

# Diagnóstico - Plan Regulador de Pérez Zeledón

## Tomo I - Físico - Ambiental

Octubre 2007

### Condiciones físicas

- Condiciones climáticas
- Geología y geomorfología
- Topografía
- Extracción de Materiales

### Aguas superficiales y subterráneas

- Cuencas y red hídrica
- Hidrogeología

### Ecosistemas Naturales

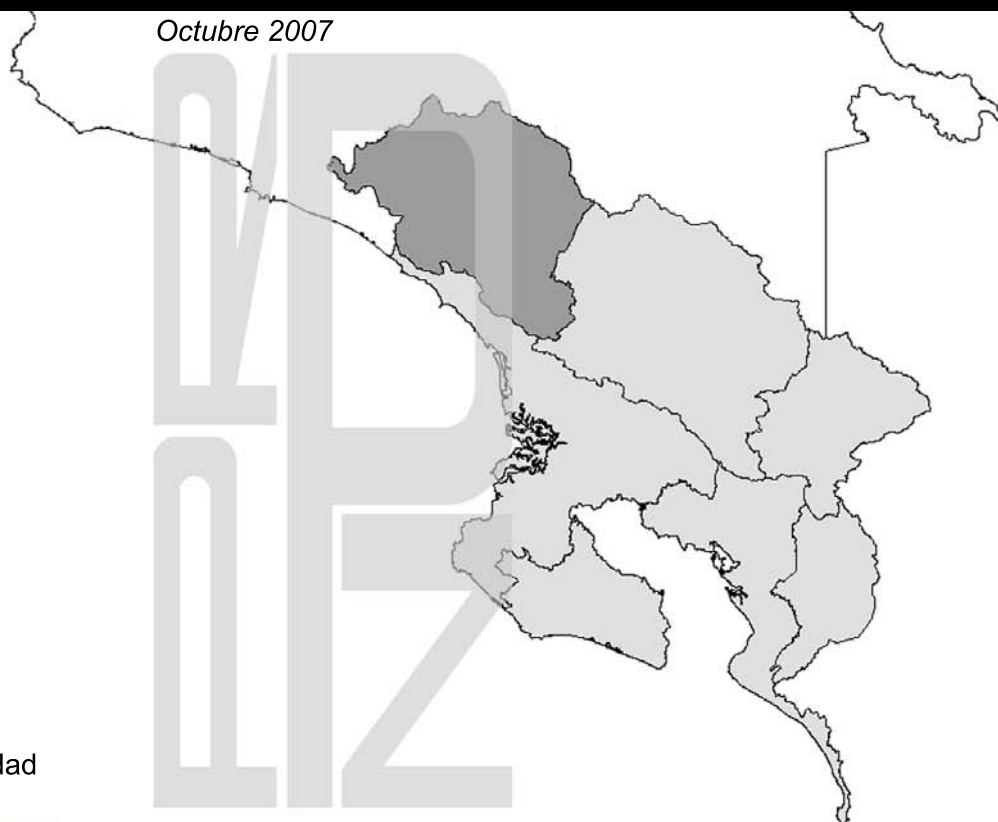
### Amenazas naturales y antrópicas

- Inundaciones
- Amenazas naturales
- Erosión
- Contaminación
- Deforestación

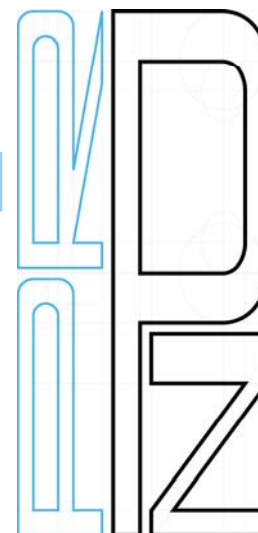
### Uso de suelo

- Evaluación general de uso del suelo
- Uso del suelo micro

### Síntesis Diagnóstico de la Vulnerabilidad



Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible (ProDUS).  
Teléfonos: 283-4815 / 283-4927 Facsímil: 283-7634  
Correo Electrónico: [produs@produs.ucr.ac.cr](mailto:produs@produs.ucr.ac.cr)  
Página en Internet: [www.produs.ucr.ac.cr](http://www.produs.ucr.ac.cr)



## Créditos

### Dirección

Rosendo Pujol Mesalles

### Coordinación y Edición

Rosendo Pujol Mesalles  
Silvia Valentinuzzi Núñez  
Ignacio Castillo Ulloa  
Luis Zamora González

### Equipo Responsable

Silvia Valentinuzzi Núñez	Planificación Territorial, Transportes, Infraestructura y Servicios públicos, Evaluación de Poblados y Diagnóstico Institucional.
Ignacio Castillo Ulloa	Asentamientos Humanos, Áreas Verdes, Ciclovías, Aceras y Peatonización y Proceso participativo.
Luis Zamora González	Agua potable, aguas residuales, Alcantarillado Pluvial, Cuencas y Red Hídrica, Amenazas Naturales y Clima.
Karina Castro Arce	Patrimonio Cultural Tangible e Intangible,
Félix Zumbado Morales	Turismo, Producción agropecuaria y Deforestación
Leonardo Sánchez Hernández	Actividades Productivas, Aspectos Socioeconómicos y Migración.
Eduardo Pérez Molina	Erosión
Natalia Vargas Umaña	Procesos Participativos
Javier Zamora	Flujos vehiculares y Choques viales.
Sue Yuan Salas	Actividades agropecuarias y Asentamiento del IDA
Laura Pérez Molina	Valor de la Tierra.

### Consultores

Alicia Borja Rodríguez, Abogada.	Luis Guillermo Salazar, Geólogo
Marcelino Losilla, Hidrogeólogo	Rafael Oreamuno, Hidrólogo
Marco Vinicio Retana, Biólogo	Orlando Guillermo Castillo, Historiador

### Asistentes

<b>Daniel Figueroa</b>	Marcela Gutiérrez	Randall Fallas	Eduardo Vega
<b>Manuel González</b>	Cindy León	Fernando Fallas	José Mena
<b>Claudia López</b>	Israel D' Oleo	Tatiana Quirós	Steven Salas
<b>Róger Mesén</b>	Daniel Gutiérrez	Jennifer León	Alonso Uribe
<b>José Joaquín Trejos</b>	Paola Salazar	Jorge Zamora	Natalia Vindas
<b>Melissa Rojas</b>	Leonardo Mora	Alejandro Umaña	Juan Carlos Jiménez
<b>Octaviano Martínez</b>	Cristina Arguedas	Eduardo Rodríguez	Lucrecia Álvarez
<b>Daniilo Jiménez</b>	Josselyn Murillo	Greivin Rodríguez	Alejandra Sáenz
<b>Pablo García</b>	Lil Moya	Lucía Miranda	Luis Diego Carvajal
<b>Víctor Barquero</b>	Emilio Corrales	Silvia Pereira	Maykol Wheathey
<b>Daniela Ávila</b>	Ricardo Chinchilla	Sofía Sánchez	

### Apoyo Informático

Edward Aymerich  
Orlando Vega  
Hugo Adams

### Personal Administrativo

Ana Lorena Bolaños Sedó  
Lyna Hylton Acosta  
Milena Chaves

## Índice General

### DIAGNÓSTICO FÍSICO – AMBIENTAL

#### CAPÍTULO 1 CONDICIONES FÍSICAS

<b>1.1 Condiciones climáticas .....</b>	<b>PRPZ 1.1-1</b>
1.1.1 Introducción.....	PRPZ 1.1-1
1.1.2 Precipitación.....	PRPZ 1.1-2
1.1.3 Temperatura.....	PRPZ 1.1-6
1.1.4 Brillo Solar.....	PRPZ 1.1-7
1.1.5 Humedad Relativa.....	PRPZ 1.1-8
1.1.6 Conclusiones.....	PRPZ 1.1-10
1.1.7 Glosario .....	PRPZ 1.1-11
1.1.8 Bibliografía .....	PRPZ 1.1-11
<b>1.2 Geología y geomorfología.....</b>	<b>PRPZ 1.2-1</b>
1.2.1 Geología.....	PRPZ 1.2-1
1.2.2 Geomorfología .....	PRPZ 1.2-12
1.2.3 Bibliografía .....	PRPZ 1.2-16
<b>1.3 Topografía.....</b>	<b>PRPZ 1.3-1</b>
1.3.1 Conclusiones.....	PRPZ 1.3-5
<b>1.4 Extracción de Materiales .....</b>	<b>PRPZ 1.4-1</b>
1.4.1 Introducción.....	PRPZ 1.4-1
1.4.2 Metodología .....	PRPZ 1.4-1
1.4.3 Actividad de extracción de materiales .....	PRPZ 1.4-1
1.4.4 Situación en Pérez Zeledón.....	PRPZ 1.4-3
1.4.5 Conclusiones.....	PRPZ 1.4-8

#### CAPÍTULO 2 AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS

<b>2.1 Cuencas y red hídrica .....</b>	<b>PRPZ 2.1-1</b>
2.1.1 Introducción.....	PRPZ 2.1-1
2.1.2 Caracterización de cuencas y red hídrica.....	PRPZ 2.1-1
2.1.3 Comparación de las cuencas.....	PRPZ 2.1-7
2.1.4 Áreas silvestres protegidas, uso del suelo y topografía .....	PRPZ 2.1-9
2.1.5 Poblados y calles .....	PRPZ 2.1-11
2.1.6 Recurso hídrico .....	PRPZ 2.1-17
2.1.7 Amenazas Naturales.....	PRPZ 2.1-23
2.1.8 Conclusiones.....	PRPZ 2.1-25
2.1.9 Bibliografía .....	26
<b>2.2 Hidrogeología .....</b>	<b>PRPZ 2.2-1</b>
2.2.1 Introducción.....	PRPZ 2.2-1

2.2.2 Diagnóstico de la Región .....	PRPZ 2.2-4
2.2.3 Análisis .....	PRPZ 2.2-40
2.2.4 Conclusiones .....	PRPZ 2.2-81
2.2.5 Recomendaciones .....	PRPZ 2.2-90
2.2.6 Bibliografía .....	PRPZ 2.2-106

---

### **CAPÍTULO 3 ECOSISTEMAS NATURALES**

<b>3.1 Análisis de cobertura de las zonas de vida.....</b>	<b>PRPZ 3-1</b>
3.1.1 Descripción de los ecosistemas.....	PRPZ 3-2
3.1.2 Fauna en las diversas zonas del cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 3-9
<b>3.2 Historia de deforestación y amenazas a los ecosistemas.....</b>	<b>PRPZ 3-10</b>
3.2.1 Problemática ambiental actual.....	PRPZ 3-12
3.2.2 Ecosistemas acuáticos y amenazas al recurso hídrico .....	PRPZ 3-14
<b>3.3 Conclusiones .....</b>	<b>PRPZ 3-16</b>
<b>3.4 Bibliografía.....</b>	<b>PRPZ 3-22</b>

---

### **CAPÍTULO 4 AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS**

<b>4.1 Inundaciones .....</b>	<b>PRPZ 4.1-1</b>
4.1.1 Zona de estudio .....	PRPZ 4.1-1
4.1.2 Caracterización de la zona de estudio .....	PRPZ 4.1-2
4.1.3 Modelo hidrológico .....	PRPZ 4.1-5
4.1.4 Simulaciones Hidráulicas: Modelo hidráulico de la red fluvial .....	PRPZ 4.1-11
4.1.5 Limitaciones .....	PRPZ 4.1-17
4.1.6 Conclusiones.....	PRPZ 4.1-19
4.1.7 Recomendaciones .....	PRPZ 4.1-20
<b>4.2 Amenazas naturales.....</b>	<b>PRPZ 4.2-1</b>
4.2.1 Introducción.....	PRPZ 4.2-1
4.2.2 Amenaza por inundación .....	PRPZ 4.2-1
4.2.3 Amenaza por Deslizamiento .....	PRPZ 4.2-13
4.2.4 Amenaza Sísmica .....	PRPZ 4.2-17
4.2.5 Amenaza por Flujos de Lodo .....	PRPZ 4.2-19
4.2.6 Importancia del ordenamiento territorial .....	PRPZ 4.2-19
4.2.7 Bibliografía .....	PRPZ 4.2-21
<b>4.3 Erosión .....</b>	<b>PRPZ 4.3-1</b>
4.3.1 Introducción.....	1
4.3.2 Método de estimación .....	1
4.3.3 Limitaciones de estimaciones .....	3
4.3.4 Análisis de patrones de susceptibilidad de erosión .....	4
4.3.5 Bibliografía .....	6
<b>4.4 Deforestación .....</b>	<b>PRPZ 4.4-1</b>
4.4.1 Introducción.....	PRPZ 4.4-1
4.4.2 Estado actual .....	PRPZ 4.4-1

4.4.3 Problemas asociados a la deforestación .....	PRPZ 4.4-2
4.4.4 La tala legal .....	PRPZ 4.4-3
4.4.5 La tala ilegal .....	PRPZ 4.4-4
4.4.6 Algunas consideraciones finales para reflexionar .....	PRPZ 4.4-5

---

## **CAPÍTULO 5 USO DE SUELO**

<b>5.1 Evaluación general de uso del suelo .....</b>	<b>PRPZ 5.1-1</b>
5.1.1 Capacidad potencial de uso del suelo .....	PRPZ 5.1-1
5.1.2 Uso del suelo en 1998-2006 .....	PRPZ 5.1-1
5.1.3 Uso del suelo en 2005 .....	PRPZ 5.1-7
5.1.4 Evaluación del uso del suelo .....	PRPZ 5.1-11
<b>5.2 Uso del Suelo Micro .....</b>	<b>PRPZ 5.2-1</b>
5.2.1 Introducción.....	PRPZ 5.2-1
5.2.2 Metodología .....	PRPZ 5.2-2
5.2.3 Análisis del uso de suelo a nivel micro .....	PRPZ 5.2-2
5.2.4 Análisis de patentes .....	PRPZ 5.2-13
5.2.5 Conclusiones.....	PRPZ 5.2-15

---

## **CAPÍTULO 6 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO DE LA VULNERABILIDAD**

<b>6.1 Síntesis de diagnóstico de la Vulnerabilidad .....</b>	<b>PRPZ 6.1-1</b>
6.1.1 Condiciones climáticas.....	PRPZ 6.1-1
6.1.2 Cuencas y red hídrica .....	PRPZ 6.1-1
6.1.3 Hidrogeología .....	PRPZ 6.1-2
6.1.4 Determinación de zonas de inundación.....	PRPZ 6.1-5
6.1.5 Amenazas naturales .....	PRPZ 6.1-5
6.1.6 Agua potable .....	PRPZ 6.1-6
6.1.7 Aguas residuales ordinarias y especiales.....	PRPZ 6.1-7
6.1.8 Recolección y disposición de desechos sólidos .....	PRPZ 6.1-9

## DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO

### CAPÍTULO 7 REALIDAD SOCIOECONÓMICA

<b>7.1 Indicadores de población</b> .....	<b>PRPZ 7.1-1</b>
7.1.1 Relevancia para el Plan Regulador y metodología.....	PRPZ 7.1-1
7.1.2 Tamaño y crecimiento de la población de Pérez Zeledón.....	PRPZ 7.1-1
7.1.3 Composición por sexo y edad de la población de Pérez Zeledón.....	PRPZ 7.1-2
7.1.4 Densidad de población .....	PRPZ 7.1-4
7.1.5 Dependencia Demográfica .....	PRPZ 7.1-6
7.1.6 Jefaturas de hogar .....	PRPZ 7.1-8
7.1.7 Educación Máxima de Jefes y Jefas de Hogar.....	PRPZ 7.1-9
7.1.8 Educación General de la población .....	PRPZ 7.1-10
7.1.9 Cantidad de personas con alguna discapacidad .....	PRPZ 7.1-11
7.1.10 Conclusiones.....	PRPZ 7.1-12
<b>7.2 Indicadores de vivienda</b> .....	<b>PRPZ 7.2-1</b>
7.2.1 Relevancia para el Plan Regulador y metodología.....	PRPZ 7.2-1
7.2.2 Necesidades Básicas Insatisfechas.....	PRPZ 7.2-1
7.2.3 Aspectos generales de la Región Brunca.....	PRPZ 7.2-1
7.2.4 Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) .....	PRPZ 7.2-3
7.2.5 Tipo de ocupación de vivienda .....	PRPZ 7.2-6
7.2.6 Tenencia de bienes en las viviendas, año 2000.....	PRPZ 7.2-7
7.2.7 Conclusiones.....	PRPZ 7.2-10
<b>7.3 Indicadores Económicos</b> .....	<b>PRPZ 7.3-1</b>
7.3.1 Introducción.....	PRPZ 7.3-1
7.3.2 Aspectos Generales de la Región Brunca.....	PRPZ 7.3-2
7.3.3 Condición de actividad económica de la población.....	PRPZ 7.3-3
7.3.4 La Población Ocupada y la ocupación.....	PRPZ 7.3-5
7.3.5 La Población desocupada y el desempleo .....	PRPZ 7.3-9
7.3.6 Subutilización de la fuerza laboral .....	PRPZ 7.3-10
7.3.7 La Población Económicamente Inactiva.....	PRPZ 7.3-13
7.3.8 Dependencia Económica .....	PRPZ 7.3-14
7.3.9 Conclusiones.....	PRPZ 7.3-14
<b>7.4 Indicadores de salud</b> .....	<b>PRPZ 7.4-1</b>
7.4.1 Generalidades de la región Brunca. ....	PRPZ 7.4-1
7.4.2 Indicadores de los servicios de salud .....	PRPZ 7.4-8
7.4.3 Conclusiones.....	PRPZ 7.4-16
7.4.4 Bibliografía. ....	PRPZ 7.4-16
<b>7.5 Indicadores de seguridad ciudadana</b> .....	<b>PRPZ 7.5-1</b>
7.5.1 Seguridad Ciudadana, percepción de inseguridad y espacios públicos .....	PRPZ 7.5-1
7.5.2 Método y fuentes de datos.....	PRPZ 7.5-2
7.5.3 Patrones de las tasas de denuncias .....	PRPZ 7.5-2

7.5.4	Condicionantes de delincuencia y Conclusiones.....	PRPZ 7.5-4
7.5.5	Bibliografía .....	PRPZ 7.5-12
<b>7.6</b>	<b>Desarrollo Rural .....</b>	<b>PRPZ 7.6-1</b>
7.6.1	Introducción.....	PRPZ 7.6-1
7.6.2	Metodología .....	PRPZ 7.6-1
7.6.3	Iniciativas gubernamentales de desarrollo rural en el cantón .....	PRPZ 7.6-1
7.6.4	Caracterización de algunas zonas rurales del cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 7.6-2
7.6.5	Oportunidades de desarrollo rural en el cantón.....	PRPZ 7.6-14
7.6.6	Sobre las PYMES en el cantón.....	PRPZ 7.6-18
7.6.7	Casos de empresas locales exitosas, ejemplo a seguir .....	PRPZ 7.6-19
7.6.8	Conclusiones y Recomendaciones.....	PRPZ 7.6-27

## CAPÍTULO 8 MOVIMIENTO DE MIGRACIÓN

<b>8.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>PRPZ 8-1</b>
<b>8.2</b>	<b>Aspectos metodológicos generales de los movimientos migratorios.....</b>	<b>PRPZ 8-2</b>
8.2.1	Conceptos generales de los movimientos migratorios .....	PRPZ 8-3
<b>8.3</b>	<b>Pérez Zeledón y los flujos migratorios internos.....</b>	<b>PRPZ 8-5</b>
8.3.1	Patrones migratorios intercantonales, un análisis espacial (1968-2000) .....	PRPZ 8-9
8.3.2	Perfil de los emigrantes de Pérez Zeledón.....	PRPZ 8-17
8.3.3	La emigración internacional en el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 8-19
8.3.4	Características generales de los movimientos migratorios en Pérez Zeledón.....	PRPZ 8-20
<b>8.4</b>	<b>Migración Internacional.....</b>	<b>PRPZ 8-21</b>
8.4.1	Perfil de los emigrantes internacionales de Pérez Zeledón.....	PRPZ 8-22
8.4.2	Motivo de Emigración.....	PRPZ 8-23
8.4.3	Fuentes de Financiamiento.....	PRPZ 8-23
8.4.4	Destino y estadía de los emigrantes de Pérez Zeledón .....	PRPZ 8-24
8.4.5	Envío de Remesas.....	PRPZ 8-25
8.4.6	Inversión del dinero producto de las remesas .....	PRPZ 8-26
<b>8.5</b>	<b>Algunas hipótesis sobre la emigración en Pérez Zeledón.....</b>	<b>PRPZ 8-27</b>
<b>8.6</b>	<b>Posibles efectos económicos y sociales de la emigración en Pérez Zeledón .....</b>	<b>PRPZ 8-28</b>
<b>8.7</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>PRPZ 8-31</b>
<b>8.8</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>PRPZ 8-33</b>

## CAPÍTULO 9 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

<b>9.1</b>	<b>Actividades agropecuarias .....</b>	<b>PRPZ 9.1-1</b>
9.1.1	Aspectos generales.....	PRPZ 9.1-1
9.1.2	La actividad agropecuaria en la región Brunca .....	PRPZ 9.1-2
9.1.3	La actividad agropecuaria en el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 9.1-3
9.1.4	Conclusiones.....	PRPZ 9.1-29
9.1.5	Bibliografía .....	PRPZ 9.1-30

<b>9.2 Actividades comerciales, industriales y de servicios .....</b>	<b>PRPZ 9.2-1</b>
9.2.1 Introducción.....	PRPZ 9.2-1
9.2.2 Breve reseña histórica de las actividades productivas .....	PRPZ 9.2-2
9.2.3 Situación actual de las actividades productivas de Pérez Zeledón.....	PRPZ 9.2-3
9.2.4 Actividades comerciales y de servicios en la Región Brunca.....	PRPZ 9.2-4
9.2.5 Actividades Industriales y de Construcción en la región Brunca .....	PRPZ 9.2-7
9.2.6 Aspectos generales de las patentes comerciales.....	PRPZ 9.2-8
9.2.7 Característica de los comercios y servicios .....	PRPZ 9.2-11
9.2.8 Actividades Industriales y de Construcción .....	PRPZ 9.2-19
9.2.9 Características salariales de las actividades productiva .....	PRPZ 9.2-28
9.2.10 Las potencialidades para el desarrollo de la economía local .....	PRPZ 9.2-32
9.2.11 Conclusiones.....	PRPZ 9.2-35
9.2.12 Bibliografía .....	PRPZ 9.2-36

---

## **CAPÍTULO 10 ACTIVIDAD TURÍSTICA**

<b>10.1 Breve resumen del turismo en la Región Brunca.....</b>	<b>PRPZ 10-1</b>
10.1.1 Introducción.....	PRPZ 10-1
<b>10.2 Tipos de actividades turísticas que se desarrollan en Pérez Zeledón .....</b>	<b>PRPZ 10-2</b>
10.2.1 Visitantes del Parque Nacional Chirripó .....	PRPZ 10-2
10.2.2 Turistas de sol y playa que se dirigen hacia Dominical.....	PRPZ 10-3
10.2.3 Visitantes de paso, por motivos laborales .....	PRPZ 10-3
<b>10.3 Atractivos del cantón.....</b>	<b>PRPZ 10-4</b>
10.3.1 Áreas silvestres protegidas ubicadas en el cantón.....	PRPZ 10-4
10.3.2 Atractivos primarios.....	PRPZ 10-4
10.3.3 Atractivos secundarios.....	PRPZ 10-5
10.3.4 Algunos otros atractivos.....	PRPZ 10-6
<b>10.4 Características de la actividad turística en el Cantón de Pérez Zeledón .....</b>	<b>PRPZ 10-11</b>
10.4.1 La oferta turística en la zona.....	PRPZ 10-11
10.4.2 Características de los hospedajes presentes en el cantón .....	PRPZ 10-13
10.4.3 El caso del Parque Nacional Chirripó .....	PRPZ 10-15
<b>10.5 Organización del sector turístico en la zona.....</b>	<b>PRPZ 10-18</b>
10.5.1 Capacitaciones en el sector turismo en el cantón .....	PRPZ 10-19
<b>10.6 Relación de Pérez Zeledón en el ámbito turístico con los cantones vecinos ..</b>	<b>PRPZ 10-20</b>
10.6.1 Cantón de Osa.....	PRPZ 10-20
10.6.2 Cantón de Coto Brus.....	PRPZ 10-20
10.6.3 Dota.....	PRPZ 10-21
<b>10.7 Actividades turísticas con potencial.....</b>	<b>PRPZ 10-21</b>
10.7.1 Turismo temático.....	PRPZ 10-21
10.7.2 Actividades potenciales que podrían incentivarse.....	PRPZ 10-22
10.7.3 El caso del agroturismo .....	PRPZ 10-22
<b>10.8 ¿Cómo incorporar la innovación en el sector turismo? .....</b>	<b>PRPZ 10-22</b>



<b>10.9 Conclusiones</b> .....	<b>PRPZ 10-24</b>
10.9.1 Atractivos turísticos.....	PRPZ 10-24
10.9.2 Alojamientos del cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 10-24
10.9.3 Problemáticas específicas .....	PRPZ 10-24
10.9.4 Retos y oportunidades .....	PRPZ 10-24
10.9.5 Sobre el parque Nacional Chirripó.....	PRPZ 10-25
10.9.6 Temática del turismo, agroturismo y ecoturismo .....	PRPZ 10-25

## CAPÍTULO 11 VALOR DE LA TIERRA

<b>11.1 Introducción</b> .....	<b>PRPZ 11-1</b>
<b>11.2 Valor de la tierra para el Ministerio de Hacienda<sup>2</sup></b>	
11.2.1 Distrito de San Isidro del General .....	PRPZ 11-3
11.2.2 Distrito El General .....	PRPZ 11-4
11.2.3 Distrito Daniel Flores.....	PRPZ 11-4
11.2.4 Distrito Rivas .....	PRPZ 11-5
11.2.5 Distrito de San Pedro .....	PRPZ 11-5
11.2.6 Distrito de Platanares.....	PRPZ 11-6
11.2.7 Distrito Pejibaye .....	PRPZ 11-6
11.2.8 Distrito Cajón.....	PRPZ 11-6
11.2.9 Distrito Barú .....	PRPZ 11-7
11.2.10 Distrito Río Nuevo .....	PRPZ 11-7
11.2.11 Distrito Páramo .....	PRPZ 11-8
<b>11.3 Valores de mercado</b> .....	<b>PRPZ 11-8</b>
11.3.1 Valores y características de las propiedades .....	PRPZ 11-10
<b>11.4 Conclusiones</b> .....	<b>PRPZ 11-19</b>
<b>11.5 Bibliografía</b> .....	<b>PRPZ 11-20</b>

## CAPÍTULO 12 HISTORIA Y PATRIMONIO

<b>12.1 Reseña histórica</b> .....	<b>PRPZ 12.1-1</b>
12.1.1 Historia y patrimonio Regional del Valle de El General 1939-2000.....	PRPZ 12.1-1
12.1.2 Periodización de los procesos históricos: 1870-2002.....	PRPZ 12.1-3
12.1.3 De “Ciudad” Ureña a San Isidro.....	PRPZ 12.1-4
12.1.4 Un vistazo al Patrimonio Arqueológico .....	PRPZ 12.1-4
12.1.5 Del Cacicazgo de Torucaca a la “Picada Calderón” .....	PRPZ 12.1-6
12.1.6 El Territorio como tiempo y espacio social .....	PRPZ 12.1-8
12.1.7 Configuración de la Región a partir de sus hechos históricos.....	PRPZ 12.1-10
12.1.8 Creación de Oficina de Denuncias 1939; presencia del Estado .....	PRPZ 12.1-10
12.1.9 Historia Regional y Planificación Territorial .....	PRPZ 12.1-11
12.1.10 Patrimonio Cultural como Gestión Socioeconómica.....	PRPZ 12.1-13
12.1.11 Características de las unidades productivas autosubsistencia y comercialización incipiente .....	PRPZ 12.1-14
12.1.12 Política productiva del Estado e incidencia en Pérez Zeledón.....	PRPZ 12.1-16

12.1.13 Crisis cafetalera y sus consecuencias .....	PRPZ 12.1-26
12.1.14 Recapitulación.....	PRPZ 12.1-27
12.1.15 Bibliografía .....	PRPZ 12.1-29
<b>12.2 El patrimonio arqueológico .....</b>	<b>PRPZ 12.2-1</b>
12.2.1 Introducción.....	PRPZ 12.2-1
12.2.2 Regiones arqueológicas en el actual territorio costarricense .....	PRPZ 12.2-2
12.2.3 Ocupaciones precolombinas en la Subregión Diquís .....	PRPZ 12.2-3
12.2.4 Sitios registrados en el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 12.2-6
12.2.5 Conclusiones.....	PRPZ 12.2-15
12.2.6 Retos para el futuro.....	PRPZ 12.2-15
12.2.7 Bibliografía .....	PRPZ 12.2-17
<b>12.3 Patrimonio Histórico-Arquitectónico .....</b>	<b>PRPZ 12.3.1</b>
12.3.1 Introducción.....	PRPZ 12.3-1
12.3.2 La salvaguarda del patrimonio arquitectónico nacional.....	PRPZ 12.3-1
12.3.3 Patrimonio histórico – arquitectónico en el cantón .....	PRPZ 12.3-4
12.3.4 Conclusiones.....	PRPZ 12.3-5
Ficha 1 Monumento a los caídos del 48 .....	PRPZ 12.3-7
Ficha 2 Casa Barrantes Elizondo .....	PRPZ 12.3-10
Ficha 3 Escuela de Pedregoso .....	PRPZ 12.3-14
12.3.5 Bibliografía .....	PRPZ 12.3-18

---

## **CAPÍTULO 13 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO SOCIO-ECONÓMICO**

<b>13.1 Condiciones demográficas .....</b>	<b>PRPZ 13-1</b>
<b>13.2 Condiciones de pobreza.....</b>	<b>PRPZ 13-1</b>
<b>13.3 Situación Laboral .....</b>	<b>PRPZ 13-2</b>
<b>13.4 Salud.....</b>	<b>PRPZ 13-3</b>
<b>13.5 Seguridad Ciudadana .....</b>	<b>PRPZ 13-3</b>
<b>13.6 Desarrollo Rural .....</b>	<b>PRPZ 13-4</b>
<b>13.7 Migración.....</b>	<b>PRPZ 13-5</b>
<b>13.8 Actividades Productivas.....</b>	<b>PRPZ 13-7</b>
13.8.1 Actividades comerciales, industriales y de servicios .....	PRPZ 13-7
13.8.2 Actividades Agropecuarias .....	PRPZ 13-8
<b>13.9 Actividad Turística .....</b>	<b>PRPZ 13-9</b>
<b>13.10 Valor de la Tierra .....</b>	<b>PRPZ 13-10</b>
<b>13.11 Historia y Patrimonio .....</b>	<b>PRPZ 13-10</b>
13.11.1 Reseña Histórica.....	PRPZ 13-10
13.11.2 Patrimonio Arqueológico.....	PRPZ 13-12
13.11.3 Patrimonio Histórico-Arquitectónico.....	PRPZ 13-12

## DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO

### CAPÍTULO 14 ASENTAMIENTOS HUMANOS

<b>14.1 Situación general de los asentamientos humanos .....</b>	<b>PRPZ 14.1-1</b>
14.1.1 Introducción.....	PRPZ 14.1-1
14.1.2 Metodología .....	PRPZ 14.1-2
14.1.3 Situación general de los barrios y urbanizaciones en el sector central urbanizado de los distritos de San Isidro del General y Daniel Flores.....	PRPZ 14.1-3
14.1.4 Opinión de los pobladores .....	PRPZ 14.1-29
14.1.5 Conclusiones.....	PRPZ 14.1-41
14.1.6 Bibliografía .....	PRPZ 14.1-43
<b>14.2 Evaluación de barrios y urbanizaciones .....</b>	<b>PRPZ 14.2-1</b>
<b>14.3 Evaluación de centros poblados .....</b>	<b>PRPZ 14.3-1</b>
14.3.1 Introducción.....	PRPZ 14.3-1
14.3.2 Metodología .....	PRPZ 14.3-1
14.3.3 Situación de los centros poblados periféricos del cantón de Pérez Zeledón ....	PRPZ 14.3-2
14.3.4 Análisis de las diferencias y similitudes entre la realidad de poblados periféricos y barrios en la zona central del cantón .....	PRPZ 14.3-10
14.3.5 Opinión de los pobladores de los centros urbanos.....	PRPZ 14.3-13
14.3.6 Los centros urbanos en una estrategia de desarrollo rural .....	PRPZ 14.3-17
14.3.7 Conclusiones.....	PRPZ 14.3-18
<b>14.4 Asentamientos del IDA .....</b>	<b>PRPZ 14.4-1</b>
14.4.1 Introducción.....	PRPZ 14.4-1
14.4.2 El papel del Instituto de Desarrollo Agrario en la región Brunca .....	PRPZ 14.4-1
14.4.3 El IDA en el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 14.4-4
14.4.4 Aspectos relevantes en la visita a algunos asentamientos .....	PRPZ 14.4-7
14.4.5 Variables a considerar en la formación de asentamientos humanos ligadas al desarrollo de actividades agropecuarias .....	PRPZ 14.4-11
14.4.6 Desafíos a enfrentar en los asentamientos del IDA .....	PRPZ 14.4-12
14.4.7 Conclusiones acerca del papel del IDA en el cantón .....	PRPZ 14.4-14
14.4.8 Bibliografía .....	PRPZ 14.4-15
<b>14.5 Asentamientos Indígenas .....</b>	<b>PRPZ 14.5-1</b>
14.5.1 Situación social de la población indígena presente en China Kichá .....	PRPZ 14.5-2
14.5.2 Caracterización de la población indígena del territorio de China Kichá .....	PRPZ 14.5-4
14.5.3 Bibliografía .....	PRPZ 14.5-8

### CAPÍTULO 15 ÁREAS VERDES Y RECREATIVAS

<b>15.1 Consideraciones generales sobre las áreas verdes .....</b>	<b>PRPZ 15.1-1</b>
15.1.1 Introducción.....	PRPZ 15.1-1
15.1.2 Metodología .....	PRPZ 15.1-2
15.1.3 Macro: Las áreas verdes en Pérez Zeledón.....	PRPZ 15.1-4

15.1.4 Beneficios de las áreas verdes .....	PRPZ 15.1-5
15.1.5 Aspectos sociales, económicos de las áreas verdes y recreativas .....	PRPZ 15.1-6
15.1.6 Desarrollo de las primeras áreas verdes .....	PRPZ 15.1-7
15.1.7 Micro: análisis de las áreas verdes y recreativas en el centro urbano. ....	PRPZ 15.1-8
15.1.8 Síntesis de áreas verdes y recreativas analizadas y diagramas conceptuales.....	PRPZ 15.1-17
15.1.9 Áreas verdes en núcleos urbanos de los distritos periféricos.....	PRPZ 15.1-23
15.1.10 Aspecto legal: legislación vigente para áreas públicas en asentamientos residenciales.....	PRPZ 15.1-31
15.1.11 Conclusiones.....	PRPZ 15.1-33
15.1.12 Recomendaciones y Oportunidades para áreas verdes y recreativas .....	PRPZ 15.1-39
15.1.13 Mapeo de Variable de Análisis .....	PRPZ 15.1-41
15.1.14 Bibliografía .....	PRPZ 15.1-45
<b>15.2 Estado actual de las áreas verdes y recreativas del cantón .....</b>	<b>PRPZ 15.2-1</b>

---

## **CAPÍTULO 16 VIALIDAD**

<b>16.1 Topología e infraestructura vial .....</b>	<b>PRPZ 16.1-1</b>
16.1.1 Descripción general de la red vial.....	PRPZ 16.1-1
16.1.2 Análisis de la topología en los centros poblados más importantes .....	PRPZ 16.1-4
16.1.3 Conclusiones .....	PRPZ 16.1-8
<b>16.2 Aceras y peatonización .....</b>	<b>PRPZ 16.2-1</b>
16.2.1 Introducción.....	PRPZ 16.2-1
16.2.2 Estrategia de movilización en función de peatones.....	PRPZ 16.2-2
16.2.3 Características de una óptima red peatonal .....	PRPZ 16.2-5
16.2.4 Aceras en la ciudad de San Isidro y centros de Daniel Flores y Palmares .....	PRPZ 16.2-19
16.2.5 Consideraciones para la implementación de proyectos de redes peatonales y movilización en general .....	PRPZ 16.2-27
16.2.6 Conclusiones.....	PRPZ 16.2-31
16.2.7 Bibliografía .....	PRPZ 16.2-34
<b>16.3 Ciclovías .....</b>	<b>PRPZ 16.3-1</b>
16.3.1 Introducción.....	PRPZ 16.3-1
16.3.2 Generalidades.....	PRPZ 16.3-2
16.3.3 Las ciclovías y el uso de la bicicleta en Pérez Zeledón.....	PRPZ 16.3-6
16.3.4 Conclusiones.....	PRPZ 16.3-12
16.3.5 Bibliografía .....	PRPZ 16.3-13

---

## **CAPÍTULO 17 TRANSPORTES**

<b>17.1 Flujos vehiculares .....</b>	<b>PRPZ 17.1-1</b>
17.1.1 Introducción.....	PRPZ 17.1-1
17.1.2 Conteos del MOPT .....	PRPZ 17.1-1
17.1.3 Conteos de ProDUS.....	PRPZ 17.1-3
17.1.4 Flujos vehiculares sobre la Ruta Nacional 2.....	PRPZ 17.1-6
17.1.5 Conclusiones.....	PRPZ 17.1-7

<b>17.2 Transporte público .....</b>	<b>PRPZ 17.2-1</b>
17.2.1 Generalidades.....	PRPZ 17.2-1
17.2.2 Rutas de buses .....	PRPZ 17.2-1
17.2.3 Terminales de buses.....	PRPZ 17.2-7
17.2.4 Conclusiones.....	PRPZ 17.2-15
<b>17.3 Estacionamientos .....</b>	<b>PRPZ 17.3-1</b>
17.3.1 Introducción.....	PRPZ 17.3-1
17.3.2 Análisis de la situación actual .....	PRPZ 17.3-1
17.3.3 Problemas de estacionamiento.....	PRPZ 17.3-8
17.3.4 Conclusiones.....	PRPZ 17.3-12
<b>17.4 Choques viales .....</b>	<b>PRPZ 17.4-1</b>
17.4.1 Introducción.....	PRPZ 17.4-1
17.4.2 Análisis de los diferenciales en la ocurrencia de choques viales del año 2001	PRPZ 17.4-1
17.4.3 Resultados con base en los datos del año 2001 .....	PRPZ 17.4-2
17.4.4 Choques viales en Pérez Zeledón, en el año 2005 .....	PRPZ 17.4-8
17.4.5 Problemática de la ampliación de la Ruta Nacional 2 .....	PRPZ 17.4-13
17.4.6 Conclusiones.....	PRPZ 17.4-14
<b>17.5 Aeródromos y operaciones aeroportuarias .....</b>	<b>PRPZ 17.5-1</b>
17.5.1 Aeródromo San Isidro del General (MRSI).....	PRPZ 17.5-1
17.5.2 Aeródromo Santa Fé (MRSF) .....	PRPZ 17.5-5
17.5.3 Conclusiones.....	PRPZ 17.5-6

---

## CAPÍTULO 18 SERVICIOS

<b>18.1 Salud .....</b>	<b>PRPZ 18.1-1</b>
18.1.1. Aspectos generales.....	PRPZ 18.1-1
18.1.2. Generalidades de la Región Brunca .....	PRPZ 18.1-3
18.1.3. Servicios de salud en el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 18.1-6
18.1.4. Conclusiones.....	PRPZ 18.1-14
18.1.5. Bibliografía .....	PRPZ 18.1-14
<b>18.2 Educación .....</b>	<b>PRPZ 18.2-1</b>
18.2.1 Introducción.....	PRPZ 18.2-1
18.2.2 Educación Primaria y Pre-escolar.....	PRPZ 18.2-1
18.2.3 Educación Secundaria .....	PRPZ 18.2-5
18.2.3.1 Infraestructura .....	PRPZ 18.2-6
18.2.4 Educación Técnica y Superior .....	PRPZ 18.2-8
<b>18.3 Agua Potable .....</b>	<b>PRPZ 18.3-1</b>
18.3.1 Descripción general del abastecimiento de agua potable en Pérez Zeledón ...	PRPZ 18.3-1
18.3.2 Abastecimiento de agua en viviendas .....	PRPZ 18.3-3
18.3.3 Acueductos administrados por el ICAA. ....	PRPZ 18.3-3
18.3.4 Acueductos rurales .....	PRPZ 18.3-15
18.3.5 Información sobre tarifas .....	PRPZ 18.3-22
18.3.6 Conclusiones.....	PRPZ 18.3-25

18.3.7 Recomendaciones .....	PRPZ 18.3-26
<b>18.4 Aguas residuales ordinarias y especiales .....</b>	<b>PRPZ 18.4-1</b>
18.4.1 Introducción.....	PRPZ 18.4-1
18.4.2 Tipos de Tratamiento de Aguas Residuales .....	PRPZ 18.4-2
18.4.3 Alcantarillado Sanitario y Planta de tratamiento .....	PRPZ 18.4-8
18.4.4 Disposición de Aguas Residuales en el Cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 18.4-15
18.4.5 Descripción del alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de la ciudad de San Isidro .....	PRPZ 18.4-17
18.4.6 Entes generadores de agua residual de tipo especial.....	PRPZ 18.4-22
18.4.7 Otras opciones para el tratamiento de aguas residuales .....	PRPZ 18.4-28
18.4.8 Comentarios finales .....	PRPZ 18.4-37
18.4.9 Glosario .....	PRPZ 18.4-39
18.4.10 Bibliografía .....	PRPZ 18.4-40
<b>18.5 Alcantarillado pluvial .....</b>	<b>PRPZ 18.5-1</b>
18.5.1 Introducción.....	PRPZ 18.5-1
18.5.2 Alcantarillado pluvial existente .....	PRPZ 18.5-1
18.5.3 Segunda etapa del alcantarillado pluvial de la ciudad de San Isidro .....	PRPZ 18.5-2
18.5.4 Bibliografía .....	PRPZ 18.5-3
<b>18.6 Recolección y disposición de desechos sólidos .....</b>	<b>PRPZ 18.6-1</b>
18.6.1 Generación y composición.....	PRPZ 18.6-1
18.6.2 Recolección de desechos sólidos.....	PRPZ 18.6-1
18.6.3 Sitios de disposición final de desechos sólidos .....	PRPZ 18.6-6
18.6.4 Reglamento autónomo para el tratamiento integral de los desechos sólidos en el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 18.6-15
18.6.5 Conclusiones.....	PRPZ 18.6-15
<b>18.7 Electricidad .....</b>	<b>PRPZ 18.7-1</b>
18.7.1 Metodología .....	PRPZ 18.7-1
18.7.2 Relevancia para el Plan Regulador .....	PRPZ 18.7-1
18.7.3 Cobertura del servicio .....	PRPZ 18.7-1
18.7.4 Características del Sistema en Pérez Zeledón .....	PRPZ 18.7-3
18.7.5 Conclusiones.....	PRPZ 18.7-6
<b>18.8 Telefonía .....</b>	<b>PRPZ 18.8-1</b>
18.8.1 Metodología .....	PRPZ 18.8-1
18.8.2 Relevancia para el Plan Regulador .....	PRPZ 18.8-1
18.8.3 Telefonía Fija .....	PRPZ 18.8-1
18.8.4 Telefonía Celular (o móvil) .....	PRPZ 18.8-3
18.8.5 Telefonía pública .....	PRPZ 18.8-4
18.8.6 Conclusiones.....	PRPZ 18.8-6

## DIAGNÓSTICO DE PARTICIPACIÓN Y LEGAL

### CAPÍTULO 19 REALIDAD DEL CANTÓN A LA LUZ DEL PROCESO PARTICIPATIVO

<b>19.1 Procesos Participativos.....</b>	<b>PRPZ 19-1</b>
19.1.1 Metodología de trabajo .....	PRPZ 19-2
19.1.2 Análisis de entrevistas y cuestionarios .....	PRPZ 19-2
19.1.3 Resultados del análisis de entrevistas a profundidad.....	PRPZ 19-4
19.1.4 Caracterización del trabajo en subgrupos realizado.....	PRPZ 19-8
<b>19.2 Clasificación de actores sociales según representación, organizaciones e intereses particulares .....</b>	<b>PRPZ 19-17</b>
19.2.1 Representación Institucional (gubernamental y no gubernamental) .....	PRPZ 19-17
19.2.2 Representación del Gobierno Local.....	PRPZ 19-17
19.2.3 Asociaciones de Desarrollo .....	PRPZ 19-18
19.2.4 Organizaciones Comunales.....	PRPZ 19-18
19.2.5 Comercios .....	PRPZ 19-18
19.2.6 Población en general .....	PRPZ 19-18
<b>19.3 Conclusiones .....</b>	<b>PRPZ 19-19</b>
<b>19.4 Bibliografía.....</b>	<b>PRPZ 19-21</b>

### CAPÍTULO 20 ASPECTOS LEGALES

20.1 Zonas de Riesgo .....	PRPZ 20.1-1
20.2 Incentivos a los Desarrollos Turísticos .....	PRPZ 20.1-3
20.3 Situación de los Particulares en Áreas de Protección .....	PRPZ 20.1-15
20.4. Áreas Silvestres Protegidas.....	PRPZ 20.1-23
20.5. Legislación atinente al tema de Mataderos .....	PRPZ 20.1-48
20.6 Situación Jurídica de la Reserva China Kichá.....	PRPZ 20.1-56
20.7 Protección de Mantos Acuíferos y Áreas de Recarga según la Sala Constitucional (Voto 1923-2004) .....	PRPZ 20.1-61
20.8 Condominios y Planificación Urbana: Ingerencia del Plan Regulador .....	PRPZ 20.1-67
20.9 Orden sanitaria de cierre para botaderos a cielo abierto y vertederos de basura .....	PRPZ 20.1-72

### CAPÍTULO 21 DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL

<b>21.1 Capacidades Tecnológicas e Institucionales .....</b>	<b>PRPZ 21-1</b>
22.1.1 Evaluación Técnica de los equipos existentes en la Municipalidad .....	PRPZ 21-3
<b>22.2 Capacidades personales y departamentales .....</b>	<b>PRPZ 21-11</b>
<b>22.3 Conclusiones .....</b>	<b>PRPZ 21-14</b>

## Índice de Tablas

### DIAGNÓSTICO FÍSICO – AMBIENTAL

#### CAPÍTULO 1 CONDICIONES FÍSICAS

##### 1.1 Condiciones climáticas

Tabla 1.1-1. Área de las zonas de vida del cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 1.1-2
Tabla 1.1-2. Estaciones meteorológicas utilizadas para la descripción climática del cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 1.1-2
Tabla 1.1-3. Precipitación promedio anual y periodo efectivo seco en las zonas de vida en el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 1.1-3
Tabla 1.1-4. Precipitación promedio, máxima y mínima en estaciones meteorológicas representativas para el clima del cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 1.1-4
Tabla 1.1-5. Temperatura promedio diaria en las Zonas de Vida en el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 1.1-6

##### 1.2 Geología y geomorfología

##### 1.3 Topografía

Tabla 1.3-1. Distribución de las pendientes por distrito en el cantón de Pérez Zeledón, porcentaje respecto a la superficie por distrito .....	PRPZ 1.3-6
Tabla 1.3-2. Distribución de las pendientes por distrito en el cantón de Pérez Zeledón, porcentaje respecto al total por tipo de pendiente .....	PRPZ 1.3-6

##### 1.4 Extracción de Materiales

Tabla 1.4-1. Zonas de Explotación en Pérez Zeledón, según Dirección de Geología y Minas del MINAE .....	PRPZ 1.4-3
Tabla 1.4-2. Fichas resumen de datos de cada expediente disponible .....	PRPZ 1.4-4
Tabla 1.4-1. Fichas resumen de datos de cada expediente disponible (continuación)..	PRPZ 1.4-5
Tabla 1.4-3. Extracciones sin información disponible.....	PRPZ 1.4-6

#### CAPÍTULO 2 AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS

##### 2.1 Cuencas y red hídrica

Tabla 2.1-1. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente promedio de laderas.....	PRPZ 2.1-3
Tabla 2.1-2. Características morfométricas de las cuencas hidrográficas .....	PRPZ 2.1-5
Tabla 2.1-3. Área de las cuencas de Pérez Zeledón dentro de Áreas Silvestres Protegidas (ASP) .....	PRPZ 2.1-12
Tabla 2.1-4. Uso de suelo en el área del cantón dentro de cada cuenca (hectáreas). PRPZ 2.1-13	
Tabla 2.1-5. Área dentro del cantón de Pérez Zeledón fuera de las áreas silvestres protegidas (ASP) por cuenca, según rangos de pendientes (hectáreas).....	PRPZ 2.1-15
Tabla 2.1-6. Longitud de calles y cantidad de poblados por cuenca.....	PRPZ 2.1-16
Tabla 2.1-7. Concesiones para explotación hídrica según la fuente por cuenca .....	PRPZ 2.1-19
Tabla 2.1-8. Caudal otorgado(l/s) en las concesiones para explotación hídrica según la fuente por cuenca.....	PRPZ 2.1-20



Tabla 2.1-9. Caudal otorgado (l/s) en las concesiones para explotación hídrica según uso por cuenca.....	PRPZ 2.1-21
Tabla 2.1-10. Pozos registrados por el SENARA según uso por cuenca .....	PRPZ 2.1-22
Tabla 2.1-10. Pozos registrados por el SENARA según uso por cuenca .....	PRPZ 2.1-22
Tabla 2.1-11. Caudal registrado(l/s) en los pozos según uso .....	PRPZ 2.1-22
Tabla 2.1-12. Áreas con amenaza de inundación o deslizamientos por cuenca .....	PRPZ 2.1-24

## 2.2 Hidrogeología

Tabla 2.2-1. Resumen de estaciones meteorológicas y clima medio anual en el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 2.2-19
Tabla 2.2-2. Áreas protegidas en el cantón por cuenca hidrográfica .....	PRPZ 2.2-24
Tabla 2.2-3. Pozos inventariados en Pérez Zeledón - SENARA – 2007.....	PRPZ 2.2-26
Tabla 2.2-4. Cantidad de concesiones por tipo de fuente en Pérez Zeledón.....	PRPZ 2.2-26
Tabla 2.2-5. Concesiones de caudales por tipo de fuente en Pérez Zeledón.....	PRPZ 2.2-26
Tabla 2.2-6. Nacientes y caudales concesionados en el cantón de Pérez Zeledón ....	PRPZ 2.2-27
Tabla 2.2-7. Pozos y caudales concesionados en el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 2.2-27
Tabla 2.2-8. Ríos y caudales concesionados en el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 2.2-28
Tabla 2.2-9. Quebradas y caudales concesionados en el cantón de Pérez Zeledón ..	PRPZ 2.2-28
Tabla 2.2-10. Concesiones de caudales por uso en Pérez Zeledón - MINAE – 2007 .	PRPZ 2.2-31
Tabla 2.2-11. Zonificación hidrogeológica del Pacífico Sur de Costa Rica .....	PRPZ 2.2-39
Tabla 2.2-12. Zonificación hidrogeológica del Pacífico Sur de Costa Rica .....	PRPZ 2.2-40
Tabla 2.2-13. Distribución de Áreas de recarga de Unidades Hidrogeológicas según Cuencas Hidrográficas en Km2 Región Pacífico Sur de Costa Rica.....	PRPZ 2.2-51
Tabla 2.2-14. Determinación de coeficientes de infiltración (Cf) para suelos Arcillo Arenosos en Acuicludos y Acuifugos. ....	PRPZ 2.2-52
Tabla 2.2-15. Determinación de coeficientes de infiltración (Cf) para suelos Franco Arenosos en Acuíferos aluviales. ....	PRPZ 2.2-52
Tabla 2.2-16. Cálculos de Rs para ETP, en estación Tinamaste.....	PRPZ 2.2-54
Tabla 2.2-17. Determinación de ETP, en estación Tinamaste .....	PRPZ 2.2-54
Tabla 2.2-18. Estaciones con cálculo de ETP promedio mensual .....	PRPZ 2.2-54
Tabla 2.2-19. ETP mensual de estaciones utilizadas .....	PRPZ 2.2-55
Tabla 2.2-20. Estaciones utilizadas en los BHS .....	PRPZ 2.2-56
Tabla 2.2-21. BHS para determinar la Recarga Potencial a los acuicludos de la Región de Cuencas del Río Barú y otros. ....	PRPZ 2.2-58
Tabla 2.2-22. BHS para determinar la Recarga Directa Potencial a los acuíferos costeros de la Región de Cuencas del Río Barú y otros.....	PRPZ 2.2-59
Tabla 2.2-23. Recarga potencial mensual en Cuencas Río Barú y Otros.....	PRPZ 2.2-60
Tabla 2.2-24. Recarga potencial mensual en Cuenca R. Grande de Térraba .....	PRPZ 2.2-61
Tabla 2.2-25. Recarga potencial mensual en Cuenca Río Savegre .....	PRPZ 2.2-61
Tabla 2.2-26. Comparación de recarga potencial y flujo base, Cuencas R. Grande de Térraba y Savegre.....	PRPZ 2.2-72
Tabla 2.2-27. Resumen de componentes de hidrogramas anuales .....	PRPZ 2.2-73
Tabla 2.2-28. Rendimiento seguros propuestos para las Unidades Hidrogeológicas de la cuenca del R. Grande de Térraba. ....	PRPZ 2.2-75
Tabla 2.2-29. Rendimiento seguros propuestos para las Unidades Hidrogeológicas de la cuenca del Río Savegre .....	PRPZ 2.2-76

Tabla 2.2-30. Componentes mensuales de Hidrograma del R. Grande De Térraba. Estación 98-31-01, año 1991- 92.....	PRPZ 2.2-77
Tabla 2.2-31. Componentes mensuales de Hidrograma del Río Savegre. Estación Presa Savegre, 94-29-03, año 1991- 92 .....	PRPZ 2.2-77
Tabla 2.2-32. Extracciones de Aguas subterráneas reportadas actuales y rendimientos seguros: Cuencas Río Barú y Otros .....	PRPZ 2.2-79
Tabla 2.2-33. Extracciones de Aguas subterráneas reportadas actuales y rendimientos seguros: Cuenca R. Grande de Térraba. ....	PRPZ 2.2-79
Tabla 2.2-34. Extracciones de Aguas subterráneas reportadas actuales y rendimientos seguros: cuenca Río Savegre.....	PRPZ 2.2-80
Tabla 2.2-35. Caracterización general de fuentes de contaminación puntual.....	PRPZ 2.2-81
Tabla 2.2-36. Áreas de unidades hidrogeológicas en cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 2.2-82
Tabla 2.2-37. Rendimientos Seguros (Rs) y extracciones de aguas subterráneas en el Cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 2.2-89
Tabla 2.2-38. Función hidrogeológica de las Zonas de Manejo en las Unidades hidrogeológicas del cantón de Pérez Zeledón. ....	PRPZ 2.2-91
Tabla 2.2-39. Normativa existente y recomendación de actividades en las zonas de manejo y protección hídrica potable en todos los cantones de estudio. ....	PRPZ 2.2-102
Tabla 2.2-40. Normativa existente y recomendación de actividades en las zonas de manejo y protección hídrica potable en todos los cantones de estudio (continuación) .....	103

### **CAPÍTULO 3 ECOSISTEMAS NATURALES**

Tabla 3.1-1. Zonas de vida según la clasificación de Holdridge (1978) del cantón de Pérez Zeledón. ....	PRPZ 3-3
Tabla 3.1-2. Área de cobertura forestal y área deforestada en el cantón de Pérez Zeledón entre los años 1997-2000 y 2000-2005. ....	PRPZ 3-14

### **CAPÍTULO 4 AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS**

#### **4.1 Inundaciones**

Tabla 4.1-1. Características morfológicas de las cuencas .....	PRPZ 4.1-3
Tabla 4.1-2. Hidrograma unitario y sintético para la estación Remolino .....	PRPZ 4.1-7
Tabla 4.1-3. Hidrogramas unitarios sintéticos para las cuencas analizadas.....	PRPZ 4.1-8
Tabla 4.1-4. Caudales para diferentes periodos de retorno en las estaciones fluviográficas en la zona de estudio.....	PRPZ 4.1-9
Tabla 4.1-5. Caudales usados en el modelo hidráulico.....	PRPZ 4.1-10
Tabla 4.1-6. Coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en el modelo hidráulico .....	PRPZ 4.1-12
Tabla 4.1-7. Aumento del tirante de agua para las simulaciones de 25 y 50 años comparado con la simulación de 10 años, en metros .....	PRPZ 4.1-14
Tabla 4.1-8. Velocidades promedio y cambio porcentual para las simulaciones de 25 y 50 años con respecto a la simulación de 10 años.....	PRPZ 4.1-15

#### **4.2 Amenazas naturales**

Tabla 4.2-1. Concepto de costo para el país a causa del huracán César.....	PRPZ 4.2-3
Tabla 4.2-2. Distribución del daño total por sectores .....	PRPZ 4.2-3
Tabla 4.2-3. Cantidad de casas afectadas por distrito .....	PRPZ 4.2-10

Tabla 4.2-4. Estimación del número de casas y densidad por segmento censal en el cantón de Pérez Zeledón con base a datos del censo del año 2000.....	PRPZ 4.2-10
Tabla 4.2-3. Número de casas y densidad por segmento censal en el cantón de Pérez Zeledón (continuación).....	PRPZ 4.2-11
Tabla 4.2-5. Comparación entre la zonificación según la CNE y la zonificación según el plan regulador vigente .....	PRPZ 4.2-13
Tabla 4.2-6. Resumen de deslizamientos importantes en el cantón de Pérez Zeledón (ver mapa 4.2-7) .....	PRPZ 4.2-16

#### 4.3 Erosión

Tabla 4.3-1. Coeficiente C para usos del suelo seleccionados .....	PRPZ 4.3-2
Tabla 4.3-2. Clasificación de la severidad de la erosión .....	PRPZ 4.3-3
Tabla 4.3-3. Área según uso de suelo y susceptibilidad de erosión (hectáreas) .....	PRPZ 4.3-5

#### 4.4 Deforestación

Tabla 4.4-1. Resumen de las áreas deforestadas en el período 2000-2005, en algunos cantones de la Región Brunca.....	PRPZ 4.4-1
Tabla 4.4-2. Datos de erosión en trochas madereras encontrados en la Península de Osa. ....	PRPZ 4.4-2
Tabla 4.4-3. Pronósticos de erosión para trocha y un claro maderero en una finca de la Región Brunca. ....	PRPZ 4.4-3

---

### CAPÍTULO 5 USO DE SUELO

#### 5.1 Evaluación general de uso del suelo

Tabla 5.1-1. Capacidad potencial de uso del suelo por distrito para el cantón de Pérez Zeledón. ....	PRPZ 5.1-17
Tabla 5.1-2. Capacidad potencial de uso del suelo, porcentajes por distrito para el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 5.1-18
Tabla 5.1-3. Uso del suelo en el cantón de Pérez Zeledón (1998-2003), área total por distrito .....	PRPZ 5.1-19
Tabla 5.1-4. Uso del suelo en el cantón de Pérez Zeledón (1998-2003), porcentaje del área por distrito.....	PRPZ 5.1-19
Tabla 5.1-5. Uso del suelo en el cantón de Pérez Zeledón (1998-2003), porcentaje del área por tipo de uso.....	PRPZ 5.1-20
Tabla 5.1-6. Uso del suelo en el cantón de Pérez Zeledón (2005), área total por distrito .....	PRPZ 5.1-20
Tabla 5.1-7. Uso del suelo en el cantón de Pérez Zeledón (2005), porcentaje del área por distrito .....	PRPZ 5.1-21
Tabla 5.1-8. Uso del suelo en el cantón de Pérez Zeledón (2005), porcentaje del área por tipo de uso.....	PRPZ 5.1-21
Tabla 5.1-9. Designación de la evaluación de las capacidades y usos encontrados en el distrito de Pérez Zeledón.....	PRPZ 5.1-22
Tabla 5.1-10. Evaluación del uso del suelo (1998-2003) para el cantón de Pérez Zeledón, área (Ha) total por distrito.....	PRPZ 5.1-23
Tabla 5.1-11. Evaluación del uso del suelo (1998-2003) para el cantón de Pérez Zeledón, porcentaje del distrito .....	PRPZ 5.1-23
Tabla 5.1-12. Evaluación del uso del suelo (2005) para el cantón de Pérez Zeledón, área (Ha) total por distrito.....	PRPZ 5.1-24
Tabla 5.1-13. Evaluación del uso del suelo (2005) para el cantón de Pérez Zeledón, porcentaje del distrito.....	PRPZ 5.1-24

Tabla 5.1-14. Área para cada uso del suelo(1998-2003) según la capacidad potencial del suelo, en el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 5.1-25

Tabla 5.1-15. Área para cada uso del suelo (2005) según la capacidad potencial del suelo, en el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 5.1-25

## 5.2 Uso del suelo micro

Tabla 5.2-1. Uso del suelo micro, detalle del número de propiedades y al área por cada tipo de uso..... PRPZ 5.2-6

Tabla 5.2-2. Uso del suelo micro, detalle de porcentaje correspondiente al número de propiedades y al área por cada tipo de uso..... PRPZ 5.2-7

Tabla 5.2-3. Uso del suelo micro con clasificación simplificada, detalle del número de propiedades y área por cada tipo de uso..... PRPZ 5.2-9

Tabla 5.2-4. Uso del suelo micro con clasificación simplificada, detalle del porcentaje correspondiente al número de propiedades y al área por cada tipo de uso..... PRPZ 5.2-10

Tabla 5.2-5. Usos totales presentes por propiedades con clasificación simplificada... PRPZ 5.2-10

Tabla 5.2-6. Comparación de las Áreas del Distrito con la zona de estudio ..... PRPZ 5.2-13

Tabla 5.2-7. Comparación de patentes comerciales y los usos levantados de uso micro ..... PRPZ 5.2-14

Tabla 5.2-8. Comparación de patentes de servicios y los usos levantados de uso micro ..... PRPZ 5.2-14

## CAPÍTULO 6 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO DE LA VULNERABILIDAD

### DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO

## CAPÍTULO 7 REALIDAD SOCIOECONÓMICA

### 7.1 Indicadores de población

Tabla 7.1-1. Distribución de la población según rango de edad y sexo en el cantón .... PRPZ 7.1-3

Tabla 7.1-2. Habitantes por kilómetro cuadrado según distrito del cantón ..... PRPZ 7.1-5

Tabla 7.1-3. Distribución de percentiles de la densidad poblacional..... PRPZ 7.1-6

Tabla 7.1-4. Dependencia Demográfica según distrito del cantón, 2000P ..... RPZ 7.1-7

Tabla 7.1-5. Jefaturas de hogar por sexo según distrito del cantón de Pérez Zeledón. PRPZ 7.1-8

Tabla 7.1-6. Último grado de educación regular aprobado por los jefes y las jefas de hogar, según distrito en el cantón de Pérez Zeledón..... PRPZ 7.1-9

