

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.  
FACULTAD DE AGRONOMIA.  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**DESCRIPCIÓN Y ANALISIS DEL EFECTO DE LA CONSTRUCCION DE LA  
AUTOPISTA PALÍN-ESCUINTLA SOBRE EL SUELO, AGUA Y BOSQUE.**

**JOSE GUSTAVO GOMEZ SALAY.**

**Guatemala, enero de 2005**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.  
FACULTAD DE AGRONOMIA.  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**DESCRIPCIÓN Y ANALISIS DEL EFECTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA  
AUTOPISTA PALÍN-ESCUINTLA SOBRE EL SUELO, AGUA Y BOSQUE.**

**TESIS.**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD D  
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

**POR**

**JOSE GUSTAVO GOMEZ SALAY.**

**En el acto de investidura como**

**INGENIERO AGRONOMO.**

**EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES.  
EN EL GRADO ACADEMICO DE**

**LICENCIADO**

**Guatemala, enero de 2005**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

**RECTOR**

**Dr. M.V. Luis Alfonso Leal Monterroso**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA.**

<b>Decano</b>	<b>Doctor Ariel Abderraman Ortiz López.</b>
<b>Secretario</b>	<b>Ing. Agr. Pedro Pelaez Reyes.</b>
<b>Vocal primero</b>	<b>Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel.</b>
<b>Vocal segundo</b>	<b>Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle.</b>
<b>Vocal tercero.</b>	<b>Ing. Agr. Erberto Raul Alfaro Ortiz.</b>
<b>Vocal cuarto.</b>	<b>MEP      Juvencio Chom Canil.</b>
<b>Vocal quinto.</b>	<b>MEP.      Bayron Geovany Gonzalez Chavajay.</b>

Guatemala, Octubre de 2004.

Honorable Junta Directiva.  
Honorable Tribunal Examinador.  
Facultad de Agronomía.  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Señores representantes:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos De Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

**DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA AUTOPISTA PALÍN-ESCUINTLA SOBRE EL SUELO, AGUA Y BOSQUE.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente.

**José Gustavo Gómez Salay.**

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS TODOPODEROSO**

Por concederme sabiduría, para terminar este trabajo de tesis.

**MIS PADRES**

José Carmen Gómez Canté QEPD, que vive en mi memoria y le estoy muy agradecido.

María Alicia Salay Vda. de Gómez, gracias por tu apoyo moral y económico e infundirme superación en todos los momentos de mi vida.

**MIS HERMANOS**

Dr. y Licenciado en Administración de Empresas Jorge Rolando, gracias por tu apoyo moral y económico.

Br. Jaime Roderico, Br. Augusto Saul, PEM María Rebeca, PC Gloria Olivia, Br. Rosa Dalila, MEP. Reina Violeta, gracias por tu apoyo moral y económico, Alica Esmeralda QEPD, Angélica Esperanza, QEPD, Osberto Esaú QEPD. A mis hermanos fallecidos una plegaria en su memoria.

A todos con respeto y cariño.

**A MIS TIOS**

José Leonardo y Gudelia Raquel Salay Valenzuela, con respeto y cariño.

**AMIGOS Y COMPAÑEROS**

Por su amistad.

**TESIS QUE DEDICO.**

**A:**

**GUATEMALA.**

**FACULTAD DE AGRONOMIA.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

**A todos los Ingenieros Agrónomos que contribuyeron en mi formación profesional.**

## AGRADECIMIENTOS

**A:**

### MIS ASESORES

	Ingenieros Agrónomos Marco Vinicio Fernández Montoya, Julio Gustavo López Payés, Que Dios Todopoderoso los bendiga y premie por el favor que me hicieron al asesorar mi tesis.
Dr. Ariel Abderramam Ortiz López	Por su amistad y apoyo moral para realizar el trabajo de tesis.
Ing. Agr. Fermin Velásquez	Por su amistad.
Ing. Agr. Edgar Martínez Tambito	Por su orientación y amistad.
Dr. Manuel Basterrechea Díaz	Por su colaboración con documentos bibliográficos.
Ing. Civil Sergio Navas	Por su amistad y apoyo recibido.
Paty secretaria del Instituto de Investigaciones Agronómicas	Por su amistad y atención.
A todos los profesionales	Que contribuyeron para que realizará mi tesis, muchas gracias que Dios los Bendiga.





## INDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE FOTOS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
III. MARCO REFERENCIAL.....	4
A. Clasificación de carreteras según sección típica .....	4
B. Definición de carreteras.....	4
1. Carretera, calle o camino .....	4
2. Carretera.....	4
3. Camino.....	4
C. Partes de una carretera .....	4
1.	
Terracería .....	4
2. ....	Sub-
rasante 4 .....	
3. Reacondicionamiento de sub-rasante .....	5
4.	
Pavimento .....	5
5. Estructuras de drenaje.....	5
6. Estructuras de paso .....	5
7.	
Derecho de vía .....	5
D. Movimiento de tierras .....	6
1. Trabajos que se realizaron en la construcción de la Autopista Palín	
Escuintla.....	6

2.	Limpia, chapeo y destronque .....	7
3.	Excavación no clasificada.....	7
4.	Remoción y prevención de derrumbes.....	7
5.		
Terraplenes en general .....		8
6.		
Terraplenes de roca .....		8
7.	Terraplenes de tierra .....	9
E.	Formación de los suelos .....	9
1.	Suelo .....	9
2.	Roca .....	9
F.	División de los suelos.....	9
1.	Suelos residuales.....	9
2.	Forma y localización de los suelos. ....	10
3.	Suelos transportados. ....	10
4.	Suelos orgánicos. ....	10
G.	Características de los suelos.....	10
1.	Generalidades.....	10
2.	Textura .....	10
3.	Estructura .....	10
4.	Consistencia .....	11
H.	Humedad del suelo .....	11
1.	Clases de humedad.....	11
a.	Agua higroscópica.....	11
b.	Agua capilar .....	11
c.	Agua libre.....	12
I.	Vocación del suelo .....	13
1.	Suelos de vocación agrícola.....	13
2.	Suelos de vocación forestal.....	14
3.	Capacidad de uso de la tierra .....	14
J.	Erosión del suelo .....	14

1	Empleo de vegetación .....	15
K.	Recursos hídricos .....	16
1.	Ciclo hidrológico .....	16
2.	Importancia del ciclo hidrológico .....	16
3.	Características del ciclo hidrológico en Guatemala.....	17
4.	Factores que favorecen la contaminación del agua.....	17
L.	Recursos forestales .....	18
1.	Beneficios del bosque .....	18
2.	Clasificación de los bosques .....	18
3.	Por el tipo de árboles que los conforman.....	18
4.	Desconocimiento de las especies forestales.....	19
5.	Otro factores negativos.....	20
M.	Qué es la evaluación ambiental .....	20
1.	Beneficios de la evaluación ambiental.....	20
2.	Grupos que deben intervenir en la evaluación ambiental .....	20
N.	Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente .....	21
O.	Medida de mitigación.....	21
P.	Medida de contingencia.....	21
Q.	Area de localización del proyecto .....	21
R.	Impacto ambiental .....	21
S.	Código de buenas prácticas ambientales .....	21
IV.	MARCO REFERENCIAL .....	22
A.	Descripción del proyecto Palin-Escuintla .....	22
B.	Datos generales del municipio de Palin y Escuintla.....	22
1.	Municipio de Palin.....	22
2.	Departamento de Escuintla .....	22
3.	Altura y dimensiones de la autopista Palin-Escuintla.....	23
4.	Cuenca .....	23
5.	Ríos .....	23
C.	Colindancias y sistema montañoso que rodea la autopista.....	25
D.	Clima .....	25

1.	Zonas de vida que comprende la autopista Palin-Escuintla.....	25
2.	Suelos.....	26
3.	Vegetación .....	26
4.	Uso del suelo.....	26
E.	Infraestructura .....	27
F.	Población .....	27
G.	Manejo de sitios de préstamo .....	28
H.	Modificación del relieve y paisaje de la autopista Palín-Escuintla .....	28
1.	Pérdida de bosques y vegetación en la construcción de la autopista Palin-Escuintla .....	28
I.	Erosión y efectos terrestres asociados .....	30
1.	Pérdida de suelos con potencial agropecuario y fuentes minerales. ....	30
J.	Deterioro de la calidad de agua .....	31
V.	OBJETIVOS .....	32
A.	General .....	32
B.	Específicos.....	32
VI.	METODOLOGIA .....	33
A.	Estudio de los recursos naturales.....	33
B.	Determinación de los aspectos físicos.....	33
C.	Determinación del uso actual del suelo y cobertura forestal.....	33
D.	Deposito de desechos sólidos.....	33
E.	Estudio de los impactos ambientales.....	33
VII.	RESULTADOS.....	35
A.	Area impactada.....	35
B.	Descripción de la Autopista Palín-Escuintla .....	36
1.	Pasos de servicio .....	36
2.	Puentes .....	36
3.	Distribuidores de tráfico. ....	36
4.	Bóvedas y alcantarillas .....	37
5.	Taludes.....	37
6.	Derecho de vía.....	38

7. Zanjones.....	39
C. Superficie que ocupa el proyecto.....	40
D. Clima .....	40
1. Precipitación .....	40
2. Zonas de vida.....	40
3. Aguas superficiales.....	40
E. Relieve.....	41
1. Uso actual del suelo .....	42
2. Flora.....	43
3. Fauna.....	47
F. Riesgo de derrumbes en la autopista Palin-Escuintla.....	48
1. Protección de talud.....	48
G. Identificación de los impactos en los recursos suelo, agua y bosque.....	48
VIII. CONCLUSIONES.....	50
IX. RECOMENDACIONES.....	51
X. BIBLIOGRAFIA .....	52
XI. ANEXOS.....	54

INDICE DE CUADROS.

CUADRO

PAGINA.

1. Areas con vegetación que fue eliminada en la construcción de la Autopista ..... 19
2. Arboles eliminados en la construcción de la Autopista Palín-Escuintla..... 44

## INDICE DE FIGURAS.

FIGURA.

PAGINA.

1.	Perfil longitudinal de la autopista Palín-Escuintla.....	3
2.	Protección de talud con terrazas de banco de la autopista.....	15
3.	Ubicación geográfica de la Autopista Palín-Escuintla.....	23
4.	Ríos quebradas que atraviezan la Autopista Palín-Escuintla.....	24
5.	Pasos de agua, alcantarillas y bóvedas.....	24
6.	Fincas que rodean a la Autopista Palín -Escuintla.....	25
7.	Arboles, cultivos y vegetación tropical.....	26
8.	Zanjones a reforestar.....	29
9.	Sección Típica modificada “A” alineación recta.....	35
10.	Alcantarillas.....	41

## INDICE DE FOTOS.

FOTO	PAGINA.
1. Vista panorámica de la Autopista Palin-Escuintla.....	3
2. Bosque de Eucalipto y Encino.....	16
3. Vista panorámica del uso del suelo alrededor de la Autopista.....	27
4. Bosque Finca El Chaguite.....	29
5. Remoción de suelo fértil.....	30
6. Inicio de Autopista Palin -Escuintla.....	35
7. Talud mostrando vegetación natural sin reforestar.....	38
8. Talud con terrazas de banco sin reforestar.....	38
9. Talud mostrando terrazas de banco.....	38
10. Derecho de vía con palmas.....	39
11. Río El Jute.....	41
12. Cultivo de caña y arriate central.....	42
13. La llamaron la primera carretera integrada al ambiente.....	43
14. Vegetación cortada por banco de materiales.....	45
15. Talud cubierto con vegetación natural.....	46
16. Intersección Autopista Ruta Nacional 14.....	46
17. Ruta Nacional 14 sin jardinizar.....	47
18. Vista de paso de servicio.....	47
19. Taludes y derecho de vía sin reforestar.....	48
20. Remoción de suelo en la construcción de Autopista Palín -Escuintla.....	49



## **DESCRIPCIÓN Y ANALISIS DEL EFECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA AUTOPISTA PALÍN-ESCUINTLA SOBRE EL SUELO, AGUA Y BOSQUE**

### **DESCRIPTION AND ANALYSIS OF THE EFFECTS OF PALIN-ESCUINTLA HIGHWAY CONSTRUCTION ON SOIL, WATER AND FOREST**

#### **Resumen**

La Autopista Palín-Escuintla, se encuentra localizada entre el municipio de Palín donde se inicia y finaliza en el departamento de Escuintla, con una longitud de 23.53 kilómetros y un ancho de 47.4 metros, con 4 carriles de 3.60 metros cada uno, un arriate central de 3.0 metros de ancho y hombros a cada lado de la Autopista de 3.0 metros de ancho.

Con una precipitación media de 1500 mm con 140 días de lluvia y temperatura promedio de 25 °C, y humedad relativa del 80%, con dirección del viento de sur a sureste.

El área de influencia de la Autopista Palín-Escuintla presenta dos zonas bien diferenciadas, bosque muy húmedo subtropical cálido (bmn-s (c ) ) y bosque subtropical cálido (bh-s (c ) ).

