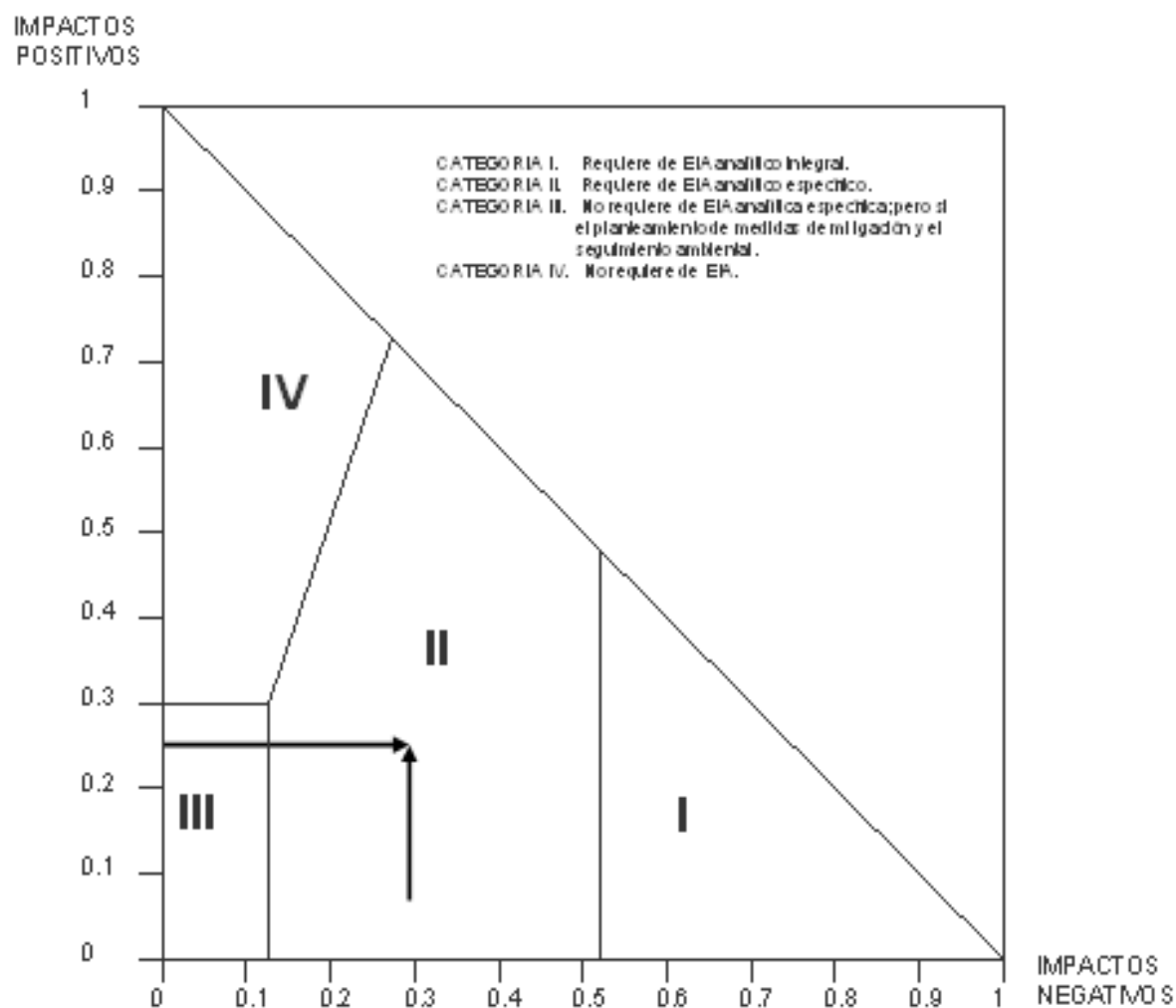
$$Lsat = 29.04\text{mm}$$
 se requiere para saturar el suelo.

Permeabilidad:

La permeabilidad se determino en campo en función al cuadro de parámetros de evaluación de la permeabilidad. Dando un índice de Permeabilidad Moderada a lento.

## **ANEXO 4**

### **CLASIFICACION DE LOS PROYECTOS PARA SU EVALUACION AMBIENTAL**



**Factor de ponderación = 0.001418**

$\Sigma (-) = 211$

Por tanto la  $\Sigma (-) = 0.29$

$\Sigma (+) = 119$

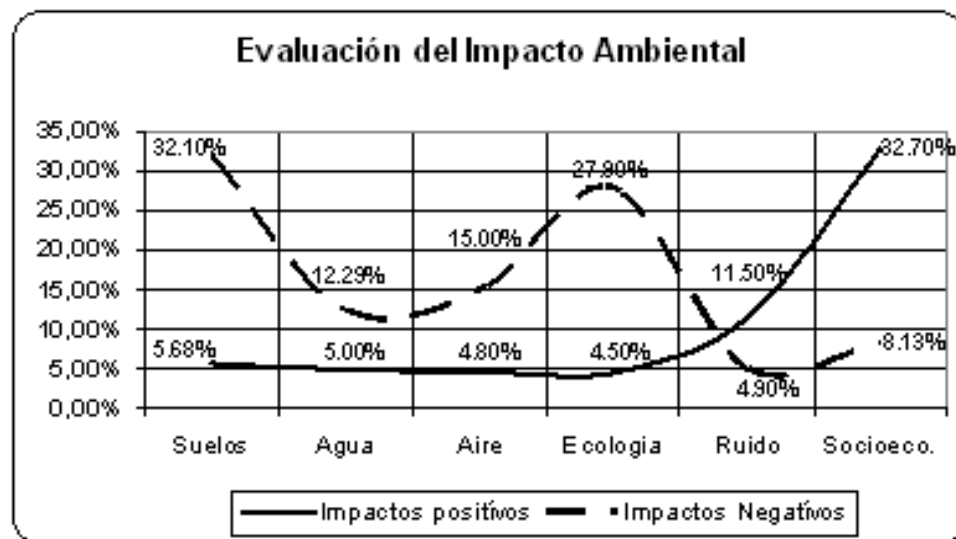
Por tanto la  $\Sigma (+) = 0.17$

# ESTUDIO DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MATRIZ DE LEOPOLD

## EIA MEDIANTE LA MATRIZ DE LEOPOLD

INDICES DE EVALUACION	FACTORES AMBIENTALES					
	Suelos	Agua	Aire	Ecología	Ruido	Socioeco.
MUY BAJU	(+) 5.68%	(+) 5%	(+) 4.8%	(+) 4.5%	(-) 4.9%	(-) 8.13%
BAJU		(-) 12.29%	(-) 15%	(-) 27.9%	(+) 11.5%	
MUDBRAUMENIE ALTO	(-) 32.1%					(+) 32.7%
ALIU						
MUY ALIU						