Tabla 7.1-7. Alfabetismo según distrito, 2000..... RPZ 7.1-10

Tabla 7.1-8. Alfabetismo por grupos de edad, 2000..... PRPZ 7.1-11

Tabla 7.1-9. Población con algún tipo de discapacidad por distritos..... PRPZ 7.1-11

Tabla 7.1-10. Población y tipo de discapacidad en el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 7.1-12

### 7.2 Indicadores de vivienda

Tabla 7.2-1. Las cuatro dimensiones de las Necesidades Básicas Insatisfechas y los componentes que las definen ..... PRPZ 7.2-1

Tabla 7.2-2. Distribución de Viviendas por cantidad de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) según distrito para el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 7.2-5

Tabla 7.2-3. Viviendas con Necesidades Básicas Insatisfechas según distrito para el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 7.2-6
Tabla 7.2-4. Tipo de ocupación de vivienda según distrito para el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 7.2-6
Tabla 7.2-5. Tenencia de bienes según distrito para el cantón de Pérez Zeledón, 2000 .....	PRPZ 7.2-9

### 7.3 Indicadores Económicos

Tabla 7.3-1. Población según condición de actividad económica y tasas.....	PRPZ 7.3-5
Tabla 7.3-2. Pérez Zeledón: Población según condición de actividad económica y tasas .....	PRPZ 7.3-6
Tabla 7.3-3. Distribución de la población ocupada según variables económicas seleccionadas .....	PRPZ 7.3-8
Tabla 7.3-4. Distribución de la población ocupada según variables económicas seleccionadas .....	PRPZ 7.3-10
Tabla 7.3-5. Distribución de Inactivos según variables de interés.....	PRPZ 7.3-13
Tabla 7.3-6. Relación de dependencia económica.....	PRPZ 7.3-14

### 7.4 Indicadores de salud

Tabla 7.4-1. Descripción de la red de servicios de la Caja Costarricense del Seguro Social para la Región Brunca.....	PRPZ 7.4-1
Tabla 7.4-2. Descripción de la red de servicios de la Caja Costarricense del Seguro Social para la Región Brunca.....	PRPZ 7.4-1
Tabla 7.4-3. Cantidad de asegurados y porcentaje respecto a la población proyectada a los años 2005 y 2006 .....	PRPZ 7.4-2
Tabla 7.4-4. Tasa de natalidad, mortalidad y mortalidad infantil por cada 1000 habitantes en la Región Brunca para el año 2006. ....	PRPZ 7.4-3
Tabla 7.4-5. Ordenes, días de incapacidad y promedio de días por orden en la Región Brunca para el año 2006 .....	PRPZ 7.4-4
Tabla 7.4-6. Tasas de mortalidad por padecimiento en la Región Brunca para el año 2006 .....	PRPZ 7.4-6
Tabla 7.4-7. Cantidad de consultas externas por habitante, según cantón, hospital y especialidad médica.....	PRPZ 7.4-7
Tabla 7.4-8. Red de servicios de la Caja Costarricense del Seguro Social para el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 7.4-9
Tabla 7.4-9. Distribución etaria proyectada al 2004 para la población adscrita al área de salud de Pérez Zeledón.....	PRPZ 7.4-10
Tabla 7.4-10. Cantidad de Trabajadores Asegurados Directos Activos del año 2000 al 2005, para el cantón de Pérez Zeledón. ....	PRPZ 7.4-11
Tabla 7.4-11. Variación de las tasas de natalidad, mortalidad y mortalidad infantil del año 2000 al 2006, para el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 7.4-12
Tabla 7.4-12. Porcentaje de madres adolescentes del año 2001 al 2006, en Costa Rica y en el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 7.4-13
Tabla 7.4-13. Cantidad de casos de enfermedades de notificación obligatoria en el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 7.4-13
Tabla 7.4-14. Estado de desnutrición de los niños en preescolar .....	PRPZ 7.4-14
Tabla 7.4-15. Principales problemas detectados en la comunidad por el Área de Salud .....	PRPZ 7.4-15

## 7.5 Indicadores de seguridad ciudadana

Tabla 7.5-1. Promedio de denuncias por delitos contra la ley de estupefacientes en el Organismo de Investigación Judicial, 1992-2003.....	PRPZ 7.5-6
Tabla 7.5-2. Promedio de denuncias por delitos contra la ley de estupefacientes por cada 100000 habitantes en el Organismo de Investigación Judicial, 1992-2003.....	PRPZ 7.5-7
Tabla 7.5-3. Promedio de denuncias de homicidios y suicidios en el Organismo de Investigación Judicial, 1992-2003.....	PRPZ 7.5-8
Tabla 7.5-4. Promedio de denuncias de homicidios y suicidios por cada 100.000 habitantes en el Organismo de Investigación Judicial, 1992-2003.....	PRPZ 7.5-9

## 7.6 Desarrollo Rural

Tabla 7.6-1. Caracterización de la clasificación de zonas, según la ubicación geográfica y las actividades desarrolladas, realizada mediante el levantamiento de campo, 2007.....	PRPZ 7.6-3
Tabla 7.6-2. Resumen de las capacitaciones brindadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en la Agencia de San Isidro, en el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 7.6-15
Tabla 7.6-3. Cursos impartidos por el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) en el cantón de Pérez Zeledón, durante el año 2007.....	PRPZ 7.6-16
Tabla 7.6-4. PYMES por sector localizadas en Pérez Zeledón al año 2007.....	PRPZ 7.6-18

---

## CAPÍTULO 8 MOVIMIENTO DE MIGRACIÓN

Tabla 8-1. Movimientos migratorios hacia Pérez Zeledón.....	PRPZ 8-7
Tabla 8-2. Población nacida fuera del cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 8-8
Tabla 8-3. Origen de la población del cantón de Pérez Zeledón nacida en el extranjero.....	PRPZ 8-8
Tabla 8-4. Tasas netas de migración por cantones para 1968-2000.....	PRPZ 8-16
Tabla 8-5. Características de las personas que residían en 1995 en Pérez Zeledón y emigraron a otros cantones del país.....	PRPZ 8-19
Tabla 8-6. Estimación de la población emigrante mayor de 18 años de Pérez Zeledón, 2005.....	PRPZ 8-21
Tabla 8-7. Mecanismo a través del cual financió el emigrante el viaje, 2004.....	PRPZ 8-24
Tabla 8-8. Costa Rica: Usos del dinero de las remesas, 2005.....	PRPZ 8-27

---

## CAPÍTULO 9 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

### 9.1 Actividades agropecuarias

Tabla 9.1-1. Características de los suelos de la Región Brunca.....	PRPZ 9.1-2
Tabla 9.1-2. Resumen de las principales actividades agrícolas de la Región Brunca, al año 2006.....	PRPZ 9.1-3
Tabla 9.1-3. Resumen de las principales actividades pecuarias de la Región Brunca, al año 2006.....	PRPZ 9.1-3
Tabla 9.1-4. Resumen de los principales cultivos del cantón de Pérez Zeledón según el distrito, al año 2006 (café al 2003). .....	PRPZ 9.1-4
Tabla 9.1-5. Resumen de las principales actividades pecuarias del cantón de Pérez Zeledón según el distrito, al año 2006. ....	PRPZ 9.1-4
Tabla 9.1-6. Área destinada para el cultivo del café en las principales zonas productoras de Costa Rica, así como en los cantones de la Región Brunca, según el Censo 2000-2003 del Instituto Costarricense del Café (ICAFFE).....	PRPZ 9.1-6

Tabla 9.1-7. Cobertura de los diferentes cultivos del cantón de Pérez Zeledón según el distrito, al año 2006 (café al 2003) .....	PRPZ 9.1-6
Tabla 9.1-8. Área destinada para el cultivo del café en el cantón de Pérez Zeledón según el Censo 2000-2003 del Instituto Costarricense del Café (ICAFFE). .....	PRPZ 9.1-7
Tabla 9.1-9. Cantidad de productores de café según el rango de producción de los asociados de Coopeagri.....	PRPZ 9.1-8
Tabla 9.1-10. Producción de caña de azúcar en los distritos de Pérez Zeledón durante la zafra 2005-2006 .....	PRPZ 9.1-14
Tabla 9.1-11. Distribución de unidades productivas por rango de producción de los asociados del Ingenio El General de Coopeagri, durante la zafra 2005-06 .....	PRPZ 9.1-15
Tabla 9.1-12. Área cosechada y cantidad de caña de azúcar procesada durante diferentes periodos de zafra en la Región Brunca.....	PRPZ 9.1-15
Tabla 9.1-13. Costos e ingresos por año en la producción de una hectárea de caña de azúcar en el cantón de Pérez Zeledón, al 2006. ....	PRPZ 9.1-17
Tabla 9.1-14. Resumen del área cultivada con frijol en las principales zonas productoras del país, a julio del 2005. ....	PRPZ 9.1-19
Tabla 9.1-15. Resumen de la actividad acuícola en el cantón de Pérez Zeledón según el distrito, al año 2006. ....	PRPZ 9.1-21
Tabla 9.1-16. Beneficios de café del cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 9.1-22
Tabla 9.1-17. Cantidad de caña de azúcar procesada según la región geográfica en el período de zafra de 2004-05 .....	PRPZ 9.1-23
Tabla 9.1-18. Resumen de las áreas de plantaciones forestales, al año 2005.....	PRPZ 9.1-26

## **9.2 Actividades comerciales, industriales y de servicios**

Tabla 9.2-1. Número de empresas formales en Servicios y Comercios, 2005 .....	PRPZ 9.2-6
Tabla 9.2-2. Números de empresas Industriales y de Construcción en la Región Brunca .....	PRPZ 9.2-7
Tabla 9.2-3. Número de comercios, industrias y servicios en el cantón de Pérez Zeledón, según patentes municipales .....	PRPZ 9.2-10
Tabla 9.2-4. Comercios y servicios en San Isidro del General, según patentes municipales, 2006 .....	PRPZ 9.2-13
Tabla 9.2-5. Comercios y servicios en San Isidro del General según patentes municipales, 2006 .....	PRPZ 9.2-14
Tabla 9.2-6. Principales actividades comerciales y de servicios desarrolladas en los distritos de Pérez Zeledón ( Excepto San Isidro del General y Daniel Flores) .....	PRPZ 9.2-18
Tabla 9.2-7. Pérez Zeledón: Empresas formales Industriales, clasificadas por actividad económica y tamaño. 2005 .....	PRPZ 9.2-23
Tabla 9.2-8. Pérez Zeledón: Número de actividades manufactureras según distrito, patentes municipales .....	PRPZ 9.2-24
Tabla 9.2-9. Aspectos generales de la construcción en el sector residencial, Región Brunca, 2005 .....	PRPZ 9.2-25
Tabla 9.2-10. Aspectos generales de la construcción en el sector residencial, Región Brunca, 2005 .....	PRPZ 9.2-25
Tabla 9.2-11. Aspectos generales de la construcción en el sector no residencial, Región Brunca, 2005. ....	PRPZ 9.2-26
Tabla 9.2-12. Pérez Zeledón: Salario por hora según rama de actividad, 2006 .....	PRPZ 9.2-30

## CAPÍTULO 10 ACTIVIDAD TURÍSTICA

Tabla 10-1. Características de la mayor parte de las áreas silvestres protegidas que se encuentran en Pérez Zeledón.....	PRPZ 10-4
Tabla 10-2 . Resumen de la oferta turística, con declaratoria del ICT, para algunos cantones de la Región Brunca.....	PRPZ 10-13
Tabla 10-3. Comparación de los datos sobre hospedajes turísticos levantados por ProDUS, y aquellos con patente y con declaratoria del ICT al 2007.....	PRPZ 10-13
Tabla 10-4. Resumen de las principales características de algunos sitios de alojamiento en el cantón de Pérez Zeledón, al año 2007.....	PRPZ 10-14
Tabla 10-5. Cursos relacionados con turismo impartidos por el INA en el cantón de Pérez Zeledón. 2007 .....	PRPZ 10-19

## CAPÍTULO 11 VALOR DE LA TIERRA

Tabla 11-1. Valor del metro cuadrado en los cuadrantes urbanos del cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ11-3
Tabla 11-2. Matriz de información de zonas homogéneas de valores del distrito San Isidro del General.....	PRPZ11-4
Tabla 11-3. Matriz de información zonas homogéneas de valores del distrito El General .....	PRPZ11-4
Tabla 11-4. Matriz de información zonas homogéneas de valores del distrito Daniel Flores .....	PRPZ11-5
Tabla 11-5. Matriz de información zonas homogéneas de valores del distrito Rivas .....	PRPZ11-5
Tabla 11-6. Matriz de información zonas homogéneas de valores del distrito San Pedro .....	PRPZ11-6
Tabla 11-7. Matriz de información zonas homogéneas de valores del distrito Platanares .....	PRPZ11-6
Tabla 11-8. Matriz de información zonas homogéneas de valores del distrito Pejibaye..	PRPZ11-6
Tabla 11-9. Matriz de información zonas homogéneas de valores del distrito Cajón .....	PRPZ11-7
Tabla 11-10. Matriz de información zonas homogéneas de valores del distrito Barú .....	PRPZ11-7
Tabla 11-11. Matriz de información zonas homogéneas de valores del distrito Río Nuevo .....	PRPZ11-7
Tabla 11-12. Matriz de información zonas homogéneas de valores del distrito Páramo.	PRPZ11-8
Tabla 11-13. Comparación de los valores oficiales y de mercado por hectárea.....	PRPZ11-18

## CAPÍTULO 12 HISTORIA Y PATRIMONIO

### 12.1 Reseña histórica

Tabla 12.1-1 Porcentaje vivienda con servicios básicos. Resumen de datos cantonales .....	PRPZ 12.1-19
Tabla 12.1-2 Porcentaje vivienda con servicios básicos. Resumen de datos distritales. ....	PRPZ 12.1-19
Tabla 12.1-3 Percepción de problemas comunales de acuerdo a su grado de importancia .....	PRPZ 12.1-20

### 12.2 El patrimonio arqueológico

Tabla 12.2-1 Sitios arqueológicos registrados en el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 12.2-7
---	-------------



## 12.3 Patrimonio histórico-arquitectónico

# CAPÍTULO 13 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO SOCIO-ECONÓMICO

## DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO

### CAPÍTULO 14 ASENTAMIENTOS HUMANOS

#### 14.1 Situación general de los asentamientos humanos

Tabla 14.1-1. Características de los barrios y urbanizaciones analizadas en el centro urbano de San Isidro y Daniel Flores .....	PRPZ 14.1-4
Tabla 14.1-2. Síntesis de aspectos mapeados por zonas para los barrios y urbanizaciones de San Isidro del General y Daniel Flores.....	PRPZ 14.1-5
Tabla 14.1-3. Configuración espacial, característica topográficas y disponibilidad de transporte público para los barrios y urbanizaciones de San Isidro del General y Daniel Flores..	PRPZ 14.1-7
Tabla 14.1-4. Urbanizaciones de San Isidro del General y Daniel Flores.....	PRPZ 14.1-8
Tabla 14.1-5. Criterios de calcificación para variables mapeadas para los barrios y urbanizaciones de San Isidro del General y Daniel Flores .....	PRPZ 14.1-9
Tabla 14.1-6. Resultado por zona de las variables mapeadas del grupo 01 (equipamiento urbano, alumbrado público, estado de la acera y accesibilidad) para los barrios y urbanizaciones de San Isidro del General y Daniel Flores.....	PRPZ 14.1-12
Tabla 14.1-7. Resultado por zona de las variables mapeadas del grupo 02 (estado de las viviendas, calles y áreas verdes) para los barrios y urbanizaciones de San Isidro del General y Daniel Flores .....	PRPZ 14.1-20
Tabla 14.1-8. Matriz de relación por diferencias y coincidencias entre los barrios en ubicados en zonas intermedias y asentamientos residenciales cercanos analizados .....	PRPZ 14.1-28
Tabla 14.1-9. Distribución del total de encuestas realizadas por tipo de respuesta (valores absolutos y relativos) .....	PRPZ 14.1-30
Tabla 14.1-10. Cantidad de encuestas realizadas por zona (valores absolutos y relativos) .....	PRPZ 14.1-30
Tabla 14.1-11. Categorías de agrupamiento para las fortalezas.....	PRPZ 14.1-30
Tabla 14.1-12. Categorías de agrupamiento para las problemáticas.....	PRPZ 14.1-31
Tabla 14.1-13. Síntesis de los cocientes de fortalezas y problemáticas entre número de encuestas realizadas por zonas .....	PRPZ 14.1-31

#### 14.2 Evaluación de barrios y urbanizaciones

#### 14.3 Evaluación de poblados

Tabla 14.3-1 Resultados de los aspectos analizados en centros urbanos de poblados .....	PRPZ 14.3-5
Tabla 14.3-2 Características de los barrios y urbanizaciones analizadas en el centro urbano de San Isidro y Daniel Flores .....	PRPZ 14.3-12

#### 14.4 Asentamientos del IDA

Tabla 14.4-1. Resumen de asentamientos formados por el IDA en la Región Brunca, al 2006 .....	PRPZ 14.4-1
Tabla 14.4-2. Resumen cantonal del número de lotes parcelados y titulados de los asentamientos del IDA en la Región Brunca, al 2006. ....	PRPZ 14.4-2

Tabla 14.4-3. Datos que el IDA reporta como montos pagados (en millones de colones) por la institución para la compra de tierras para la formación de asentamientos en la Región Brunca, al año 2006. ....	PRPZ 14.4-2
Tabla 14.4-4. Resumen del origen de los asentamientos del IDA en la Región Brunca, al 2006. ....	PRPZ 14.4-3
Tabla 14.4-5. Resumen de los asentamientos entregados por el IDA en Pérez Zeledón, al 2006. ....	PRPZ 14.4-4
Tabla 14.4-6. Características generales de los asentamientos del IDA en el cantón de Pérez Zeledón, al 2006. ....	PRPZ 14.4-5
Tabla 14.4-7. Resumen de algunas características de los asentamientos del IDA visitados en el cantón de Pérez Zeledón, 2007. ....	PRPZ 14.4-6

#### 14.5 Asentamientos Indígenas

Tabla 14.5-1 Total de población indígena en el país según ubicación.....	PRPZ 14.5-1
Tabla 14.5-2 Distribución de la población indígena según territorio de ocupación en la Región Brunca.....	PRPZ 14.5-2
Tabla 14.5-3 Población indígena según ubicación dentro de los segmentos censales correspondientes al territorio de China Kichá.....	PRPZ 14.5-3

---

### CAPÍTULO 15 ÁREAS VERDES Y RECREATIVAS

#### 15.1 Consideraciones generales sobre las áreas verdes

Tabla 15.1-1 Aspectos positivos y aspectos a mejorar de las áreas verdes y recreativas según usuarios.....	PRPZ 15.1-17
Tabla 15.1-2. Resumen áreas verdes y recreativas analizadas.....	PRPZ 15.1-18
Tabla 15.1-3 Principales coincidencias y diferencias entre las áreas verdes y recreativas públicas. ....	PRPZ 15.1- <b>Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 15.1-4 Tabla Áreas verdes y recreativas periféricas: se resumen los datos más relevantes de las áreas verdes y recreativas analizadas en este sector del cantón. Se complementan las descripciones escritas con fotografías del lugar.....	PRPZ 15.1-25
Tabla 15.1-5 Resumen del Porcentaje de área pública a ceder según el criterio de densidad habitacional. ....	PRPZ 15.1-31
Tabla 15.1-6.Relación metros cuadrados de área verde y recreativa analizada por habitante (segmento censal y distrito) .....	PRPZ 15.1-32
Tabla 15.1-7. Horario de llegada y salida de transporte público en la ruta 28, Finca Municipal .....	PRPZ 15.1-36
Tabla 15.1-8. Opción de actividades .....	PRPZ 15.1-41
Tabla 15.1-9. Arborización en plazas de fútbol .....	PRPZ 15.1-42
Tabla 15.1-10. Arborización en otras canchas de deporte .....	PRPZ 15.1-42
Tabla 15.1-11 Arborización en otras áreas verdes.....	PRPZ 15.1-42
Tabla 15.1-12. Equipamiento.....	PRPZ 15.1-42
Tabla 15.1-13. Mantenimiento .....	PRPZ 15.1-42

#### 15.2 Estado actual de las áreas verdes y recreativas del cantón

---

### CAPÍTULO 16 VIALIDAD

#### 16.1 Topología e infraestructura vial

Tabla 16.1-1 Indicadores de cantidad de calles por tipo en Pérez Zeledón.....	PRPZ 16.1-2
Tabla 16.1-2. Indicadores de cantidad de calles por distritos en Pérez Zeledón.....	PRPZ 16.1-2

## 16.2 Aceras y peatonización

Tabla 16.2-1. Atropellos por distrito, en función del estado de salud del peatón, por distrito y por ruta.....	PRPZ 16.2-16
Tabla 16.2-2. Ancho de franja verde por ancho de calzada en el sector analizado de la ciudad de San Isidro del General .....	PRPZ 16.2-21
Tabla 16.2-3. Ancho de franja verde por ancho de acera en el sector analizado de la ciudad de San Isidro del General .....	PRPZ 16.2-22
Tabla 16.2-4. Ancho de franja verde por vocación de uso del suelo en el sector analizado de la ciudad de San Isidro del General.....	PRPZ 16.2-23

## 16.3 Ciclovías

Tabla 16.3-1 Colisiones con bicicletas respecto al estado de salud del ciclista, por distrito y por ruta .....	PRPZ 16.3-8
Tabla 16.3-2 Listado de eventos de ciclismo de montaña para el último cuatrimestre del año .....	PRPZ 16.3-11

---

## CAPÍTULO 17 TRANSPORTES

### 17.1 Flujos vehiculares

Tabla 17.1-1 Distribución modal (totales) de las estaciones de recuento del MOPT, 1998-1999 .....	PRPZ 17.1-1
Tabla 17.1-2 Distribución modal (porcentajes) de las estaciones de recuento del MOPT, 1998-1999 .....	PRPZ 17.1-2
Tabla 17.1-3 Estación de recuento 709 La Georgina – San Isidro.....	PRPZ 17.1-2
Tabla 17.1-4 Porcentajes por hora del flujo vehicular en la estación 709 del MOPT... PRPZ 17.1-6	
Tabla 17.1-5 Estimación de vehículos entre las 6 a.m. y 6 p.m. ....	PRPZ 17.1-7

### 17.2 Transporte público

Tabla 17.2-1. Lista de rutas y horarios de buses que SALEN DE la Terminal de Buses Municipal .....	PRPZ-17.2-2
Tabla 17.2-1 Lista de rutas y horarios de buses que SALEN DE la Terminal de Buses Municipal (continuación).....	PRPZ-17.2-3
Tabla 17.2-2. Lista de rutas y horarios de buses que SALEN HACIA la Terminal de Buses Municipal .....	PRPZ-17.2-3
Tabla 17.2-2 Lista de rutas y horarios de buses que SALEN HACIA la Terminal de Buses Municipal (continuación) .....	PRPZ-17.2-4
Tabla 17.2-2 Lista de rutas y horarios de buses que SALEN HACIA la Terminal de Buses Municipal (continuación) .....	PRPZ-17.2-5
Tabla 17.2-3. Lista de rutas y horarios de buses que SALEN DE la Terminal Blanco.. PRPZ-17.2-5	
Tabla 17.2-4. Lista de rutas y horarios de buses que SALEN DE la Terminal GAFESO .....	PRPZ-17.2-5
Tabla 17.2-5. Lista de rutas y horarios de buses que SALEN DE la Terminal TRACOPA .....	PRPZ-17.2-6
Tabla 17.2-6. Lista de horarios de la ruta San José - San Isidro, Terminal MUSOC ... PRPZ-17.2-6	

### 17.3 Estacionamientos

Tabla 17.3-1. Información de estacionamientos públicos de San Isidro .....	PRPZ 17.3-3
Tabla 17.3-2. Capacidad de los lotes de estacionamiento privados de San Isidro .....	PRPZ 17.3-4
Tabla 17.3-3. Estimación de la cantidad de espacios para estacionarse en la vía pública .....	PRPZ 17.3-5

Tabla 17.3-4. Información de las patentes de Pérez Zeledón referidas a taxis y zonas de estacionamiento .....	PRPZ 17.3-5
Tabla 17.3-5. Tipo de taxi según la información de patentes de Zona de Estacionamiento, por distrito de Pérez Zeledón .....	PRPZ 17.3-6
Tabla 17.3-6. Multas por estacionamiento realizadas por día del 2000 al 2004 en San Isidro del General.....	PRPZ 17.3-9
Tabla 17.3-7. Cantidad de boletas de parquímetros promedio emitidas por día en San Isidro .....	PRPZ 17.3-11

#### 17.4 Choques viales

Tabla 17.4-1. Cantones incluidos en el estudio .....	PRPZ 17.4-2
Tabla 17.4-2. Total de boletas y kilómetros de carretera por distrito según el tipo de carretera .....	PRPZ 17.4-3
Tabla 17.4-3. Choques viales en la Ruta 2, Carretera Interamericana .....	PRPZ 17.4-7
Tabla 17.4-4. Ubicación de los accidentes en la red vial de Pérez Zeledón (año 2001).....	PRPZ 17.4-8
Tabla 17.4-5. Choques viales, vehículos involucrados y afectados, por distrito. ....	PRPZ 17.4-9
Tabla 17.4-6. Ubicación de los accidentes en la red vial de Pérez Zeledón (año 2001).....	PRPZ 17.4-9
Tabla 17.4-7. Choques viales del año 2005 por tipo de choque vial para cada distrito del cantón .....	PRPZ 17.4-12

#### 17.5 Aeródromos y operaciones aeroportuarias

Tabla 17.5-1 Características físicas del aeródromo MRSI .....	PRPZ 17.5-2
Tabla 17.5-2 Operaciones aeronáuticas realizadas en MRSI durante el año 2005 .....	PRPZ 17.5-4
Tabla 17.5-3 Características físicas del aeródromo MRSF .....	PRPZ 17.5-5

---

### CAPÍTULO 18 SERVICIOS

#### 18.1 Salud

Tabla 18.1-1. Descripción de la red de servicios de la Caja Costarricense del Seguro Social para la Región Brunca.....	PRPZ 18.1-3
Tabla 18.1-2. Cantidad de profesionales y técnicos emplazados en servicios de salud y cantidad por cada 1 000 habitantes, según población del censo del año 2000.....	PRPZ 18.1-4
Tabla 18.1-3. Total de camas para los hospitales de la Región Brunca y promedio por servicio médico para el 2005.....	PRPZ 18.1-5
Tabla 18.1-4. Red de servicios de la Caja Costarricense del Seguro Social para el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 18.1-6
Tabla 18.1-5. Otros servicios del sistema de salud de la Caja Costarricense del Seguro Social para el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 18.1-8
Tabla 18.1-6. Comunidades a las que se realizan visitas periódicas por parte de los EBAIS.....	PRPZ 18.1-11

#### 18.2 Educación

Tabla 18.2-1 Total Escuelas, Promedio de Matrícula y Cambio para periodo 2003-2006 .....	PRPZ 18.2-2
Tabla 18.2-2 Escuelas por distrito, según nivel de matrícula .....	PRPZ 18.2-3
Tabla 18.2-3 Infraestructura básica por Centro Educativo .....	PRPZ 18.2-7
Tabla 18.2-4 Universidades presentes en el cantón y catalogo de carreras.....	PRPZ 18.2-9

### 18.3 Agua Potable

Tabla 18.3-1. Viviendas ocupadas y abastecidas por fuentes de agua potable por distrito en el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 18.3-2
Tabla 18.3-2. Descripción de los tanques del acueducto de San Isidro.....	PRPZ 18.3-5
Tabla 18.3-3. Barrios y sectores de Pérez Zeledón, que presentan un déficit de agua.....	PRPZ 18.3-7
Tabla 18.3-4. Pozos propuestos para Alfombra y Tinamastes.....	PRPZ 18.3-15
Tabla 18.3-5. Sistemas periféricos rurales no administrados por el ICAA y las poblaciones abastecidas. (2003).....	PRPZ 18.3-21
Tabla 18.3-6. Calidad del agua en las redes de distribución de los acueductos rurales – Año 2003. ....	PRPZ 18.3-22
Tabla 18.3-7. Cuadro comparativo de tarifas, tanto para acueductos rurales como para los acueductos administrados por el ICAA.....	PRPZ 18.3-24

### 18.4 Aguas residuales ordinarias y especiales

Tabla 18.4-1. Métodos de tratamiento de aguas residuales y sus dispositivos de tratamiento más comunes.....	PRPZ 18.4-3
Tabla 18.4-2. Disposición de aguas residuales en viviendas ocupadas por distrito en el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 18.4-16
Tabla 18.4-3. Dimensiones de las lagunas de estabilización.....	PRPZ 18.4-19
Tabla 18.4-4. Parámetros físico-químicos y bacteriológicos del agua residual previo a su ingreso a las lagunas y en el efluente final después del tratamiento. ....	PRPZ 18.4-20
Tabla 18.4-5. Valores promedio y máximo de DBO y SST medidos en el 2004 en el efluente final de las lagunas de oxidación.....	PRPZ 18.4-21
Tabla 18.4-6. Actividades más importantes que deberían presentar reporte operacional ante el Ministerio de Salud (MINSa).....	PRPZ 18.4-25
Tabla 18.4-7. Límites admisibles para los parámetros de medición para las actividades que presentaron reportes operacionales en el periodo 2004-2006.....	PRPZ 18.4-26
Tabla 18.4-8. Datos de los reportes operacionales de entes generadores de aguas residuales presentados en el cantón de Pérez Zeledón, periodo 2004-2006.....	PRPZ 18.4-26

### 18.5 Alcantarillado pluvial

### 18.6 Recolección y disposición de desechos sólidos

Tabla 18.6-1. Composición de los desechos sólidos ordinarios generados zonas urbanas de Pérez Zeledón.....	PRPZ 18.6-2
Tabla 18.6-2. Sectores que reciben el servicio de recolección y disposición de desechos sólidos.....	PRPZ 18.6-3
Tabla 18.6-3. Cantidad de metros lineales de propiedades con frente de calle, que reciben servicios de recolección de desechos sólidos y aseo de vías.....	PRPZ 18.6-4
Tabla 18.6-4. Cantidad de metros lineales de propiedades con frente de calle, que reciben servicios de recolección de desechos sólidos y aseo de vías.....	PRPZ 18.6-4
Tabla 18.6-5. Parámetros de diseño del relleno sanitario previsto para Pérez Zeledón.....	PRPZ 18.6-10
Tabla 18.6-6. Resumen de la infraestructura a desarrollar para el relleno sanitario previsto para Pérez Zeledón.....	PRPZ 18.6-13
Tabla 18.6-7. Factores ambientales y lineamientos preventivos y de mitigación durante las etapas de operación para el relleno sanitario previsto para Pérez Zeledón.....	PRPZ 18.6-14

### 18.7 Electricidad

Tabla 18.7-1. Viviendas con electricidad en Pérez Zeledón.....	PRPZ 18.7-2
--	-------------

Tabla 18.7-2. Cobertura eléctrica de los distritos de Pérez Zeledón..... PRPZ 18.7-3  
 Tabla 18.7-3. Población en los segmentos censales con viviendas con suministro de electricidad ..... PRPZ 18.7-4  
 Tabla 18.7-4. Cantidad de abonados eléctricos del cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 18.7-5  
 Tabla 18.7-5. Abonados eléctricos por distrito para Marzo y Octubre del 2006..... PRPZ 18.7-6

### 18.8 Telefonía

Tabla 18.8-1. Centrales telefónicas que suplen a Pérez Zeledón..... PRPZ 18.8-1  
 Tabla 18.8-2. Viviendas con teléfono en Pérez Zeledón ..... PRPZ 18.8-2  
 Tabla 18.8-3. Abonados telefónicos por distrito en Pérez Zeledón, a Junio del 2007 . PRPZ 18.8-2  
 Tabla 18.8-4. Telefonía pública en el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 18.8-5