El sistema horográfico de la Autopista Palín-Escuintla, esta constituido por varios ríos y quebradas como son los ríos El Pito, El Jute y Las Marinas.

El uso del suelo del área de influencia que rodea a la Autopista Palín-Escuintla, esta representada por los cultivos caña de azúcar y café en un 65% del área total , 20% de bosques y 15% de asentamientos humanos.

En relación a la pérdida de suelos aptos para cultivo fue pequeña , ya que cuando se trazó la autopista, se evitó en lo mínimo el corte de tierras aptas para cultivo.

Se construyeron paso de servicios, bóvedas y alcantarillas para que sirvieran para corredores biológicos de animales salvajes, y en el caso de paso de ganado y transporte de productos agrícolas se utilizan los pasos de servicio y así evitar accidentes con los vehículos que circula por la Autopista Palín –Escuintla.

Se controló la calidad del agua eliminando los basureros clandestinos que son fuentes de contaminación del agua potable.

Cuando se construía la Autopista Palín –Escuintla, se hicieron estudios de impacto ambiental con la Asesoría de Manuel Basterrechea y Asociados, S.A.

A lo largo de la Autopista Palín-Escuintla, existen 12 zanjones cubiertos con vegetación natural de zona, 13 pasos de servicio y 3 distribuidores de tráfico.

En la mayor parte de la longitud de la Autopista Palín-Escuintla, se observan taludes cubiertos con vegetación natural, con altura variable de 2 metros hasta 30 metros de altura en su mayoría con terrazas de banco para evitar la erosión de los mismos.

Se concluye de todo esto que la Autopista Palín-Escuintla, fue bien diseñada y manejada en lo que a los recursos suelo, agua y bosque se refiere, ya que los impactos ambientales negativos fueron mitigados en su mayoría construyendo estructuras como taludes, alcantarillas, sub-drenajes, bóvedas y pasos de servicio.

Por lo tanto se recomienda que las Instituciones encargadas de la red vial y del Ambiente de país vigilen y den mantenimiento y así los recursos suelo, agua y bosque no sean alterados.

## I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está orientado a describir y analizar los efectos que producen la construcción de carreteras sobre los recursos suelo, agua y bosque y así evaluar en el futuro de un proyecto para conocer su viabilidad de ejecución y poder proponer medidas más certeras que tiendan a mitigar los efectos de las mismas.

El estudio se realizó en la Autopista Palín – Escuintla, que se inicia en la ruta CA- 9 sur antes de la población de Palín y finaliza en la ruta CA- 2 occidente la autopista enlaza con la Autopista Escuintla Puerto Quetzal, con una longitud de 23.53 kilómetros y cuatro carriles de 3.60 metros cada uno, arriate central de 3 metros de ancho, derecho de vía de 25 metros cada lado.

Debido a la importancia para el desarrollo de las comunidades del país y dentro del marco del medio ambiente, la red de carreteras debe ser una infraestructura, cuyo trazo, construcción y uso incorpore criterios ambientales.

La evaluación del impacto ambiental (EIA) fue un procedimiento que se aplicó en la construcción de la Autopista Palín-Escuintla, con el fin de prevenir los posibles impactos negativos que la actividad de construcción y la infraestructura presentara.

Así fue como en la Autopista Palín –Escuintla, se analizaron los efectos causados por la explotación de banco de materiales que se utilizaron para la construcción de carreteras, así como los cortes de suelo, los zanjones que atraviezan las autopista, los escurrimientos de agua, tanto subterráneos como de agua de lluvia.

Se diseñaron alcantarillas, bóvedas tomando en cuenta el volumen de agua que corre a través de ríos, riachuelos y agua de lluvia.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Previo a la construcción de la autopista Palín-Escuintla, la ruta usada era Palín-Escuintla, vía El Quetzal CA-9 sur la cual luego de la construcción de la autopista se dejó como una ruta alterna, sin pago de peaje.

Los trabajos de la construcción de la Autopista Palín - Escuintla se iniciaron en el verano de 1995 y finalizaron en el año de 1998.

La Autopista Palín – Escuintla se inicia sobre la ruta CA-9 sur a la altura del kilómetro 38 en donde está la intersección a desnivel desviándose antes de la población de Palín y finaliza en el Departamento de Escuintla, en el distribuidor de tráfico sobre la ruta CA-2 Occidente en donde se inicia también la Autopista Puerto Quetzal.

La Autopista Palín – Escuintla tiene una longitud de 23.53 kms, con una sección típica “A” modificada, con cuatro carriles de 3.60 mts., cada uno, un arriate central de 3.0 mts., de ancho y hombros de 3.0 mts de ancho de cada lado. Ver figura 1 y foto 1.

En términos generales es necesario conocer y analizar las causas del deterioro de los recursos suelo, agua y bosque, así como la escasez de agua en verano, pérdida de la capa fértil del suelo, eliminación de la zona boscosa del área donde se construyó la Autopista Palín-Escuintla, y en un futuro poder recomendar medidas que contribuyan a reducir el impacto en los recursos naturales, derivados de la construcción de la autopista Palín-Escuintla.

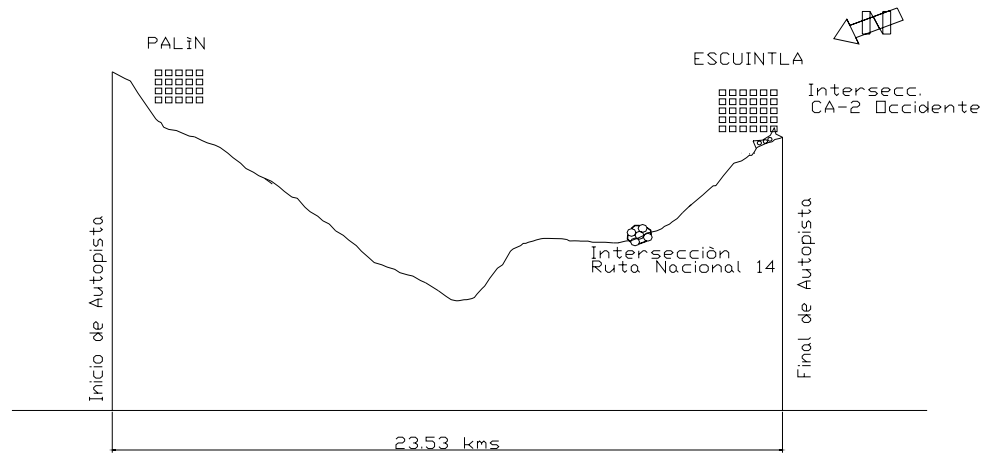


Figura 1. Perfil longitudinal de la Autopista Palín-Escuintla



Foto 1 Vista Panorámica de la Autopista Palín-Escuintla mostrando ancho de carriles y arriate central.

### III. MARCO TEORICO

#### A. Clasificación de carreteras. Según plano de sección típica de la Dirección General de Caminos Ver figuras No. 13, 14, 15, 16. y 17 en Anexo.

Tipo “A” con ancho de calzada de 2\*7.20 m

Tipo “B” con ancho de calzada de 7.20 m.

Tipo “C” con ancho de calzada de 6.50 m

Tipo “D” con ancho de calzada de 6.00 m.

Tipo “E” con ancho de calzada de 5.50 m.

Tipo “F” con ancho de calzada de 5.50 m.(hojas de caminos)

#### B. Definición de carreteras

##### 1. Carretera, calle o camino

En términos generales, se denomina así, a una vía de uso público para propósitos de movimientos de vehículos y peatones; en las áreas rurales o en las áreas subrasante donde existe comparativamente poca circulación, en términos más o menos generales, esa vía es usualmente llamada carretera o camino. En un área urbana, con o sin banquetas la vía pública es llamada calle (1).

##### 2. Carretera

Es un camino de características modernas destinado al tránsito de un número relativamente grande de vehículos motorizados (1).

##### 3. Caminos

Vías rurales, usualmente sin adaptación moderna (1).

#### C. Partes de una carretera

##### 1. Terracería

Es el conjunto total de material no clasificado de una carretera, conformada en todas sus etapas previas, por la maquinaria, hasta el nivel de subrasante, incluye cortes y rellenos (1).

##### 2. Sub-Rasante

Es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto (14).

### **3. Reacondicionamiento de Sub-rasante**

Es la operación que consiste en escarificar, homogenizar, mezclar, uniformizar, conformar, y compactar la sub-rasante de una carretera previamente construida, efectuando cortes y rellenos, no mayores de 20 centímetros de espesor; con el objeto de regularizar, mejorando mediante estas operaciones las condiciones de la sub-rasante, como cimiento de la estructura del pavimento (14).

### **4. Pavimento**

Es la estructura en si de la carretera, sobre la que rodarán las cargas, formada por la sub-base, base y capa de rodadura.

### **5. Estructura de drenaje y obras de arte**

Son las estructuras que controlarán el agua que bajo diversas formas pueda llegar a la terracería y al pavimento y destruirlos. Reciben el nombre de obras de arte (bóvedas, tuberías), también incluyen los sub-drenajes (1).

### **6. Estructuras de paso**

Son las estructuras que unen diversos tramos de una carretera, cuando esta se ve interrumpida por quebradas, ríos, ferrocarriles, etc.; se pueden mencionar entre ellos a los puentes (1).

### **7. Derecho de vía**

Es toda la faja de terreno seleccionado para la construcción de una carretera. Los terrenos afectados deberán ser expropiados a favor del estado.

El costo del derecho de vía debe ser tomado en cuenta en el proyecto de una carretera; el costo estará determinado por la clase de terreno que atraviesa la carretera; es un asunto de orden legal y se rige por las leyes de cada país. En la determinación del ancho del derecho de vía; este estará determinado por las exigencias de cada caso en particular. Se deberá prever las condiciones futuras de aumento y tránsito, y aumento de la sección típica, así como las construcciones de zonas de estacionamiento, construcción de banquetas, áreas verdes, etc.

El derecho de vía no tiene que ser constante a todo lo largo de la carretera. Este ancho variará cuando los cortes y rellenos sean muy altos, necesitándose terreno adicional para que los taludes queden dentro del derecho de vía (1).

#### **D. Movimiento de Tierras**

##### **1. Trabajos que se realizaron en la construcción de la autopista Palin-Escuintla**

El movimiento de tierras incluye:

Retiro de estructura existentes

Limpia chapeo y destronque.

Excavación y terraplenes.

Excavación de canales.

Excavación estructural.

Relleno para estructuras.

Acarreo y sobreacarreo.

##### **Sub-bases y bases**

Reacondicionamiento de subrasante.

Capa de sub-base-

Capa de sub-base estabilizada.

Capa de sub-base de grava.

Capa de sub-base granular.

Capa de base negra.

Hombros.

##### **Capa de superficie para pavimentos**

Tratamiento de preservación.

Riego de imprimación.

Tratamiento asfáltico.

Mezcla asfáltica con piedra o grava.

Concreto asfáltico.

Riego de liga.

Sello asfáltico.

##### **Estructuras**



Estructuras de concreto preesforzado.

Concreto ciclópeo.

Estructuras de mampostería de piedra.

Gaviones.

Pintura.

Estructuras de drenaje.

Tubos de drenaje para estructuras.

Alcantarías de metal corrugado.

Sub-drenaje.

Drenajes laterales.

Cajas y cabezales de alcantarías.

Cunetas revestidas.

### **Dispositivos de control de tráfico**

Defensas para carreteras y puentes.

Indicadores de derecho de vía.

Monumentos de kilometraje.

Líneas y marcas de tráfico.

Señales de tráfico.

Bordillos.

## **2. Limpia Chapeo y destronque**

Bajo la partida para limpia, chapeo y destronque, el contratista removerá y eliminará todos los árboles y toda la vegetación viva o muerta dentro de los límites del derecho de vía y de las áreas designadas para bancos de préstamo y otros materiales.

El área de derecho de vía debe ser completamente limpiada de toda vegetación y otros obstáculos. La vegetación, dentro de los límites del derecho de vía, pero fuera de los límites del derecho de vía, pero fuera de los límites de la zona de construcción, podrá dejarse para evitar la erosión, si así lo ordenare el Delegado Residente (14).

## **3. Excavación no clasificada**

Comprende el corte o sea la operación de excavar material dentro de los límites de construcción para utilizarlo en la construcción de terraplenes dentro de dichos

límites u otras partes de la obra, incluyendo cunetas y prolongación de las mismas para el drenaje adecuado de la carretera (14).

#### **4. Remoción y prevención de Derrumbes**

Los derrumbes existentes al iniciarse los trabajos de ampliación, mejoramiento o pavimentación de una carretera, así como los que ocurran durante el transcurso de los trabajos de una obra, siempre que estos últimos se deban a causas no imputables al Contratista, deben ser removidos por él. Para prevenir los derrumbes, el Delegado Residente puede ordenar por escrito al Contratista, que ejecute trabajos de prevención (14).