## GRAFICO DE LOS RESULTADOS DE LA MATRIZ DE LEOPOLD

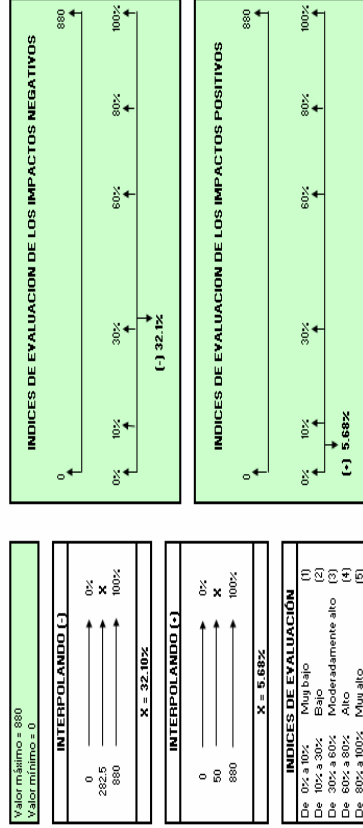


## COMPORTAMIENTO DE LOS IMPACTOS EN EL CICLO DEL PROYECTO

**MATRIZ DE IMPACTOS**  
**ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES AL SUELO**

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES AL SUELO										OPERACION Y MANTENIMIENTO		SUMATORIA DE PONDERACION NEGATIVOS (FACTOR 125)	SUMATORIA DE PONDERACION POSITIVOS (FACTOR 125)	PONDORACION (FACTOR 125)			
		PREPARACION DEL SITIO					CONSTRUCCION					MANTENIMIENTO							
		Replanteo	Disposicion de residuos	Desmonte y despalle	Explosion y excavacion del terreno	Cortes y bancos de préstamo	Cortes de terraplenes	Nivelado	Medidas de seguridad	Abandono del campo	Trabajos de mantenimiento	Circulacion vehicular	Reacondicionamiento de los bancos de préstamo	Desarrollo agricola	Deslizamientos sobre la plataforma	Turismo			
SUELO	DESTRUCCION DE SUELO	-4	-2	-3	-5	-4	-3	3	1	1	-2	3	5	-2			33	7	
	MODIFICACION DEL REGIMEN HIDRICO DEL SUELO	-4	-2	-4	-3	-3	-3	3	1	1	-1	2	5	-1			23	6	
	MODIFICACION DE LA TOPOGRAFIA	-3			-3	-1	-2					-2	1	-4			15	1	
	MODIFICACION FISICA Y BIOLOGICA DEL SUELO	-3	-3	-3	-2	-1	-4	3	-2	-1	-2	2	2	-4	-2		31	5	
	AUMENTO DE LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA	-3						2			-4	-5	-4	-1			14	2	
	AUMENTO DE PROCESOS DE INESTABILIDAD	-3			-3	-2	-3	4	-1	3	3	2	2	-2	-3		20	3	
	ACELERACION DE PROCESOS DE COMPACTACION	-2	-2	-3	-2	-2	-2	-3			-1	-4		-3			24		
	DISMINUCION DE MATERIA ORGANICA Y NUTRIENTES	-2		-4						-1		1		-4			11	1	
	MODIFICACION DE LA CAPACIDAD DE USO DEL SUELO	-3	-2	-3	-4	-1	-3	-2	2	-1	-2			-4	-2		27	2	
	ACELERACION DE PROCESOS DE EROSION LAMINAR	-2			-3		-2				3	-1	3	-4	-2		14	6	
	PERDIDA DE CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA	-2		-3	-3							-2	1	-4			14	1	
	<b>SUMATORIA DE NEGATIVOS</b>		26	11	26	28	11	22	3	5	11	16	43	13			226		
	<b>PONDORACION (FACTOR 125)</b>																	<b>283</b>	
	<b>SUMATORIA DE POSITIVOS</b>								17	2	6		15					<b>40</b>	
<b>PONDORACION (FACTOR 125)</b>																	<b>50</b>		

**MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS AL SUELO**





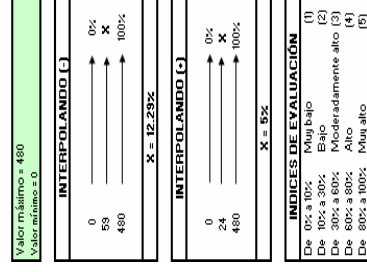


### MATRIZ DE IMPACTOS

#### ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES AL AGUA

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES AL AGUA										SUMATORIA DE NEGATIVOS (FACTOR 1.00)	SUMATORIA DE POSITIVOS (FACTOR 1.00)	PONDERACION (FACTOR 1.00)				
		PREPARACION DEL SITIO		CONSTRUCCION					OPERACION Y MANTENIMIENTO									
AGUA	Instalación de campamentos																	
	ALTERACION DE ACUIFEROS	-1	-3	-3	-4	-3												
	LIBERACION DE ACEITES Y GRASAS	-2	-1															
	INCREMENTO DE SOLIDOS SUSPENDIDOS																	
	INCREMENTO DE LA ACIDEZ O ALCALINIDAD																	
	LIBERACION DE COMPUESTOS TOXICOS	-1	-3															
	LIBERACION DE RESIDUOS SOLIDOS	-1	-2															
<b>SUMATORIA DE NEGATIVOS</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>1</b>					<b>10</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>53</b>		
<b>PONDERACION (FACTOR 1.00)</b>																	<b>59</b>	
<b>SUMATORIA DE POSITIVOS</b>																	<b>24</b>	
<b>PONDERACION (FACTOR 1.00)</b>																	<b>24</b>	

#### MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS AL AGUA

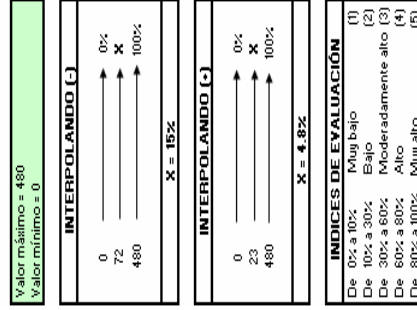




**MATRIZ DE IMPACTOS**  
ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES AL AIRE

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	OPERACION Y MANTENIMIENTO										SUMATORIA DE NEGATIVOS (FACTOR 1.00)	SUMATORIA DE POSITIVOS (FACTOR 1.00)	PONDERACION (FACTOR 1.00)			
		PREPARACION DEL SITIO	CONSTRUCCION					MANTENIMIENTO									
		Replanteo	Disposicion de residuos	Desmonte y despalme (chaque)	Excavacion y escavacion del terreno	Cortes y bancos de prestamo	Cortes de terraplenes	Nivelado	Medidas de seguridad	Abandono del campamento	Trabajos de mantenimiento	Circulacion vehicular	Reacondicionamiento de los bancos de prestamo	Desarrollo agricola	Deslizamientos sobre la plataforma	Turismo	
AIRE	AUMENTO DE PARTICULAS SUSPENDIDAS	-3		-3	-3	-3	-3	-2	2	1	-2	-2	-1	-1		22	
	AUMENTO DE GASES (NO, CO, CO2, ETC.)	-1	-3	-3	-2	-2	-2	-2	3	2	-2	-1		-2		18	
	PRESENCIA DE HUMO	-1	-3	-3	-2	-2			1	1	-1	-1				11	
	COMPORTAMIENTO LABORAL		-2	-2	-2	-1			2				3	3	-1	2	8
	OLORES		-2	-1						1							3
	VISIBILIDAD		-1	-3	-1	-1	-1	-2				2	-1				10
	<b>SUMATORIA DE NEGATIVOS</b>	2	7	12	6	9	6	6			5	5	2	3	2	72	
	<b>PONDERACION (FACTOR 1.00)</b>															72	
	<b>SUMATORIA DE POSITIVOS</b>								8	5	2	3	3			23	
	<b>PONDERACION (FACTOR 1.00)</b>															23	

**MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS AL AIRE**



**INDICES DE EVALUACION**

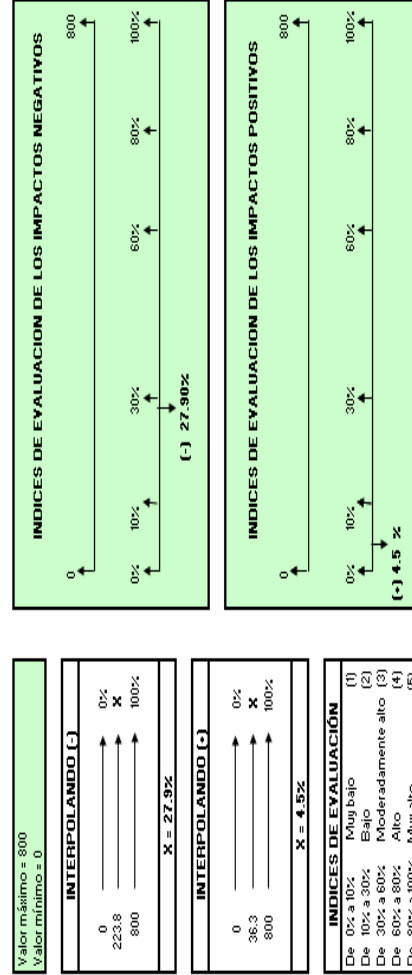
De 0% a 10%	Muy bajo	(1)
De 10% a 30%	Bajo	(2)
De 30% a 60%	Moderadamente alto	(3)
De 60% a 80%	Alto	(4)
De 80% a 100%	Muy alto	(5)



**MATRIZ DE IMPACTOS  
ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES A LA ECOLOGIA**

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	PREPARACION DEL SITIO				CONSTRUCCION						OPERACION Y MANTENIMIENTO					SUMATORIA DE NEGATIVOS (FACTOR I.25)	SUMATORIA DE POSITIVOS (FACTOR I.25)	PONDERACION (FACTOR I.25)		
		Replanteo	Disposicion de residuos	Desmonte y despalle	Exposicion y excavacion del terreno	Cortes y bancos de préstamo	Cortes de terraplenes	Nivelado	Medidas de seguridad	Abandono del campamento	Trabajos de mantenimiento	Circularion vehicular	Reacondicionamiento de los bancos de préstamo	Desarrollo agricola	Deslizamientos sobre la plataforma	Turismo					
ECOLOGIA	ALTERACION DE LA COBERTURA VEGETAL	-1	-4	-5	-2	-1	-5	-1	3	1	-2								28	6	
	PERDIDA DE VALORES NATURALISTICOS		-3	-4	-2		-3		2										15	2	
	PERDIDA DE VALORES ESTETICOS	-1	-3	-4	-4	-2	-4												24		
	INDUCCION A PROCESOS DE SUCESION VEGETAL	-1	-4	-4	-2	-2	-4		2										24	4	
	AUMENTO DE LA PRESENCIA HUMANA	-2																	14	1	
	PERDIDA DE HABITATS	-1	-2	-1	-2	-1	-3		1	1									16	3	
	AUMENTO DE PROCESOS DE CAZA Y PESCA	-1	-1			-1			1	1									13	1	
	INDUCCION A PROCESOS DE MIGRACION DE FAUNA	-1	-3	-2	-2	-1	-1			1									12	2	
	DISMINUCION DE LA DENSIDAD FAUNISTICA	-1	-2	-3	-1	-1	-3		2	1									14	4	
	DIVERSIDAD DE LA VEGETACION		-2	-1	-4	-1	-4	-2	3	1	-1								19	6	
<b>SUMATORIA DE NEGATIVOS</b>		3	24	3	28	15	10	26	4		11	5	32	8	4	179					
<b>PONDERACION (FACTOR I.25)</b>																			<b>224</b>		
<b>SUMATORIA DE POSITIVOS</b>																				29	
<b>PONDERACION (FACTOR I.25)</b>																					<b>36</b>

**MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS A LA ECOLOGIA**



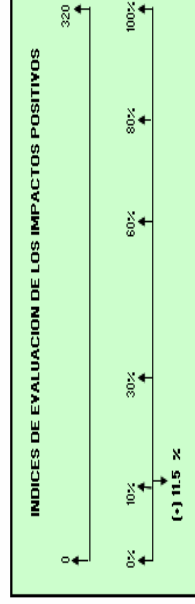
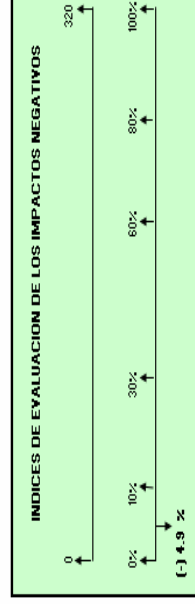
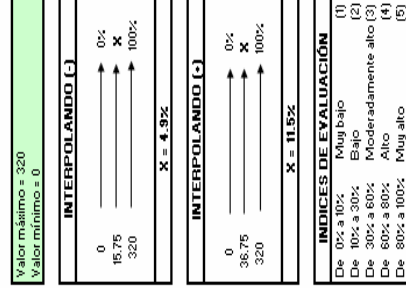


# MATRIZ DE IMPACTOS

## ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AL RUIDO

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	PREPARACION DEL SITIO	CONSTRUCCION					OPERACION Y MANTENIMIENTO					SUMATORIA DE POSITIVOS (FACTOR 0.75)	SUMATORIA DE NEGATIVOS (FACTOR 0.75)	PONDERACION			
			Replanteo	Disposicion de residuos	Desmonte y despalme (chaque)	Exposicion y excavacion del terreno	Cortes y bancos de prestamo	Cortes de terraplenes	Nivelado	Medidas de seguridad	Abandono del campamento	Trabajos de mantenimiento vehicular				Reacondicionamiento de los bancos de prestamo	Desarrollo agricola	Deslizamientos sobre la plataforma
RUIDO	EFFECTOS FISIOLÓGICOS		-1	-2		-2										8		12
	COMUNICACIÓN															5		7
	RENDIMIENTO LABORAL	2			-1												1	7
	COMPORTAMIENTO SOCIAL	1	1	-1	-1	2	2	2	4							2	1	7
	<b>SUMATORIA DE NEGATIVOS</b>		1	3	1	4										21		
	<b>PONDERACION (FACTOR 0.75)</b>																15.8	
	<b>SUMATORIA DE POSITIVOS</b>	3	1			2	2	2	11	1								43
	<b>PONDERACION (FACTOR 0.75)</b>																	37

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AL RUIDO





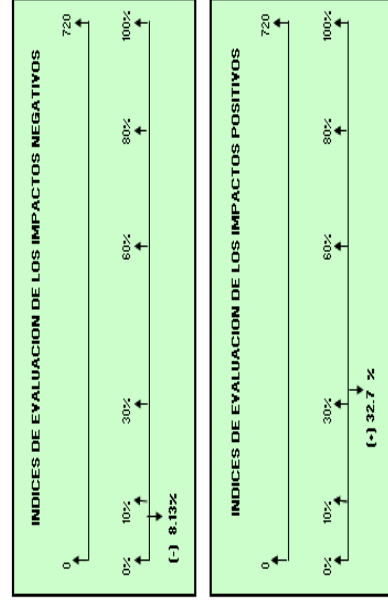
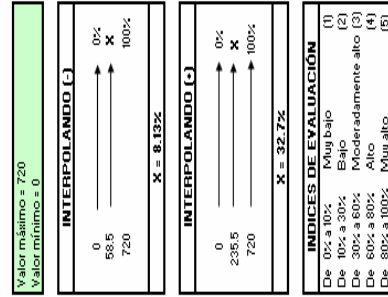


**MATRIZ DE IMPACTOS**

**ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTOS AL MEDIO SOCIOECONÓMICO**

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTOS AL MEDIO SOCIOECONÓMICO										SUMATORIA DE NEGATIVOS (FACTOR 150)	SUMATORIA DE POSITIVOS (FACTOR 150)	PONDERACION (FACTOR 150)					
		PREPARACION DEL SITIO		CONSTRUCCION				MANTENIMIENTO Y OPERACION Y											
	Instalación de campamentos	Replanteo	Disposición de residuos	Desmonte y despalme (chaque)	Excavación del terreno	Cortes y bancos de préstamo	Cortes de terraplenes	Nivelado	Medidas de seguridad	Abandono del campamento	Trabajos de mantenimiento	Circulación vehicular	Reacondicionamiento de los bancos de préstamo	Desarrollo agrícola	Deslizamientos sobre la plataforma	Turismo			
SOCIO-ECONÓMICO	ESTILO DE VIDA	4					1	3	3			4	1	5	-3	2	3		
	NECESIDADES COMUNALES	4		-1	2	4	4	4	4			5	3	4	-5	3	7		
	EMPLEO	2		2	1	2	1	2	2	-1		3	2	4	-3	2	4		24
	INGRESOS PUBLICOS								3			4	1	4	-3	1	4		13
	PROPIEDAD PUBLICA											2							2
	PROPIEDAD PRIVADA	-1		-1			-2						4		3	-2	2		3
	CRECIMIENTO DEMOGRAFICO	1							1			3		2					7
	PRODUCCION AGROPECUARIA			-2			-1						4	1	5	1	6		11
	FLUJO DE COMERCIO	2					1	3	4	4			5	3	3	-4	3	7	28
	<b>SUMATORIA DE NEGATIVOS</b>		2	4			1	2		1	8					20		33	
<b>PONDERACION (FACTOR 150)</b>																		<b>59</b>	
<b>SUMATORIA DE POSITIVOS</b>		13	2	3	8	11	13	17				34	11	30		14		157	
<b>PONDERACION (FACTOR 150)</b>																		<b>236</b>	

**MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS AL MEDIO SOCIOECONÓMICO**



**ANEXO 5****ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Proyecto: Todo, Presupuesto general  
 Actividad: Excavación común (sin explosivos) a Maquina  
 Unidad: Metros cúbicos (m3)  
 Moneda: Dólares Americanos

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	%	PRECIO UNITARIO		TOTAL
				PRODUCCIÓN	IMPRODUCTIVO	
<b>1.- EQUIPO</b>						
Tractor Uruga tipo U7	HKM	0.0228	100.00	15.387	46.718	1.066
Camioneta Doble Traccion 4x4	HKM	0.0114	100.00	1.445	17.853	0.201
Herramientas = 5% de la mano de obra						0.004
<b>TOTAL EQUIPO</b>						<b>1.271</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
Seccional, Mecanico A, Electricista	HKH	0.0114			1.987	0.023
Operador A, Transceptor	HKH	0.0228			0.323	0.030
Compresorista, Uofer, Encargado del campamento	HKH	0.0114			1.274	0.015
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>0.067</b>
<b>3.- MATERIALES</b>						
<b>TOTAL MATERIALES</b>						<b>0.000</b>
<b>4.- ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS</b>						
<b>TOTAL ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS</b>						<b>0.000</b>
<b>5.- GASTOS GENERALES UTILIDADES E IMPUESTOS</b>						
Gastos generales = 10.00% de 1+2+3						0.134
Utilidad = 0.00% del 1+2+3+4 gastos generales						0.000
Impuesto a las transacciones = 0.00% del Sub total						0.000
<b>TOTAL GASTOS GENERALES UTILIDADES E IMPUESTOS</b>						<b>0.134</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>						<b>1.472</b>

Fuente: SEDCAM (Servicio Departamental de Caminos)

**ANEXO 8**

VICE MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE  
SECRETARIA NACIONAL DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE  
SUB SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

FORMULARIO : FICHA AMBIENTAL Nro. 33

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

FECHA DE LLENADO	: 21-03-06	LUGAR : LA ASUNTA
SUBPRESTATARIO	: ACDI VOCA	ICI:
RESPONSABLE DEL LLENADO DE LA FICHA :		
Nombre y apellidos	: GUIDO EDUARDO SANTOS MAMANI	Profesión :
<b>AGRÓNOMO</b>		
Carga	: CONSULTOR AMBIENTAL	No. Reg. Consultor :
Departamento	: LA PAZ	Ciudad : EL ALTO
Domicilio	: C. SATELITE	Tel. Dom. : Casilla:

**2. DATOS DE LA UNIDAD PRODUCTIVA**

EMPRESA O INSTITUCIÓN			: ACDI VOCA
PERSONERO (S) LEGAL (ES)			:
ACTIVIDAD PRINCIPAL			: EJECUTOR Y SUPERVISOR DE OBRAS
CAMARA O ASOCIACIÓN A LA QUE PERTENECE			: USAID
NÚMERO DE REGISTRO	:	FECHA / INGRESO	: - - - Nro. RUC :
DOMICILIO PRINCIPAL Ciudad y/o localidad			: CARANAVI Cantón :
Provincia	: CARANAVI	Dpto. : LA PAZ	Calle :
Teléfono :	Fax :	Casilla :	

**3. IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO**

<b>NOMBRE PROY. : DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES QUE PROVOCAN DESLIZAMIENTOS</b>			
UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO.		Ciudad y/o Localidad: LA ASUNTA	
Cantón :	Provincia :	Depto. :	
Latitud : 1618622556grados	Longitud : 67.15945639grados	Altitud : 733m	
Código catastral del predio :	No. Reg. Cat. :		
Registro en derechos reales :			
Partida :	Fojas/Libro :	Año :	Dpto. :
<b>COLINDANTES DEL PREDIO Y ACTIVIDADES QUE DESARROLLAN:</b>			
Norte : PALOS BLANCOS			
Sur : IRUPANA			
Este : COCHABANBA			
Oeste : CORIPATA			
<b>USO DE SUELOS. Actual : CULTIVOS DE COCA</b>			
Potencial : FORESTAL			
Certificado de Uso de suelo : No.		Expedido por :	

En fecha: - - -

NOTA. Anexar plano de ubicación del predio, certificado de uso de suelo, Derecho propietario de inmueble y fotografías panorámicas del lugar.

#### 4. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

**SUPERFICIE A OCUPAR.** Total del predio : **2.828Km<sup>2</sup>** Ocupado por el proyecto : **0.2699km<sup>2</sup>**

##### DESCRIPCIÓN DEL TERRENO:

Topografía, pendiente : **LADERA BAJA (30% A 50% PENDIENTE)**

Profundidad, capa freática :

Calidad del agua : **APTA PARA RIEGO**

Vegetación predominante : **BOSQUE DE BARBECHO (AMBAYBO)**

Red de drenaje natural : **PARALELO**

Medio humano : **POBLACIÓN HUMANA LA ASUNTA**

#### 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

SECTOR : **TRANSPORTE**

SUBSECTOR : **CAMINERO**

ACTIVIDAD ESPECÍFICA : **CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS VECINALES**

{ CIU } NATURALEZA DEL PROYECTO : **AMPLIATORIO**

ETAPA (S) DEL PROYECTO : *Exploración* { } *Ejecución* {x} *Operación* {x}  
*Mantenimiento* {x} *Futuro inducido* {x} *Abandono* { }

AMBITO DE ACCIÓN DEL PROYECTO : **RURAL**

OBJETIVO DEL CREDITO :

##### OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO:

**Determinar y analizar, los factores que provocan deslizamientos en la carretera Villa Barrientos-La Asunta, y plantear medidas de mitigación, para prevenir futuros derrumbes.**