## DIAGNÓSTICO DE PARTICIPACIÓN Y LEGAL

### CAPÍTULO 19 REALIDAD DEL CANTÓN A LA LUZ DEL PROCESO PARTICIPATIVO

Tabla 19.1-1. Sesiones realizada para el proceso participativo de la fase de diagnóstico por lugar y fecha..... PRPZ 19-8  
 Tabla 19.1-2. Resumen de las problemáticas identificadas por las comunidades..... PRPZ 19-9

### CAPÍTULO 20 ASPECTOS LEGALES

Tabla 20-1. Listado de Áreas Ambientalmente Frágiles ..... PRPZ 20.1-22  
 Tabla 20-2. Restricciones específicas relacionadas con el goce y uso público y los servicios complementarios ..... PRPZ 20.1-39  
 Tabla 20-3. Clasificación De Establecimientos y Actividades Según Riesgo Sanitario Ambiental ..... PRPZ 20.1-49  
 Tabla 20-4. Actividades, obras o proyectos sujetos al proceso de EIA para los cuales no existen leyes específicas que lo soliciten ..... PRPZ 20.1-50  
 Tabla 20-5. Requerimiento de Planes en Establecimiento o Actividad Agropecuaria o Industrial de Grupos A y B, en relación a la cantidad de trabajadores que tenga. (Artículos de 24 a 26 y 29) ..... PRPZ 20.1-52

### CAPÍTULO 21 DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL

#### 21.1 Capacidades Tecnológicas e Institucionales

Tabla 22-1. Requerimientos para usar ArcEditor 9.2 ..... PRPZ 21-3  
 Tabla 22-2. Detalle de los equipos existentes en la Municipalidad de Pérez Zeledón ... PRPZ 21-4

## Índice de Mapas

### DIAGNÓSTICO FÍSICO – AMBIENTAL

#### CAPÍTULO 1 CONDICIONES FÍSICAS

##### 1.1 Condiciones climáticas

Mapa 1.1-1. Zonas de vida en el cantón de Pérez Zeledón y ubicación de estaciones meteorológicas utilizadas para caracterización climática .....	PRPZ 1.1-12
Mapa 1.1-2. Precipitación promedio anual en el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 1.1-13
Mapa 1.1-3. Horas de sol promedio diarias en el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 1.1-14

##### 1.2 Geología y geomorfología

Mapa1-2.1. Geología presente en el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 1.2-18
Mapa 1-2.2. Geomorfología presente en el cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 1.2-19

##### 1.3 Topografía

Mapa 1.3-1 Pendientes en Pérez Zeledón .....	PRPZ 1.3-7
--	------------

##### 1.4 Extracción de Materiales

Mapa 1.4-1 Concesiones para la extracción de materiales en Pérez Zeledón .....	PRPZ 1.4-9
Mapa 1.4-2 Concesiones para la extracción de materiales en Pérez Zeledón (continuación) .....	PRPZ 1.4-10

#### CAPÍTULO 2 AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS

##### 2.1 Cuencas y red hídrica

Mapa 2.1-1. Cuencas hidrográficas .....	PRPZ 2.1-27
Mapa 2.1-2. Areas Silvestres Protegidas.....	PRPZ 2.1-28
Mapa 2.1-3. Clasificación de pendientes .....	PRPZ 2.1-29
Mapa 2.1-4. Concesiones del recurso hídrico .....	PRPZ 2.1-30
Mapa 2.1-5. Pozos registrados por SENARA.....	PRPZ 2.1-31

##### 2.2 Hidrogeología

Mapa 2.2-1. Ubicación del área de estudio .....	PRPZ 2.2-109
Mapa 2.2-2. Recorrido de gira del 30 de julio al 2 de agosto de 2007 y puntos identificados .....	PRPZ 2.2-110
Mapa 2.2-3. Isoyetas y ubicación de estaciones meteorológicas utilizadas .....	PRPZ 2.2-111
Mapa 2.2-4. Isoyetas IMN-1982.....	PRPZ 2.2-112
Mapa 2.2-5. Tipos de suelos para el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 2.2-113
Mapa 2.2-6. Cuencas hidrográficas y Áreas Silvestres Protegidas en el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 2.2-114
Mapa 2.2-7. mapa 2.2-7. Geomorfología y ubicación de pozos registrados en SENARA y de concesiones del MINAE .....	PRPZ 2.2-115
Mapa 2.2-8. Acueductos de cantones en la Región Brunca con pruebas calidad de agua en sus fuentes.....	PRPZ 2.2-116

Mapa 2.2-9. Unidades hidrogeológicas, cuencas y estaciones fluviográficas en el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 2.2-117
Mapa 2.2-10. Zonificación Hidrogeológica del Cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 2.2-118
Mapa 2.2-11. Categorías y zonas de protección y manejo de aguas subterráneas en el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 2.2-119

---

## CAPÍTULO 3 ECOSISTEMAS NATURALES

---

### CAPÍTULO 4 AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS

#### 4.1 Inundaciones

Mapa 4.1-1. Cuencas y secciones usadas en el modelo hidráulico .....	PRPZ 4.1-23
Mapa 4.1-2. Comparación mancha de inundación generada por ProDUS y zonas de inundación según la CNE .....	PRPZ 4.1-24

#### 4.2 Amenazas naturales

Mapa 4.2-1. Zonas de Inundación según la CNE al año 2006 .....	PRPZ 4.2-23
Mapa 4.2-2. Comparación entre zonas de inundación CNE 1996 y zonas de inundación CNE 2006 .....	PRPZ 4.2-24
Mapa 4.2-3. Zonas de Inundación según el Plan Regulador actual .....	PRPZ 4.2-25
Mapa 4.2-4. Densidad por segmento censal en zonas de inundación según CNE (viv/Ha) .....	PRPZ 4.2-26
Mapa 4.2-5. Distribución de casas en zonas de inundación según CNE .....	PRPZ 4.2-27
Mapa 4.2-6. Comparación entre las zonas con riesgo de inundación según CNE y la zonificación del plan regulador actual .....	PRPZ 4.2-28
Mapa 4.2-7. Deslizamientos y fallas en el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 4.2-29

#### 4.3 Erosión

Mapa 4.3-1. Severidad de erosión en Pérez Zeledón .....	PRPZ 4.3-7
---	------------

#### 4.4 Deforestación

---

## CAPÍTULO 5 USO DE SUELO

### 5.1 Evaluación general de uso del suelo

Mapa 5.1-1 Capacidad de uso del suelo de Pérez Zeledón .....	PRPZ 5.1-26
Mapa 5.1-2 Uso del suelo de Pérez Zeledón (1998-2003) .....	PRPZ 5.1-27
Mapa 5.1-3 Uso del suelo de Pérez Zeledón (2005) .....	PRPZ 5.1-28
Mapa 5.1-4 Evaluación del Uso en 1998-2003 de Acuerdo a la Capacidad Potencial del Suelo .....	PRPZ 5.1-29
Mapa 5.1-5. Evaluación del Uso en el 2005 de Acuerdo a la Capacidad Potencial del Suelo .....	PRPZ 5.1-30

### 5.2 Uso del suelo micro

Mapa 5.2-1. Zona de estudio para el análisis de uso de suelo micro .....	PRPZ 5.2-16
Mapa 5.2-2. Uso de suelo micro en San Isidro, clasificado por parcelas .....	PRPZ 5.2-17
Mapa 5.2-3. Uso de suelo micro en San Isidro, clasificado por usos presentes (sección norte) .....	PRPZ 5.2-18



Mapa 5.2-4. Uso de suelo micro en San Isidro, clasificado por usos presentes (sección sur) ..... PRPZ 5.2-19

Mapa 5.2-5. Uso del suelo micro en la Ruta 2, clasificado por usos presentes ..... PRPZ 5.2-20

Mapa 5.2-6. Uso de suelo micro a lo largo de la Ruta 2, clasificado por parcelas (continuación) ..... PRPZ 5.2-21

Mapa 5.2-7. Uso de suelo micro en Palmares, clasificado por parcelas ..... PRPZ 5.2-22

Mapa 5.2-8. Uso de suelo micro a lo largo de la Ruta 2, por usos presentes ..... PRPZ 5.2-23

Mapa 5.2-9. Uso del suelo micro en la Ruta 2, clasificado por usos presentes ..... PRPZ 5.2-24

Mapa 5.2-10 Uso del suelo micro en la Ruta 2, clasificado por usos presentes (continuación) ..... PRPZ 5.2-25

Mapa 5.2-11. Uso de suelo micro en Palmares, clasificado por usos presentes ..... PRPZ 5.2-26

## CAPÍTULO 6 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO DE LA VULNERABILIDAD

### DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO

#### CAPÍTULO 7 REALIDAD SOCIOECONÓMICA

##### 7.1 Indicadores de población

Mapa 7.1-1 Cantidad de personas por segmento censal en el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 7.1-14

Mapa 7.1-2 Densidad de población por segmento censal en el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 7.1-15

Mapa 7.1-3 Dependencia demográfica por segmento censal en el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 7.1-16

Mapa 7.1-4 Porcentaje de las jefaturas de hogar ejercidas por mujeres por segmento censal ..... PRPZ 7.1-17

##### 7.2 Indicadores de vivienda

Mapa 7.2-1 Número de viviendas con necesidades básicas de albergue insatisfechas, por segmento censal ..... PRPZ 7.2-12

Mapa 7.2-2 Número de viviendas con necesidades básicas de higiene insatisfechas, por segmento censal ..... PRPZ 7.2-13

Mapa 7.2-3 Número de viviendas con necesidades básicas de saber insatisfechas, por segmento censal ..... PRPZ 7.2-14

Mapa 7.2-4. Número de viviendas con necesidades básicas de consumo insatisfechas, por segmento censal ..... PRPZ 7.2-15

Mapa 7.2-5 Total de Necesidades Básicas de Insatisfechas por cada 100 viviendas, por segmento censal ..... PRPZ 7.2-16

Mapa 7.2-6 Viviendas con vehículo por segmento censal en el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 7.2-17

Mapa 7.2-7 Viviendas con teléfono por segmento censal en el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 7.2-18

##### 7.3 Indicadores Económicos

##### 7.4 Indicadores de salud

##### 7.5 Indicadores de seguridad ciudadana

## 7.6 Desarrollo Rural

---

### CAPÍTULO 8 MOVIMIENTO DE MIGRACIÓN

Mapa 8-1. Tasa de migración neta por cantones de Costa Rica, en el período 1968-1973 .....	PRPZ 8-13
Mapa 8-2. Tasa de migración neta por cantones de Costa Rica, en el período 1979-1984 .....	PRPZ 8-14
Mapa 8-1. Tasa de migración neta por cantones de Costa Rica, en el período 1995-2000 .....	PRPZ 8-15

---

### CAPÍTULO 9 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

#### 9.1 Actividades agropecuarias

#### 9.2 Actividades comerciales, industriales y de servicios

---

### CAPÍTULO 10 ACTIVIDAD TURÍSTICA

Mapa 10-1 Alojamientos en el cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ 10-27
--	------------

---

### CAPÍTULO 11 VALOR DE LA TIERRA

Mapa 11-1. Zonas Homogéneas del cantón de Pérez Zeledón .....	PRPZ11-21
Mapa 11-2. Zonas Homogéneas del distrito de San Isidro.....	PRPZ11-22
Mapa 11-3. Zonas Homogéneas del distrito de Daniel Flores.....	PRPZ11-23
Mapa 11-4. Zonas Homogéneas del distrito de General Viejo.....	PRPZ11-24
Mapa 11-5. Zonas Homogéneas del cantón San Isidro centro y Daniel Flores .....	PRPZ11-25
Mapa 11-6. Capacidad de uso del suelo y zonas homogéneas de Pérez Zeledón .....	PRPZ11-26

---

### CAPÍTULO 12 HISTORIA Y PATRIMONIO

#### 12.1 Reseña histórica

#### 12.2 El patrimonio arqueológico

Mapa 12.2-1. Sitios arqueológicos y áreas protegidas de Pérez Zeledón .....	PRPZ 12.2-21
Mapa 12.2-2. Sitios arqueológicos al norte del cantón.....	PRPZ 12.2-22
Mapa 12.2-3. Sitios arqueológicos al sureste del cantón .....	PRPZ 12.2-23

#### 12.3 Patrimonio histórico-arquitectónico

Mapa 12.3-1. Patrimonio histórico-arquitectónico, sitios declarados .....	PRPZ 12.3-17
---	--------------

---

### CAPÍTULO 13 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO SOCIO-ECONÓMICO

## DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO

### CAPÍTULO 14 ASENTAMIENTOS HUMANOS

#### 14.1 Situación general de los asentamientos humanos

Mapa 14.1-1. Barrios y urbanizaciones analizadas en Pérez Zeledón .....	PRPZ 14.1-14
Mapa 14.1-2. Evaluación de barrios y urbanizaciones (equipamiento urbano, alumbrado público, acera, accesibilidad) Zona A.....	PRPZ 14.1-15
Mapa 14.1-3. Evaluación de barrios y urbanizaciones(equipamiento urbano, alumbrado público, acera, accesibilidad) , Zona B.....	PRPZ 14.1-16
Mapa 14.1-4. Evaluación de barrios y urbanizaciones (equipamiento urbano, alumbrado público, acera, accesibilidad), Zona C.....	PRPZ 14.1-17
Mapa 14.1-5. Evaluación de barrios y urbanizaciones (equipamiento urbano, alumbrado público, acera, accesibilidad), Zona D.....	PRPZ 14.1-18
Mapa 14.1-6. Evaluación de barrios y urbanizaciones (equipamiento urbano, alumbrado público, acera, accesibilidad), Zona E.....	PRPZ 14.1-19
Mapa 14.1-7. Evaluación de barrios y urbanizaciones (estado de vivienda, calle y áreas verdes) , Zona A.....	PRPZ 14.1-21
Mapa 14.1-8. Evaluación de barrios y urbanizaciones (estado de vivienda, calle y áreas verdes), Zona B.....	PRPZ 14.1-22
Mapa 14.1-9. Evaluación de barrios y urbanizaciones (estado de vivienda, calle y áreas verdes), Zona C.....	PRPZ 14.1-23
Mapa 14.1-10. Evaluación de barrios y urbanizaciones(estado de vivienda, calle y áreas verdes) , Zona D.....	PRPZ 14.1-24
Mapa 14.1-11. Evaluación de barrios y urbanizaciones (estado de vivienda, calle y áreas verdes), Zona E.....	PRPZ 14.1-25

#### 14.2 Evaluación de barrios y urbanizaciones

#### 14.3 Evaluación de poblados

Mapa 14.3-1. Centros poblados de la periferia de Pérez Zeledón evaluados.....	PRPZ 14.3-3
Mapa 14.3-2. Densidad poblacional por segmento censal en Pérez Zeledón .....	PRPZ 14.3-4

#### 14.4 Asentamientos del IDA

Mapa 14.4-1 Asentamientos del IDA en Pérez Zeledón.....	PRPZ 14.4-16
---	--------------

#### 14.5 Asentamientos Indígenas

Mapa 14.5-1. Territorio Indígena China Kichá .....	PRPZ 14.5-9
--	-------------

### CAPÍTULO 15 ÁREAS VERDES Y RECREATIVAS

#### 15.1 Consideraciones generales sobre las áreas verdes

Mapa 15.1-1. Ubicación de las áreas verdes analizadas en las zonas centrales y periferia .....	PRPZ 15.1-8
Mapa 15.1-2. Ubicación de áreas verdes y recreativas analizadas .....	PRPZ 15.1-8
Mapa 15.1-3. Características de las áreas verdes Zona A.....	PRPZ 15.1-46
Mapa 15.1-4. Características de las áreas verdes Zona B.....	PRPZ 15.1-47
Mapa 15.1-5. Características de las áreas verdes Zona C .....	PRPZ 15.1-48

Mapa 15.1-6. Características de las áreas verdes Zona D ..... PRPZ 15.1-49

## 15.2 Estado actual de las áreas verdes y recreativas del cantón

---

### CAPÍTULO 16 VIALIDAD

#### 16.1 Topología e infraestructura vial

Mapa 16.1-1. Red vial de Pérez Zeledón ..... PRPZ 16.1-10

Mapa 16.1-2. Red vial de San Isidro..... PRPZ 16.1-11

Mapa 16.1-3. Red vial de Palmares, Daniel Flores, Peñas Blancas, Pejibaye y Rivas  
..... PRPZ 16.1-12

#### 16.2 Aceras y peatonización

Mapa 16.2-1. Zona de análisis de anchos de aceras de Pérez Zeledón ..... PRPZ 16.2-36

Mapa 16.2-2. Ancho de aceras en el centro de San Isidro..... PRPZ 16.2-37

Mapa 16.2-3. Ancho de aceras en Daniel Flores ..... PRPZ 16.2-38

Mapa 16.2-4. Ancho de aceras en Palmares..... PRPZ 16.2-39

Mapa 16.2-5. Ancho de franjas verdes en el centro de San Isidro..... PRPZ 16.2-40

Mapa 16.2-6. Octavas en el centro de San Isidro ..... PRPZ 16.2-41

Mapa 16.2-7. Atropellos a peatones en el tramo de ampliación de la Ruta Nacional 2 .....  
..... PRPZ 16.2-42

#### 16.3 Ciclovías

Mapa 16.3-1. Colisiones con bicicleta y atropellos en el tramo ampliado de la Ruta 2 .....  
..... PRPZ 17.1-14

---

### CAPÍTULO 17 TRANSPORTES

#### 17.1 Flujos vehiculares

Mapa 17.1-1. Distribución modal para las estaciones de recuento ..... PRPZ 17.1-9

Mapa 17.1-2. Puntos de conteos vehiculares en Pérez Zeledón (enero/febrero 2007)  
..... PRPZ 17.1-10

#### 17.2 Transporte público

Mapa 17.2-1. Cobertura de la red de transporte público ..... PRPZ 17.2-17

Mapa 17.2-2. Ubicación de estaciones de transporte público en San Isidro..... PRPZ 17.2-18

#### 17.3 Estacionamientos

Mapa 17.3-1 Zonas de estacionamientos en San Isidro ..... PRPZ 17.3-13

#### 17.4 Choques viales

Mapa 17.4-1 Colisiones en San Isidro del General, año 2001 y 2005 ..... PRPZ 17.4-16

Mapa 17.4-2 Atropellos en San Isidro del General, año 2001 y 2005..... PRPZ 17.4-17

Mapa 17.4-3 Colisiones sobre la Ruta Nacional 2, año 2001 y 2005 (Tramo entre San Isidro y Barrio Lourdes) ..... PRPZ 17.4-18

Mapa 17.4-4 Colisiones sobre la Ruta Nacional 2, año 2001 y 2005 (Tramo entre Barrio Lourdes y Palmares) ..... PRPZ 17.4-19

Mapa 17.4-5 Atropellos sobre la Ruta Nacional 2, año 2001 y 2005 (Tramo entre San Isidro y Palmares) ..... PRPZ 17.4-20

### 17.5 Aeródromos y operaciones aeroportuarias

Mapa 17.5-1 Aeródromos del cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 17.5-7

## CAPÍTULO 18 SERVICIOS

### 18.1 Salud

Mapa 18.1-1. EBAIS que atienden a la población del cantón de Pérez Zeledón..... PRPZ 18.1-9

Mapa 18.1-2. Localización de los EBAIS respecto a pendientes y zonas de riesgo de inundación ..... PRPZ 18.1-10

### 18.2 Educación

Mapa 18.2-1 Principales Escuelas según ubicación en los barrios en los distritos de San Isidro y Daniel Flores ..... PRPZ 18.2-14

Mapa 18.2-2 Escuelas Unidocentes según zonas de riesgo de inundación y accesibilidad..... PRPZ 18.2-15

Mapa 18.2-3. Jardín de niños, escuelas y colegios, ubicados en el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 18.2-16

### 18.3 Agua Potable

Mapa18.3-1. Número de viviendas abastecidas por acueducto del ICAA, por segmento censal ..... PRPZ 18.3-29

Mapa18.3-2. Número de viviendas abastecidas por acueducto, por segmento censal ..... PRPZ 18.3-30

Mapa18.3-3. Número de viviendas abastecidas por pozo, por segmento censal..... PRPZ 18.3-31

Mapa18.3-4. Número de viviendas abastecidas por río, quebrada o naciente, por segmento censal..... PRPZ 18.3-32

Mapa18.3-5. Número de viviendas abastecidas por lluvia u otro sistema, por segmento censal..... PRPZ 18.3-33

Mapa18.3-6. Acueducto de San Isidro y de Peñas Blancas (ICAA)..... PRPZ 18.3-34

Mapa18.3-7. Barrios y sectores que presentan un déficit de agua, ICAA..... PRPZ 18.3-35

Mapa18.3-8. Red propuesta para el acueducto de San Isidro y de Peñas Blancas (ICAA) ..... PRPZ 18.3-36

Mapa18.3-9. Cuencas hidrográficas que se analizaron como posibles fuentes de extracción de agua por CONCESA ..... PRPZ 18.3-37

### 18.4 Aguas residuales ordinarias y especiales

Mapa18.4-1 Número de viviendas conectadas a alcantarillado sanitario, por segmento censal ..... PRPZ 18.4-43

Mapa 18.4-2 Número de viviendas conectadas a tanque séptico, por cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 18.4-44

Mapa18.4-3 Número de viviendas conectadas a pozo negro o letrina, por segmento censal en el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 18.4-45

Mapa18.4-4 Cobertura actual del alcantarillado sanitario de la ciudad de San Isidro y cobertura futura prevista por el ICAA ..... PRPZ 18.4-46

### 18.5 Alcantarillado pluvial

Mapa18.5-1. Tubería existente y propuesta de expansión del alcantarillado pluvial ... PRPZ 18.5-4

### 18.6 Recolección y disposición de desechos sólidos

Mapa18.6-1. Zona con cobertura del servicio municipal de recolección de desechos sólidos ..... PRPZ 18.6-9  
Mapa18.6-2. Cobertura del servicio municipal de limpieza de vías en la ciudad de San Isidro ..... PRPZ 18.6-10  
Mapa18.6-3. Proyecto de relleno sanitario ..... PRPZ 18.6-11

### **18.7 Electricidad**

Mapa 18.7-1. Viviendas por SC con electricidad ..... PRPZ 18.7-7  
Mapa 18.7-2. Cobertura eléctrica y del alumbrado público ..... PRPZ 18.7-8

### **18.8 Telefonía**

Mapa 18.8-1. Viviendas individuales ocupadas SIN electricidad, por segmento censal..... PRPZ 18.8-7  
Mapa 18.8-2. Cobertura eléctrica y del alumbrado público al 2006 ..... PRPZ 18.8-8

## **DIAGNÓSTICO DE PARTICIPACIÓN Y LEGAL**

### **CAPÍTULO 19 REALIDAD DEL CANTÓN A LA LUZ DEL PROCESO PARTICIPATIVO**

### **CAPÍTULO 20 ASPECTOS LEGALES**

### **CAPÍTULO 21 DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL**

## Índice de Gráficos

### DIAGNÓSTICO FÍSICO – AMBIENTAL

#### CAPÍTULO 1 CONDICIONES FÍSICAS

##### 1.1 Condiciones climáticas

Gráfico 1.1-1 Precipitación promedio mensual en estaciones meteorológicas representativas para el clima del cantón de Pérez Zeledón.....	PRPZ 1.1-5
Gráfico 1.1-2. Temperatura promedio mensual en la estación Tinamaste, periodo 1987-1992 .....	PRPZ 1.1-7
Gráfico 1.1-3. Temperatura promedio mensual en la estación Cerro de la Muerte, periodo 1971-2006 .....	PRPZ 1.1-7
Gráfico 1.1-4. Régimen de Brillo Solar en la estación Tinamaste, periodo 1982-1992..	PRPZ 1.1-8
Gráfico 1.1-5. Régimen de Brillo Solar en la estación Cerro de la Muerte, periodo 1970-1989 .....	PRPZ 1.1-8
Gráfico 1.1-6. Humedad promedio mensual en la estación Tinamaste, periodo 1988-1992 .....	PRPZ 1.1-9
Gráfico 1.1-7. Humedad promedio mensual en la estación Cerro de la Muerte, periodo 1971-2006 .....	PRPZ 1.1-9

##### 1.2 Geología y geomorfología

##### 1.3 Topografía

Gráfico 1.3-1 Distribución de pendientes por distrito .....	PRPZ 1.3-3
Gráfico 1.3-2 Distribución de las pendientes por distrito, rangos para presentación de estudios de suelos .....	PRPZ 1.3-4
Gráfico 1.3-3 Distribución porcentual de las pendientes para todo el cantón, separado por distritos .....	PRPZ 1.3-5

##### 1.4 Extracción de materiales

#### CAPÍTULO 2 AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS

##### 2.1 Cuencas y red hídrica

##### 2.2 Hidrogeología

Gráfico 2.2-1. Régimen de precipitación mensual en la estación Repunta .....	PRPZ 2.2-18
Gráfico 2.2-2. Temperatura Media mensual en la estación Tinamaste .....	PRPZ 2.2-20
Gráfico A-3. Régimen de humedad relativa mensual, Estación # 1, Tinamaste (IMN)	PRPZ 2.2-21
Gráfico 2.2-3. Régimen de brillo solar en la estación Tinamaste .....	PRPZ 2.2-21
Gráfico 2.2-4. Caudal de la fuente Tinamaste .....	PRPZ 2.2-35
Gráfico 2.2-5. Hidrograma del R. Grande De Térraba, y separación de componentes, Estación 94-29-03, año 1991-92.....	PRPZ 2.2-74
Gráfico 2.2-6. Hidrograma del Río Savegre, y separación de componentes. Estación 94-29-03, año 1991-92 .....	PRPZ 2.2-74

---

## CAPÍTULO 4 AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS

### 4.1 Inundaciones

- Gráfico 4.1-1. Comparación del hidrograma generado y calculado para la estación Remolino ..... PRPZ 4.1-6  
Gráfico 4.1-2. Hidrogramas unitarios sintéticos para las cuencas analizadas ..... PRPZ 4.1-7

### 4.2 Amenazas naturales

### 4.3 Erosión

### 4.4 Deforestación

---

## CAPÍTULO 6 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO DE LA VULNERABILIDAD

# DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO

## CAPÍTULO 7 REALIDAD SOCIOECONÓMICA

### 7.1 Indicadores de población

- Gráfico 7.1-1. Crecimiento de la población período 1963-2000 ..... PRPZ 7.1-2  
Gráfico 7.1-2. Distribución de la población según rango de edad y sexo ..... PRPZ 7.1-4

### 7.2 Indicadores de vivienda

### 7.3 Indicadores Económicos

- Gráfico 7.3-1. Subutilización de la fuerza de trabajo por región, 2006 ..... PRPZ 7.3-2  
Gráfico 7.3-2. Porcentaje de Hogares pobres por región 2001-2004 ..... PRPZ 7.3-3  
Gráfico 7.3-3. Región Brunca: Subutilización total de la fuerza de trabajo, 2006 ..... PRPZ 7.3-12

### 7.4 Indicadores de Salud

- Gráfico 7.4-1. Distribución etaria proyectada al 2004 para la población adscrita al área de Pérez Zeledón ..... PRPZ 18.1-11  
Gráfico 7.4-2. Variación de las tasas de natalidad, mortalidad y mortalidad infantil del año 2000 al 2005, para el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 18.1-12

### 7.5 Indicadores de seguridad ciudadana

- Gráfico 7.5-1. Promedio de homicidios dolosos por cada 100.000 habitantes ..... PRPZ 7.5-10  
Gráfico 7.5-2. Promedio de suicidios por cada 100.000 habitantes ..... PRPZ 7.5-11

---

## CAPÍTULO 8 MOVIMIENTO DE MIGRACIÓN

- Gráfico 8-1. Motivos por los cuales emigraron las personas de Pérez Zeledón ..... PRPZ 8-23  
Gráfico 8-2. Periodicidad en que emiten remesas los emigraron de Pérez Zeledón ..... PRPZ 8-26



---

## CAPÍTULO 9 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

### 9.1 Actividades agropecuarias

Gráfico 9.1-1. Resumen de los animales sacrificados (2005-2007) ..... PRPZ 9.1-28

### 9.2 Actividades comerciales, industriales y de servicios

Gráfico 9.2-1. Porcentaje de personas empleadas en el sector manufacturero ..... PRPZ 9.2-7

Gráfico 9.2-2. Daniel Flores: Principales actividades comerciales generadoras de empleo.....  
..... PRPZ 9.2-15

Gráfico 9.2-3. Oferta educativa en los distritos de Pérez Zeledón (excepto San Isidro y Daniel Flores) ..... PRPZ 9.2-17

Gráfico 9.2-4. Pérez Zeledón: Distribución de las empresas formales Industriales según tamaño, 2005 ..... PRPZ 9.2-21

Gráfico 9.2-5. Valor por m<sup>2</sup> de construcción cantones región Brunca (2003-2005) ..... PRPZ 9.2-26

Gráfico 9.2-6. Región Brunca: Construcciones residenciales según tipo de financiamiento .....  
..... PRPZ 9.2-27

Gráfico 9.2-7. Pérez Zeledón: Salario por hora en colones corrientes 2006 según rama de actividad económica..... PRPZ 9.2-29

Gráfico 9.2-8. Pérez Zeledón: Salario por hora según nivel educativo y número de trabajadores por nivel educativo, 2006 ..... PRPZ 9.2-32

---

## CAPÍTULO 10 ACTIVIDAD TURÍSTICA

Gráfico 10-1. Representación gráfica del número de visitantes residentes y no residentes al Parque Nacional Chirrido, durante el periodo 1992-2006 ..... PRPZ 10-2

Gráfico 10-2. Clasificación por tamaño de las empresas formales de Hospedaje en la Región Brunca. .... PRPZ 10-12

Gráfico 10-3. Clasificación por tamaño de las empresas formales de alimentación en la Región Brunca. .... PRPZ 10-12

---

## CAPÍTULO 11 VALOR DE LA TIERRA

---

## CAPÍTULO 12 HISTORIA Y PATRIMONIO

### 12.1 Reseña histórica

### 12.2 El patrimonio arqueológico

### 12.3 Patrimonio histórico-arquitectónico

---

## CAPÍTULO 13 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO SOCIO-ECONÓMICO

## DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO

### CAPÍTULO 14 ASENTAMIENTOS HUMANOS

#### 14.1 Situación general de los asentamientos humanos

- Gráfico 14.1-4. Algunas de las características de los barrios y urbanizaciones analizadas en el centro urbano de San Isidro y Daniel Flores..... PRPZ 14.1-4
- Gráfico 14.2-5. Estado de las aceras (por sectores y completas) y calles (por material) de los barrios y urbanizaciones analizadas en el centro urbano de San Isidro y Daniel FloresPRPZ 14.1-6
- Gráfico 14.4-6. Problemáticas filtradas de los pobladores de los barrios y urbanizaciones analizadas en el centro urbano de San Isidro y Daniel Flores ..... PRPZ 14.1-38
- Gráfico 14.4-6. Fortalezas filtradas de los pobladores de los barrios y urbanizaciones analizadas en el centro urbano de San Isidro y Daniel Flores..... PRPZ 14.1-38