#### **5. Terraplenes en General**

Antes de que sean colocados los materiales de un terraplén en ladera, la superficie debe limpiarse de toda vegetación y capa vegetal, debiendo enseguida construirse terrazas o remover el terreno escarificándolo hasta una profundidad no menor de 15 centímetros. En las laderas que tengan una pendiente igual o mayor de 2 ½ horizontal a 1 vertical, deben construirse terrazas. El terraplén deber ser construido en capas, principiando en la parte más baja, en capas de anchos parciales y aumentando tales anchos conforme vaya aumentando la altura del terraplén. El material que haya sido aflojado deber ser recompactado simultáneamente con el material de terraplén colocado a la misma elevación.

Cuando los terraplenes deban de construirse adyacentes a, o sobre carreteras existentes, los taludes de dichas carreteras deben ser escarificados hasta una profundidad no menor de 15 centímetros construyéndose el capas sucesivas hasta el nivel de carretera existente.

Todos los terraplenes deben construirse hasta llegar a la sub-razante establecida por el Delegado Residente, y en capas aproximadamente paralelas a la sub-razante indicada, salvo que en los planos se indique otra forma de construcción de dichas capas (14).

#### **6. Terraplenes de roca.**

Los terraplenes de roca deben construirse normalmente en capas sucesivas de 45 centímetros, o menos de espesor, y extenderse a todo el ancho de la sección típica. El espesor de la capa puede ser mayor, cuando el tamaño de las rocas y altura del

relleno lo permita. No obstante, en ningún caso debe de exceder de 1 metro el espesor de la capa.

Cada capa debe construirse en tal forma que los vacíos entre las rocas grandes, se llenen con rocas pequeñas y fragmentos de la misma (14).

## **7. Terraplenes de tierra**

Los terraplenes de tierra son aquellos compuestos principalmente de materiales que no son de roca y deben ser construidos con materiales apropiados, procedentes de la excavación o de bancos de préstamo apropiados.

Los terraplenes de tierra deben ser construidos en capas sucesivas, a todo lo ancho de la sección típica, y en longitudes tales que sea posible el riego de agua y compactación por medio de los métodos establecidos. Los espesores de las capas a ser compactados deben ser determinados por el contratista, de conformidad con la capacidad de la capacidad de la maquinaria y equipo que se va a utilizar debiéndose efectuar, para tal efecto, pruebas para determinar el espesor máximo en cada caso, siempre y cuando se llenen los requisitos de compactación que se indican en estas especificaciones generales. En ningún caso el espesor podrá ser menor de 10 centímetros ni mayor de 50 centímetros (14).

## **E. Formación de los suelos**

Las definiciones de suelo y roca que corrientemente se hacen en la Ingeniería Civil son bastante generales y diferentes a las que dá la ciencia geológica.

### **1. Suelo**

Es todo material suelto desintegrado, que se encuentra en la corteza terrestre, y que comúnmente se conoce como: guijarros, piedras, granzones, arenas, limos, arcillas, materiales turbosos y mezclas de todos estos materiales en proporciones muy variables (7).

### **2. Roca**

Material firme y coherente, compuesto, comúnmente, de varias clases de minerales y que se halla en grandes masas en la naturaleza (1).

## **F. División de los suelos**

Suelos residuales.

Suelos orgánicos.

### **1. Suelos residuales**

Son los suelos resultantes de la acción disgregante o acción meteorizante y que son, depositados en el lugar de su formación.

### **2. Forma y Localización de los suelos residuales**

La forma es bastante heterogénea y angular, presentándose en mezclas de fragmentos de tamaños diferentes, dependiendo esto de la naturaleza de la roca madre.

Su ubicación está localizada en la superficie de rocas planas, siendo retenidas en el lugar por la vegetación en las praderas o bajo los bosques (1).

### **3. Suelos transportados**

Son aquellos suelos que provienen de las rocas meteorizadas y cuya situación con respecto a los materiales puede ser soluble o insoluble, así como depositados en el lugar o bien transportados y establecidos en un lugar diferente (1).

### **4. Suelos orgánicos**

Son los suelos formados por la descomposición de plantas y animales, por su acumulación, como por ejemplo el musgo de los pantanos, o bien los estratos formados por las caparazones de animales y plantas. La ubicación de estos depósitos está localizada en los yacimientos terrestres y en el fondo de los mares y lagos. Se puede señalar que en los desiertos donde no llueve o bien en las heladas regiones polares su existencia es casi nula (1).

## **G. Características de los suelos**

### **1. Generalidades**

Por su origen, su composición, forma de agruparse los suelos presentan diversas características las cuales los definen, a saber: textura, estructura, consistencia, color, compacidad, cementación y composición química.

Los principales son: textura, estructura y consistencia (1).

### **2. Textura**

Constituye la finura del material, su uniformidad del suelo formado y las proporciones en que cada tamaño se presenta. Como es diferente para cada suelo la forma de observarse también es diferente, así: lisa, arenosa, angular y otros. Para la confirmación de la textura de un suelo, se procede por medio del análisis mecánico (1).

### **3. Estructura**

Indicará la distribución o disposición de las partículas de un suelo que se agrupan en su estado natural. Esta depende de las propiedades físicas y también de la textura del suelo.

### **4. Consistencia**

Está representada en los cambios de volúmenes, movimiento del agua en el interior del suelo, elasticidad y capacidad de carga del suelo, todo ello variando según el contenido de humedad. Se mide por medio de los límites de consistencia o de Atterberg (1).

## **H. Humedad del suelo**

Los estudios de las subrasantes han hecho resaltar que exceso de humedad es en la mayor parte de casos, la causa de una cimentación defectuosa y la destrucción de la superficie del camino o el desalineamiento de una vía.

El agua llega a la subrasante por filtración, escurrimiento, manantiales, interceptación del manto freático, capilaridad, etc (19).

## **I. Clases de Humedad**

La humedad del suelo proviene de tres orígenes; acción de la gravedad, capilar

### **a. Hidroscópica**

1. El agua que corre por gravedad se encuentra libre para moverse por la acción de dicha fuerza. Es la única que puede extraerse por medio del drenaje.
2. El agua capsular se adhiere, por tensión superficial, a las partículas del suelo llegando a dichas partículas ya sea cuando el agua libre pasa a través del suelo o penetración capilar desde un estrato mojado a otro más seco. La gravedad no tiene influencia sobre esta agua que puede moverse hacia arriba o en cualquier otra dirección y aun cuando no puede extraerse por medio del drenaje, sí puede controlarse haciendo bajar el manto freático. El agua

capilar sólo puede extraerse mediante calentamiento, evaporación y por medio de grandes presiones.

3. La humedad hidros cópica es la que se condensa de la atmósfera sobre la superficie de las partículas del suelo y se combina con él. No puede extraerse en su totalidad, excepto mediante calor excesivo y no se congela a 78 grados bajo cero (19).

#### b. Agua Capilar

Cuando los grados de un suelo son suficientemente finos, los conductos capilares son tan pequeños que la capilaridad (movimiento en cualquier dirección) es más poderosa que la gravedad. El subdrenaje no extrae el agua capilar directamente, pero limita la altura que puede subir.

La presencia de humedad capilar en la subrasante, sin la presencia adicional de agua libre, puede no ser perjudicial mientras sólo sirva para aglutinar las partículas más bien que para lubricarlas; sin embargo, la humedad capilar en cualquier suelo es por lo general un 50% en exceso de la que para el límite plástico inferior necesita, de modo que los suelos saturados a su límite capilar se encuentran en situación de peligro. El mayor peligro ocurre generalmente relacionando con las lluvias cuando las corrientes fuertes causan la hinchazones o levantamientos y la subsiguiente liberación de agua que produce una subrasante esponjosa e inestable.

La acción capilar es más rápida en los suelos de grano grueso que en los de grano fino; sin embargo, la altura máxima a la que el agua se eleva en los suelos de grano grueso es mucho menos que en los de grano fino. En una arena mediana (partículas de 0.3 mm. de diámetro), el agua subirá como 45 cm. sobre el nivel freático (agua libre). En el limo (partículas menores de 0.05 mm.) la elevación puede alcanzar como 2.7 m., y en la arcilla la altura puede ser un poco mayor (19).

#### c. Agua libre

El agua libre entra a la subrasante o sale de ella por la acción de la gravedad. Dicha agua se filtra por los poros de los distintos suelos, por

las grietas y agujeros. La porosidad de los suelos regula en gran medida la rapidez de escurrimiento.

Las gravas y arenas sobre subsuelos impermeables ofrecen excelentes canales subterráneos, siempre que exista alguna pendiente desde la parte alta de la capa impermeable y que no se intercalen estratos impermeables. Estos mismos canales subterráneos que alejan el agua del suelo sirven también para traer la que causa perjuicios a la subrasante. Esto se observa claramente en los cortes y excavaciones en ladera cuando los mantos de agua o las capas impermeables se cortan a causa de la construcción; los más frecuentes ocurren cerca de las cimas de las colinas o en los puntos de transición de corte o terraplén.

Esta agua es perjudicial, no sólo porque disminuye la resistencia y estabilidad, sino porque puede formar grandes correntadas en las superficies constituyendo un peligro para el tránsito, ya que los conductores llegan muchas veces desprevenidos a esos tramos. Esa agua puede y debe ser retirada antes de que sea la causa de accidentes (19).

#### I. Vocación del suelo

Es la disposición natural del suelo para producir o asimilar con mayor facilidad, determinados usos o destinos. Los suelos poseen diferentes “aptitudes” de producción, de acuerdo con el lugar geográfico donde se localizan y de acuerdo al contenido, cantidad y mezcla de minerales y otros elementos que lo conforman. En Guatemala, de conformidad con el Mapa de Cobertura forestal de la República de Guatemala sólo el 39.9% del suelo es de vocación forestal y el 56% posee vocación agrícola (10).

##### 1. Suelos de vocación agrícola.

Los suelos topográficamente planos pueden considerarse de vocación agrícola; tal geografía garantiza el cultivo de plantas que por su ciclo vegetativo, no puede cumplir con funciones de cubierta permanente; la erosión eólica, hídrica y humana en estas áreas es mínima. Son aptos para estos suelos los cultivos intensivos anuales (hortalizas, granos básicos, algodón, ajonjolí), los semipermanentes (caña de azúcar, piña, yuca); y los permanentes (banano, citronela, té de limón). En Guatemala existen algunas regiones que cumplen parcial o totalmente con dicha característica;

el altiplano (Chimaltenango, Sacatepéquez , Sololá, Quetzaltenango); las costas (Escuintla, Suchitepéquez y Retaluelo) y algunas áreas del oriente (Zacapa, Chiquimula, Jutiapa e Izabal), aún así el 26 % de la disponibilidad del territorio nacional es apto para estos cultivos.

La zona de menor pendiente en Guatemala es la de la costa sur, estos suelos son los de mayor potencial agrícola; sin embargo dada su importancia y capacidad productiva deben manejarse cuidadosamente para su conservación (15).

## 2. Suelos de vocación forestal

Los suelos inclinados requieren de una cubierta vegetal permanente para evitar su erosión, por tal razón su vocación es forestal; estos cultivos ayudan a protegerlos. Es recomendable el cultivo de plantas cuyo ciclo vegetativo es más prolongado, tal como los bosques de madera, hule, café, frutales, etc. En Guatemala, como ya se dijo el 70% del territorio es de vocación forestal, sin embargo sólo en un 39.9% del territorio, hay cobertura forestal (10).

## 3. Capacidad de uso de la tierra

Se define como el uso más intenso que una unidad de tierra puede soportar sin deterioro de su capacidad productiva y de los recursos naturales asociados tales como el agua, suelo, vegetación y otros.

Factores sociales y económicos que influyen en la erosión (destrucción) del suelo.

## J. Erosión del suelo

“Es la destrucción de las rocas por medio de procesos naturales”.

Los elementos que participan en la erosión son: el agua, y el viento. Gracias a la erosión tenemos los suelos fértiles, de las partes bajas de inundación y las praderas alonadas, así como los suelos infértiles de las laderas, el desgaste del suelo por erosión, da lugar a que exista en los lugares distintos donde se origina la que se denomina “Suelos por transporte”; si el producto de la destrucción se acumula en el mismo lugar de su formación da origen a los “Suelos residuales”.

El suelo es parte indispensable de la vida humana y la erosión ha dañado inmensas áreas dejándolas completamente inútiles, existen otros suelos que están amenazados de



destrucción inminentes por este fenómeno natural; el estudio y entendimiento para tratar de combatir y eliminar la erosión de los suelos por todos los medios que estén al alcance, es una preocupación que requiere el esfuerzo de un orden nacional.

El viento y el agua, en conjunto, barren por toneladas con el suelo, año tras año, así como también la actividad profana de roturaciones, quema o rozas, pastoreo y cultivo irracional han forzado el trastorno del equilibrio designado con el nombre de “erosión acelerada”.

El uso inadecuado de las tierras no sólo puede privar a las futuras generaciones de su herencia, en lo que a suelos se refiere, sino que causa grandes problemas por depósitos a lo largo de los ríos y en los lugares de almacenamiento, acarreado estos riesgos de inundaciones y reduce el poder de almacenamientos de reserva de agua (1).

### 1. Empleo de vegetación

La erosión de los taludes puede retardarse si es posible mantener la grama o la vegetación nativa del lugar. Las hierbas rastreras son preferibles, especialmente las que son de crecimiento rápido y tienen sistema radicular bastante amplio. Ver Figura 2.