##### OBJETIVOS DEL PROYECTO:

**Describir los factores físicos, naturales y sociales del área del proyecto.**

**Identificar los impactos ambientales para el suelo, agua y cobertura vegetal.**

**Elaborar un Programa de Prevención y Mitigación para el suelo, agua y cobertura vegetal.**

**Plantear un Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental para el suelo, agua y cobertura vegetal.**

##### RELACIÓN CON OTROS PROYECTOS. Forma parte de un PROGRAMA

Desc. Plan o programa : **Plan de Desarrollo Municipal**

VIDA ÚTIL ESTIMADA DEL PROYECTO. TIEMPO : **15 Años**

PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA DEL PRODUCTO FINAL:

**PREVENCIÓN DE DESLIZAMIENTOS EN UNA SUPERFICIE DE 19 HA**

{ } *Solo para el uso del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente*

## 6. ALTERNATIVAS Y TECNOLOGÍAS

*Se considera o se están considerando alternativas de localización? : SI*

*Si la respuesta es afirmativa, indique cuales y porque fueron desestimadas.*

- a) **La superficie de la carretera, afectadas por los deslizamientos deberán someterse a un proceso de estabilización y reforestación, lo cual implica periodos de tiempo largos.**
- b) **En el proceso de estabilización se deberá buscar rutas alternativas, para facilitar la libre circulación de los vehículos en el Municipio de La Asunta.**

*Describir las tecnologías (maquinaria, equipo, etc.)*

*Y los procesos que se aplicaran en cada etapa del Proyecto.*

- a) **En la etapa de ejecución y parte de la operación se deberá movilizar maquinaria pesada, en menor grado en la etapa de operación para prevenir y controlar los deslizamientos.**
- b) **En la etapa de mantenimiento se deberá estabilizar los taludes deslizados para su posterior reforestación o inducción natural, para lo cual se movilizara maquinaria para la formación de terraplenes en las zonas deslizadas y áreas potenciales a deslizarse.**
- c) **En la etapa de futuro inducido, se debe realizar un programa de reforestación con especies herbáceas y arbustivas en los taludes y con especies arbóreas en las comunidades, para lo cual se deberá instalar un vivero comunal temporal, y el uso de un medio de transporte para la mano de obra y traslado de plantines.**

## 7. INVERSIÓN TOTAL

**FASE DE ESTUDIO: DISEÑO FINAL**

**INVERSIÓN DEL PROYECTO: Costo total (\$us) : 0.00**



**8. ACTIVIDADES**

En este sector se debe señalar las actividades previstas en cada etapa del Proyecto.

<i>ETAPA</i>	<i>ACTIVIDAD</i> <i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>DURACIÓN</i>
<b>EJECUCIÓN</b>	<b>INSTALACIÓN DE CAMPAMENTO</b>	<b>2 SEMANAS</b>
	REALIZAR EL DESMONTE Y NIVELADO DEL TERRENO PARA INSTALAR EL CAMPAMENTO	
	<b>DESMONTE Y DESPALME</b>	-
	DEBE REALIZARSE EL DESMONTE DE UNA FRANJA EN LA TRAYECTORIA DE LA CARRETERA	
	<b>EXPLOSIÓN Y EXCAVACIÓN</b>	--
	SE REALIZARA EN LOS SITIOS CON ROCAS, LA EXPLOSIÓN Y EXCAVACIÓN DEL MATERIAL CONSOLIDADO	
	<b>CORTES DE TERRAPLENES</b>	<b>11 MESES</b>
	SE REALIZARA LOS CORTES DE TERRAPLENES EN EL TERRENO YA QUE ESTE SE ENCUENTRE SOBRE UNA LADERA	
	<b>CORTES Y BANCOS DE PRESTAMO</b>	--
	<b>NIVELADO</b>	
	PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LA CARRETERA, ESTA DEBE SER NIVELADO YA QUE NO CUENTA CON NINGUN TIPO DE ASFALTO	
	<b>REPLANTEO</b>	--
	DEBERA ANALIZARSE EN CAMPO UN POSIBLE REPLANTEO DE LA CARRETERA	
	<b>DISPOSICIÓN DE RESIDUOS</b>	--
	DEBE ESTABLECERSE UN ÁREA PARA EL DEPÓSITO DE RESIDUOS	
	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>	--
	NECESARIAMENTE DEBE CONTARSE CON UN PROGRAMA DE SEGURIDAD	
	<b>ABANDONO DEL CAMPAMENTO</b>	
<b>OPERACIÓN</b>	<b>TRANSITO VEHICULAR</b>	
	DEBE GARANTIZARSE EL TRANSITO VEHICULAR EN LA CARRETERA	
	<b>MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN</b>	
	SE DEBE REALIZAR INSPECCIONES CONSTANTES EN LA CARRETERA PARA MANTENER LA CIRCULACIÓN VEHICULAR	
	<b>REACONDICIONAMIENTO DE BANCOS</b>	
<b>FUTURO INDUCIDO</b>	<b>ACTIVIDAD COMERCIAL</b>	
	LA CARRETERA DEBERA FORTALECER LA ACTIVIDAD COMERCIAL DEL MUNICIPIO	
	<b>DESARROLLO AGRICOLA</b>	
	LA CARRETERA DEBE CONTRIBUIR AL CRECIMIENTO DE LA ACTIVIDAD AGRICOLA	

**9. RECURSOS HUMANOS (mano de obra)**

<i>CALIFICADA</i>	<i>Permanente:</i> 3	<i>No Permanente:</i> 4
<i>NO CALIFICADA</i>	<i>Permanente:</i> 0	<i>No Permanente:</i> 0

10. RECURSOS NATURALES DEL ÁREA, QUE SEAN APROVECHADOS

RECURSOS	VOLUMEN O CANTIDAD
SUELO	0.2699KM2
MATERIAL LOCAL DE CONSTRUCCIÓN	-
RECURSOS HUMANOS (MUNICIPIO DE LA ASUNTA)	18.016 Hab.