#### 14.2 Evaluación de barrios y urbanizaciones

#### 14.3 Evaluación de poblados

- Gráfico 14.3-1. Resultados de los aspectos analizados en centros urbanos de poblados ..... PRPZ 14.3-5
- Gráfico 14.3-2. Estado de aceras, calles y áreas verdes en poblados ..... PRPZ 14.3-8
- Gráfico 14.3-3. Características de los barrios y urbanizaciones analizadas en el centro urbano de San Isidro y Daniel Flores ..... PRPZ 14.3-11
- Gráfico 14.3-4. Problemáticas presentes en los poblados de Pérez Zeledón..... PRPZ 14.3-14
- Gráfico 14.3-5. Problemáticas más relacionadas con el Plan Regulador ..... PRPZ 14.3-14
- Gráfico 14.3-6. Fortalezas presentes en los poblados de Pérez Zeledón..... PRPZ 14.3-16
- Gráfico 14.3-7. Fortalezas más relacionadas con el Plan Regulador ..... PRPZ 14.3-16

#### 14.5 Asentamientos Indígenas

### CAPÍTULO 15 ÁREAS VERDES Y RECREATIVAS

#### 15.1 Consideraciones generales sobre las áreas verdes

- Gráfico 15.1-1. Uso del suelo en el contexto inmediato del distrito de San Isidro ..... PRPZ 15.1-9
- Gráfico 15.1-2. Coberturas estimadas ..... PRPZ 15.1-11
- Gráfico 15.1-3. Opciones de uso de las zonas verdes en del distrito de San Isidro .. PRPZ 15.1-12
- Gráfico 15.1-4. Cantidad y tipo de Infraestructura urbana en del distrito de San Isidro..... PRPZ 15.1-12
- Gráfico 15.1-5. Mantenimiento general de las áreas verdes en del distrito de San Isidro ..... PRPZ 15.1-13
- Gráfico 15.1-6. Rangos de edad de los usuarios de las áreas verdes y recreativas . PRPZ 15.1-15
- Gráfico 15.1-7. Procedencia de los usuarios de las áreas verdes y recreativas..... PRPZ 15.1-16

## 15.2 Estado actual de las áreas verdes y recreativas del cantón

---

### CAPÍTULO 16 VIALIDAD

#### 16.1 Topología e infraestructura vial

#### 16.2 Aceras y peatonización

#### 16.3 Ciclovías

---

### CAPÍTULO 17 TRANSPORTES

#### 17.1 Flujos vehiculares

Gráfico 17.1-1. Distribución modal de la estación 709 La Georgina – San Isidro del MOPT.....  
..... PRPZ 17.1-3

#### 17.2 Transporte público

#### 17.3 Estacionamientos

Gráfico 17.3-1. Resumen diario de boletas de multas para el 2004 (se muestran 4 semanas de  
cada mes)..... PRPZ 17.3-10

Gráfico 17.3-2. Resumen diario de boletas de multas para algunos meses del 2006 y 2007 .....  
..... PRPZ 17.3-11

#### 17.4 Choques viales

#### 17.5 Aeródromos y operaciones aeroportuarias

---

### CAPÍTULO 18 SERVICIOS

#### 18.1 Salud

#### 18.2 Educación

#### 18.3 Agua Potable

#### 18.4 Aguas residuales ordinarias y especiales

Gráfico 18.4-1. Porcentaje de conexiones al alcantarillado sanitario según el tipo de tarifa al año  
2002 ..... PRPZ 18.4-19

#### 18.5 Alcantarillado pluvial

#### 18.6 Recolección y disposición de desechos sólidos

#### 18.7 Electricidad

#### 18.8 Telefonía

## **DIAGNÓSTICO DE PARTICIPACIÓN Y LEGAL**

### **CAPÍTULO 19 REALIDAD DEL CANTÓN A LA LUZ DEL PROCESO PARTICIPATIVO**

### **CAPÍTULO 20 ASPECTOS LEGALES**

### **CAPÍTULO 21 DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL**

## Índice de Imágenes

### DIAGNÓSTICO FÍSICO – AMBIENTAL

#### CAPÍTULO 1 CONDICIONES FÍSICAS

##### 1.1 Condiciones climáticas

##### 1.2 Geología y geomorfología

Imagen 1.2-1. Estratigrafía del sur de Costa Rica ..... PRPZ 1.2-2

Imagen 1.2-2. Secuencia de rocas sedimentarias..... PRPZ 1.2-3

##### 1.3 Topografía

##### 1.4 Extracción de Materiales

Imagen 1.4-1 Estado de la urbanización en La Hermosa respecto al Río General ..... PRPZ 1.4-11

#### CAPÍTULO 2 AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS

##### 2.1 Cuencas y red hídrica

##### 2.2 Hidrogeología

Imagen 2.2-1. Estratigrafía del Sur de Costa Rica ..... PRPZ 2.2-11

Imagen 2.2-2. Estratigrafía sedimentaria del Sur de Costa Rica..... PRPZ 2.2-12

#### CAPÍTULO 3 ECOSISTEMAS NATURALES

Imagen 3.1-1 Mapa de zonas de vida según la clasificación de Holdridge (1978) presentes en el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 3-18

Imagen 3.1-2 Mapa de cobertura forestal del cantón de Pérez Zeledón para el año 2005 ..... PRPZ 3-19

Imagen 3.1-3 Regiones Florísticas presentes en el cantón de Pérez Zeledón ..... PRPZ 3-20

Imagen 3.1-4 Mapa de los Corredores biológicos propuestos para el cantón ..... PRPZ 3-21

#### CAPÍTULO 4 AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS

##### 4.1 Inundaciones

Imagen 4.1-1. Ejemplo de sección transversal usada en el trabajo ..... PRPZ 4.1-11

Imagen 4.1-2. Esquema de calculo de caudales, HEC-RAS..... PRPZ 4.1-17

Imagen 4.1-3. Esquema del flujo lateral. .... PRPZ 4.1-18

##### 4.2 Amenazas naturales

Imagen 4.2-1. Zonificación sísmica según el Código Sísmico de Costa Rica 2002..... PRPZ 4.2-18

##### 4.3 Erosión

##### 4.4 Deforestación

#### CAPÍTULO 5 USO DE SUELO

## 5.1 Evaluación general de uso del suelo

## 5.2 Uso del suelo micro

Imagen 5.2-1. Detalle de Uso de Suelo Micro en San Isidro del General..... PRPZ 5.2-4

Imagen 5.2-2. Proporción de la zona de estudio del uso del suelo micro con respecto a los distritos  
..... PRPZ 5.2-13

---

## CAPÍTULO 6 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO DE LA VULNERABILIDAD

# DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO

## CAPÍTULO 7 REALIDAD SOCIOECONÓMICA

### 7.1 Indicadores de población

### 7.2 Indicadores económicos

### 7.3 Indicadores de vivienda

### 7.4 Indicadores de salud

### 7.5 Indicadores de seguridad ciudadana

### 7.6 Desarrollo Rural

---

## CAPÍTULO 8 MOVIMIENTO DE MIGRACIÓN

## CAPÍTULO 9 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

### 9.1 Actividades agropecuarias

### 9.2 Actividades comerciales, industriales y de servicios

---

## CAPÍTULO 10 ACTIVIDAD TURÍSTICA

Imagen 10-1. Logo de la Asociación TURISUR..... PRPZ 10-18

---

## CAPÍTULO 11 VALOR DE LA TIERRA

## CAPÍTULO 12 HISTORIA Y PATRIMONIO

### 12.1 Reseña histórica

Imagen 12.1-1. Región Arqueológica Gran Chiriquí..... PRPZ 12.1-5

Imagen 12.1-2. Piezas de valor arqueológico de los períodos Aguas Buenas y Sinarca.....  
..... PRPZ 12.1-6

Imagen 12.1-3. Rutas de las primeras incursiones españolas en la costa Pacífica..... PRPZ 12.1-7

### 12.2 El patrimonio arqueológico

Imagen 12.2-1. Regiones arqueológicas de Costa Rica ..... PRPZ 12.2-2

### 12.3 Patrimonio histórico-arquitectónico

Imagen 12.3-1. Ubicación geográfica del Monumento a los Caídos ..... PRPZ 12.3-7

Imagen 12.3-2. Ubicación geográfica de a Casa Barrantes Elizondo ..... PRPZ 12.3-10

Imagen 12.3-3. Ubicación geográfica de la Escuela Pedregoso ..... PRPZ 12.3-14

## CAPÍTULO 13 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO SOCIO-ECONÓMICO

# DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO

## CAPÍTULO 14 ASENTAMIENTOS HUMANOS

### 14.1 Situación general de los asentamientos humanos

Imagen 14.1-1. Fortalezas y problemas percibidos en barrios en barrios y urbanizaciones mediante la encuesta en los hogares. Sector A. .... PRPZ 14.1-33

Imagen 14.1-1. Fortalezas y problemas percibidos en barrios en barrios y urbanizaciones mediante la encuesta en los hogares. Sector B. .... PRPZ 14.1-34

Imagen 14.1-1. Fortalezas y problemas percibidos en barrios en barrios y urbanizaciones mediante la encuesta en los hogares. Sector C. .... PRPZ 14.1-35

Imagen 14.1-1. Fortalezas y problemas percibidos en barrios en barrios y urbanizaciones mediante la encuesta en los hogares. Sector D. .... PRPZ 14.1-36

Imagen 14.1-1. Fortalezas y problemas percibidos en barrios en barrios y urbanizaciones mediante la encuesta en los hogares. Sector E. .... PRPZ 14.1-37

### 14.2 Evaluación de barrios y urbanizaciones

### 14.3 Evaluación de poblados

### 14.4 Asentamientos del IDA

### 14.5 Asentamientos Indígenas

## CAPÍTULO 15 ÁREAS VERDES Y RECREATIVAS

### 15.1 Consideraciones generales sobre las áreas verdes

Imagen 15.1-1. Diagrama de factores analizados en el diagnóstico ..... PRPZ 15.1-4

Imagen 15.1-2. Juegos infantiles disponibles ene el mercado nacional(Grupo Xilo, Empresa de madera) ..... PRPZ 15.1-34

Imagen 15.1-3. Proyecto de construcción de un parque lineal a lo largo del río Jilguero("Pulmón Cantonal"),junto con una proyección de la iniciativa hasta el lote baldío detrás de los tribunales de Justicia ..... PRPZ 15.1-40

### 15.2 Estado actual de las áreas verdes y recreativas del cantón

## CAPÍTULO 16 VIALIDAD

### 16.1 Topología e infraestructura vial

Imagen 16.1-1. Esquema de cuadras y supercuadras ..... PRPZ 16.1-5

- Imagen 16.1-2. Urbanización lineal con una sola conexión con la red vial ..... PRPZ 16.1-6  
Imagen 16.1-3. Urbanización grande con una sola conexión con la red vial ..... PRPZ 16.1-7

### **16.2 Aceras y peatonización**

- Imagen 16.2-1 Espacio de paso y giro para los usuarios de sillas de ruedas..... PRPZ 16.2-9  
Imagen 16.2-2. Componentes básicos de las transiciones entre niveles, y diferentes esquemas..... PRPZ 16.2-12  
Imagen 16.2-3. Diagramas que muestran el funcionamiento del cruce peatonal bajo la modalidad de ensanche de la esquina, en combinación con el desplazamiento de la esquina. . PRPZ 16.2-14  
Imagen 16.2-4. Jerarquía de los peatones para la toma de decisión y factores que ayudan a satisfacer las necesidades ..... PRPZ 16.2-17  
Imagen 16.2-5. Diagrama de la configuración del ochavo de acuerdo a lo estipulado por el Código Urbano (dimensiones mínimas). en especial donde el flujo sea mayor. .... PRPZ 16.2-24

### **16.3 Ciclovías**

---

## **CAPÍTULO 17 TRANSPORTES**

### **17.2 Transporte público**

- Imagen 17.2-1 Ubicación de la Feria del Agricultor de San Isidro..... PRPZ 17.2-15

### **17.3 Estacionamientos**

- Imagen 17.3-1 Estacionamiento perpendicular (a 90°) ..... PRPZ 17.3-7  
Imagen 17.3-2 Estacionamiento a 60° ..... PRPZ 17.3-7  
Imagen 17.3-3 Estacionamiento en paralelo ..... PRPZ 17.3-7  
Imagen 17.3-4 Estacionamiento dentro de la propiedad con un acceso..... PRPZ 17.3-7  
Imagen 17.3-5 Estacionamiento dentro de la propiedad con 2 accesos..... PRPZ 17.3-7

### **17.4 Choques viales**

### **17.5 Aeródromos y operaciones aeroportuarias**

---

## **CAPÍTULO 18 SERVICIOS**

### **18.1 Salud**

### **18.2 Educación**

### **18.3 Agua Potable**

- Imagen 18.3.1. Ubicación recomendada para pozos en Alfombra y en Tinamastes . PRPZ 18.3-15

### **18.4 Aguas residuales ordinarias y especiales**

- Imagen 18.4-1. Secciones transversal y longitudinal de una zanja de infiltración ..... PRPZ 18.4-5  
Imagen 18.4-2. Pozo de filtración ..... PRPZ 18.4-6  
Imagen 18.4-3. Letrina tradicional simple ..... PRPZ 18.4-7  
Imagen 18.4-4. Esquema de un Tanque séptico doméstico ..... PRPZ 18.4-10  
Imagen 18.4-5. Trampa de grasas..... PRPZ 18.4-15  
Imagen 18.4-6. Distribución de los componentes del sistema de tratamiento de aguas residuales del alcantarillado sanitario de la ciudad de San Isidro de Pérez Zeledón ..... PRPZ 18.4-18  
Imagen 18.4-7. Lagunas de oxidación para el tratamiento de las aguas residuales del alcantarillado



sanitario de la Ciudad de San Isidro. ....	PRPZ 18.4-19
Imagen 18.4-8. Esquema de sistema de lagunas aireadas propuesto por el ICAA para el tratamiento de las aguas residuales del alcantarillado sanitario de la ciudad de San Isidro .....	PRPZ 18.4-22
Imagen 18.4-9. Esquema típico de un filtro de arena intermitente .....	PRPZ 18.4-29
Imagen 18.4-10. Esquema de un humedal construido de flujo subsuperficial horizontal .....	PRPZ 18.4-31
Imagen 18.4-11. Perspectiva de humedales de flujo subsuperficial horizontales para tratamiento de aguas residuales de pequeñas poblaciones .....	PRPZ 18.4-31
Imagen 18.4-12. Filtro anaerobio de flujo ascendente comercial prefabricado .....	32
Imagen 18.4-13. Letrina mejorada de pozo ventilado .....	33
Imagen 18.4-14. Letrina de pozo elevado .....	34
Imagen 18.4-15. Sanitario separador seco .....	35
Imagen 18.4-16. Sanitario separador seco ubicado en una estructura separada de la vivienda.....	PRPZ 18.4-36
Imagen 18.4-17. Principio de funcionamiento de una jardinera para tratar aguas residuales .....	PRPZ 18.4-36
Imagen 18.4-18. Jardinera para el tratamiento de aguas grises .....	PRPZ 18.4-37

#### **18.5 Alcantarillado pluvial**

#### **18.6 Recolección y disposición de desechos sólidos**

#### **18.7 Electricidad**

#### **18.8 Telefonía**

Imagen 18.8-1. Cobertura aproximada de servicio de telefonía celular con tecnología TDMA .....	PRPZ 18.8-4
Imagen 18.8-2. Cobertura aproximada de servicio de telefonía celular con tecnología GSM .....	PRPZ 18.8-4

## **DIAGNÓSTICO DE PARTICIPACIÓN Y LEGAL**

### **CAPÍTULO 19 REALIDAD DEL CANTÓN A LA LUZ DEL PROCESO PARTICIPATIVO**

### **CAPÍTULO 20 LEGAL**

### **CAPÍTULO 21 DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL**

Imagen 22-1. Estructura interna de la Municipalidad de Pérez Zeledón .....	PRPZ 21-11
--	------------

## Índice de Anexos

### DIAGNÓSTICO FÍSICO – AMBIENTAL

#### CAPÍTULO 1 CONDICIONES FÍSICAS

##### 1.1 Condiciones climáticas

Anexo A. Caracterización de la vegetación de las Zonas de Vida en Costa Rica, según Bolaños y Watson (1993)

##### 1.2 Geología y geomorfología

##### 1.3 Topografía

##### 1.4 Extracción de Materiales

#### CAPÍTULO 2 AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS

##### 2.1 Cuencas y red hídrica

Tabla A.1 Concesiones de recurso hídrico en el cantón de Pérez Zeledón

Tabla A.2. Pozos registrados por el SENARA

##### 2.2 Hidrogeología

Anexos en documento adjunto

#### CAPÍTULO 3 ECOSISTEMAS NATURALES

#### CAPÍTULO 4 AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS

##### 4.1 Inundaciones

##### 4.2 Amenazas naturales

##### 4.3 Erosión

##### 4.4 Deforestación

#### CAPÍTULO 5 USO DE SUELO

##### 5.1 Evaluación general de uso del suelo

##### 5.2 Uso del suelo micro

#### CAPÍTULO 6 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO DE LA VULNERABILIDAD

##### 6.1 Síntesis de diagnóstico de la Vulnerabilidad

## DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO

### CAPÍTULO 7 REALIDAD SOCIOECONÓMICA

#### 7.1 Indicadores de población

#### 7.2 Indicadores de vivienda

#### 7.3 Indicadores económicos

Tabla. Población de 12 años y más según condición de actividad (país, región y distrito)

Tabla. Pérez Zeledón: población ocupada por rama de actividad (grupo mayor)

Tabla. Región Brunca: población ocupada según tipo de ocupación

Tabla. Región Brunca: población ocupada según categoría ocupacional

Tabla. Estructura de la población por sector institucional ( principales sectores)

#### 7.4 Indicadores de salud

#### 7.5 Indicadores de seguridad ciudadana

#### 7.6 Desarrollo Rural

### CAPÍTULO 8 MOVIMIENTO DE MIGRACIÓN

### CAPÍTULO 9 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

#### 9.1 Actividades agropecuarias

#### 9.2 Actividades comerciales, industriales y de servicios

### CAPÍTULO 10 CARACTERÍSTICAS DEL TURISMO

### CAPÍTULO 11 VALOR DE LA TIERRA

### CAPÍTULO 12 HISTORIA Y PATRIMONIO

#### 12.1 Reseña histórica

#### 12.2 El patrimonio arqueológico

#### 12.3 Patrimonio histórico-arquitectónico

### CAPÍTULO 13 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO SOCIO-ECONÓMICO

## DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO

### CAPÍTULO 14 ASENTAMIENTOS HUMANOS

#### 14.1 Situación general de los asentamientos humanos

Anexo A. Tabla resumen de aspectos analizados en barrios y urbanizaciones

Anexo B. Documento base para la realización de las encuestas en los asentamientos humanos visitados

#### 14.2 Evaluación de barrios y urbanizaciones

Anexo A. Ficha de evaluación de los barrios visitados

#### 14.3 Evaluación de centros poblados

Anexo A. Machote de la entrevista utilizada para levantamiento de información en sitio

Anexo B. Ficha de análisis utilizada para levantamiento de información en sitio

Anexo C. Tabla de la totalidad de los datos analizados en cada poblado

#### 14.4 Asentamientos del IDA

#### 14.5 Asentamientos Indígenas

### CAPÍTULO 15 ÁREAS VERDES Y RECREATIVAS

#### 15.1 Consideraciones generales sobre las áreas verdes

Anexo A. Análisis F.O.D.A de áreas verdes en Pérez Zeledón

Anexo B. Tabla resumen de datos analizados en las áreas verdes y recreativas

#### 15.2 Estado actual de las áreas verdes y recreativas del cantón

### CAPÍTULO 16 VIALIDAD

#### 16.1 Topología e infraestructura vial

#### 16.2 Aceras y peatonización

#### 16.3 Ciclovías

### CAPÍTULO 17 TRANSPORTES

#### 17.1 Flujos vehiculares

#### 17.2 Transporte público

#### 17.3 Estacionamientos

#### 17.4 Choques viales

#### 17.5 Aeródromos

Anexo A Orientación de las pistas de aterrizaje

Anexo B Información general sobre aeronaves

---

## **CAPÍTULO 18 SERVICIOS**

### **18.1 Salud**

### **18.2 Educación**

### **18.3 Agua Potable**

Anexo A.1. Fichas de los acueductos rurales contactados por ProDUS

Anexo A.2. Fichas de los acueductos rurales según expedientes del ICAA

Anexo A.3. Fichas de los acueductos rurales, obtenida del informe “Estudio de la Situación y Propuestas de Mejoras para el Abastecimiento de Agua Potable en las Zonas de San Isidro de Pérez Zeledón y Lugares Aledaños” realizado por CONCESA en 2003.

### **18.4 Aguas residuales ordinarias y especiales**

Anexo A. Lista de entes generadores que vierten aguas residuales en alcantarillados sanitarios que están exonerados de presenta

### **18.5 Alcantarillado pluvial**

### **18.6 Recolección y disposición de desechos sólidos**

Anexo A. Resumen del Reglamento Sobre Rellenos Sanitarios (27378-S)

### **18.7 Electricidad**

### **18.8 Telefonía**

---

## **DIAGNÓSTICO DE PARTICIPACIÓN Y LEGAL**

---

## **CAPÍTULO 19 REALIDAD DEL CANTÓN A LA LUZ DEL PROCESO PARTICIPATIVO**

Anexo A. Matriz de clasificación de actores sociales en Pérez Zeledón

---

## **CAPÍTULO 20 LEGAL**

---

## **CAPÍTULO 21 DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL**

---

## **INTRODUCCIÓN GENERAL AL DIAGNÓSTICO DEL PLAN REGULADOR DE PÉREZ ZELEDÓN**

El Plan Regulador es el instrumento fundamental que tiene cualquier gobierno local para administrar su territorio y dirigir el desarrollo sostenible en su cantón en las tres dimensiones fundamentales: económica, social y ambiental.

El Plan Regulador tiene el rango legal de reglamento de aplicación local y no puede cambiar la legislación nacional, pero sí las puede reforzar. El Plan Regulador es un conjunto de reglamentos que ayudan a administrar el territorio y que requieren para un diseño adecuado de un diagnóstico profundo de problemas, desafíos y oportunidades que le brinda el territorio a sus habitantes y sus esfuerzos.

El Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible (ProDUS) de la Universidad de Costa Rica entrega este diagnóstico con la firme esperanza de que sirva no sólo para ampliar y profundizar la discusión sobre el nuevo Plan Regulador sino también para presentar desafíos concretos y urgentes, y oportunidades de mejoramiento en múltiples facetas que pueden aprovecharse antes de que se apruebe el Plan Regulador. Los diferentes diagnósticos y sus conclusiones técnicas reflejan las realidades del cantón, muchas veces intuitivas pero no siempre sistematizadas; pero también las opiniones de muchas personas que estuvieron involucradas en el proceso participativo. En muchas de sus secciones se parte de un análisis regional que permitirá de una manera mucho más eficaz contextualizar la realidad de Pérez Zeledón dentro un una región pobre pero que muestra nuevos dinamismos.

Este diagnóstico debe ser un instrumento de discusión y debate y ojalá de toma de decisiones sobre acciones específicas inmediatas; pero sobretodo, sobre el compromiso de construir un mejor cantón, que le de mejor calidad de vida a sus habitantes actuales y futuros; y preserve sus recursos naturales eficazmente para las futuras generaciones.

Sin embargo, hay que indicar que este diagnóstico es un esfuerzo más por clarificar la realidad territorial relevante, pero que, en muchas ocasiones, la falta de información detallada limita significativamente los resultados. Esto es, en particular relevante, con respecto a las zonas de inundación identificadas que coinciden en gran parte con las de la Comisión Nacional de Emergencia, pero que fueron construidas con datos de la topografía de curvas de nivel a cada 10 metros cuando lo ideal sería cada metro. Por lo tanto, si se quiere mayor precisión en el futuro deberá profundizarse la búsqueda de información topográfica y también construir series hidrológicas a lo largo del tiempo que además de dinero requiere de varios años.

El diagnóstico es muy largo, por lo que se aconseja a los lectores concentrarse en las secciones que más les interesan, les afectan, conocen o donde pueden contribuir con sus críticas y aportes.

Pérez Zeledón es un cantón de colonización relativamente reciente y rápida ocurrida en los últimos 70 años que lo enfrentó pronto a los límites físicos y ambientales de una zona muy montañosa, de altas pendientes y precipitaciones.

San Isidro del General, la ciudad de Pérez Zeledón es la capital de la Región Brunca. Tiene muchas de las oficinas regionales del aparato estatal y del sector privado aunque está algo alejada de los núcleos urbanos de los otros cinco cantones. La población de toda la región alcanza casi los 300 mil habitantes y Pérez Zeledón representa más del 40% del total regional.

Asimismo es una de las ciudades más importantes del país con grandes potenciales comerciales; sin embargo, la topografía y el sistema radial de carreteras significan un aislamiento relativo que limita su desarrollo sobre todo cuando se compara con otras ciudades intermedias de Costa Rica.

El cantón de Pérez Zeledón tiene gran variabilidad climática por lo que es posible producir gran cantidad de productos agrícolas con necesidades ambientales muy diferentes. Sin embargo, las actividades económicas del cantón, fundamentalmente agrícola, se centraron tradicionalmente en el café y la caña. En los últimos años en las partes planas del cantón estos cultivos han sido sustituidos por el cultivo de la piña, que crea empleo pero no pequeña propiedad o pequeños empresarios.

### **Transportes e Infraestructura vial: redefinición de prioridades**

Por décadas, la construcción de caminos rurales ha sido una prioridad muy importante para el gobierno local de Pérez Zeledón, con ayuda inclusive de organismos internacionales como la GTZ alemana. La construcción de caminos públicos o privados acompañó la expansión de la frontera agrícola, usualmente con usos agropecuarios poco intensivos hasta terrenos de gran pendiente y precipitación en una parte considerable del territorio del cantón. Esto condujo a la paradoja actual de una red muy extensa de caminos que abre espacios a zonas de baja productividad agrícola, afectadas por los oscilantes precios del café pero también, por la erosión que destruyó la fertilidad de muchos suelos y por la ausencia de una diversificación agrícola que promoviera cultivos de altura y otras actividades agropecuarias en la mayoría de esos terrenos. Por otro lado, muchos de los poblados del cantón son casi solamente pueblos carreteros sin una separación adecuada entre ellos y el camino que los cruza.

Sin embargo, gran parte de la población del cantón habita la ciudad de San Isidro y sus comunidades aledañas como Palmares, Daniel Flores, General Viejo y otras. El estado de muchas de sus calles y caminos que unen los diferentes barrios deja mucho que desear. La topología general de la red de calles urbanas de San Isidro está dominado por completo por la carretera nacional 2 especialmente después de su gran ampliación en el período 2003 al 2005. Esta ampliación creó serios problemas de seguridad vial, partió la ciudad, restringió el movimiento de muchas personas dado los temores y riesgos que conlleva y concentró una parte excesiva de los flujos viales urbanos de la ciudad en esa vía.

Todo esto es especialmente serio en Pérez Zeledón dado que uno de los impactos de la emigración y de las remesas es el aumento en la motorización, algo prematura para la infraestructura física de la ciudad.

Por lo tanto es urgente que se destinen fondos suficientes para mejorar las calles urbanas de la ciudad de San Isidro y los poblados de todo el cantón, para facilitar separar la vida de los asentamientos humanos de los flujos viales de las carreteras más importantes.

También es un reto importante descongestionar el centro de la ciudad eliminando el exceso de estacionamientos en la calle, y promoviendo la construcción de más estacionamientos públicos de pago. Sería muy conveniente que se cree una macro cuadrícula de calles en buen estado en forma de rejilla que le de alternativas de movimiento a la ciudad. Sobre esta rejilla de vías mejoradas debería promoverse la creación de rutas de buses que permitieran la comunicación entre diferentes barrios de la ciudad sin pasar por el centro. Esto por supuesto debería ser negociado con las autoridades nacionales correspondientes.

### **Calidad de la infraestructura urbana: enormes retos por delante**

Una gran parte de las aceras de la ciudad está en mal estado o no tienen continuidad. En muchos barrios no existen del todo. Muchas de las calles no están pavimentadas y eso limita su uso por lo que favorecen que mucho del tráfico se concentre sobre la carretera nacional 2. San Isidro tiene una planta de tratamiento de aguas servidas pero no cubre toda la ciudad por lo que la realidad de tanques sépticos que no funcionan adecuadamente es un problema que comparte con el resto del país.

### **Serios problemas de abastecimiento de aguas**

Gran parte de la ciudad de San Isidro y muchas de las zonas rurales enfrentan hoy y aún más en el futuro próximo, serios problemas de calidad del servicio de agua potable por falta de suministro o falta de presión. Esto implica la necesidad de ampliar significativamente las inversiones en este campo, pero además en el caso de los acueductos rurales administrados por ASADAS se nota una gran necesidad de asistencia técnica y de información estructurada que permita inclusive hacer una evaluación constructiva de su situación.

### **Áreas Verdes: Grandes Carencias y Oportunidades no aprovechadas**

En general la ciudad de San Isidro y los poblados más importantes del cantón muestran problemas serios con las áreas verdes. Entre los aspectos más importantes están pese a que algunas áreas verdes están en buen estado, pero muchas de ellas tienen deficiencias. Numerosos barrios y poblados no las tienen o estas son simplemente canchas de fútbol que no brindan oportunidades de recreación a otros usuarios. Por otro lado la Finca Municipal de San Isidro es relativamente difícil de acceder por lo que sería muy conveniente que mejorara el transporte público en el sector donde se encuentra. En todos los casos mejorar la iluminación artificial implicaría una mayor percepción de seguridad y facilitar su uso en horas nocturnas.

También es importante resaltar el informe separado preparado para este diagnóstico por el hidrogeólogo Marcelino Losilla con la cooperación de Luis Zamora. En este anexo se explican las zonas que requieren mayor protección dentro del cantón por su potencial de recarga o explotación de aguas subterráneas. Este material como todos los demás va a ser un importante insumo en la elaboración de propuestas y regulaciones del Plan Regulador.

### **Diversificar las actividades productivas**

Pérez Zeledón necesita urgentemente diversificar sus actividades productivas para aumentar las posibilidades de desarrollo para sus habitantes y aprovechar mejor los recursos naturales y humanos del cantón. Esto permitiría retener a más jóvenes y recuperar a muchos que salieron del cantón a estudiar a la GAM, o como emigrantes hacia Estados Unidos.

Esto requiere reconocer los recursos naturales y humanos existentes, los recursos naturales que requieren recuperación después de un serio maltrato, y los recursos humanos que requieren un esfuerzo especial de cultivo y desarrollo. También se debe reforzar la generación de capital social fundamentado en la solidaridad y la cooperación de los habitantes a diferentes niveles territoriales.

Asimismo, es de gran importancia explorar la actividad turística como complemento a las actividades actuales, esto es especialmente posible en las zonas altas cercanas al cerro Chirripó, en la cuenca alta del río Savegre al noroeste del cantón de Pérez Zeledón, y en la carretera de San Isidro a Barú.



San Isidro del General es una ciudad con baja accesibilidad relativa al resto del país dada su importancia y su tamaño pero el aislamiento relativo puede superarse. Algunas componentes de una estrategia de desarrollo que enfrenten este reto son:

- Concentrarse en la producción de bienes de alto valor agregado y una alta relación de precio por unidad de precio
- Ampliación, fortalecimiento y diversificación de la oferta turística más allá de la visita al cerro Chirripó y la venta de propiedades con buenas vistas en el distrito de Barú (lo que obviamente es desarrollo inmobiliario y en muy pocas ocasiones es turismo)
- Diversificación de la producción agrícola a productos “nicho” y ojalá de alto valor agregado, la leche, el queso, las mermeladas, la miel de abeja y tal vez la ganadería ovina o caprina y granjas avícolas e inclusive porcinas.
- Producción de verduras, especialmente los que se dan mejor en las alturas, para abastecer no solo el cantón de Pérez Zeledón sino también al cantón de Osa
- Fortalecimiento de centros de servicios mecánicos, electrónicos, eléctricos, de aire acondicionado y otros que provean de mantenimiento a las actividades de todo tipo de la región Brunca que se encuentra relativamente aislada del Valle Central.
- Aprovechar las posibilidades de exportación de piña y otras frutas a través del puerto de Caldera y la costanera
- Crear plantas de procesamiento de fruta que permita su envasado
- Creación de “centros de llamadas” para el extranjero lo que requiere eso sí de buenas telecomunicaciones y abundancia de personas que hablen inglés.