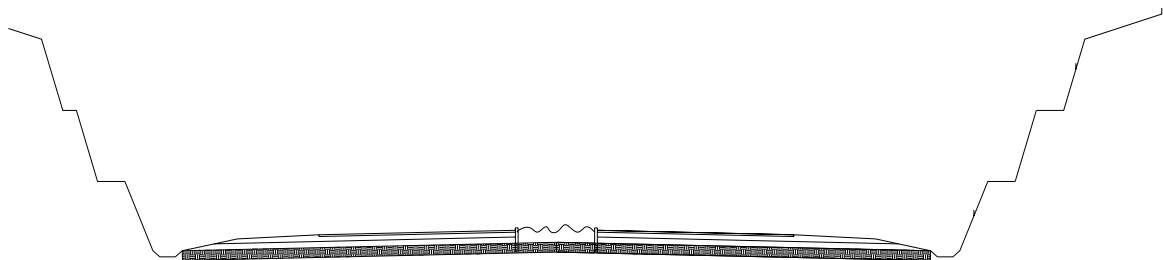


Figura 2. Autopista Palín-Escuintla, protección de talud con terrazas de banco.

Estudiando las plantas nativas de cada región, pueden seleccionarse las más apropiadas; citamos las siguientes: la madreSelva, la grama de bermuda, el trébol oloroso, la rama o césped, el zacatón, la caña brava, etc. El sauce, el zumaque, las

rosas y los árboles y arbustos nativos pueden emplearse para estabilizar taludes cuando no estorban la descarga en el drenaje o presentan mal aspecto. La práctica moderna de construcción de caminos recomienda la conservación de los árboles y arbustos existentes que se observan al inicio de la Autopista y no afectan el alcance visual especificado, plantando además otras especies para evitar la erosión (19). Ver foto 2.



Foto 2 Bosque de Eucaliptos y Encinos que se conservan al inicio de la Autopista

## **K. Recursos hídricos**

El agua es un elemento de la naturaleza compuesto por hidrógeno y oxígeno ( $H_2O$ ), de donde toma su nombre de “hídrico”; es el principal recurso para el ser humano; de él depende la supervivencia de todos los seres vivos de la tierra.

### **1. Ciclo hidrológico**

Se entiende por ciclo hidrológico al proceso por medio del cual el agua por la acción de la temperatura a que se encuentra, pasa de una fase a otra, convirtiendo las masas de agua a estados: gaseoso, líquido o sólido. Las fases del ciclo son: Evaporación, condensación, Precipitación e infiltración.

#### 2 Importancia del ciclo hidrológico

Su importancia radica que en Guatemala, es el que determina la actividad agrícola en general dicha actividad se desarrolla durante la temporada de lluvia particularmente.

**Alteración del ciclo hidrológico; efectos sobre los acuíferos y disponibilidad de agua.**

Como consecuencia de la alta deforestación nacional, en los últimos años los acuíferos se han reducido drásticamente, afectando a su vez la disponibilidad de agua. Los bosques regulan la escorrentía en las tierras altas evitando así las inundaciones y pérdidas totales de cosechas e infraestructura.

Esta relación bosque-agua, es determinante para la sobrevivencia de la población del país. En Guatemala, el 70% de la población del país se encuentra asentada en el altiplano, donde se encuentran las principales cuencas, sin embargo es preocupante la falta de protección de los bosques productores de agua, disminuyendo la recarga hídrica (15).

**3 Características del sistema hidrológico de Guatemala**

El sistema hidrológico del país esta determinado por el meridiano continental que corre sobre la Sierra Madre. Esta compuesto por las cuencas del Pacífico y del Atlántico.

ca del Pacífico son de corta longitud y de vertiente inclinada, lo que da lugar a que su corriente sea rápida.

No son aptos para la producción energética por cuanto que en época seca se resecan, aunque en época de lluvia sean caudalosos. No obstante lo anterior existen dos hidroeléctricas: la del Salto en Escuintla (Río Guacalate) y la de Cantel y Santa María en Quetzaltenango (Río Salamá).

**4. Factores que favorecen la contaminación del agua**

- a) Aguas negras que algunas empresas hacen fluir por los causes, ante la ausencia de drenajes y fosas sépticas.**
- b) Heces fecales, desechos industriales, fertilizantes, insecticidas y basura que se vierten sobre los ríos.**
- c) 200 industrias y agroindustrias que se ubican en la cuenca de Amatitlán, que utilizan materias primas altamente contaminantes como: soda cáustica, acero galvanizado, aceites, plomo, colorantes, plaguicidas y otros.**

**El 90% del agua que se consume en el país está contaminada debido a la falta de infraestructura y de mecanismos adecuados para purificarla. Los principales contaminantes del agua guatemalteca provienen de biocidas, por algunos metales como el hierro y los manganes, así como también por heces fecales, pero hay muchos otros, como por ejemplo químicos y jabones que no pueden eliminarse.**

**Según los expertos el agua en los ecosistemas naturales recibe siempre ciertas cantidades de sustancias extrañas, las que se filtran o diluyen a través de procesos naturales. Sin embargo, cuando la contaminación es demasiada los procesos naturales no pueden controlarla y se produce un considerable contagio (2).**

#### **L. Recursos forestales**

##### **Definición:**

**El recurso forestal lo integra la variada gama de especies arbóreas y vegetación asociada que se utilizan para la satisfacción de las necesidades del ser humano. Pueden ser silvestres (que se cría o crece sin cultivo deliberado) o deliberadamente cultivados.**

**Todo bosque es un sistema integrado de árboles, arbustos, hierbas, suelo, luz, aire, agua y animales, que se condicionan mutuamente, pero en el que los árboles constituyen el componente dominante (15).**

##### **1. Beneficios de los bosques**

**Los beneficios que se derivan del bosque se pueden agrupar en: directos o primarios, e indirectos o secundarios. Los beneficios primarios son los que recaen directamente en los propietarios del recurso forestal, ya sea por su uso directo (alimentación, fuente de energía, etc), o por la obtención de ingresos derivados de la venta; en tanto que los beneficios secundarios se extienden a la totalidad de la economía o a un sector muy amplio de la misma. Ejemplos; generación de empleo en: aserraderos, mueblerías, carpinterías, mercados, etc.; generación de divisas por venta de oxígeno, como ya ha sido mencionado,**

o bien como copartícipe del mantenimiento de los acuíferos que surten de agua a toda la nación (15).

2. Clasificación de los bosque

**Por su origen:**

Los bosques pueden clasificarse en artificiales, si son producto de la silvicultura (bosques cultivados por el hombre) y naturales o silvestres (en los que no ha habido participación del hombre), que son propios de la naturaleza, reproducidos espontáneamente (15).

3. Por el tipo de árboles que lo conforman

**Coníferos**

**Latifoliados**

**Mixtos.**

Bosques de coníferas son aquellos en los que prevalece la especie de árboles en forma de cono, tal como: pino (*Pinus sp*), pinabete (*Abies guatemalensis*), ciprés (*Cupressus lusitanica*), y juníperos.

Estos bosques se localizan en regiones montañosas entre los 1,500 y los 3,000 metros sobre el nivel del mar, donde el clima es templado y regularmente escarpado.

Bosques de Latifoliadas se caracterizan por tener su copa en forma irregular y ser de hoja ancha. Estos bosques se encuentran en toda la República de Guatemala, se cultivan desde una altura como la del nivel mar (mangle), hasta latitudes muy amplias, en las que se observa: la ceiba (*Ceiba pentandra*), el palo blanco (*Cybistax Donnell Smithii*), el matiliguete (*Tabebuia pentaphylla*), jacaranda (*Jacaranda sp*), aliso (*Alnus jourullensis*), cedro (*Cedrella mexicana*), caoba (*Swietenia humilis*) roble (*Quercus sp*) , encino (*Quercus sp*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), chichipate (*Sweetia panamensis*), hormigo (*Platimiscium dimorphandrum*), cenícero (*Samanea leucocalix*), guayacán (*Guaiacum sp*) y otros.

Los manglares merecen una explicación aparte: son bosques constituidos por especies de hoja ancha denominados Mangles (*Rizophora spp.*, *Avicenia spp.*, y *Laguncularia spp.*) que se localizan a lo largo de la costa del pacífico

(Canal de Chiquimulilla); esta especie produce madera dura para la construcción y para producir energía (leña).

Bosque Mixtos, son los formados por árboles pertenecientes a las coníferas (esencialmente *Pinus sp*) y las latifoliadas (como encinos *Quercus sp*, robles *Quercus sp* y alisos *Alnus sp*) (15). Ver cuadro 1.

**Cuadro 1**  
**Área con vegetación que fue eliminada en la construcción de la Autopista Palin-Escuintla**

Descripción	Area (ha)
Potrerros	8.27
Cafetales	12.21
Vegetación tropical húmeda.	1.40
Cultivo de espárragos	1.30
Frutales	0.96
Guamil	1.78
Bosque de pino.	0.50

#### 4. Desconocimiento de las especies forestales

Algunos campesinos desconocen el valor que tienen las especies forestales e incurren en el error de destruir un bosque de maderas preciosas, ya sea para ampliar su frontera agrícola o para utilizar el árbol como generador de energía, produciendo leña.

#### 5. Otros factores negativos

- Población creciente, histórica y culturalmente ligada a la producción agrícola de subsistencia.
- Subvaloración de los bosques latifoliados. Se manifiesta a través de la existencia de mercados casi exclusivos para la caoba y el cedro.
- Distancia de los centros de producción a los de consumo y deficiencia en infraestructura vial para el transporte de los productos forestales. En muchos casos los empresarios han abierto brecha en la selva, para el transporte de los mismos (15).

M. Qué es Evaluación Ambiental

**“Es un estudio o una evaluación sistemática multidisciplinaria utilizada para predecir los efectos potenciales y las consecuencias ambientales de una acción propuesta y las alternativas posibles en las características físicas, biológicas, culturales y socioeconómicas en un lugar dado”(6).**

1. Beneficios de la Evaluación Ambiental.
  - **Proteje los recursos naturales, la calidad del ambiente y la salud de la comunidad.**
  - **Identifica los recursos pequeños y los impactos ambientales en la primera etapa de la planificación del proyecto, para evitar la contaminación y así aplicar prácticas de manejo en los recursos naturales.**
2. Grupos que deben intervenir en la Evaluación Ambiental
  - **El que ejecuta el proyecto o sea la compañía constructora.**
  - **Las instituciones Gubernamentales.**
  - **Los asesores que toman decisiones.**
  - **Las autoridades fiscales para que se cumpla con la ley del Medio Ambiente.**
  - **Los que planifican los proyectos de carreteras y autopistas.**
  - **La comunidad local, para ver como es afectada la calidad de vida en la construcción de carreteras y autopistas.**
  - **Los políticos, para que puedan hacer propuestas de control de los impactos ambientales negativos en la construcción de carreteras y autopistas (6).**

#### **N. La ley de protección y mejoramiento del medio ambiente**

Del título 1, capítulo 1 artículo 8 (Reformado por el Decreto del congreso Número 1-93). Dice que para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la comisión del Medio Ambiente (11).

#### **O. Medida de mitigación**

Moderar o disminuir los aspectos ambientales que se dan al construir una carretera como son la erosión del suelo, la quema del desmonte, control de basureros clandestinos y otros que incorporan contaminantes a la atmósfera (12).

**P. Medidas de contingencia**

Es la posibilidad de que los impactos ambientales negativos afecten a los recursos suelo, agua y bosque, con la construcción de una carretera o autopista (12).

**Q. Área de localización del proyecto**

Superficie de terreno afectada directamente por las obras o actividades tales como el área

de construcción, instalaciones, caminos, sitios de almacenamiento, disposición de materiales y otros (12).

**R. Impacto ambiental**

Cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocadas por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida (12).

**S. Código de Buenas Prácticas Ambientales**

Conjunto de lineamientos y directrices que complementan las regulaciones ambientales vigentes en el país y que definen acciones de prevención, corrección, mitigación y/o compensación que un proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad debe ejecutar a fin de promover la protección y prevenir daños al ambiente (12).



#### IV. MARCO REFERENCIAL

##### A. Descripción del proyecto autopista Palín-Escuintla

El proyecto se ubica en el departamento de Escuintla y abarca parte de los municipios de Palín y Escuintla. La mayor parte del área es de uso agrícola y pecuario. La Autopista ocupa un área aproximada de 1115322 m<sup>2</sup>, que incluye la superficie de rodadura (14.4 m), arriate central (3 m), hombros (6 m) y derecho de vía (24 m). El informe de EIA (Evaluación del Impacto Ambiental) determinó en 150 km<sup>2</sup>, la zona de influencia del proyecto.