11. MATERIA PRIMA E INSUMOS

CONCEPTO	ORIGEN	CANTIDAD Y UNIDAD	
NOMBRE			
<b>ENERGIA</b>			
CONBUSTIBLE Y LUBRICANTES	MUNICIPIO DE LA ASUNTA	0.0	Lts.
<b>MATERIA PRIMA</b>			
METERIAL CONSOLIDADO Y NO CONSOLIDADO	LOCAL	0.0	M3

12. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS Y/O DESECHOS

ETAPA	DESCRIPCIÓN	FUENTE	CANTIDAD
TIPO	DISPOSICION FINAL O RECEPTOR		
<b>EJECUCIÓN</b>			
<b>SÓLIDOS</b>			
POR CONBUSTION DE GASOLINA	AL MEDIO AMBIENTE	MAQUINARIA Y EQUIPOS	
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>			
<b>GASEOSOS</b>			
POR CONBUSTION DE GASOLINA	A LA ATMOSFERA	MAQUINARIA Y EQUIPOS	
<b>LIQUIDOS</b>			
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	RIO BOOPI	MOVIMIENTO DE MASAS DE SUELO	
<b>SÓLIDOS</b>			
POR REMOCIÓN DEL SUELO	AL MEDIO AMBIENTE	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS	

13. PRODUCCIÓN DE RUIDO (Indicar fuente y niveles)

FUENTE	: MAQUINARIA
NIVEL MÍNIMO db	: 70
NIVEL MÁXIMO db	: 90

14. INDICAR COMO Y DONDE SE ALMACENA LOS INSUMOS

<b>EJECUCIÓN</b>
EL CONBUSTIBLE DEBE ALMACENARSE EN DEPOSITOS ACONDICIONADOS Y SI ES POSIBLE ESTOS DEPOSITOS DEBEN AISLARSE.
EL MATERIAL DE RELLENO DEBE SITUARSE EN ÁREAS PREVIAMENTE ESTABLECIDAS.
<b>OPERACIÓN</b>
EL CONBUSTIBLE DEBE SER ALMACENADO EN DEPOSITOS AISLADOS Y ACONDICIONADOS, DEBIENDO UBICAR UN ÁREA DEFINITIVO YA QUE SOLO SERA PARA CONSERVAR LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA.



*15. INDICAR LOS PROCESOS DE TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN DE INSUMOS*

**EJECUCIÓN**

**LOS COMBUSTIBLES DEBERAN TRANSPORTARSE EN SISTEMAS ACONDICIONADAS, DEBIDO A QUE SON SUSTANCIAS INFLAMABLES.**

**OPERACIÓN**

**DE LA MISMA MANERA LOS COMBUSTIBLES DEBERAN SER TRANSPORTADOS POR VEHICULOS ACONDICIONADOS PARA ESTE TRABAJO.**

*16. POSIBLES ACCIDENTES Y/O CONTINGENCIAS*

**EJECUCIÓN**

**SE DEBE TENER PRECAUCIÓN CON EL MANIPULEO DE LOS COMBUSTIBLES YA QUE ESTOS SON MUY INFLAMABLES.**

**OPERACIÓN**

**LOS POSIBLES ACCIDENTES SON GOLPES DE HERRAMIENTAS, LESIONES POR CAIDAS Y OTROS.**

**MANTENIMIENTO**

**POR IMPRUDENCIA EN EL MANEJO DE COMBUSTIBLES.**

*17. CONSIDERACIONES AMBIENTALES*

*RESUMEN DE IMPACTO AMBIENTAL "CLAVE" (IMPORTANTE)*

*Considerar impactos negativos y/o positivos acumulativos a corto y largo plazo; temporales y permanentes; directos e indirecto.*

ETAPA

IMPACTO

MITIGACIÓN

**EJECUCIÓN**

- SUELO: EROSIÓN Y DESLIZAMIENTOS POTENCIAL  
DISEÑAR ESTABILIDAD DE BANCOS DE PRESTAMO
- AGUA: INCREMENTO EN LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS EN EL RÍO BOOPI  
MANEJO ADECUADO DE LOS MATERIALES EXCEDENTES
- AIRE: CONTAMINACIÓN POR EMISIÓN DE GASES DE LA MAQUINARIA  
DEBE REALIZARSE UN MANTENIMIENTO ADECUADO DE LA MAQUINARIA
- ECOLOGÍA: ALTERACIÓN DEL PAISAJE POR LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA  
SE DEBE REFORESTAR LAS ÁREAS QUE NO COMPRENDAN A LA  
CARRETERA
- +SOCIOECO: GENERACIÓN DE EMPLEOS DIRECTOS E INDIRECTOS
- +SOCIOECO: INCREMENTO DE FUENTES DE EMPLEO

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

- +SOCIOECO: INCREMENTO EN EL DESARROLLO AGRICOLA Y EL VALOR DE SU

**PROPIEDAD**

- SUELO: SUCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN LA CARRETERA  
ADECUADO MANEJO DE SUELOS Y LA REFORESTACIÓN
- ECOLOGÍA: MAL USO DE LOS SUELOS, SOBRE EXPLOTANDO SU CAPACIDAD DE

**USO**

- ASISTENCIA TÉCNICA SOBRE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS
- +SOCIOECO: FACILIDAD DE COMERCIALIZAR LOS PRODUCTOS AGRICOLAS

*18. DECLARACIÓN JURADA*

*Los suscritos ACDI VOCA en calidad de promotor,*

**GUIDO EDUARDO SANTOS MAMANI** *en calidad de responsable técnico de la elaboración de la ficha ambiental*

*Damos fe de la veracidad de la información detallada en el presente documento y que tiene calidad de confesión voluntaria*

*FIRMAS:*

PROMOTOR

RESPONSABLE TÉCNICO

ACDI VOCA

**GUIDO EDUARDO SANTOS MAMANI**  
4750248 L. P.



MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE  
 SECRETARÍA NACIONAL DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE  
 SUBSECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
 DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE MEDIO AMBIENTE  
 M1. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES QUE CAUSAN DESLIZAMIENTOS