### **Las causas y las consecuencias del proceso de migración de muchos habitantes a los Estados Unidos**

La seria crisis de los precios del café y la presencia previa de emigrantes de Pérez Zeledón en Estados Unidos son dos factores importantes en el gran aumento de la emigración a ese país. Sin embargo, hay que indicar también la importancia que tiene en ese fenómeno el agotamiento de la frontera agrícola en las montañas del cantón, la degradación de los recursos naturales en la misma zona y las dificultades para que los pobladores rurales puedan sobrevivir como empresarios independientes. Esto último se debe ligar también con el espíritu emprendedor y ambicioso de muchos de los habitantes del cantón hijos y nietos de colonizadores.

En este momento este fenómeno plantea numerosos retos complementarios; y que solo marginalmente pueden enfrentarse desde la planificación territorial pero que si la afectan indirectamente. El primero es lograr abrir nuevas oportunidades que ayuden a retener en el cantón o al menos en el país a los jóvenes, cuya cohortes disminuirán rápidamente en los próximos años, evitándoles los riesgos de una migración ilegal cada vez más complicada. El segundo es enfrentar las consecuencias sociales de familias rotas y abandonadas por los emigrantes. El tercero es aprovechar las remesas que los emigrantes envían para fortalecer la diversidad y producción del cantón. El cuarto y muy importante es el aprovechamiento de las habilidades y capacidades de los emigrantes que retornan para diversificar las actividades productivas dentro del cantón e inclusive dentro de la región Brunca.

El cantón de Pérez Zeledón siempre se ha beneficiado y contribuido al desarrollo de la región Brunca. En este momento esta región esta reorientando ese desarrollo hacia el turismo y en algunas partes la diversificación agropecuaria esto abre nuevas oportunidades

para los productores de este cantón. La grave crisis producida por la destrucción causada por el Huracán Cesar se está superando y la inversión pública y privada está creciendo. La disminución de población que ocurrió después del cierre de las operaciones de la compañía bananera está revirtiéndose lentamente. Esto también abre posibilidades de círculos virtuosos de desarrollo.

Esperamos que este documento sea útil en sí mismo y que permita a los diferentes lectores entender mejor el cantón y también la Región Brunca. Esto podría ayudar a tomar decisiones más eficaces en el sector público pero también ayudar a descubrir oportunidades para el sector privado.

Sin embargo, el propósito fundamental de este Diagnóstico para el Plan Regulador es fundamentar las propuestas y posteriormente la elaboración de reglamentos del nuevo Plan Regulador de Pérez Zeledón.


# Diagnóstico Físico - Ambiental



Diagnóstico Físico - Ambiental

## Capítulo 1 Condiciones Físicas



TEMÁTICA	<i>Condiciones climáticas en el cantón de Pérez Zeledón</i>	PRPZ 1.1	
<p><i>Objetivo:</i></p> <p><i>Estudiar los principales elementos que describen el clima del cantón de Pérez Zeledón.</i></p>			
<p>a. <u>Relevancia para el Plan Regulador</u></p> <p>El clima tienen una influencia directa en todos los aspectos de la vida humana, por lo que su consideración resulta imprescindible en la elaboración de cualquier Plan Regulador.</p> <p>El clima determina en alto grado el tipo de suelo y vegetación e influye, por lo tanto, en el uso de la tierra. También se encuentra íntimamente relacionado con la topografía, de forma que ambos afectan la distribución de la población en un determinado lugar. Asimismo, las actividades humanas pueden, en algunos casos, modificar o generar microclimas.</p>			
<p>b. <u>Inventario de los datos e información recopilada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ubicación espacial de las estaciones meteorológicas del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), de las que se dispone registros de precipitación, temperatura, brillo solar y humedad relativa para el cantón de Pérez Zeledón según la información.</li> <li>- Mapa 1.1-1: Zonas de vida en el cantón de Pérez Zeledón.</li> <li>- Mapa 1.1-2: Precipitación total promedio anual en el cantón de Pérez Zeledón.</li> <li>- Mapa 1.1-3 Horas de sol promedio diarias en el cantón de Pérez Zeledón.</li> </ul>			
<p>c. <u>Metodología aplicada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección de estaciones meteorológicas estratégicas para describir el clima, y funcionales para el estudio hidrogeológico que se presenta en la sección 2.2.</li> <li>- Compra de información de cada estación al IMN e ICE.</li> <li>- Creación de bases de datos y elaboración de gráficos y tablas de los diferentes parámetros climáticos medidos en las estaciones.</li> <li>- Elaboración de mapas correspondiente a las zonas de vida, precipitación y brillo solar.</li> <li>- Análisis de la información.</li> </ul>			
<p>d. <u>Fuentes de información</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instituto Meteorológico Nacional (IMN).</li> <li>- Instituto Costarricense de electricidad (ICE).</li> <li>- Centro Científico Tropical (CCT).</li> </ul>			
<p>e. <u>Observaciones</u></p> <p>A pesar de que se seleccionaron algunas estaciones estratégicamente por su ubicación, no fue posible obtener toda información debido a que en algunos casos los datos registrados son incompletos y la información de algunas es limitada. Por ejemplo, de la estación meteorológica <i>Cerro de la Muerte</i> existen registros de temperatura, humedad relativa y</p>			

brillo solar, pero no de precipitación.

Los datos disponibles de temperatura, humedad relativa y brillo solar corresponden únicamente a registros de las estaciones Tinamaste y Cerro de la Muerte.

La información de las estaciones meteorológicas debió ser comprada tanto al IMN como al ICE. Debido al costo de los datos, solo se compró la información de las estaciones necesarias para el estudio hidrogeológico que se presenta en la sección 2.2, de las cuales se toman los datos representativos para la descripción climática.

## 1.1 Condiciones climáticas

### 1.1.1 Introducción

Costa Rica tiene una ubicación geográfica entre los 8 y 11 grados de latitud norte. Por su posición en una zona tropical, se caracteriza por la presencia de lluvias durante gran parte del año.

La influencia del Mar Caribe, del Océano Pacífico y lo angosto del territorio (condición de istmo), hacen que el clima no presente grandes oscilaciones anuales como las que se observan sobre las grandes masas continentales, pero si se dan grandes diferencias en términos de precipitación y temperatura en distancias cortas debido a la altitud y la posición de las cadenas montañosas principalmente. Un caso concreto es la zona de Cartago y Tapantí, separadas apenas por aproximadamente 20 kilómetros (km). La primera es de las zonas con menor precipitación del país (menor a 1500 milímetros (mm) anuales), mientras que la segunda tiene las máximas precipitaciones promedio anuales con casi 7000 mm.

Existen en el país dos regímenes de precipitación claramente definidos, los cuales son producto de los sistemas de viento. Uno es el régimen de viento Alisio del Caribe, el cual afecta al país durante todo el año, provocando lluvias moderadas en las zonas bajas. Prácticamente descarga toda la humedad en el ascenso por las faldas de los cerros del eje montañoso central del país. En la Vertiente Pacífica, el régimen de viento está dado por los Alisios del sureste. Estos afectan al país desde abril hasta noviembre, y soplan con dirección suroeste producto de la desviación provocada por el movimiento de la zona de convergencia intertropical hacia el norte. Así, el régimen de lluvias en esta zona disminuye del Pacífico Sur con lluvias de 5000 y 6000 mm hasta el Pacífico Norte con precipitaciones en general menores a los 2000 mm, lo cual es coincidente con la humedad del viento hacia latitudes más altas.

Tomando como referencia las características en la distribución de la precipitación es que se han designado seis regiones climáticas: Zona Norte, Pacífico Norte, Valle Central, Pacífico Central y Vertiente del Caribe y Pacífico Sur, siendo esta última donde se ubica el cantón de Pérez Zeledón.

A continuación se presenta una descripción climática del cantón de Pérez Zeledón, a partir del mapa de precipitación de Costa Rica, registros de las estaciones meteorológicas y características de las zonas de vida (Mapa 1.1-1).

Las zonas de vida son unidades ecológicas determinadas y definidas dentro del Sistema de Clasificación de Zonas de Vida del Mundo, desarrollado por Dr. Leslie R. Holdridge (1967). Holdridge observó que ciertos grupos de ecosistemas o asociaciones vegetales, corresponden a rangos de temperatura, precipitación total por año y humedad, de tal forma que pueden definirse divisiones balanceadas de estos parámetros climáticos para agruparlas, eliminando la subjetividad al hacerlo.

### Zonas de Vida en Pérez Zeledón

En Pérez Zeledón hay una gran diversidad de zonas de vida debido a variaciones importantes en el relieve y a lo extenso del cantón, pues se presentan un total 13 zonas de vida (ver tabla 1.1-1). De las cuales El *Bosque muy Húmedo Premontano* y el *Bosque Pluvial Premontano* son las de mayor cobertura en el cantón, 28,1% y 18,5% del área total respectivamente; hay otras zonas con porcentajes entre 6 y 12% como el *Bosque muy*

*Húmedo Tropical Transición a Premontano (6,3%) y el Bosque Pluvial Premontano (11,5%).* Otras tienen coberturas menores al 2,5% como el caso del *Bosque muy Húmedo Premontano Transición a Pluvial (0,7%) y el Páramo Pluvial Subalpino (1,0%)*. En el anexo adjunto a esta sección se describe la vegetación presente en las zonas de vida.

Tabla 1.1-1: Área de las zonas de vida del cantón de Pérez Zeledón.

Nombre de las Zonas de Vida	Área	
	Hectáreas (Ha)	Porcentaje del área total del cantón (%)
Bosque muy húmedo Premontano	53389,8	28,1%
Bosque pluvial Premontano	35206,1	18,5%
Bosque pluvial Montano Bajo	21789,7	11,5%
Bosque pluvial Montano	16128,1	8,5%
Bosque muy húmedo Montano Bajo	14089,3	7,4%
Bosque muy Húmedo Tropical	13801,5	7,3%
Bosque húmedo tropical transición a Premontano	12709,0	6,7%
Bosque muy húmedo Tropical Transición a Premontano	11885,6	6,3%
Bosque húmedo Tropical	4670,5	2,5%
Páramo pluvial Subalpino	1848,4	1,0%
Bosque muy húmedo Premontano transición a Basal	1716,5	0,9%
Bosque húmedo Premontano	1561,7	0,8%
Bosque muy húmedo Premontano transición a pluvial	1324,2	0,7%
<b>Total general</b>	<b>190120,5</b>	<b>100%</b>

Fuente: Centro Científico Tropical (CCT). Elaboración ProDUS-UCR, 2007.

### Estaciones meteorológicas

Una estación meteorológica es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas. Los datos utilizados de estaciones meteorológicas corresponden a los registros de las estaciones de la tabla 1.1-2. Además, en el mapa 1.1-1 se muestran las zonas de vida que cubren el cantón y la respectiva ubicación de las estaciones utilizadas.

Tabla 1.1-2: Estaciones meteorológicas utilizadas para la descripción climática del cantón de Pérez Zeledón.

Institución	Estación	Elevación (m.s.n.m)	Zona de Vida donde se ubica
ICE	Fila Savegre	1280	Bosque pluvial Premontano
	San Jerónimo	1140	Bosque muy húmedo Premontano
	Alto la Escuadra	825	Bosque húmedo Tropical transición a Premontano
	La Linda	700	Bosque muy húmedo Premontano
	Proyecto Savegre	200	Bosque muy húmedo Tropical
IMN	Cerro de la Muerte	3130	Bosque pluvial Montano
	Tinamaste	680	Bosque muy húmedo Tropical transición a Premontano
	Cristo Rey	495	Bosque húmedo Tropical transición a Premontano

Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) e Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Elaboración ProDUS-UCR, 2007.

### 1.1.2 Precipitación

Geográficamente, Pérez Zeledón pertenece a la Región Brunca, ésta se caracteriza por ser muy lluviosa debido a la entrada del viento desde el Océano Pacífico, el cual mueve aire cargado de humedad que ingresa pegando contra la costa. Este se desplaza hacia las zonas altas, de modo que al encontrarse el aire húmedo con las montañas se genera precipitación orográfica.



En el mapa 1.1-2 se muestran los rangos de precipitación promedio anual en el cantón. Se puede observar que existen amplias diferencias de precipitación en diferentes partes del cantón, que pueden ser de hasta 3000 mm/año. Por ejemplo, hay zonas donde precipitan más de 5000 mm/año, como en un sector al noreste del cantón, al sur del distrito Rivas y otras donde el promedio anual es de 2000 mm como sucede al sur del cantón (ver mapa1.1-2).

Adicionalmente, se pueden comparar los niveles de precipitación de las diferentes zonas de vida. En la tabla 1.1-3 se muestra la precipitación promedio anual para estas zonas en el cantón de Pérez Zeledón. Como comparación, en el sector de *Bosque Húmedo Premontano* la precipitación varía entre 1200 y 2200 mm/año con un periodo efectivo seco que dura entre 3,5 y 5 meses, no obstante éste tiene solo una cobertura del 0,8% del cantón; mientras que en el *Bosque muy Húmedo Tropical* (7,8% del territorio) de 4000 a 6000 mm/año cuyo periodo seco puede durar menos de 3,5 meses.

El Bosque muy Húmedo Premontano es el de mayor cobertura (28,1%) y en esta la precipitación promedio anual varía entre 2000 y 4000 mm, con un periodo efectivo seco que puede durar hasta cinco meses.

Tabla 1.1-3: Precipitación promedio anual y periodo efectivo seco en las zonas de vida en el cantón de Pérez Zeledón.

Nombre de las Zonas de Vida	Hectáreas (Ha)	Porcentaje del área total del cantón (%)	Precipitación promedio anual (mm/año)	Perido efectivo seco
Bosque muy húmedo	53389,8	28,1%	2000-4000	De 0 a aproximadamente 5 meses
Bosque pluvial Premontano.	35206,1	18,5%	Mayor a 4000	Menos de 2 meses
Bosque pluvial Montano Bajo.	21789,7	11,5%	Mayor a los 3600	Muy corto o no existe (0 - 3 meses)
Bosque pluvial Montano.	16128,1	8,5%	2200 - 4500	Muy corto o no existe (0 - 2 meses)
Bosque muy húmedo Montano Bajo.	14089,3	7,4%	1850 - 4000	0 - 4 meses
Bosque muy húmedo Tropical.	13801,5	7,3%	4000 - 6000	0 - 3,5 meses
Bosque húmedo tropical transición a Premontano.	12709,0	6,7%	1950 - 3000	0 - 5 meses
Bosque muy húmedo Tropical Transición a Premontano.	11885,6	6,3%	4000 - 5500	0 - 3,5 meses
Bosque húmedo Tropical.	4670,5	2,5%	1950 - 3000	0 - 5 meses
Páramo pluvial Subalpino.	1848,4	1,0%	2300 - 3500	Muy corto o no existe (0 - 2 meses)
Bosque muy húmedo Premontano transición a Basal.	1716,5	0,9%	3000 - 4000	0 - 5 meses
Bosque húmedo Premontano.	1561,7	0,8%	1200 - 2200	3,5 a más de 5 meses
Bosque muy húmedo Premontano transición a Pluvial.	1324,2	0,7%	4000 - 4500	0 - 5 meses
<b>Total</b>	<b>190120,5</b>	<b>100%</b>		

Fuente: Centro Científico Tropical (CCT).

Nota: Ver distribución de las Zonas de Vida en el mapa 1.1-1.

En la tabla 1.1-4 se muestran los valores promedio, máximo y mínimo registrados en las estaciones del cantón de Pérez Zeledón con información disponible para la descripción climática.

Se puede observar, que en la estación *Proyecto Savegre* (ubicada a 200 m.s.n.m) se registran las mayores valores máximos y los mayores valores promedio, mientras que en los datos de la estación *Cristo Rey* (495 m.s.n.m) se registran los menores valores mínimos y promedio.

Esto coincide con lo mostrado en el mapa 1.1-2, en el que se observa que estas dos estaciones se ubican en las zonas con los mayores y menores niveles de precipitación.

Tabla 1.1-4: Precipitación promedio, máxima y mínima en estaciones meteorológicas representativas para el clima del cantón de Pérez Zeledón.

Institución	Estación	Período de Registro	Dato	Mes											
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ICE	Alto la Escuadra	1982-2006	Promedio	22,9	22,8	52,2	135,9	430,8	356,4	261,7	351,2	586,7	647	310,4	66,2
			Máximo	214,8	208,1	276,8	355,2	793,8	796,3	512,3	975,3	1000,2	1247,9	670,3	253
			Mínimo	0	0	0	21,4	181,4	140,4	57,9	110,6	210,4	234,9	51,3	0
	Fila Savegre	1982-2006	Promedio	56,8	40,4	106,1	239,6	511,4	422,6	391,1	424,6	644,1	744,5	393,4	98,2
			Máximo	154,6	170,8	245,1	500,5	844,3	639,5	1125,4	880,6	1069,9	1355,8	622,4	274
			Mínimo	0,5	0	14,3	116,3	248	268,3	121,9	217	297,4	389,2	158,9	10
	Linda	1975-2006	Promedio	57,4	68,3	90,0	241,7	495,3	435,9	442,5	534,2	601,2	696,0	450,7	165,7
			Máximo	162,8	272,9	269,1	417,9	706,1	673,4	733,2	988,8	818,7	1099,2	840,6	645,1
			Mínimo	0	0	2,5	63,1	336	253	221,6	299,5	252	395,9	200,8	16,4
	San Jerónimo	1972-2006	Promedio	49,2	56	111,3	208,4	477,7	397,5	255,7	364,8	572,6	600	281,7	87,7
			Máximo	165,6	162,5	275,4	458,7	898,5	705,5	609	898,6	851,9	968	710,6	199,2
			Mínimo	1,1	0	17,3	63,1	283,8	166,5	35,2	94,6	207,5	268,7	81,1	5,7
	Proyecto Savegre	1983-2006	Promedio	110,1	74,1	135,3	350,2	679,1	572,3	586,2	666,3	820,3	877,8	580,4	242,7
			Máximo	310,8	197,8	481,8	740,1	1064,3	871,4	1366,7	1112,9	1407,3	1504,3	951,4	743,5
			Mínimo	1,5	2,9	15	157,7	375,3	314,5	281,7	385,4	283,2	473,2	368,1	22,9
IMN	Cristo Rey	1970-1993	Promedio	22,5	13,9	22,1	116,0	320,0	254,4	254,0	339,8	388,5	448,5	230,3	56,1
			Máximo	138,8	79	79	442,9	590	493,9	481	573,2	623,4	785,8	379,6	155,7
			Mínimo	0	0	0	24,4	74,5	108,6	62,7	226,5	160,3	236,8	71,1	0
	Tinamaste	1982-2006	Promedio	53,0	28,3	63,0	197,9	487,7	364,8	336,2	414,6	611,4	698,0	400,0	135,1
			Máximo	272,4	104,8	169,7	430,9	833,9	844	486,2	846,1	1039,8	1316,1	707,6	481,4
			Mínimo	0,5	0	0	54,7	301,8	169,9	98,4	149,7	298,1	400,4	175,6	5,2

Mayor valor máximo registrado en el mes correspondiente.

Menor valor mínimo registrado para el mes correspondiente.

Mayor valor promedio para el mes correspondiente.

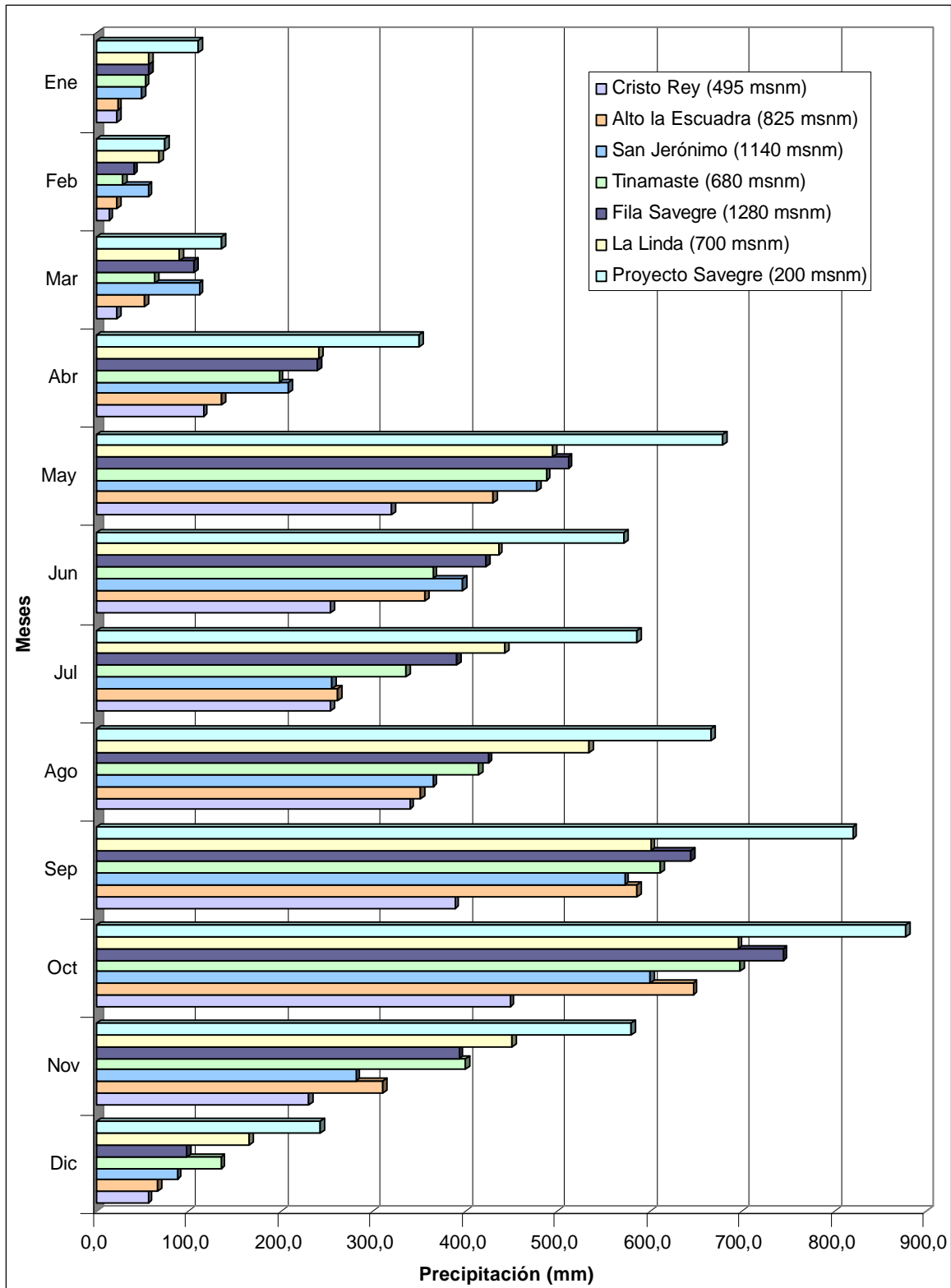
Menor valor promedio para el mes correspondiente.

Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) e Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Elaboración ProDUS-UCR, 2007.

Nota: Ver ubicación de las estaciones meteorológicas en el mapa 1.1-1.

En Pérez Zeledón se presentan dos épocas climáticas bien definidas, la de menor precipitación de diciembre a abril en que precipita aproximadamente el 15%, y la época lluviosa de mayo a noviembre en que corresponde a aproximadamente el 85% del promedio anual. Esto se puede ver en el gráfico 1.1-1 en el que se comparan los promedios de precipitación mensual registrados en las diferentes estaciones.

**Gráfico 1.1-1.** Precipitación promedio mensual en estaciones meteorológicas representativas para el clima del cantón de Pérez Zeledón.



Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) e Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Elaboración ProDUS-UCR, 2007.

### 1.1.3 Temperatura

Al igual que la precipitación, la temperatura también presenta variaciones importantes, pues hay zonas con temperatura promedio entre 24 y 27 °C y otras con valores inclusive menores a los 10 °C. No obstante, los sectores con las temperaturas más bajas son muy poco pobladas y corresponden a las partes más altas del cantón como el “Cerro de la Muerte” y el “Cerro Chirripó”.

En la tabla 1.1-5 se muestran los rangos de temperatura media predominantes en las zonas de vida del cantón.

Tabla 1.1-5: Temperatura promedio diaria en las Zonas de Vida en el cantón de Pérez Zeledón.

Nombre de las Zonas de Vida	Hectáreas (Ha)	Porcentaje del área total del cantón (%)	Temperatura media (°C)
Bosque muy húmedo Premontano.	53389,8	28,1%	17 - 24
Bosque pluvial Premontano.	35206,1	18,5%	17 - 24
Bosque pluvial Montano Bajo.	21789,7	11,5%	12 - 17
Bosque pluvial Montano.	16128,1	8,5%	6 - 12
Bosque muy húmedo Montano Bajo.	14089,3	7,4%	12 - 17
Bosque muy húmedo Tropical.	13801,5	7,3%	24 - 27
Bosque húmedo tropical transición a Premontano.	12709,0	6,7%	21,5 - 24
Bosque muy húmedo Tropical Transición a Premontano.	11885,6	6,3%	21,5 - 24
Bosque húmedo Tropical.	4670,5	2,5%	17 - 24
Páramo pluvial Subalpino.	1848,4	1,0%	5 - 6
Bosque muy húmedo Premontano transición a Basal.	1716,5	0,9%	24 - 27
Bosque húmedo Premontano.	1561,7	0,8%	17 - 24
Bosque muy húmedo Premontano transición a Pluvial.	1324,2	0,7%	No disponible
<b>Total</b>	<b>190120,5</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Centro Científico Tropical (CCT).

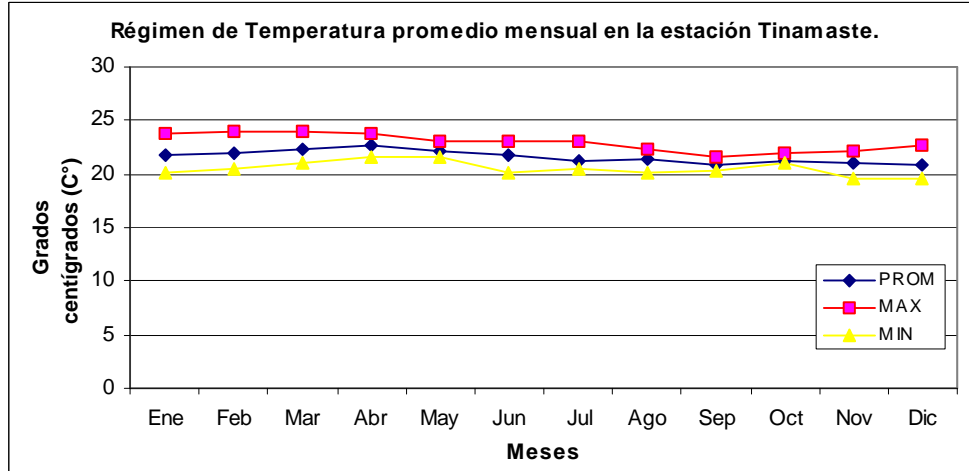
El Bosque muy Húmedo Premontano con la mayor cobertura del cantón presenta temperaturas promedio que varían entre 17 y 24 grados Centígrados (°C); mientras que otras zonas con menor cobertura como el Bosque Pluvial Montano (8,5%) y el Bosque muy Húmedo Montano Bajo (7,4%) tienen un régimen de temperatura promedio con rangos de 6 a 12 °C y de 12 a 17 °C respectivamente.

La temperatura promedio registrada en la estación Tinamaste varía a lo largo del año entre 21 y 23°C. Las temperaturas mínimas se producen desde junio hasta diciembre con un valor de 20°C, mientras que la temperatura máxima se registra en los meses de febrero, marzo y abril con 24°C que son los más cálidos. Ver gráfico 1.1-2.

El gráfico muestra también que las fluctuaciones promedio de temperaturas no superan 1°C, esto a diferencia de otras zonas del Pacífico en donde se dan fluctuaciones incluso de 14 ó 15 °C, en algunos casos.

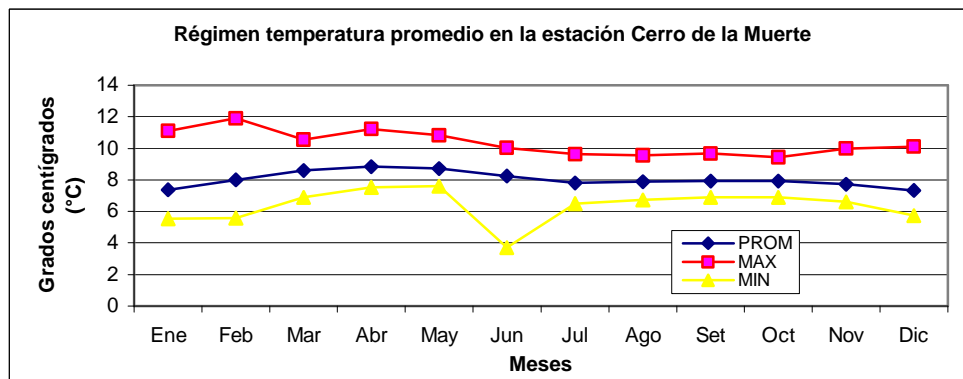
La estación Cerro de la Muerte está ubicada en una zona de *Bosque Pluvial Montano* a una elevación de 3475 msnm, en ella la temperatura máxima no sobrepasa los 12°C y la menor se ha registrado bajo los 4°C, mientras que el promedio se mantiene entre los 7 y 9°C. Ver gráfico 1.1-3.

**Gráfico 1.1-2.** Temperatura promedio mensual en la estación Tinamaste, periodo 1987-1992.



Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

**Gráfico 1.1-3.** Temperatura promedio mensual en la estación Cerro de la Muerte, periodo 1971-2006.



Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

### 1.1.4 Brillo Solar

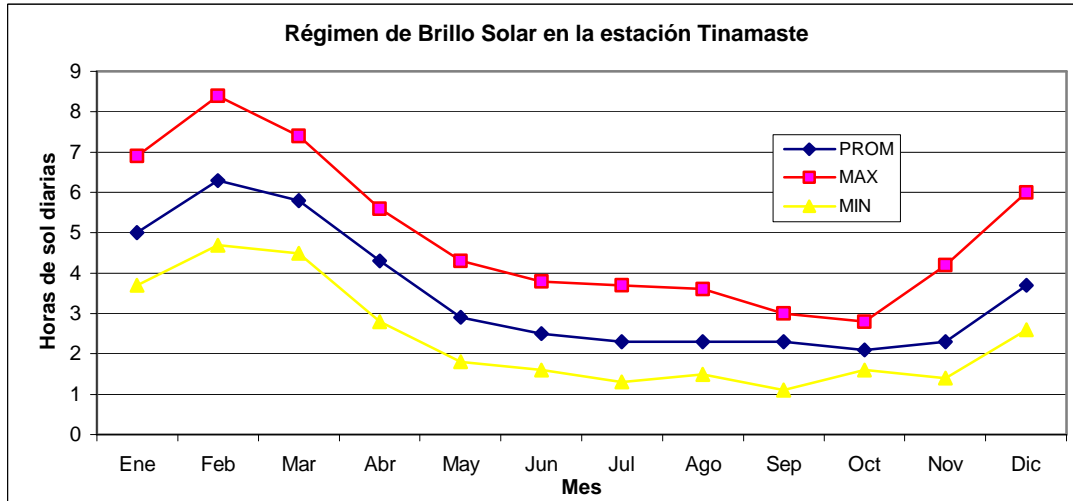
Las horas de brillo solar registrado en la estación Tinamaste duran hasta más de 3 horas en octubre y hasta 8 horas en febrero. Sin embargo, la nubosidad de la zona permite apenas un promedio anual de 3,4 horas diarias. El promedio puede bajar hasta 2,3 horas de julio a octubre y aumentar a 6,0 en febrero y marzo. Ver gráfico 1.1-4.