##### B. Datos generales del municipio de Palín y Departamento de Escuintla

###### 1. Municipio de Palín

El municipio de Palín, se encuentra situado en la parte Noreste del Departamento de Escuintla, en la Región central. Se localiza en la latitud 14° 24' 14" y en la longitud 90° 41' 55". Limita al Norte con los municipios de Amatitlán (Guatemala), Santa María de Jesús, Alotenango y Antigua Guatemala (Sacatepéquez); al Sur y al Este con el municipio San Vicente Pacaya (Escuintla); y al Oeste con el municipio de Escuintla (Escuintla). Cuenta con una extensión territorial de 88 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 1,147 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima es templado. Se encuentra a una distancia de 18 kilómetros de la cabecera departamental de Escuintla (16).

###### 2. Departamento de Escuintla

El Departamento de Escuintla se encuentra situado en la región central, limitada al Norte con los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala; al Sur con el Océano Pacífico; al Este con Santa Rosa; y al Oeste con Suchitepéquez. Se ubica en la latitud 14° 18' 03" y longitud 90° 47' 08", y cuenta con una extensión territorial de 4,384 kilómetros cuadrados. El monumento de elevación se encuentra en la cabecera departamental, a una altura de 346.91 metros sobre el nivel del mar por lo que generalmente su clima es cálido en casi todo su territorio. Esta cabecera se encuentra a una distancia de 58 kilómetros de la ciudad capital (16). Ver Figura 3.

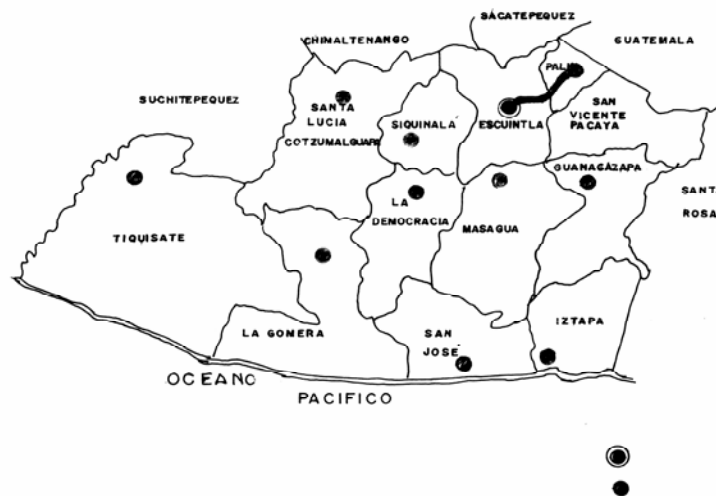


Figura 3 Ubicación geográfica de la autopista Palín-Escuintla

### 3. Altura y dimensiones de la autopista Palín-Escuintla

La altura donde se inicia la autopista en el municipio de Palín es de 1150 msnm y termina en Escuintla con una altura de 350 msnm y una distancia de 23.53 km. (23530 m).

El ancho de la autopista Palín-Escuintla es de 47.4 m incluyendo derecho de vía, que ocupa un área de 1.115,322.00 m<sup>2</sup>.

### 4. Cuenca

La precipitación que cae en el área que ocupa la autopista drena hacia la cuenca del Río María Linda, que tiene un caudal aproximado de 16.3 m<sup>3</sup>/seg.

Esta cuenca es abastecida por la microcuencas que son el río Michatoya, La Chorrera, San Benito, El Gorrión, Cusmajote y otros (13). Ver Figura 4. Foto 3.

### 5. Ríos

La Autopista Palín – Escuintla es atravesada por fuentes de agua como son ríos Guacalate, María Linda y otros riachuelos como lo muestra la. Ver Figura 4.

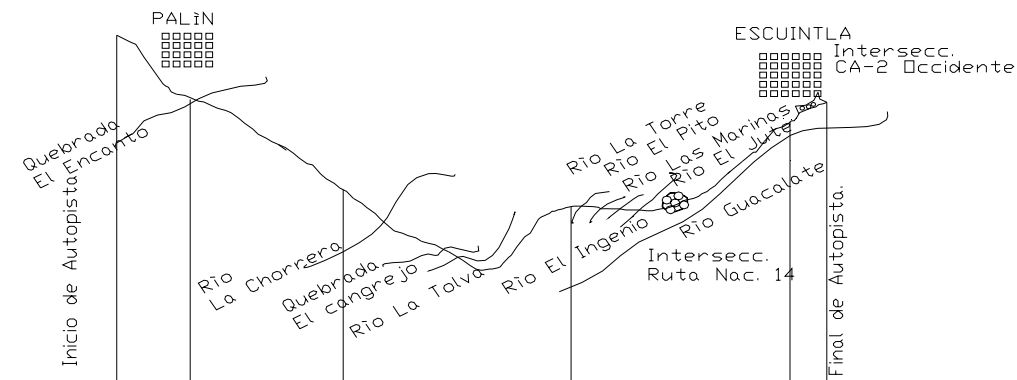


Figura 4 Ríos y quebradas que atraviezan la autopista Palín-Escuintla.

Todas las alcantarillas fueron diseñadas para que conduzcan suficiente cantidad de agua durante el tiempo que dure una tormenta. Ver figura 5.

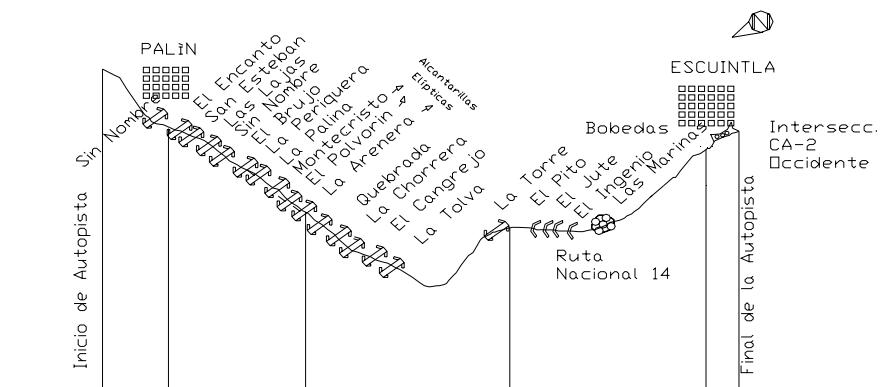


Figura 5. Pasos de agua (zifones), alcantarillas y bóvedas que atraviezan la autopista Palín-Escuintla.

### C. Colindancias y sistema montañoso que rodea la autopista Palín-Escuintla

El área donde se ubica la autopista Palín-Escuintla es de aproximadamente 150 km<sup>2</sup>, está limita al norte con las faldas del volcán de agua y las fincas; El Nacimiento, El Aguacate, Belford, San Diego y otros, al sur con estibaciones montañosas como Cerro Montezuma, Cerro Alto, Montaña el Chilar, Finca Colina, Medio Monte y otros, al este con Palín y oeste con colonias cercanas a la ciudad de Escuintla (8). Ver figura 6.



Figura 6. Fincas que rodean la autopista Palín-Escuintla

### D. Clima del área donde se localiza la Autopista Palín – Escuintla

De acuerdo al sistema Thornwaite, es cálido sin estación fría bien definida, muy húmedo y con invierno seco. La precipitación promedio anual es de 1500 mm, con 140 días de lluvia; temperatura promedio anual es de 25° C; humedad relativa del 80%; la dirección predominante de los vientos es sur y sureste (5).

#### 1. Zona de vida

Según la clasificación de zonas de vida que comprende la Autopista Palín – Escuintla de Holdridge, el área de influencia del proyecto presenta dos zonas bien diferenciadas: bosque muy húmedo subtropical cálido (bmn-s( c )), con un régimen de lluvias de mayor duración y prevalece en las partes altas, y el bosque húmedo subtropical cálido (bh-s( c )), que se localiza en las partes bajas. Especies vegetales

indicadoras de la primera zona son el conacaste y la ceiba, mientras que de la segunda zona casi todas han sido eliminada (5).

## 2. Suelos

Basado en la clasificación de Simomons, Tárano y Pinto, los suelos del área de influencia del proyecto son de las series Escuintla, Palín y Pacaya, siendo los primeros dos profundos, bien drenados, desarrollados sobre lodo volcánico pomáceo y máfico en relieves muy inclinados (17).

## 3. Vegetación

Las especies vegetales que se observan al inicio en la zona que ocupa la autopista son la Ceiba (*Ceiba pentandra*) y Conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), en la parte media de la autopista se observan cultivos como café (*Coffea arabica*), frutales, Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y en la parte final palmeras (*Roystonea regia*) platano (*Musa sp*) y vegetación subtropical. Ver figura 7.

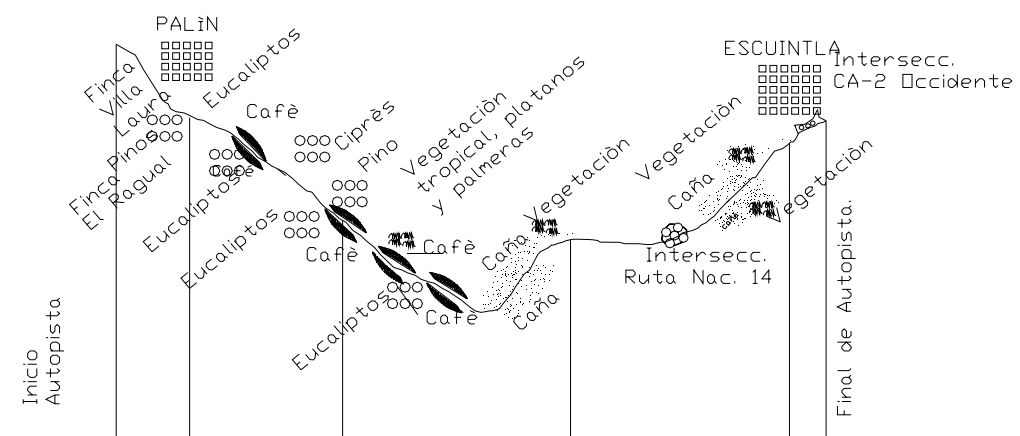


Figura 7. Árboles, cultivos y vegetación tropical alrededor de la autopista Palín-Escuintla

## 4. Uso del suelo

La Autopista producirá en algunos sitio impactos sobre uso del suelo, principalmente en las zonas cercanas a las fincas y las áreas urbanas (Palín y Escuintla). El uso del suelo del área de influencia que representa la agricultura (caña de azúcar, café y ganado) con un 65% de la superficie total, un 20% son

bosques y el restante 15% es ocupado por asentamientos humanos. Puede sufrir cambios debido a la urbanización inducida a mediano y largo plazo. Esto puede producir un deterioro ambiental si el desarrollo es desordenado y sin planificación. Se estima que el uso del suelo es agrícola es poco afectado significativamente debido a los pasos y servicios lo cual podría variar si se construyen áreas de descanso que pueden generar comercios informales y así alterar la ecología de la zona (2). Ver foto 3.



Foto 3 Relieve del uso del suelo alrededor de la autopista Palin-Escuintla

#### **E. Infraestructura**

**Entre los impactos potenciales a la infraestructura se tienen, principalmente las interrupciones de las líneas de transmisión de energía eléctrica y cursos de agua o acueductos, lo que produce discontinuidad de estos servicios.**

#### **F. Población**

De manera general se tendrán que evaluar e identificar si existen cambios en el patrón de uso de la tierra y si se ven afectadas algunas familias o fincas debido a interrupciones de algunos servicios (agua y electricidad principalmente), cambios en el sistema de transporte, expansiones industriales, migración de población, aumento del valor de la tierra

#### G. Manejo de sitios de Préstamo y deposición de material de desperdicio a los largo de la Autopista

Los sitios de préstamo deben elegirse no sólo basados en las características del material in situ para su utilización en la construcción de la Autopista, sino también tomando en cuenta: primero, no arrasar con árboles, Segundo, minimizar el área de intervención , tercero, evitar incrementar los factores que facilitan la erosión y cuarto, realizar la explotación de la cantera con cortes de talud seguros para el personal que labora en la extracción de materiales.

La disposición del material de desperdicio como la explotación de bancos de material no deben entorpecer el paso de los caminos principales y auxiliares existentes; tampoco deben disponerse de tal manera que sean transportados por la escorrentía superficial en la época de lluvia (2).

#### H. Modificación del relieve y Paisaje de la Autopista Palín – Escuintla

La topografía y el paisaje se modifica directamente con los trabajos de apertura del trazo de la Autopista, afectando la calidad visual desde las viviendas, sobre todo en aquellas partes cercanas y/o aledañas a los cortes del terreno y en donde el relieve original es de una altitud tal, que incide en la visual; normalmente en los cortes con alta pendiente y las zonas de deposición de material de desecho. En las zonas donde ya existen canteras, el impacto negativo a la topografía y el paisaje no es por efecto del proyecto (2).

##### 1. Pérdida de bosques y vegetación en la Autopista

Para llevar a cabo los trabajos de apertura de la Autopista Palín-Escuintla, se talaron algunos parches de bosque que se encontraban en la línea de trazo; sin embargo en lo posible bosques como el de la finca Chagüite, se cortó el mínimo de árboles en la periferia, y se cambio el alineamiento de la ruta. Ver cuadro 2.

Pero al terminar la Autopista se sembraron algunos vástagos de especies de árboles de la zona, para evitar la deforestación. (2). Ver Figura 8. Foto 4.