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	FACTORES AMBIENTALES																												
	AIRE			AGUA				SUELO					ECOLOGÍA				RUIDO			SOCIOECONÓMICO									
	OLOR	TOXICOS PELIGROSOS	OXIDANTES FOTOQUÍMICOS	MONÓXIDO DE CARBONO	OXÍGENO DE NITRÓGENO	OXÍGENO DE AZUFRE	PARTÍCULAS SUSPENDIDAS	FACTOR DE DISPERSIÓN																					
ETAPA DE EJECUCIÓN																													
ATRIBUTOS AMBIENTALES																													
ACTIVIDADES DEL PROYECTO																													
INSTALACIÓN DE CAMPAMENTO	A	A								A	A	A	A	A	A	A	A												
DESAMANTE Y DESPLANTE	A	A								B	B	B	B	B	B	B	B												
EXPLOSIÓN Y EXCAVACIÓN	A	B								A	A	A	A	A	A	A	A												
CORTES DE TERRAPLEN	A	A								A	A	A	A	A	A	A	A												
CORTES Y BANCOS DE PRESTAMO	A	A								B	B	B	B	B	B	B	B												
MINERALADO	A	A								A	A	A	A	A	A	A	A												
REFLANTEO	A	A								B	B	B	B	B	B	B	B												
EXPOSICIÓN DE RESIDUOS	A	A								A	A	A	A	A	A	A	A												
MEDIDAS DE SEGURIDAD	I	I								I	I	I	I	I	I	I	I												
ABANDONO DEL CAMPAMENTO																													
ETAPA DE OPERACIÓN																													
ATRIBUTOS AMBIENTALES																													
ACTIVIDADES DEL PROYECTO																													
TRANSITO VEHICULAR	B	A													B	B	B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B
MANTENIMIENTO Y CONSERVACION	A	A													A	B	B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B
RECARGO Y MANTENIMIENTO DE BANCOS	A	A								B	B	B	B	B	B	B	B					A	A	A	A	A	A	A	A
ETAPA FUTURO INDUCIDO																													
ATRIBUTOS AMBIENTALES																													
ACTIVIDADES DEL PROYECTO																													
ACTIVIDAD COMERCIAL																													
DESARROLLO AGRICOLA										B	B	B	B	B	B	B	B					A	A	A	A	A	A	A	A

NOTA: Por motivos de espacio solo para esta impresión, se considera: A=-1 B=-2 C=-3

ESCALA DE PONDERACIÓN: POSITIVO I=BAJO (1) 9=MODERADO (9) 9=ALTO (9)  
 NEGATIVO I=BAJO (-1) 9=MODERADO (-9) 9=ALTO (-9)

**DESLIZAMIENTOS EN LA ZONA AMÉRICA**



**FALLAS GEOLOGICAS ZONA CRUCE CALZADA**





**DESLIZAMIENTO EN LA ZONA CRUCE MERCEDES**



## **ANEXO 3**

### **Parámetros de clasificación de los suelos según su aptitud**

CLASES DE SUELOS	DESCRIPCIÓN
Clase I.	Son suelos sin limitaciones que restrinjan su uso, son altamente productivos en cultivos adaptados al clima de la zona en consideración.
Clase II.	Son suelos que presentan algunas limitaciones, que reducen la elección de cultivos y requieren prácticas de manejo. Los costos de producción por unidad de superficie son mayores y de mejor manejo técnico que para la Clase I.
Clase III.	Son suelos que tienen severas limitaciones, que reducen el número de cultivos, en relación a las Clase I y II, requiriéndose de prácticas de Conservación de suelos.
Clase IV.	Son suelos que tienen muy severas limitaciones que restringen su uso para cultivos especiales y también requieren prácticas de conservación de suelos.
Clase V.	Son suelos que tienen limitaciones muy severas, que son difíciles de corregir y limitan su uso al aprovechamiento de pastos naturales y/o introducidos y en menor grado bosques; presentan poco peligro de erosión.
Clase VI.	Son suelos que presentan severas limitaciones y no son aptos para cultivos anuales y su uso es restringido a plantas perennes: pastos, especies industriales, forestales, etc.
Clase VII.	Son suelos que tienen muy severas limitaciones y no son aptos para cultivos anuales y restringen su uso solo al aprovechamiento forestal y en casos extremos solo se deben mantener como zonas de protección.
Clase VIII.	No son aptos para aprovechamiento económico, son declarados como zonas de protección por sus muy severas limitaciones, se debe mantener su cobertura vegetal natural y destinarse a parques nacionales o de vida silvestre.

Fuente: E. Chilón, 1996.

### Parámetros de evaluación de la escorrentía

GRADO	INDICE	CARACTERÍSTICAS
GRADO 0	Empozado	No hay escorrentía superficial.
GRADO 1	Muy lento	El agua superficial se escurre tan lentamente, que hay agua empozado en la superficie por periodos largos.
GRADO 2	Lento	El agua superficial se escurre tan lentamente, que se encuentra libre cubriendo la superpie por periodos de tiempo significativo.
GRADO 3	Rápido	Una gran porción de agua se mueve rápidamente sobre la superficie del suelo y solo una pequeña parte lo hace a través del perfil del suelo.
GRADO 4	Muy rápido	Una cantidad muy grande de agua se mueve rápidamente sobre la superficie del suelo y solamente una pequeñísima parte se infiltra a través del perfil.

Fuente: E. Chilón, 1996.



### Parámetros de evaluación de la permeabilidad del suelo

CLASE	VELOCIDAD DE FLUJO (cm/hora)	
Lento	Muy lento	0 a 0,1
	Lento	0,1 a 0,5
	Moderadamente lento	0,5 a 2,0
Moderado	Moderado	2,0 a 6,0
	Moderadamente rápido	6,0 a 12,0
Rápido	Rápido	12,0 a 25,0
	Muy rápido	mayor 25,0

Fuente: E. Chilón, 1996.

### Parámetros de evaluación de la profundidad radicular

CLASE	ESPESOR
Muy superficial	menor 15 cm.
Superficial	15 a 30 cm.
Regular	30 a 60 cm.
Mediano	60 a 90 cm.
Profundo	90 a 150 cm.
Muy profundo	mayor 150 cm.

Fuente: E. Chilón, 1996.

### Parámetros de evaluación de la pendiente

SIMBOLO	%	SIMPLE	COMPLEJA
A	0 a 2	Plano o casi plano	Plano o casi plano
B	2 a 6	Ligeramente inclinado	Ondulado
C	6 a 13	Moderadamente empinado	Monticulado
E	22 a 55	Empinado	Montañoso
F	mayor 55	Muy empinado	

Fuente: E. Chilón, 1996.