En el caso de la estación Cerro de la Muerte, el régimen es similar. Los valores promedio más altos corresponden a los meses de diciembre a abril, con registros desde 5 hasta 7,5 horas de sol por día. En los meses restantes se presentan menos horas, siendo octubre en el que se da el más bajo con 2,8 horas. Ver gráfico 1.1-5.

En el mapa 1.1-3 se muestran las líneas de brillo solar de Costa Rica correspondientes al cantón de Pérez Zeledón según el Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Esto significa,

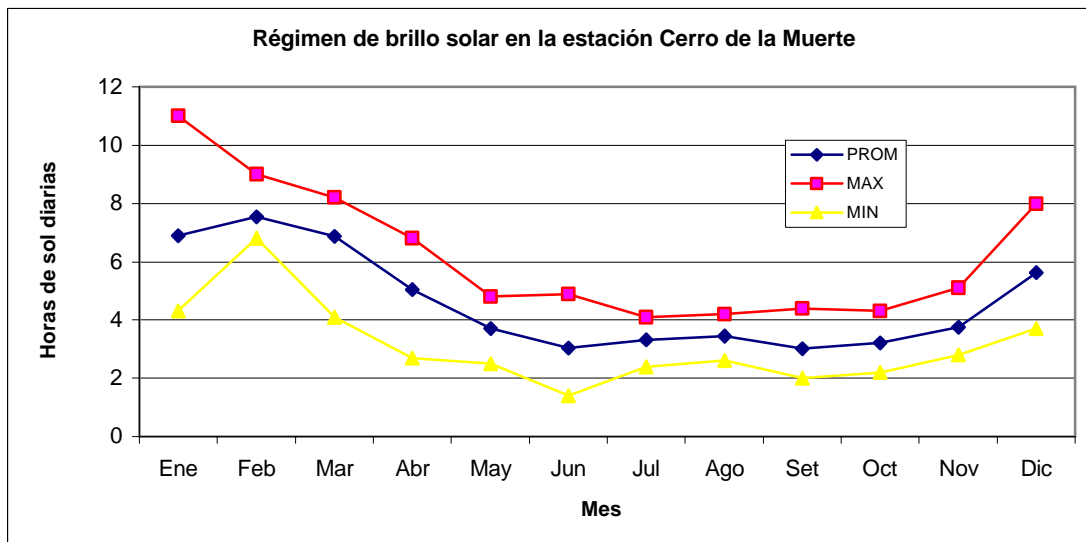
por ejemplo, que la línea identificada en el mapa con el número 4 corresponde a esa cantidad de horas de sol diarias, lo mismo sucede con las demás líneas. En ese mapa se puede ver que las líneas correspondientes a 4 horas de sol diarias son las más predominantes en el cantón.

**Gráfico 1.1-4.** Régimen de Brillo Solar en la estación Tinamaste, periodo 1982-1992.



Fuente: Instituto Meteorológico Nacional (IMN).

**Gráfico 1.1-5.** Régimen de Brillo Solar en la estación Cerro de la Muerte, periodo 1970-1989.



Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

### 1.1.5 Humedad Relativa

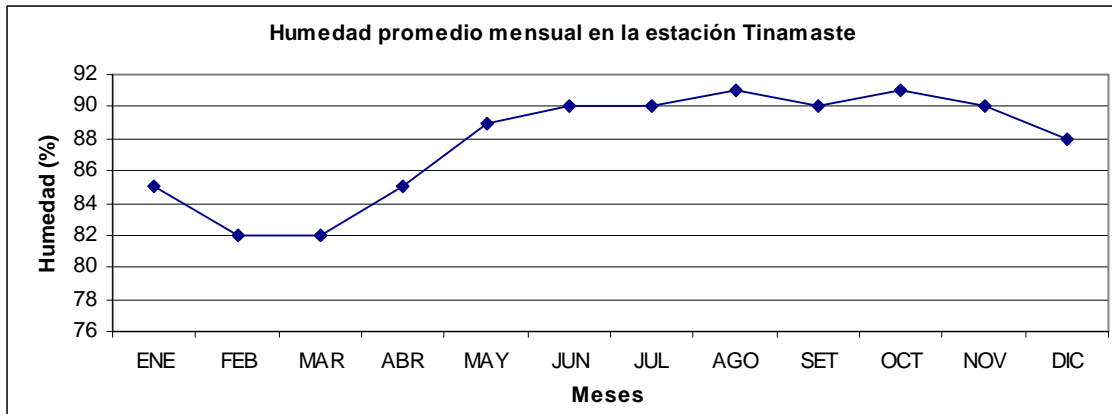
Este parámetro climático corresponde a la humedad que contiene el aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. Es la forma más común de expresar la humedad ambiental y se hace en porcentaje.

Debido a la constante entrada de humedad que es transportada por el viento desde el Océano Pacífico, el cantón de Pérez Zeledón, presenta altos porcentajes de humedad.

En la estación Tinamaste el promedio de humedad de enero a mayo varía entre 82% y 85%, mientras que el resto del año se mantiene entre 88% y 91%. Ver gráfico 1.1-6.

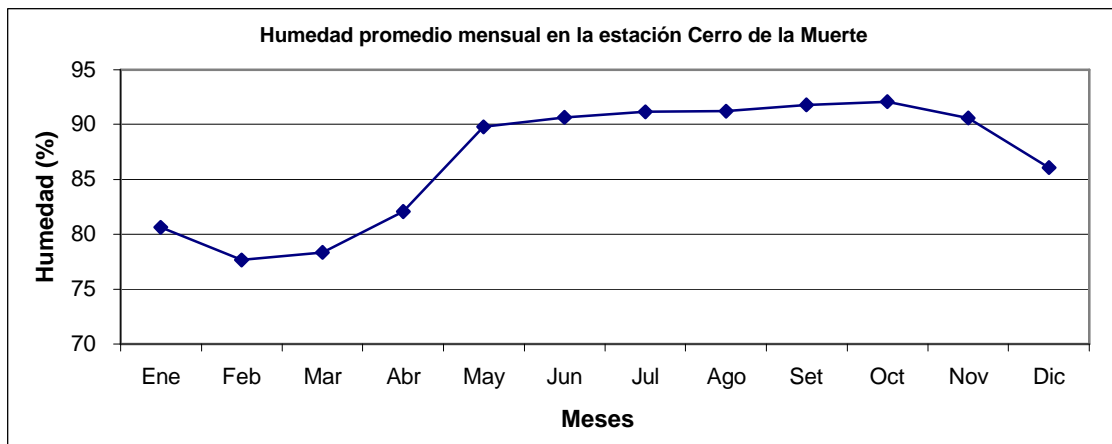
En la estación Cerro de la Muerte se mantiene una distribución similar durante el año que en la estación Tinamaste (Ver gráfico 1.1-7), sin embargo, los valores promedio más bajos son menores la estación Cerro de la Muerte, pues en enero y febrero corresponden a un 78%, mientras que los promedios máximos son similares y llegan al 92% en el mes de octubre.

**Gráfico 1.1-6.** Humedad promedio mensual en la estación Tinamaste, periodo 1988-1992.



Fuente: Instituto Meteorológico Nacional (IMN).

**Gráfico 1.1-7.** Humedad promedio mensual en la estación Cerro de la Muerte, periodo 1971-2006.



Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

### 1.1.6 Conclusiones

El relieve, la humedad, la localización geográfica y la velocidad del viento son los factores más importantes que inciden en las condiciones de clima de una zona. En Pérez Zeledón hay tanto zonas bajas cercanas a la costa como sectores montañosos con elevaciones muy altas, que inclusive corresponden a la zona más alta del país, en las que los factores que definen el clima varían significativamente.

Debido a esto y a la extensión del territorio, se dan importantes diferencias en las condiciones de clima entre sectores dentro del mismo cantón, tanto en los niveles de precipitación como en los regímenes de temperatura.

Por ejemplo los sectores montañosos del Cerro Chirripó y el Cerro de la Muerte, donde se presentan temperaturas promedio inclusive menor a los 10 °C, lo que difiere mucho de la mayor parte del cantón, como la zona de Bosque muy Húmedo Premontano (28,1% del territorio) con temperaturas promedio que varían entre 21 y 24 °C.

Debido a la ubicación de algunas cuencas, estas pueden ser sometidas a mayor o menor humedad, la cual ingresa desde el océano Pacífico. Esto genera condiciones de precipitación orográfica con intensidades variables en elevaciones similares para cuencas diferentes.

Como ejemplo, en la estación *Proyecto Savegre ubicada a 200 m.s.n.m* se registran los mayores valores promedio y máximos de precipitación, mientras que en la estación *Cristo Rey a 495 m.s.n.m* los menores valores promedio y mínimos registrados durante los diferentes meses del año.

La cadena montañosa es la principal causa de la precipitación debido a las condiciones de lluvia orográfica. No obstante, las zonas bajas son las que se pueden ver afectadas por inundaciones debido a eventos de precipitación importantes.

En la época lluviosa se presenta una alta evapotranspiración, lo cual es la causa principal de la sensación de “bochorno” que se percibe en muchos de los asentamientos humanos del cantón. Esto se refleja en las mediciones de humedad relativa en promedio alrededor al 90% en esa época.

Los tipos, formas, materiales y métodos de construcción de las viviendas deben tomar en cuenta las condiciones naturales de cada lugar para lograr un ambiente interior adecuado.



### 1.1.7 Glosario

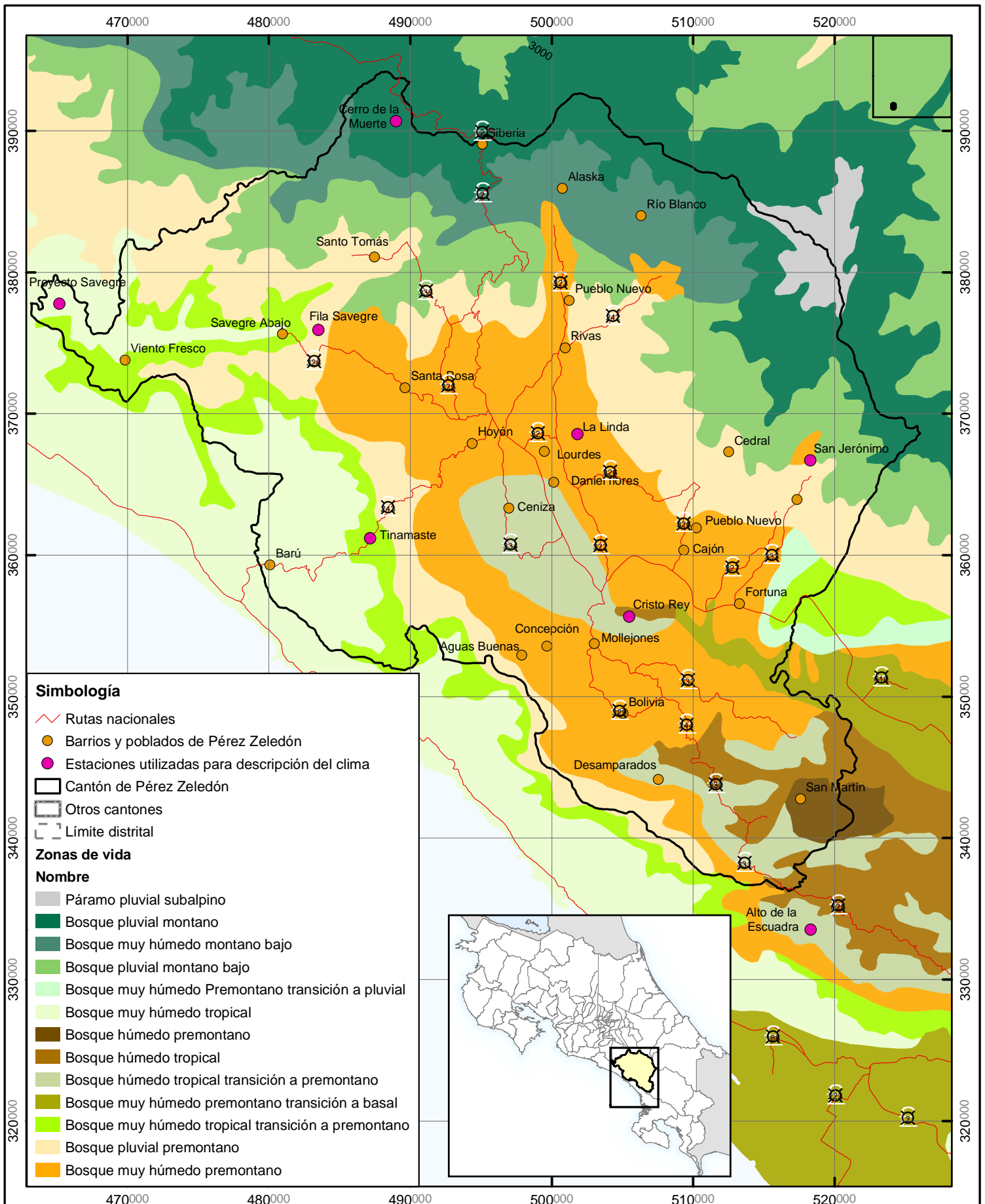
**Evapotranspiración:** Es el resultado del proceso por el cual, el agua cambia de estado líquido a gaseoso, corresponde a la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa más la pérdida de agua por transpiración de la vegetación, Se expresa en milímetros por unidad de tiempo.

**Precipitación orográfica:** Este tipo de precipitación está asociado a la presencia de montañas. Cuando las masas de aire se ven obligadas a ascender para sobrepasar una esas barreras naturales y en el ascenso alcanza el nivel de condensación, se produce la precipitación.

### 1.1.8 Bibliografía

Bolaños, R y Watson, V. (1993). "Mapa ecológico de Costa Rica". Escala 1:200.000. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical.

Holdridge, L. R. (1967). "Life Zone Ecology". Tropical Science Center. San José, Costa Rica.



**Mapa 1.1-1. Zonas de vida en el cantón de Pérez Zeledón y ubicación de estaciones meteorológicas utilizadas para caracterización climática.**

*Plan Regulador de Pérez Zeledón*

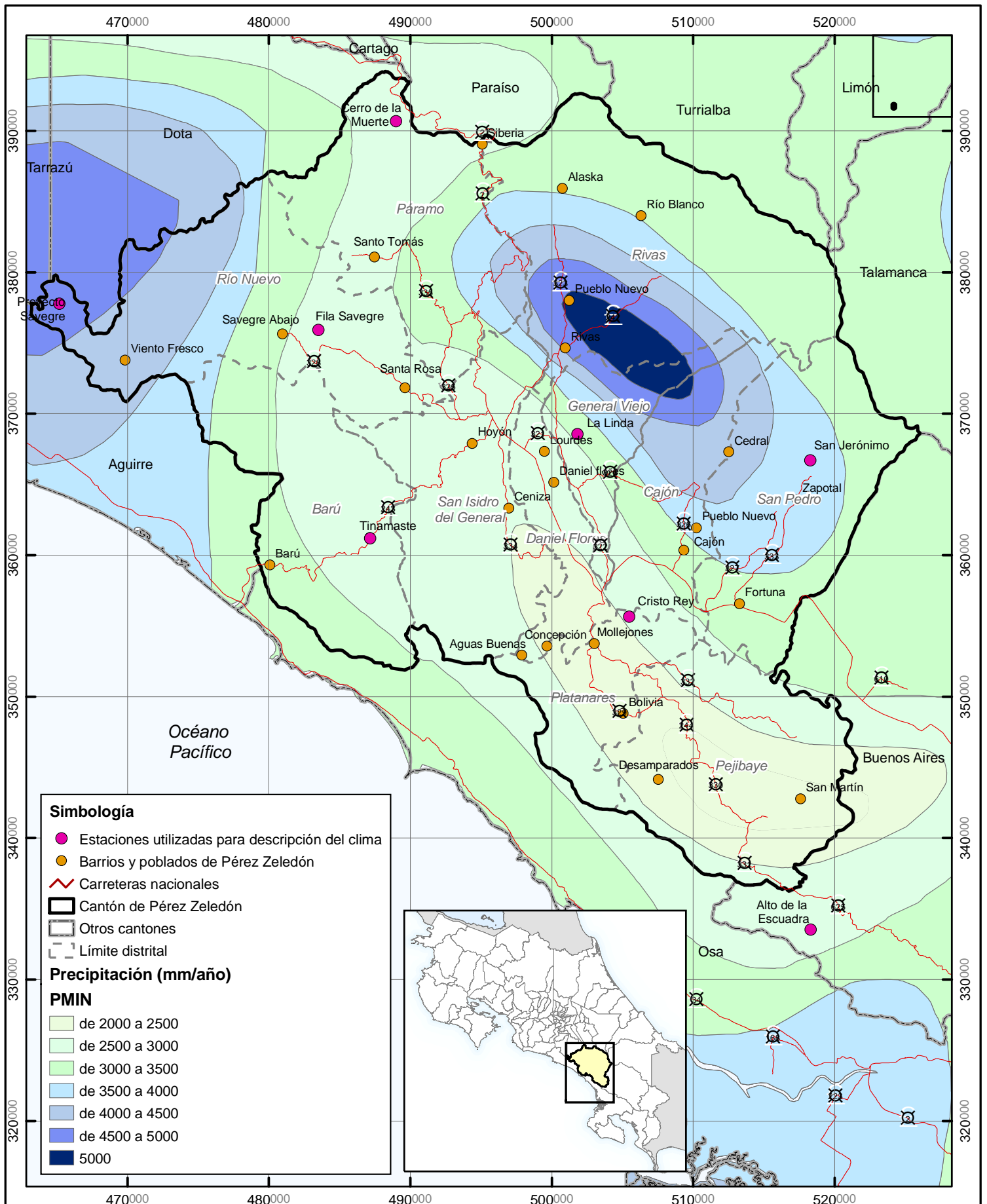
Fuente: Centro Científico Tropical (CCT).  
 Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).  
 Instituto Meteorológico Nacional (IMN).  
 IGN, Hojas Topográficas 1:50 000.

0 2,5 5 10

Kilómetros

Escala 1:350.000





**Mapa 1.1-2. Precipitación promedio anual en el cantón de Pérez Zeledón.**

Plan Regulador de Pérez Zeledón

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional (IMN).  
 Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).  
 Instituto Meteorológico Nacional (IMN).  
 IGN, Hojas Topográficas 1:50 000.

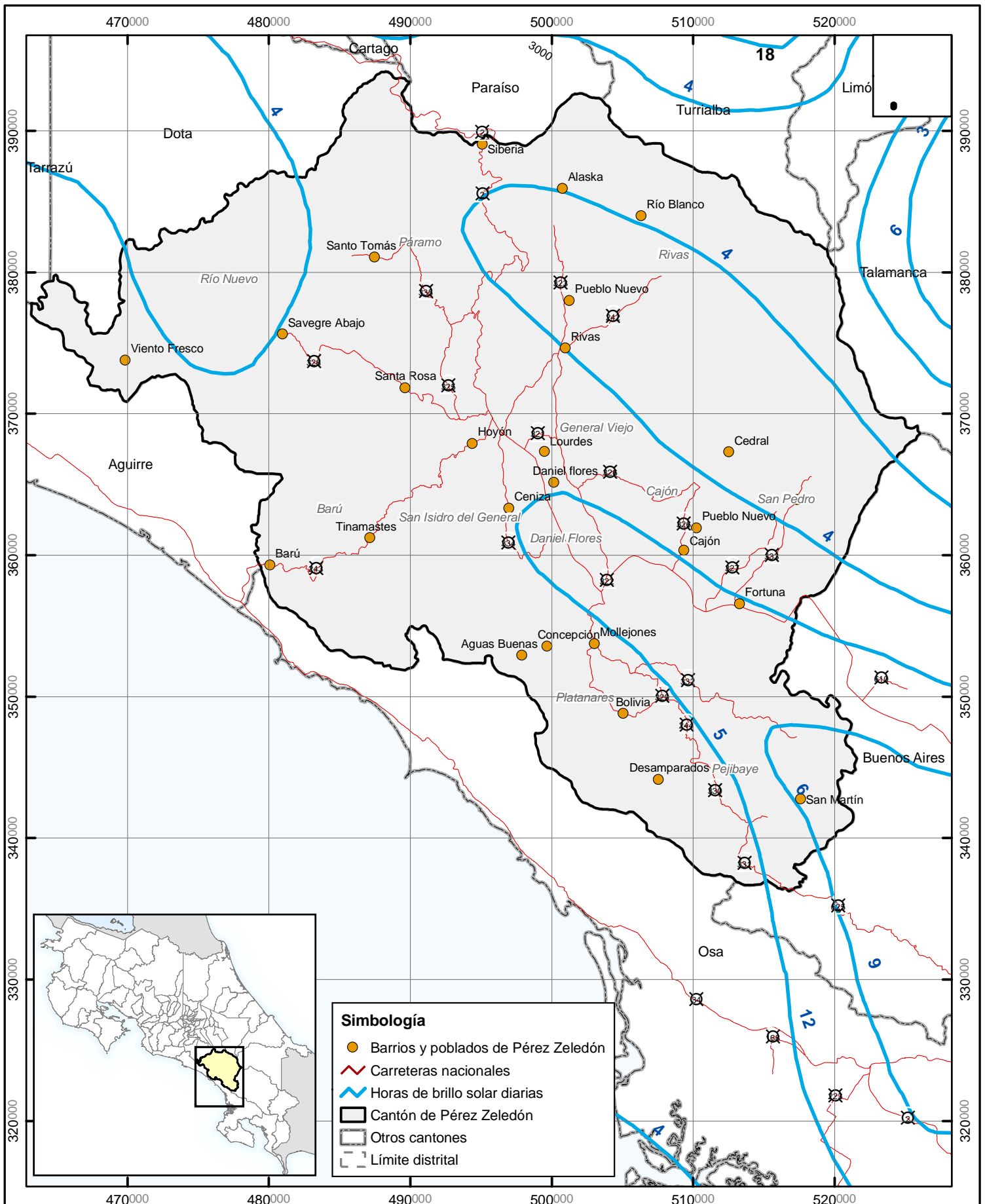
0 2,5 5 10



Kilómetros

Escala 1:350.000





**Mapa 1.1-3. Horas de sol promedio diarias en el cantón de Pérez Zeledón.**

Diagnóstico Físico - Ambiental

**ANEXOS Condiciones climáticas**

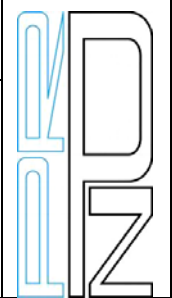


## Anexo

### Caracterización de la vegetación de las Zonas de Vida en Costa Rica, según Bolaños y Watson (1993).

Nombre de la Zona de Vida	Altura del docel (m)	Tipo vegetación	Epífitas*
Bosque húmedo Premontano.	25	Semi-decduo, árboles con fustes cortos y macizos, poco densos	Pocas
Bosque húmedo Tropical.	de 20 a 30	Siempreverde, altos densos , en período seco largo son es semidecduo	Abundantes, no excesivas
Bosque húmedo tropical transición a Premontano.	--	--	--
Bosque muy húmedo Montano Bajo.	de 25 a 35	Siempreverde, denso, neblina es bastante común	Abundante
Bosque muy húmedo Premontano.	de 30 a 40	Siempreverde, algunas especies deciduas	Moderada a abundante
Bosque muy húmedo Premontano transición a Basal.	--	--	--
Bosque muy húmedo Premontano transición a Pluvial.	--	--	--
Bosque muy húmedo Tropical.	de 40 a 50	Siempreverde, árboles altos y rectos, troncos libres de ramas en 20 a 30 metros, muchos con gambas o aletones, pocas especies deciduas.	Abundantes junto con lianas
Bosque muy húmedo Tropical transición a Premontano.	--	--	--
Bosque pluvial Montano Bajo.	De 20 a 30	Siempreverdes, muy densos, troncos delgados y muchas ramas, neblinas son parte integral y musgos cubren todo el tronco y ramas	Abundante
Bosque pluvial Montano.	de 10 a 30	Siempreverdes, densos, con musgo, hojas coriáceas, y chúsquea en sotobosque.	Comunes
Bosque pluvial Premontano.	de 30 a 40	Siempreverdes, neblina es muy común, alta biodiversidad, muy densos	Abundante
Páramo pluvial Subalpino.	de 2 a 4	Es un matorral siempreverde, arbustiva y herbácea, poco denso a denso, hojas muy coriáceas, poca biodiversidad.	--

\* Se denomina epífitas a las plantas que crecen sobre otras plantas con el fin de captar más luz para la fotosíntesis.

TEMÁTICA	<i>Geología y geomorfología en el cantón de Pérez Zeledón</i>	PRPZ 1.2	
<p>Objetivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Describir las unidades geológicas y geomorfológicos del cantón de Pérez Zeledón.</i></li> <li>- <i>Identificar las limitaciones que las diferentes unidades imponen a las actividades que el ser humano desarrolla.</i></li> </ul>			
<p>a. <u>Relevancia para el Plan Regulador</u></p> <p>Dado que la geología y geomorfología son elementos que guardan una relación muy estrecha con otros elementos o procesos como erosión, inundaciones, climatología, edafología, hidrología y ubicación de asentamientos humanos, son esenciales para el análisis y asignación de usos del suelo en la zonificación del Plan Regulador de Pérez Zeledón.</p>			
<p>b. <u>Inventario de los datos e información recopilada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapas Geomorfológicos escala 1:200 000 elaborados por el M.Sc. Rodolfo Madrigal.</li> <li>- Mapas Geológicos escala 1:200 000 elaborados por Lic. Luis Felipe Sandoval et al. en 1982.</li> <li>- Fotografías aéreas infrarrojas de Misión CARTA del 2003 y 2005.</li> <li>- Fotografías aéreas color verdadero de Terra 1998.</li> </ul>			
<p>c. <u>Metodología aplicada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Búsqueda de los mapas con la información geológica y geomorfológico.</li> <li>- Digitalización de los mapas utilizando el Sistema de Información Geográfica ArcGIS.</li> <li>- Descripción de las diferentes unidades que conforman la geología y geomorfología del cantón.</li> <li>- Análisis de la información para determinar, en caso de ser necesario, lugares donde se requiera un mayor detalle de estas capas de información. Para ello se procede mediante estereoscopia a la interpretación de las fotografías aéreas.</li> </ul>			
<p>d. <u>Fuentes de información</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Escuela de Geología de la Universidad de Costa Rica. Mapas geológicos y geomorfológicos escala 1:200 000.</li> <li>- Centro Nacional de Alta Tecnología. Fotografías aéreas CARTA del 2003 y 2005.</li> <li>- Centro Nacional de Investigación GeoAmbiental (CENIGA), 1998.</li> </ul>			
<p>e. <u>Observaciones:</u></p> <p>La escala de la información (1:200 000) afecta el nivel de precisión y detalle del análisis que se puede desarrollar.</p>			

## 1.2 Geología y Geomorfología

### 1.2.1 Geología

A continuación se describe la secuencia de rocas pertenecientes a la parte sur de Costa Rica, en esta zona se encuentra una secuencia sedimentaria que descansa sobre un basamento cristalino de edad Cretácico y que fue intruida por los intrusivos de Talamanca en sus fases básica y ácida, finalmente la secuencia sedimentaria está recubierta por materiales inconsolidados del Cuaternario.

Las formaciones pertenecientes a la Cuenca Térraba en orden cronoestratigráfico, abarcando un tiempo geológico desde el Pre - Campaniano hasta el Plioceno, tomando como referencia la bibliografía reunida alrededor de ésta, publicada por los diferentes investigadores que han estudiado la estratigrafía de la cuenca.

En la Figura 1-2.1 se presenta la columna estratigráfica clásica para esta parte de Costa Rica, y en la Figura 1-2.2 se resalta la secuencia de rocas sedimentarias principalmente. A continuación se describe cada una de las unidades de roca de la forma típica, primero las que constituyen la base de la secuencia estratigráfica y finalmente las rocas de menos edad. Además se incluye el Mapa 1-2.1 con la geología presente en el Cantón.

#### **Complejo de Nicoya**

##### *Antecedentes Históricos*

Dengo (1962), hace las siguientes referencias históricas de autores que mencionan las Rocas del Complejo de Nicoya.

Sapper (1905) es el primero en la literatura que hace referencia a las rocas de este complejo al referirse, que "cerca de Sardinal hay cuarcita con jaspe y piedra eruptiva verde" y la presencia de "piedra eruptiva verde, cerca de Santa Cruz, Nicoya y Colonia Carmona" Romanes (1912) es el primero que presentó una descripción adecuada de algunas de las rocas ígneas constitutivas de Complejo, asignándoles una posición estratigráfica errónea, al considerarlas más jóvenes que la unidad que él llamó "limestones and Chert" (Formación Sabana Grande y Barra Honda) .

Mac Donald (1920) describió bajo el nombre de "Lavas de la Península de Nicoya" los basaltos que forman parte del Complejo, asignándoles una posición estratigráfica correcta al indicar que subyacen a la unidad que él denominó "Serie de Nicoya" (Formaciones Sabana Grande, Rivas y Barra Honda).

Sears (1919) realiza una descripción de las rocas que constituyen el Complejo, indicando la presencia tanto de rocas ígneas como sedimentarias y las complejidades estructurales y fenómenos de alteración secundaria que presentan.

Webber (1942) describió las diabasas del Río Seco.

Goudkoff y Porter (1942) mencionaron los basaltos en Montezuma.

Roberts (1944) fue el primero en reconocer los basaltos elipsoidales y aglomerados de basalto que representan unos de los tipos de rocas más abundantes del Complejo.



*Descripción del Complejo de Nicoya según Dengo (1962).*

Localidad Tipo: dentro de la Península de Nicoya el autor menciona varias localidades:

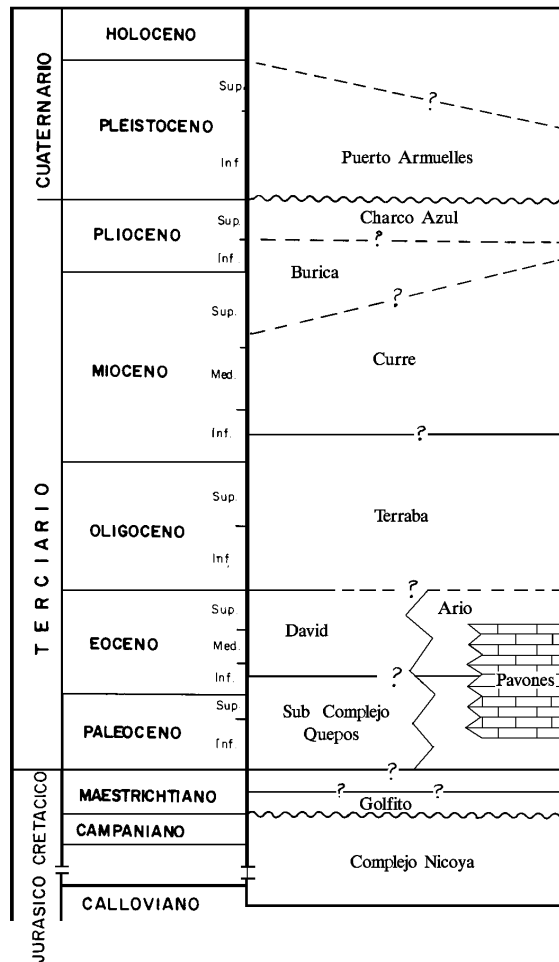


Figura 1-2.1: Estratigrafía del sur de Costa Rica.