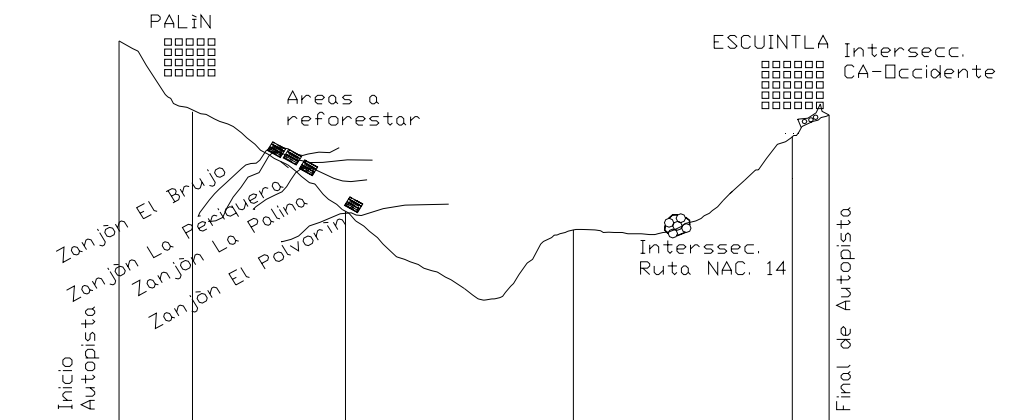


Figura 8. Zanjones reforestados cercanos a la autopista Palín-Escuintla.



Foto 4 Bosque que pertenece a la Finca Chagüite, que se conservó al pasar la Autopista Palín – Escuintla.



## I. Erosión y efectos terrestres asociados

El corte de terreno expuso superficies laterales de la Autopista, susceptibles de ser erosionadas por agentes atmosféricos a lo largo de la Autopista Palín-Escuintla. Estas zonas son aquellas en donde el talud lateral a la Autopista es mayor de 2 metros y ocurra en litologías poco consolidadas o rocas muy meteorizadas, suelos y paleosuelos expuestos con taludes pequeños en los que la vegetación superior ha sido cortada (2).

### 1. Pérdida de suelos con potencial agropecuario y fuentes minerales

El área de influencia de la Autopista en relación a la pérdida de suelos aptos para cultivos es pequeña, dadas las dimensiones de la misma y debido a que los lugares por donde el trazo de la misma se diseñó, no afecta sino en pocas tierras con cultivos, como cañaverales en tramo III y IV.

Existen otros sitios en los que trazo de la Autopista afecta suelos de unos 30 – 40 centímetros de espesor, que son aptos para siembra y que no están cultivados ; estos son escariados y transportados a otros lugares con depresiones y fertilización de zonas dentro de la finca. Estas acciones son una buena medida de mitigación en relación a la pérdida de suelos (2). Ver Foto 5.



Foto 5 Remoción de suelo en la Construcción de la Autopista Palín – Escuintla

J. Deterioro de la calidad del agua

Estos causados principalmente en las aguas superficiales por el aumento de sólidos totales disueltos, turbiedad del agua por aumento de sedimentos en las mismas.

## **V. OBJETIVOS**

### **A. General**

Describir y analizar los efectos de la construcción de la Autopista Palín-Escuintla con énfasis en los recursos agua, suelo y bosque, para conocer la degradación de los mismos y poder plantear opciones de solución.

### **B. Específicos**

1. Identificar los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos que fueron afectados en el área de influencia de la Autopista Palín-Escuintla.
2. Identificar los factores que afectan a los recursos suelo, agua y bosque.
3. Identificación de los aspectos físicos del suelo, agua y bosque del área que ocupa la autopista Palín-Escuintla, así como las medidas que se tomaran para mitigar los efectos negativos de los mismos.

## **VI. METODOLOGÍA**

### **A. Estudio de los Recursos Naturales**

Para realizar el siguiente estudio de los recursos suelo, agua y bosque dentro de la Autopista Palín-Escuintla, se procedió a la revisión de fuentes secundarias como son los lineamientos utilizados para el Sistema de Planificación y Análisis Ambiental del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) y el Banco Mundial.

### **B. Determinación de los Aspectos Físicos**

Para la determinación de los aspectos físicos del suelo, bosque y agua de la autopista Palín-Escuintla se revisó estudios hechos por asesores de la Dirección General de Caminos y Asesoría de Manuel Basterrechea y Asociados, y ByT Consultores, S.A.

Para la determinación de los tipos de suelos que rodean la autopista Palín – Escuintla se hizo a través de revisión bibliográfica de la Clasificación a nivel de reconocimiento de suelos de Guatemala, de Simons, Tarano y Pinto.

### **C. La determinación del uso actual del suelo y cobertura forestal**

De la autopista Palín-Escuintla se realizó mediante caminamiento y observación visual de 23.53 km de largo de la autopista

El sistema hidrológico fue determinado por la revisión de las hojas cartográficas, recorridos de campo e identificación de las fuentes de agua.

### **D. Deposito de desechos sólidos**

Los basureros clandestinos se localizaron a través de la observación visual.

- Se hizo un recorrido a lo largo de la Autopista para observar los lugares donde hubo impacto o fueron modificados los recursos suelo, agua y suelo.

### **E. Estudio de los impactos ambientales**

Se revisó el Manual técnico de EIA: lineamientos generales para Centroamérica, elaborado

por Allan Astorga Gatgens.

Y Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Guatemala, 27 de enero de 2003

- Analizar las actividades del proyecto para detectar los impactos provocados.

- Identificar los impactos potenciales en cada una de las actividades; estos impactos considerados fueron analizados para así poder generar alguna alternativa de atenuación.
- Reconocer y analizar las interrelaciones que se dan en el ambiente especialmente en los recursos suelo, agua y bosque de la Autopista.
- Analizar el impacto de la reducción de la cobertura vegetal sobre el recurso agua.
- Hacer un monitoreo ambiental, para comprobar que los recursos suelo, agua y bosque se está aplicando las medidas de mitigación propuesta.

## VII. RESULTADOS

### A. Area impactada

La Autopista Palín – Escuintla, está construida con cuatro carriles de 3.60 metros cada uno con sección típica “A” modificada, con arriate central de 3 metros de ancho, hombros de 3 metros de ancho, derecho de vía de 25 metros de ancho en cada lado y longitud total de 23.53 kilómetros, ocupando un área total de 1115322 m<sup>2</sup> que se inicia sobre la ruta CA- 9 sur en el Municipio de Palín y finaliza sobre la ruta CA – 2 Occidente donde se enlaza con la Autopista Escuintla- Puerto Quetzal. Ver figura 9 y foto 6.

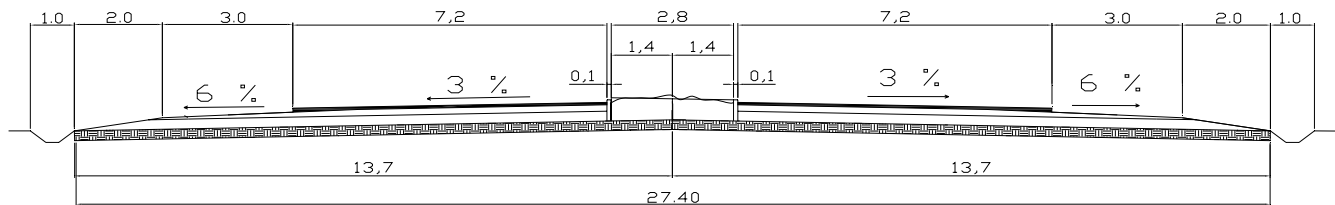


Figura 9. Sección típica modificada “A” Autopista Palín-Escuintla.



Foto 6 Inicio de la Autopista Palín-Escuintla CA-9 Sur a la altura del kilómetro 38.02

## **B. Descripción de la Autopista Palín – Escuintla**

### **1. Pasos de servicio**

- Paso a carretera Antigua Guatemala alrededor se observan árboles de Eucaliptos (*Eucaliptos sp*)
- San Francisco se inicia el talud de 2 a 3 m aproximadamente localizado en el km 40
- Villa Laura localizado aproximadamente en el km 41
- Sin nombre localizado aproximadamente en el km 43.
- Sin nombre localizado aproximadamente en el km 46
- La Eminencia, localizado aproximadamente en el km. 47, hay cultivos de café (*Coffea sp*) en ambos lados.
- La Tolva, localizado aproximadamente en el km. 48, hay cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).
- Sin nombre, localizado aproximadamente en el km. 49, hay cultivo de café (*Coffea sp*).
- Sin nombre localizado aproximadamente en el km 50, hay cultivos de café (*Coffea sp*),
- Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y potreros.
- 8.2.1.10 Sin nombre, localizado aproximadamente en el km. 53, hay cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y en el derecho de vía lado derecho Palma Real (*Roystonea regia*).

### **2. Puentes**

El Colorado, localizado aproximadamente en el km. 54, se observa vegetación tropical.

- Hunapú, localizado aproximadamente en el km. 57. en el derecho de vía Palma real (*Roystonea regia*)
- San Luis Urruela, localizado aproximadamente en el km. 59, se observan palmas (*Roystonea regia*), y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

### **3. Distribuidores de tráfico.**

- Trébol localizado en el km 38 donde se inicia la autopista Palín-Escuintla y la carretera antigua Palín-Escuintla.
- Ruta Nacional 14 localizada en el km 56 se observan alrededor cultivos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y vegetación tropical.
- Trébol final de la autopista e intersección con la autopista Puerto Quetzal y carretera a
- Mazatenango, localizado aproximadamente en el km. 59.5

#### 4. Bóvedas y alcantarillas.

- El Pito con diámetro de 3.35 X 1.36 m y longitud de 46.44 m.
- El Jute con diámetro de 3.35 X 1.36 m. y longitud de 56.61 m.
- Las Marinas con diámetro de 6.10 X 2.53 m. y longitud de 42.06 m.
- Alcantarillas elípticas.
- La Palina con diámetro de 1 X 3.50 m y longitud de 99.37 m
- Montecristo con diámetro 1 X 3.50 m y longitud de 105.46 m.
- El Polvorín con diámetro de 2 X 4.09m y longitud de 90.83 m.
- Alcantarillas circulares.
- Sin nombre con diámetro de 1 X 1.83 m y longitud de 41.0 m.
- El Encanto con diámetro de 1 X 4.61 m y longitud de 64.50 m.
- San Esteban con diámetro de 1 X 4.30 m y longitud de 71.93 m.
- Las Lajas, con diámetro de 1 X 4.30 m. y longitud de 48.15 m.
- Sin nombre con diámetro de 1 X 1.83 m. y longitud de 31.50 m
- El Brujo, con diámetro de 2 X 1.83 m. y longitud de 73.0 m.
- La Periquera, con diámetro de 1 X 3.67 m. y longitud de 82.30 m.
- La Arenera, con diámetro de 1 X 3.67 m y longitud de 103.51 m.
- La Quebrada, con diámetro de 1 X 3.67 m y longitud de 45.58 m.
- La Chorrera, con diámetro de 1 X 4.61 m. y longitud de 58 m.
- El Cangrejo, con diámetro de 1 X 3.67 m. y longitud de 56.44 m.
- La Tolva, con diámetro de 1 X 3.67 m. y longitud de 95.60 m.



## 5. Taludes

Se inician taludes aproximadamente en el km. 40.

- Sin reforestar aproximadamente del km 44 al 45. Ver foto 7



Foto 7 Talud mostrando vegetación natural sin reforestar.

- Con terrazas de banco sin reforestar son con vegetación natural aproximadamente en km 46 al 53. Ver foto 8



Foto 8 Talud con terrazas de banco sin reforestar.

- Con altura mayor de 15 m aproximadamente en los km 47 al 48. Ver foto 9



Foto 9 Talud mostrando terrazas de banco.

## 6. Derecho de vía

Aproximadamente en el km 52, 53, 55, 57, se observa Palma real (*Roystonea regia*), y 58 arbustos. Ver foto 10.



Foto 10 Derecho de vía con palma (*Roystonea regia*)

## 7. Zanjones San Francisco, con longitud de 300 m.

- San Esteban con longitud de 160 m. con árboles de Eucalipto (*Eucalitus sp*), y es rocoso
- El Encanto con árboles de Eucalipto (*Eucaliptos sp*) y longitud de 400 m.
- San Francisco II, terminan los taludes y se observan árboles de encino (*Quercus sp*), y una longitud de 400 m.
- El Tigre, con longitud de 640 m., se inician nuevamente los taludes , se observan árboles frutales, café (*Coffea sp*), aguacate (*Persea sp*), paterna (*Inga sp*), y platanos (*Musa sp*).
- Las Lajas, con longitud de 400 m terminan los taludes rocosos.
- El Brujo, con longitud de 208 m, la vegetación tropical propia de la zona.
- La Periquera, con longitud de 272 m hay cultivos de aguacate (*Persea sp*), café (*Coffea sp*).
- La Palina, con longitud de 320 m., con cultivos de café (*Coffea sp*) y platanos (*Musa sp*).
- Montecristo, con longitud de 160 m.
- La Chorrera, con longitud de 320 m.

- Las Pichachas, con longitud de 800 m con riachuelo y vegetación tropical.

### **C. Superficie que ocupa el proyecto.**

De acuerdo a la longitud y el ancho del derecho de Vía, ocupara un área de 117,650 m<sup>2</sup>, la que incluye superficie de rodadura, arreate central, hombros y área de derecho de Vía.(2)

### **D. Clima.**

El clima donde se encuentra ubicada la Autopista Palín – Escuintla, según el sistema de Thornwaite, es cálido sin estación fría bien definida muy húmeda y con invierno seco.

#### **1. Precipitación**

La precipitación promedio anual es de 1500 mm con 140 días de lluvia y temperatura promedio anual de 25 °C, con humedad relativa del 80%, la dirección del viento es de sur y sureste.

#### **2. Zona de vida**

Según la clasificación de zonas de vida de Holdrige, el área donde se encuentra ubicada la Autopista Palín – Escuintla , presenta dos zonas bien diferenciadas; bosque muy húmedo subtropical cálido (bmn – s( c )), con régimen de lluvias de mayor duración y prevalece en las partes altas de la zona y bosque húmedo subtropical cálido (bh – s( c )), que se localiza en la parte baja de la zona.

#### **3. Aguas superficiales**

Se diseñaron en la Autopista Palín – Escuintla, alcantarillas, bóvedas, puentes, drenajes y subdrenajes para que permitan que el flujo de agua circule sin problemas, principalmente en época de lluvia que es cuando aumenta el volumen de agua. Ver Figura 10 y foto 11.

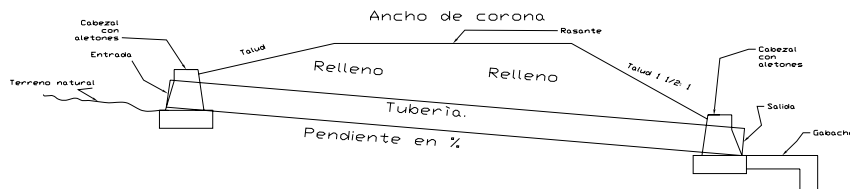


Figura 10. Alcantarilla (tubo) para cruzar cauces naturales de un lado a otro de la autopista.

Se debe tener cuidado que estos cursos de agua no tengan relación con manantiales que sean utilizados por pobladores de zona. Evitar también talar árboles y vegetación que es retenedora de humedad.

En las fincas Concepción y El Chagüite en donde existe bosque que mantiene los nacimientos de agua que sigue la pendiente S-SW.



Foto 11 Río El Jute, se construyó una bóveda, localizada en el tramo IV.

### **E. Relieve**

La topografía del área donde se encuentra la Autopista Palín – Escuintla, es ondulada al principio y plana al final, con una altura sobre el nivel del mar entre 1150 a 350 msnm.

## 1. Uso actual del suelo

El uso actual de los suelos donde se encuentra ubicada la autopista Palin – Escuintla, como puede apreciarse en el Cuadro 1. Se encuentran con potreros 8.27 ha, cafetales 12.21 ha, con vegetación tropical húmeda 1.40 ha, con vegetación tropical 1.40 ha, cultivos de espárragos con 1.30 ha, Con frutales 0.96 ha, Con guamil 1.78 has, con bosque de pino, ciprés y Eucaliptos (*Eucaliptos sp*) 0.65 ha. Se puede decir que los suelos con cobertura forestal como es el Pino, (*Pinus sp*) Ciprés (*Cupressus lusitanica*) y Eucalipto (*Eucaliptos sp*) aún conservan su fertilidad debido a que no fueron alterados en su totalidad. No así para los suelos que son utilizados para la producción agrícola como es la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), café (*Coffea sp*) frutales y plátano (*Musa sp*), en la que los agricultores aplican fertilizantes químicos. Las pendientes fuertes en donde es necesario hacer conservación de suelos, para evitar la erosión hídrica que es la que más interviene en el deterioro del suelo, pero es preciso mencionar que el diseño de la Autopista Palin –Escuintla, se contempló el control de la erosión a través de estructuras como gaviones, terrazas de banco, acequias de ladera y vegetación como izote (*Yucca elephantipis*), grama estrella y especies rastreras de alto consumo de agua como Vetiver (*Vetiveria zizanioides*).

La Autopista Palín - Escuintla, atraviesa un área que está cultivada por caña de azúcar, café y ganado en su mayoría y frutales y plátano en menor escala. Ver foto 12.



Foto 12 Cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y arriate central

cubierto con grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*)

Los cultivos y ganado ocupan un 65% de la superficie total y 20% son bosques y 15% es ocupado con asentamientos humanos. De allí que los ambientalistas la llaman la primera autopista integrada al ambiente. Ver foto 13.

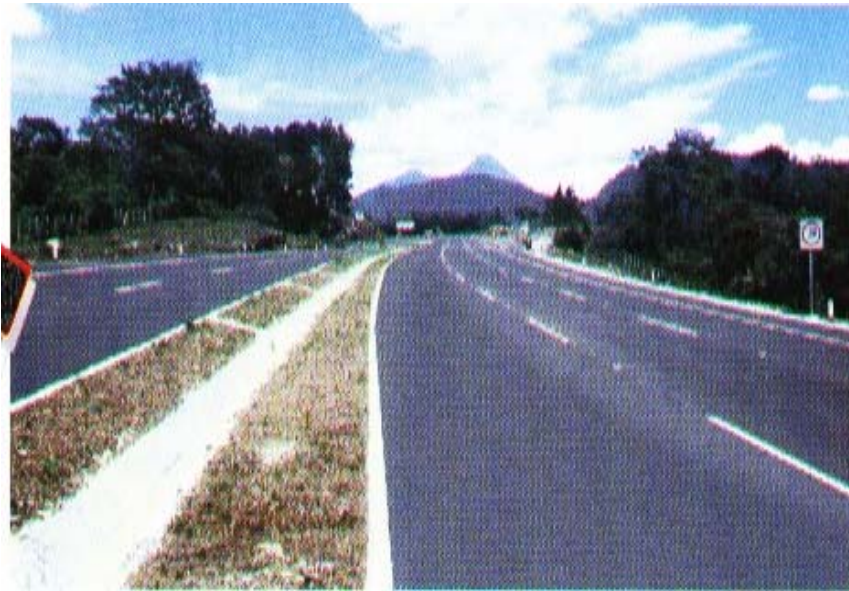


Foto 13 Vista del panorama que le ofrece la Autopista, los ambientalistas le llamaron “La primera carretera integrada al ambiente”

La Autopista Palín - Escuintla, atraviesa un área que está cultivada por caña de azúcar, café y ganado en su mayoría y frutales y plátano en menor escala.

Los cultivos y ganado ocupan un 65% de la superficie total y 20% son bosques y 15% es ocupado con asentamientos humanos. De allí que los ambientalistas la llaman la primera autopista integrada al ambiente.

## 2. Flora

Las especies vegetales que se observan al inicio en la zona que ocupa la Autopista son Eucalipto (*Eucalyptus*). Ceiba (*Ceiba pentandra*) y conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), en la parte media de la Autopista se observan cultivos como café (*coffea arabica*), frutales, caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y en la parte final palmeras, plátano y vegetación sub-tropical. Ver Figura 7.

Se estima que se perdieron 5 hectáreas de bosque en la construcción de la Autopista. Ver foto 14 y cuadro 2.

**CUADRO 2**

**Árboles eliminados en la construcción de la Autopista Palin-Escuintla**

Nombre Común de los árboles.	Nombre científico de las Especies,	Número de árboles eliminados.
Amate	<i>Ficus sp.</i>	9
Aguacate	<i>Persea americana</i>	2
Zapote	<i>Colocarpum mamosum</i>	1
Ciprés	<i>Cupressus lucitanica</i>	2
Caspirol	<i>Inga jaurina</i>	10
Cuje	<i>Inga fissiolix</i>	7
Calague	<i>Heliocarpus mexicanus</i>	10
Chaperno	<i>Lonchocarpus citropurpureus</i>	6
Cedro	<i>Cedrela mexicana</i>	4
Caulote	<i>Guasuma ulmifolia.</i>	12
Palo balsa	<i>Ochroma lagopus Swartz</i>	1
Chaperno	<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	6
Pistacho	<i>Pistacio vera</i>	3
Barajo	<i>Cassia alata</i>	6
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	1
Guachipilin	<i>Diphisa robinoidea</i>	1
Guarumo	<i>Cecropia aescutifolia</i>	39
Jiote	<i>Bursera simaruba</i>	8
Laurel	<i>Laurus robilis</i>	8
Madre cacao	<i>Gliricidia guatemalensis</i>	10
Mango	<i>Mangifera indica.</i>	2
Mano de león	<i>Celosia argentea</i>	1
Matapalo	<i>Ficus cabusana</i>	1
Mora	<i>Rubus palmeri</i>	1

Naranja	<b>Citrus sinensis</b>	10
Pito	<i>Eritrina berteroana</i>	15
Pino	<i>Pinus montezumae</i>	60
Raspalengua	<i>Maranta silvestris</i>	2
Roble	<i>Quercus sp</i>	3
Zapotón	<i>Pachira acuática.</i>	3



Foto 14 Vegetación que fue cortada por haber banco de materiales en la Ruta Palín – Antigua Guatemala

La Autopista, cuenta con distribuidores de tránsito al inicio, la ruta Nacional 14 y al final y alrededor de 10 kilómetros de taludes se construyeron terrazas de banco con vegetación natural y gramíneas y algunas *Ipomeas sp* para protegerlos de los derrumbes. Ver foto 15.





Foto 15 Talud cubiertos con vegetación natural.

El distribuidor de tránsito ubicado en Palin cuenta con un área de 13,750 metros cuadrados cubierta con grama San Agustín (*Stenotaphurum secundatum*), en la Ruta Nacional 14 se planificó jardinizar un área de 26,950 metros cuadrados y en la salida de la Autopista jardinizar un área de 63,550 metros cuadrados. Foto 16.



Foto 16 Intersección Autopista Ruta Nacional 14. Este trébol localizado en el kilómetro 51.14 se intersecta la Autopista Palín-Escuintla con la Ruta Nacional que va de Escuintla a la Antigua Guatemala mostrando cultivos de caña, y área a jardinizar en las curvas.

Se Planificó jardinizar con palmeras (*Roystonea regia*), Bugavillas. *Buganvillas glabra* En el arriate central se sembró grama San Agustín (*Stenotaphurum secundatum*) 4000 m/km, flores 1000 m/km, árboles 10 u/km. Ver foto 17.



Foto 17 Ruta Nacional 14 sin jardinizar.

### 3. Fauna

Con la construcción de la Autopista muchos animales se vieron afectados porque podrían morir aplastados al atravesar la Autopista, para evitar este problema fue necesario construir corredores biológicos especiales como alcantarillas, Bóvedas y pasos (2). Ver foto 18.



Foto 18 Vista de paso de servicio.

#### F. Riesgo de derrumbes en la autopista

El riesgo de derrumbes y deslizamientos se dará principalmente en aquellas zonas de la Autopista, en donde se corten rocas muy fracturadas y/o muy meteorizadas, y en aquellos cortes en donde afloren secuencias de piroclastos con horizontes de paleosuelos y se inclinen hacia la Autopista, ya que en la época de lluvias pueden actuar como capa lubricante y funcionar como superficie de deslizamiento; las pendientes de los taludes deberá ser adecuada. La pendiente regional y local está definida por la posición del volcán de agua y la mayoría de la Autopista está prácticamente en las faldas de dicho volcán. El riesgo por sismos inducidos por actividad volcánica y aun por erupción y/o generación de lahares o desprendimientos de masas importantes de las partes altas del volcán de Agua, aun con períodos de recurrencia altos no deben descartarse.

##### 1. Protección de taludes

Los taludes no están reforestados solo están protegidos con vegetación natural, no se observa erosión porque se construyeron terrazas de banco de 2 mt de ancho y con altura variable de 3 m. hasta 33 m aproximadamente, el suelo es firme en la mayoría de los taludes. Ver foto 19.



Foto 19 Taludes y derecho de vía sin reforestar.

#### G. Identificación de los impactos en los recursos suelo, agua y bosque

Para mantener la calidad del agua es necesario un manejo y deposición de desechos sólidos que contaminen la calidad del agua.

Para controlar la erosión, se transportó suelo fértil que fue cortado cuando se construía la autopista a lugares donde el suelo era superficial luego se sembró pastos para evitar la erosión hídrica y eólica. Ver foto 20.



Foto 20 Remoción de suelo fértil y posteriormente aprovecharlo para jardinerización de arriate central y distribuidor de tráfico.

Tenencia de la tierra. analizar los lugares donde hay bancos de materiales, caminos vecinales para que no sean utilizados para asentamientos humanos.

Todos los desechos sólidos de desperdicio fueron depositados en tres zanjones profundos en los cuales no existe corriente de agua superficial, para evitar arrastre de dichos sólidos.

La Asesoría de Manuel Basterrechea, Asociados, S.A. realizó estudios de los impactos ambientales que se dan en la construcción de la Autopista Palín – Escuintla.

En la actualidad no se observan impactos ambientales que provoquen daños a los recursos suelo, agua y bosque que rodean a la Autopista Palín-Escuintla.

### VIII. CONCLUSIONES

1. Con la construcción de la Autopista Palín – Escuintla, se perdieron 5 hectáreas de bosques, que al terminar la construcción de la misma no se sembró ningún árbol sino como una medida de mitigación sembraron Palma real (*Roystonea regia*) del km 52 al 58 en el derecho de vía.
2. Los distribuidores de tráfico y arriate central no fueron jardinizados como se panificó, solo están cubiertos de grama San Agustín. (*Stenotaphrum secundatum*).
3. Los taludes no fueron protegidos ni reforestados con plantas nativas de la zona como se menciona solo están cubiertos con arbustos y pequeñas gramíneas.
2. Los aspectos físicos identificados en la construcción de la autopista Palín-Escuintla, es la capa de suelo fértil que fue retirada, pero luego fue trasladada a lugares donde el suelo era superficial.
3. De acuerdo al estudio de la construcción de la Autopista Palín – Escuintla, se pudo observar que uno de los impactos más significativos luego de construir la carretera sería el depósito de basureros clandestinos que podían causar contaminación.
4. Las fincas que rodean la autopista Palín-Escuintla, aprovechan el suelo en un 65% en cultivos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), café (*Coffea sp*), y un 20% en bosques, 15% en potreros y vegetación tropical, por lo que la construcción de la autopista no afectó en gran medida el paisaje y la actividades productivas porque para esta última se construyeron pasos de servicio para facilitar el acceso entre el casco de las fincas y los campos de producción y así evitar accidentes.

## IX. RECOMENDACIONES

1. Conservar el paisaje que rodea a la Autopista Palín-Escuintla, reforestando zanjones con árboles propios de la zona como Amates (*Ficus sp*), Palo blanco (*Zenowiewia tacanensis*), Palo volador (*Virola guatemalensis*), Hoja de hule (*Ficus elastica*).
2. Construir un relleno sanitario para controlar la contaminación de los basureros clandestinos a través de la colaboración de las municipalidades de Palín y de Escuintla.
3. Darle mantenimiento a los taludes para evitar posible deterioro de cunetas y alcantarillas utilizando plantas de rápido crecimiento como izote (*Yuca elephantitis*), gramíneas como Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) y/o ornamentales que ayuden a la estabilización y ornato de los taludes.
4. Controlar la erosión hídrica construyendo estructuras de drenaje, para evitar el efecto de cascada en los taludes revistiendo la superficie con piedra y concreto.
5. Darle mantenimiento adecuado a cunetas, drenajes y sifones para que el agua superficial proveniente de la lluvia no provoque daños por caída en drenajes naturales.
6. Qué la empresa mexicana MARHNOS, encargada de cobrar peaje realice auditoria de impacto ambiental con el fin de dar seguimiento a todas las medidas de mitigación propuestas para la conservación del área.
7. Con el agua superficial es necesario hacer un buen manejo y disposición final de los desechos líquidos y sólidos y deben depositarse en lugares apartados a menos de 300 metros de cuerpos de agua y en zanjones profundos como son; El Polvorín, La arenera, La Pilita y otros, como también colocar drenajes laterales.
8. En los primeros 10 kilómetros de la autopista Palín-Escuintla, reponer los árboles con especies nativas que se adapten a la zona como Ciprés (*Cupressus sp*), Cedro (*Cedrela mexicana*), Cuje (*Inga spp*) y otros que fueron eliminados cuando se iniciaron los trabajos de construcción de la autopista.

9. Que ingenieros agrónomos realicen monitoreos ambientales en los proyectos de carreteras para que las medidas de mitigación propuestas se lleven a cabo.
10. Jardinizar las curvas de los distribuidores de tráfico para mantener el ornato y paisaje de la autopista.

## X. BIBLIOGRAFIA

1. Anckermann Alvarez, E. 1969. Manual para laboratoristas de suelos en construcción de carreteras. Tesis Ing. Civil. Guatemala, USAC, Facultad de Ingenieria. 229 p.
2. Asesoría Manuel Basterrechea Asociados, GT. 1996. Supervisores de los aspectos ambientales del proyecto, autopista, Palin-Escuintla. Guatemala. 110 p.
3. Astorga Gatgens, A. 2003. Manual técnico de EIA: Lineamientos generales para Centroamérica. San José, Costa Rica, UICN. 60p
4. BCIE (Banco Centroamericano de Integración Económica, GT). 1988. Manual de evaluación ambiental. US, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. sp.
5. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
6. Gordon Seller, FE; Bauer, GP; Aldana, M. 1995. Caminos rurales con impactos mínimos: un manual de capacitación con énfasis sobre planificación ambiental, drenajes, estabilización de taludes y control de erosión. Guatemala, s.e. 800 p.
7. Graetz, HA. 1978. Suelos y fertilización. Mexico, Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. 72 p.
8. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1983. Mapa topográfico de la república de Guatemala; hoja Alotenango, no. 2059 III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
9. \_\_\_\_\_. 1983. Mapa topográfico de la república de Guatemala; hoja Escuintla, no. 2058 IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
10. \_\_\_\_\_. 2003. Mapa de cobertura forestal de la república de Guatemala, hoja registro no. 260-2003. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
11. Legislación ambiental guatemalteca. 2004. 2 ed. Guatemala, CALAS. tomo 1, 212 p.
12. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, GT). Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental: acuerdo gubernativo 23-2003. Guatemala. 15p



13. MCOP (Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Publicas, Dirección General de Caminos, Unidad de Planeamiento, GT). 1994. Evaluación del impacto ambiental, proyecto autopista Palin-Escuintla. Guatemala. 48 p.
14. \_\_\_\_\_. 1995. Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes. Guatemala. 708 p.
15. Piloña Ortiz, GA. 1998. Manual basico de introducción a la economía. 3 ed. Guatemala. 150 p.
16. Rodríguez Rouanet, F. 1996. Diccionario municipal de Guatemala. 2 ed. Guatemala, Fundación Friedrich Nauman; Fondo de Cultura Editorial. 253 p.
17. Simmons, CH; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la republica de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Jose de Pineda Ibarra. 1000 p.
18. Standley, PC. *et al.* 1955. Flora of Guatemala. Chicago, US, Chicago Natural History Museum, Fieldana Botany. v. 24, pte. 6, p. 2390.
19. Vides Tobar, A. 1981. Construcción de carreteras. Guatemala, Piedra Santa. Tomo 1, 447 p.

## **XI. ANEXOS**



## Anexo 2

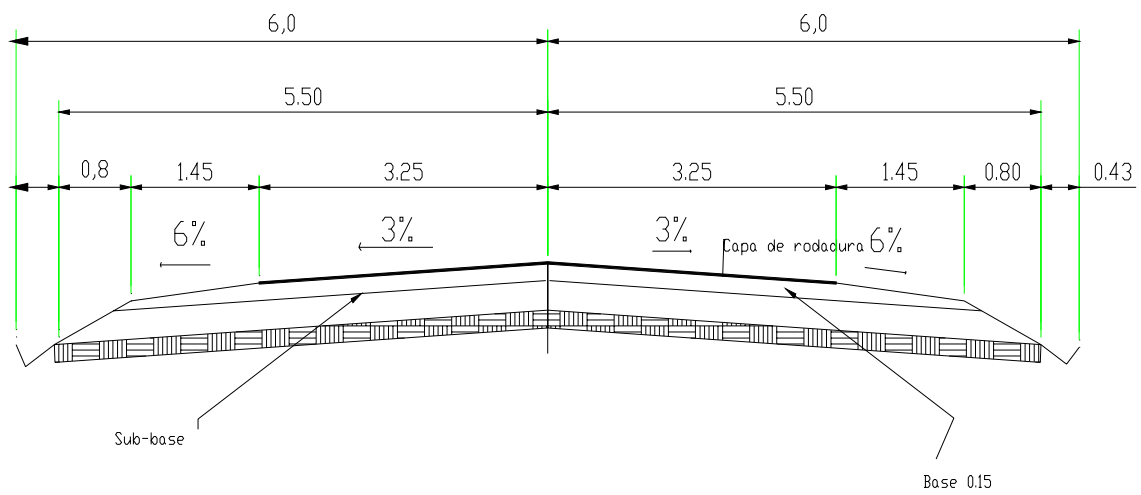


Figura 14. Alineació recta secció típica "C"

## Anexo 3

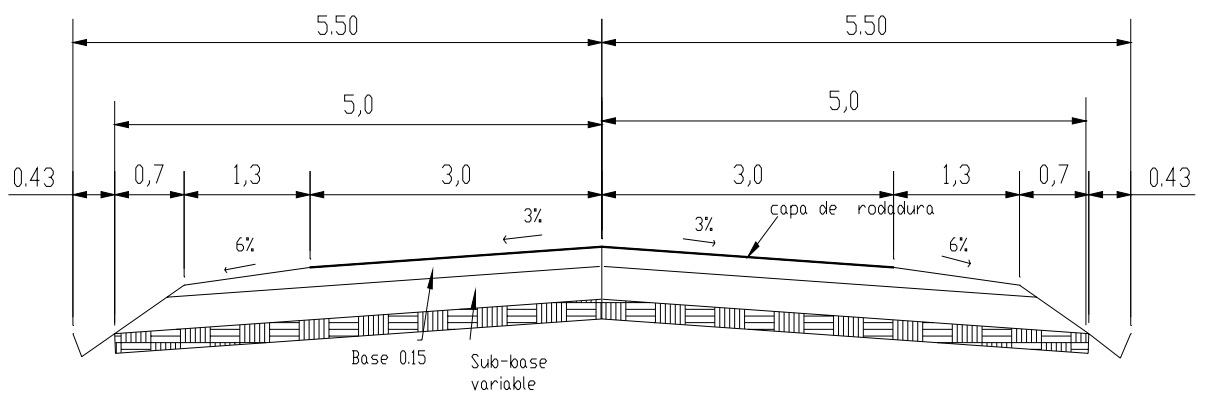


Figura 15. Alineaci3n recta secci3n t3pica "D"

## Anexo 4

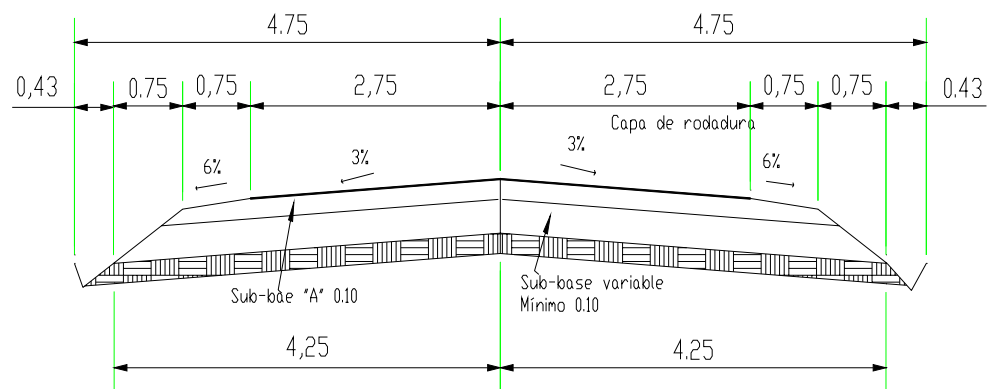


Figura 16. Alineación recta sección típica "E"

## Anexo 5

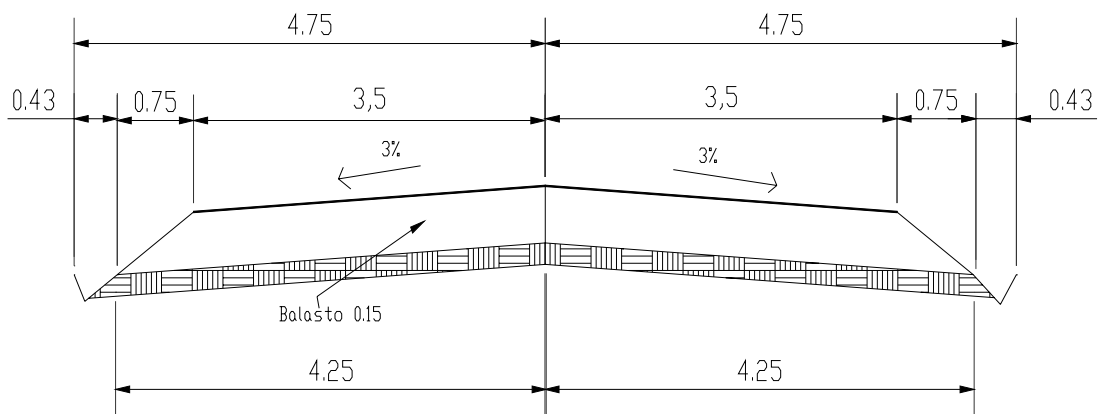


Figura 17 Alineaciòn recta secciòn  
típica "F"