En la parte sur de la Península de Nicoya entre la Quebrada El Chorro y el Río Los Cedros, estudió una sección del Complejo de Nicoya. Compuesta por una secuencia de conglomerados: en la parte basal un conglomerado de fino a medio, de 20 m de espesor, y sobre estas rocas, separado por una discordancia menor descansa, otro conglomerado de 150 m. Cubriendo este conglomerado se encuentra una caliza silíceo afanítica, de 30 m de espesor y a su vez están cubiertas por una o varias coladas de basalto elipsoidal de un espesor de 175 m. Sobre las coladas yacen concordantemente capas de aglomerado de basalto interestratificadas con grauwacas y con capas delgadas de ftanitas mangenesíferas, con un espesor total de 160 m.

En la parte central de la Península de Nicoya, en la Quebrada de la Peña, al sur de Quirimán, el autor describe una sección del Complejo, compuesta en la parte inferior de aglomerados de basalto de 150 m de espesor. Cubierto por 30 m de calizas silíceas.

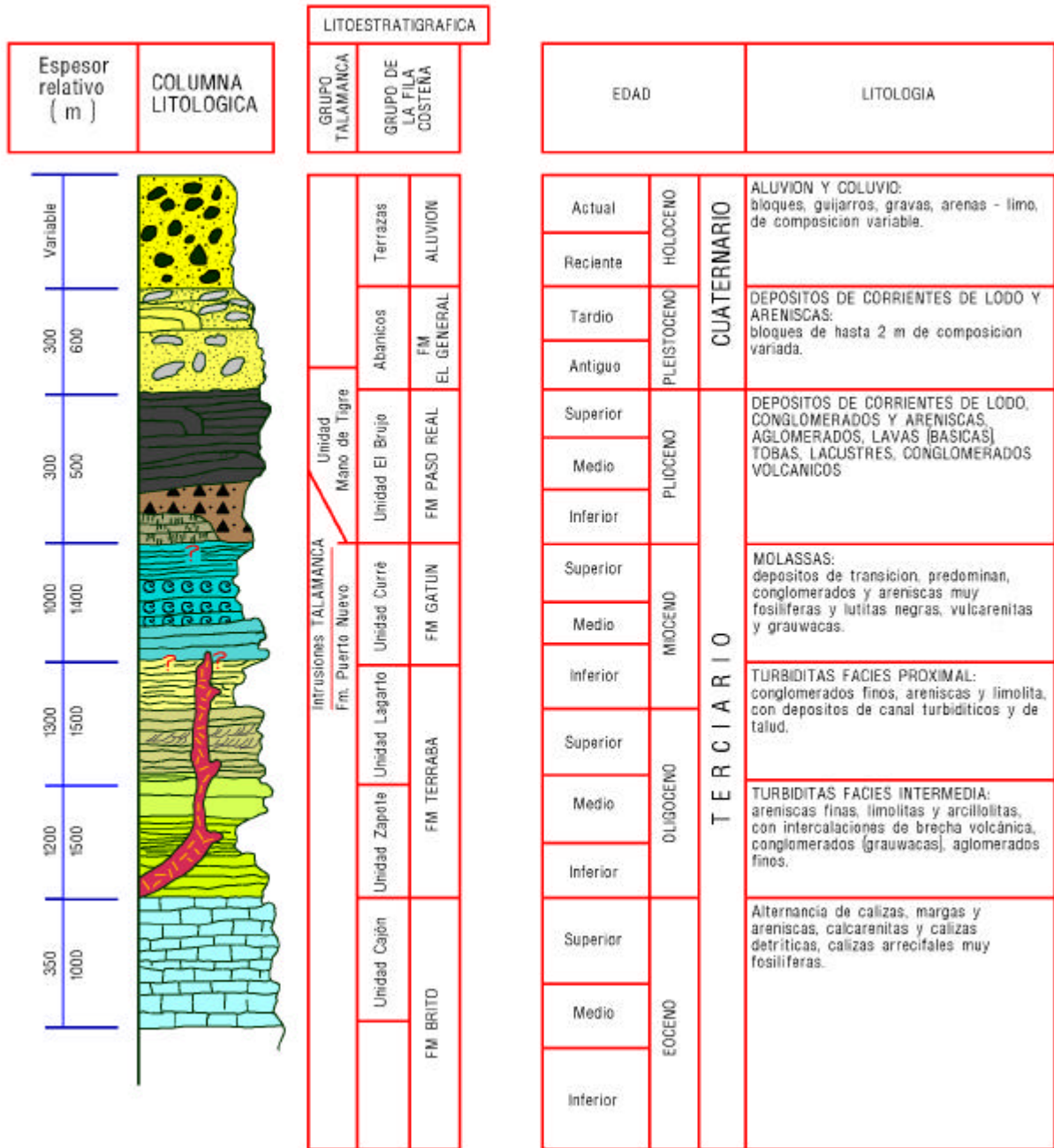


Figura 1-2.2: Secuencia de rocas sedimentarias.

En la parte norte de la Península de Nicoya, al este de la población de Sardinal, en el Cerro Tabores, menciona la presencia de unas areniscas rojas, intercaladas con rocas volcánicas alteradas, posiblemente basaltos.

Litología: el Complejo de Nicoya está formado por varias unidades de origen ígneo y sedimentario. Las rocas sedimentarias son principalmente grauwacas macizas, compactas, de color gris oscuro, fñanitas y lutitas fñaníticas, y calizas silíceas afaníticas. Las rocas

ígneas son principalmente coladas de basalto, aglomerados de basalto, e intrusiones de gabro, diabasa y diorita. Todas han sido intensamente plegadas y presentan a veces características de metamorfismo incipiente tales como cloritización de los basaltos a lo largo de planos de cizallamiento.

Origen: Dengo (1962) menciona que está formado por varias unidades de origen ígneo y sedimentario, cuyas relaciones mutuas aún no están bien establecidas.

Edad: el autor sugiere que la edad del Complejo no se ha establecido con certeza, le asigna una edad más antigua que el Senoniano. A causa de que en el Complejo se han reunido varias clases de rocas, la edad del mismo debe cubrir un lapso de tiempo muy extenso, considerándose que puede extenderse desde el Jurásico hasta el Cretácico Inferior.

### **Formación Calizas de Golfito**

#### *Antecedentes Históricos*

Dengo (1962) emplea el nombre de Golfito para designar a las rocas que yacen discordantemente sobre el Complejo de Nicoya en el área de la Bahía de Golfito. La mejor sección está aflorando entre la salida de la Bahía de Golfito y Punta Gallardo.

Henningsen (1965), afirma que entre Golfito y Punta Gallardo, aflora entre basaltos, una serie de sedimentaria que Dengo (1962) denomina Formación Golfito. De acuerdo a sus observaciones, se encuentran en estos basaltos, intercalaciones de areniscas tufáceas consolidadas, lutitas y probablemente calizas. En un lugar se puede reconocer como estos bloques de varios metros de sedimentos "flotan" dentro de los basaltos. La región que cubre la Formación Golfito de Dengo (1962), como perteneciente al Complejo de Nicoya.

Henningsen (1965), detalla que las calizas de la Formación Golfito y Quepos son ricas en restos de foraminíferos. Igualmente que las calizas y rocas silíceas del Complejo Basal de Nicoya y Osa.

La descripción litoestratigráfica de la Formación se realiza con base en Dengo (1962) y Henningsen (1965)

Litología: la parte inferior está constituida de calizas silíceas, duras, afaníticas, estratificadas en capas delgadas y de color gris verdoso, con una capa de conglomerado en su base. Sobre estas rocas yacen lutitas y limolitas con capas ocasionales de arenisca, de color gris pardo, estratificadas en capas de mediano espesor, en la parte superior de las cuales se encuentran de nuevo calizas silíceas.

Contactos y espesor: le asigna un espesor aproximado de 700 a 800 m. Por sus características litológicas la correlaciona con la Formación Sabana Grande.

Edad: Dengo (1962), le asigna una edad relativa, más joven que el Complejo de Nicoya y más antigua que la Formación David del Eoceno Superior. Henningsen (1965), afirma que en las calizas de Golfito y Quepos se encuentra la siguiente microfauna, foraminíferos como: Globotruncana (Rugotruncana) Calcarata CUSHMAN y Guemberlinas. Croestratigráficamente es importante la Globotruncana (R) Calcarata CUSHMAN, que se limita al Campaniano Superior, y base al cual el autor limita la edad de la formación.

### **Formación Brito**

Hoy se le denomina Formación Descartes

Hayes (1898, en Dengo, 1962), utiliza el nombre de Formación Brito para designar un grupo de rocas aflorantes en el Istmo de Brito en Nicaragua, cuya edad varía del Cretácico al Oligoceno.

Dengo (1962) describe la Formación, constituida, de abajo hacia arriba por areniscas calcáreas, margas, areniscas, con intercalaciones tobáceas y arcillosas, lutitas, tobas y brechas de material volcánico, intercaladas con estratos, lutitas pardas con restos de plantas, tobas y brechas fosilíferas, calizas con orbitoides. El espesor total lo estima en 2400 m.

Geográficamente, se extiende desde el Istmo de Brito hacia el sur hasta cerca de Punta Herradura. Al sur de Punta Herradura, rocas de la misma edad continúan hasta la Provincia de Chiriquí en Panamá.

Henningsen (1961), la describe como una sucesión de estratos de calizas, areniscas tufáceas y en parte conglomerados como también margas y lutitas. Caracterizan esta sucesión, calizas estratificadas y masivas, ricas en restos de algas calcáreas y macroforaminíferos. Separando esta litología de la Formación Brito y denominándola Unidad Cajón, con base a los afloramientos en esta localidad junto al Río Grande de Térraba

Mora (1979), diferencia la Unidad Cajón en dos subunidades, con base al origen del material: Subunidad Arrecifal, y Subunidad Detrítica.

Astorga (1987) propone redefinir la Formación, bajo el nombre de Formación Descartes. Debido a que el término Formación Brito ha sido utilizado para designar unidades sincrónicas, pero completamente diferentes en origen. Y porque el estratotipo se encuentra fuera del territorio nacional.

La descripción de la Formación se hará con base a lo expuesto por Astorga (1987).

Localidad tipo: como estratotipo se definen los afloramientos del área de Punta Descartes, propiamente en los acantilados del norte de la Península de Santa Elena hasta Punta Descartes.

Ambiente y edad: secuencialmente la Formación Descartes es dividida en 8 unidades (etapas de sedimentación y ciclos depositacionales), considerados como litozonas informales.

Litozona informal Zapotal, abarca las turbiditas depositadas durante el estado de sedimentación de planos de cuenca. Su período de sedimentación abarca del Paleoceno Superior al Eoceno Inferior. Siete litozonas informales (Cuajiniquil, San Juan del Sur, Punta El Naranjo, Punta el Arco, Bahía Salinas, Playa Palomo, y Playa Blanca) constituyen ciclos depositacionales, compuestos por unidades de turbiditas de planos de cuenca y complejos lobulares de arenisca. Su rango de tiempo cubre del Eoceno Medio al Eoceno Superior / Oligoceno Inferior.

Contacto y espesor: estratigráficamente la Formación Descartes sobreyace concordantemente, y a través de un paso gradual a la Formación Curú. Su contacto superior generalmente está marcado por una discordancia respecto a los sedimentos marino someros, carbonatados, silicoclásticos y volcanoclásticos del Oligoceno Inferior - Mioceno Inferior.

### **Unidad Cajón**

Henningsen (1961), la describe como una sucesión de calizas, areniscas tufáceas y en parte conglomerados como también margas y lutitas. Caracterizan esta sucesión, calizas estratificadas y masivas, ricas en restos de algas calcáreas y foraminíferos grandes. Separando esta litología de la Formación Brito y denominándola Unidad Cajón, con base a los afloramientos en esta localidad junto al Río Grande de Terraba

Mora (1979) diferencia la Unidad Cajón en dos subunidades, con base al origen del material: Subunidad Arrecifal, Subunidad Detrítica. Le asigna una edad de Eoceno Medio a Superior.

Sprechman et al., (1984) sugiere la utilización del nombre Formación Fila de Cal, agrupando en una única unidad litoestratigráfica a varias formaciones preexistentes (Unidad El Cajón, Las Animas de Turrialba, Formación Parritilla, Calizas Punta Cuevas, Cabo Blanco, etc), con base en la similitud de depósitos de macroforaminíferos, provenientes de ambientes de depositación equivalentes.

De acuerdo a la subdivisión hecha por Mora (1979), de esta Unidad se distingue:

**Subunidad Arrecifal:** compuesta por una biolitita algácea (" Boundstone") de color amarillo claro o blanco de estratificación gruesa (0,75 a 2 m) a maciza, aflora típicamente en los sitios de El Cajón y Finca 18. Contiene además grandes cantidades de foraminíferos Orbitoides y otros fósiles.

El autor sugiere que por las características petrográficas y morfológicas, así como por su disposición estratigráfica, el arrecife fue de tipo "Cordón Costanero". Le asigna un espesor máximo observable de 200 m en el Paso Cajón.

**Subunidad Detrítica:** constituida por los productos de destrucción erosiva del sistema arrecifal (frente arrecifal." Front - Reef"). Son materiales depositados en ambientes de energía variable, pero predominan los de aguas tranquilas y profundas. Se compone preferentemente de fragmentos de algas, foraminíferos (Orbitoides, Textularias, Globigerinas, Miliólidos, etc.), radiolarios y algunos pocos oolitos, con presencia en algunos casos, de fragmentos clásticos de origen volcánico, lo que indica una débil y lejana actividad volcánica.

A veces puede encontrarse localmente interestratificada con la Unidad Arrecifal, no obstante es considerada como el techo de la Unidad Cajón. El máximo espesor observable es de 200 m, y su contacto superior es concordante y transicional con la Unidad Zapote de la Formación Terraba.

## **Formación Térraba**

### *Antecedentes Históricos*

Dengo (1961 - 1962), designa con el nombre de Formación Térraba a una secuencia de lutitas y limolitas de color gris oscuro y negras, estratificadas en capas delgadas, frecuentemente calcáreas o con capas delgadas de calizas, que afloran el Río Chánguena.

Henningsen (1965) y Madrigal (1974) en Mora (1979), restringen la Formación Térraba al Miembro Lagarto, entre el Paso Cajón y la boca del Río Chánguena sobre el Río Térraba. Ambos reconocen al Miembro Cajón como parte de la Formación Brito y al Miembro Curré le dan categoría de Formación.

Mora (1979) con base en criterios de las estructuras de fallamiento, así como la presentación del criterio de turbiditas, divide la Formación Térraba en dos unidades: Unidad Zapote y Unidad Lagarto.

### **Unidad Zapote**

Localidad Tipo: se define en la Quebrada Zapote y en el caserío de igual nombre a orillas de la Carretera Interamericana.

Litología: predominan, según las clasificaciones de Folk y Pettijon: limolitas areno - tobáceas, areniscas limo -tobáceas, arcillolitas limo- arenosas feldespáticas, grauvacas, vulcarenitas y lutitas vulcanoclásticas.

Ambiente: fue depositada en un ambiente de profundidad intermedia (nerítica), predominando los intervalos "b", "c" y "d" y algunas veces el intervalo "a" de la serie de Bouma.

Fósiles: según determinaciones de Ritzkowsky, Henningsen (1965) en Mora (1979), se encontró la siguiente fauna: Siphogerina Transversa, Sphogerina Multicostata, Metulacancelata, Sanguinollaria, Aluotta, Asterocyclina Vaughani.

Contacto y espesor: sobreyace concordantemente y forma transicional a la Unidad Cajón de la Formación Brito y subyace a la Unidad Lagarto de la misma formación, también concordantemente. Su espesor varía entre 1200 m, siendo mayor hacia el sector oriental de la zona.

Edad: Oligoceno Inferior a Medio.

### **Unidad Lagarto**

Localidad Tipo: se encuentra en el caserío de Lagarto en el Río Térraba.

Litología: se define como la facies proximal de la turbidita, con predominio de conglomerados y areniscas, además de depósitos de canales turbidíticos.

Ambiente: de profundidad moderado, con predominio de los intervalos "a", "b" y "c" de la serie de Bouma. Son comunes algunas estructuras sedimentarias, como laminaciones

cruzadas, ondulitas, "flute cast", bolas de arcilla, pliegues de convolución y estratos con granoclasificación vertical positiva.

Contactos y espesores: se encuentra subyacida concordantemente por la Unidad Zapote y sobreyacida, también concordantemente, por la Unidad Curré de la Formación Gatún. Su espesor total varía entre 1200 y 1500 m.

Edad: Oligoceno Superior a Mioceno.

### **Formación Gatún , Miembro Curré**

#### *Antecedentes Históricos*

Dengo (1962), utiliza el nombre Curré para distinguir un conjunto de rocas sedimentarias, principalmente areniscas, que afloran en el Río Térraba, entre el caserío de Curré y La Escuadra.

Se compone de areniscas pardas, de granulación mediana, estratificadas en capas de mediano espesor, con intercalaciones menores de conglomerados y lutitas. Toda la secuencia presenta materiales tobáceos o detritos derivados de rocas volcánicas y su espesor total es de 830 m.

Lohmann (1934) en Dengo (1962), describió una secuencia similar en el Río Concepción, tributario del Río Térraba, que es un continuación de las rocas expuestas en Curré. En esas rocas Lohmann encontró una macrofauna que él consideró equivalente a la de la Formación Gatún y por lo tanto perteneciente al Mioceno Medio.

Henningsen (1965), la define como una serie de areniscas tobáceas con intercalaciones de conglomerados, limolitas y ocasionalmente lutitas, de colores verde oscuro y pardo verdosos donde están alteradas.

Mora (1979), la separa en dos subunidades de acuerdo a sus características sedimentológicas: Subunidad de Conglomerados y Subunidad de Lutitas.

Alán (1983), describe para la parte inferior de la Fila Costeña: conglomerados, areniscas en parte conglomerádicas, brechas y pocas veces lutitas, generalmente masivas y con predominio de clastos de origen volcánico, en menor cantidad granos feldespáticos y menos frecuente piroxenos; todos englobados en una matriz arcillosa; además es muy fosilífera, con predominio de bivalvos y en menor proporción gasterópodos y bioperforaciones. El espesor máximo observado en el área es de 150 m.

La parte superior de la Formación Curré se caracteriza por la presencia de lutitas, limolitas, areniscas y con menor frecuencia de conglomerados. Esta unidad tiende a hacerse más tobácea hacia la parte superior y aparentemente aumenta su espesor hacia el norte.

Sprechmann (1984), sugiere que al no presentarse en la Formación Curré, varias de las facies que componen a la Formación Gatún, se le debe de considerar como una unidad independiente.

De acuerdo a la subdivisión hecha por Mora (1979) de la Formación Curré, se definen las características litoestratigráficas de la unidad.

### *Subunidad de Conglomerados*

Localidad tipo: se ubica cerca del puente del Río Curré, en la Carretera Interamericana.

Litología: predominan los conglomerados y areniscas fosilíferas. Los componentes son en su mayoría de origen vulcanoclástico y de color verde grisáceo.

Ambiente: sus materiales fueron depositados en un ambiente de transición (facies deltaicas y de playa), Mora (1979) menciona además que la fauna encontrada indica un ambiente marino de poca profundidad, salinidad normal, clima tropical y substrato blando.

Contactos y espesor: puede considerarse como el piso de la Unidad Curré y sobreyace concordantemente a la Unidad Lagarto de la Formación Térraba.

Edad: se le asigna una edad de Mioceno Medio Superior.

### *Subunidad de Lutitas*

Litología: lutitas de color negro que se intercalan esporádicamente con estratos de areniscas y conglomerados finos. Están por lo general muy cloritizados y se componen básicamente de productos subvolcánicos.

Ambiente: fueron depositados en un ambiente parálico (estero, pantano).

Contactos y espesor: puede considerarse como el techo de la Unidad Curré y está sobreyacida por la Formación Paso Real. Su espesor varía entre 300 y 150 m, mostrando disminución hacia el oeste.

Edad: Mioceno Medio Superior.

## **Formación Paso Real**

### *Antecedentes Históricos*

Dengo (1953, 1926 en Mora 1979) la define, como una Formación volcánica entre la Quebrada Cuán y el río Escuadra.

Henningsen (1965), describe, en el contacto este de la Cordillera Costeña yace discordante la Formación Paso Real sobre la Formación Gatún. Compuesta por guijarros o bloque de rocas volcánicas de hasta un 1 m de diámetro. La define como un aglomerado con guijarros de andesitas y basaltos, cuyos componentes han sido poco transportados. En las partes aglomerádicas ocasionalmente aparecen diques andesíticos, ricos en cristales de augita. Se observan además, areniscas tufáceas poco consistentes, ocasionalmente con estratificación cruzada, y en menor extensión, lutitas.

Mora (1979) subdivide la Formación Paso Real en dos unidades: Unidad El Brujo y Unidad Mano de Tigre. La primera abarca las zonas con predominancia de materiales sedimentarios y la segunda con mayoría de productos volcánicos.



### **Unidad El Brujo**

Localidad tipo: su nombre proviene de la localidad El Brujo en donde aflora en el estribo de margen derecha del puente sobre la Carretera Interamericana.

Litología: se compone de un conjunto de conglomerados, fanglomerados y areniscas dispuestos en estratos gruesos (0,7 a 2 m), con bloques de hasta 1 m de tamaño y de composición variable (lavas e intrusiones).

Ambiente: depositados en un ambiente continental fluvio - lacustre, su fuente de sedimentación fue la Cordillera de Talamanca, y se define como el producto de acumulación de materiales erosionados durante las primeras etapas de destrucción.

Contacto y espesor: sobreyace en forma aparentemente concordante a la Unidad Curré de la Formación Gatún. En algunos sectores está cubierta discordantemente por abanicos aluviales de la Formación El General y por depósitos del Cuaternario. Su espesor varía entre 300 y 500 m; con su mayor expresión en el sector central, mientras que hacia los sectores oriental y occidental disminuye.

Edad: le infiere una edad Pliocénica.

### **Unidad Mano de Tigre**

Se compone en su mayoría de productos efusivos.

Bergoeing, Mora y Rodríguez (1979, en Mora 1979) describen por primera vez un centro volcánico en la Fila Costeña denominándola Volcán Mano de Tigre, localidad en la que Dengo (1962, en Mora 1979) había determinado la presencia de lavas. De ese centro de emisión puede distinguirse un antiguo cráter fuertemente erosionado y un pequeño cono de piroclastos. La dirección de los vientos predominantes y las condiciones topográficas favorecieron las condiciones para que la mayor parte de los materiales se acumulara en el flanco noreste de la Fila Costeña.

### **Grupo Comagmático (intrusivo) de Talamanca (John Mosheim C.)**

Gabb (1874) en DENGÓ, 1962 reconoce una serie de stocks graníticos a lo largo del espinazo de la Cordillera de Talamanca, y los agrupa bajo el nombre de Serie Plutónica de Talamanca.

Dengo (1962) agrupa toda la serie de intrusiones que afloran a todo lo largo de la Cordillera de Talamanca, y señala que probablemente toda esta serie deriva de un magma inicial común, ya que sus características generales indican que se encuentran genéticamente relacionadas. La serie está formada, en su mayor parte, por dioritas cuárcicas y granodioritas; también se encuentran gabros, dioritas y granitos. Las diferentes litologías son debidas ya sea a la diferenciación magmática, y/o a contaminación de las rocas encajantes.

Dengo (1962) reconoce seis stocks principales en la Cordillera de Talamanca. Estos son de noroeste a sureste: a) DOTA (granodiorita y mozonita), b) DIVISIÓN (granodiorita y mozonita con pequeñas diferenciaciones gabroicas), c) CHIRRIPO (granodiorita), d) DURIKA, e) UPJUM y k) KAMUK (granodiorita). También menciona que LOHMAN y

BRINKMAN (1931), describen una sienita augítica y un gabro en la parte sur de los Cerros de Escazú.

Berrange (1977) se refiere a las rocas plutónicas de Talamanca como Grupo Comagmático (Intrusivo) de Talamanca, y aplica el Código de la Comisión Americana de Nomenclatura Estratigráfica. Señala, al igual que DENGÓ, 1962 que las rocas más abundantes son: dioritas cuárcicas, granodioritas y adamelitas. Además, indica que las rocas volcánicas del Complejo Aguacate y de la Formación Doán, son consanguíneos y contemporáneos del Grupo Comagmático (Intrusivo) de Talamanca. Se encuentran los intrusivos atravesando sus propias eyecciones volcánicas. BERRANGE, 1977 en su estudio fotogelológico de la Hoja Tapantí, establece dos hechos importantes: 1) La variedad de rocas son relativamente más viejas y menos voluminosas que las facies más ácidas. 2) Se datan cinco muestras de rocas intrusivas por método K/A, que proporcionan una edad absoluta máxima de 11,5 Ma. Y una mínima de 9,3 Ma.; la edad máxima corresponde con a las variedades básicas, y la mínima a las ácidas.

### **Formación El General**

#### *Antecedentes Históricos*

Weyl (1957, en Mora 1979) advierte por primera vez la presencia de una zona de terrazas pie de montañas en Talamanca.

Henningsen (1965) hace también mención de la presencia de abanicos aluviales en el flanco pacífico de la Cordillera de Talamanca.

Madrigal (1977, en Mora 1979) advierte que algunos de estos depósitos han sido plegados por efectos tectónicos del Pleistoceno.

Castillo (1978) la define por primera vez como Formación Valle de El General, dividiendo en Miembro no laterítico Valle de El General en la base y Miembro laterítico Valle de El General en la parte Superior.

Mora (1979), menciona que los abanicos de la Formación El General, están yuxtapuestos y son coalescentes. De acuerdo con Mora, se define la Formación de la siguiente forma:

Localidad tipo: los abanicos mejor desarrollados del área son el de Buenos Aires, Mosca, Cabagro, Platanares, Helechales, Sábalo y Blanco, tienen un espesor máximo observable de 400 m.

Litología: se componen de fanglomerados que contienen bloques de hasta 3 a 4 m, los cuales flotan en una matriz areno - limosa.

Origen: son el producto de la destrucción erosiva de la Cordillera de Talamanca durante sus diferentes episodios de emplazamiento y por deshielo de glaciares pleistocénicos.

Contacto: sobreyace parcialmente a la Formación Paso Real, en forma discordante y no posee unidad litoestratigráfica sobreyaciéndola, además de los depósitos superficiales del Cuaternario.

Edad: se le confiere una edad Pleistocénica.

## 1.2.2 Geomorfología

### **Formas de denudación**

Los procesos geomórficos son: el agua en sus diferentes facetas (ríos, torrentes, agua subterránea, océanos y glaciares), que junto con el transporte, alteran, desprenden y arrastran los fragmentos de rocas y suelos, hasta las cuencas sedimentarias.

Estas morfologías se han originado por los diferentes procesos que forman parte de la denudación (meteorización y erosión).

#### *Laderas muy empinadas y escarpe de erosión de la Cordillera Costeña*

**a- Ubicación:** se extiende desde la frontera con Panamá hasta un sitio ligeramente al NE de Punta Uvita.

**b- Morfografía:** es una unidad alargada que se extiende de NW a SE por unos 30 km. Es interrumpida por el paso del Río Térraba precisamente en el sitio donde se planea construir la represa del Proyecto Boruca. Sus pendientes van desde la vertical hasta los 30°.

Su altura puede variar de los 300 a los 800 metros sobre los terrenos vecinos. Constituye la espalda de la Cordillera Costeña hacia el SW, ya que esta morfología se extiende mayormente hacia el NE y con menores pendientes. Es por esta razón que las laderas hacia el SE son más cortas así como los ríos que las cortan.

**c- Tipo de rocas:** son principalmente sedimentarias, y dentro de ellas abundan las calizas de la Fila de Cal. En algunas localidades, se da la presencia de rocas intrusivas que se intercalan con los sedimentos o simplemente los cortan. La mayor parte de estos intrusivos son de carácter básico.

**d- Morfogénesis:** se supone que una gran falla corre al pie de la Cordillera y que ella sea la responsable del aspecto escarpado de las laderas que van hacia el Pacífico. Sin embargo, ha sido la erosión diferencial la que le ha dado su aspecto final a la morfología, ya que esta depende de la dureza de los diferentes tipos de rocas y su labrado final.

**e- Morfocronología:** las rocas más viejas de la Cordillera, son las que están en Cajón y sus vecindades, perteneciendo al Eoceno Superior. Sin embargo, las rocas más jóvenes de la Cordillera pertenecen a la Formación Curré, de edad posiblemente miocénica.

Por consiguiente, la unidad debe haber iniciado su ascenso posteriormente al Mioceno, quizás durante el Plioceno.

#### *Laderas empinadas de la falda SW de la Cordillera de Talamanca*

**a- Ubicación:** se localizan del SW de la Cordillera, formando la sección baja de la falda correspondiente.

**b- Morfografía:** es alargada en dirección NW-SE, con una longitud de aproximadamente 110 km. Su ancho varía de uno a 20 km, presenta pendientes que oscilan entre 6° a 33° (11-66%) y algunas localidades la misma es vertical. Está cortada por muchos ríos y quebradas que descienden hacia el valle. Tiene colinas redondeadas y

angostas, sin que se les pueda denominar espinazcos. Los espacios interfluviales son angostos.

**c-. Tipo de rocas:** existe una dominancia de rocas volcánicas y sedimentaria (areniscas, lutitas y conglomerados) hacia el NW y una mayor cantidad de rocas intrusivas hacia el SE (granítico y cuarzo-monzonítico).

**d-. Morfogénesis:** debe su origen a la presencia de una falla en su pie y luego un período de fuerte erosión.

**e-. Morfocronología:** va desde el Eoceno al Oligoceno, pero como es lógico las masas intrusivas son más jóvenes (Plio-Pleistoceno).

### ***Formas de sedimentación y lacustre***

Su origen está en el relleno efectuado por los ríos y quebradas con influencia coluvial o sin ella. En algunos casos ha existido aporte marino en forma de viejas líneas de costa y antiguos lagos, que podrán haber sido arenosas o pantanosas. Se distribuyen al pie y dentro de las principales cordilleras de Costa Rica: Guanacaste, Central y Talamanca.

#### *Terrazas recientes del río General y afluentes*

**a-. Ubicación:** se localizan en los cursos actuales de los ríos: General, Peñas Blancas, San Pedro, Unión, Convento, Volcán, Cañas y Ceibo.

**b-. Morfografía:** la superficie es plana y con poco declive, pero con un microrrelieve abundante producto de los cauces abandonados, así como del relleno aluvial.

**c-. Tipo de rocas:** fragmentos de rocas intrusivas y volcánicas son las principales componentes de estas terrazas. Los fragmentos son sanos y la matriz que los engloba está parcialmente meteorizada.

**d-. Morfocronología:** su edad es del Pleistoceno.

#### *Abanicos aluviales del Valle del General*

**a-. Ubicación:** se localizan formando un relleno en el área conocida como Valle del General.

**b-. Morfografía:** está constituido por una coalescencia de abanicos, que se extienden desde la Frontera con Panamá. Son unos siete abanicos en total, entre San Isidro y Buenos Aires y otros tantos hasta la frontera con Panamá al SE. El ápice de cada abanico se localiza al pie de la Cordillera de Talamanca. Su pendiente cerca de este sitio llega a los 10°, pero en sitios cercanos a la Carretera Interamericana es de 1° a 3°. En la superficie de los abanicos, hay canales abandonados, los espacios interfluviales son anchos. Desde el Río Pedregoso hasta la confluencia con el Coto Brus, el Valle mide 70 km y de ahí a la Frontera 40 km. Los abanicos tienen una longitud promedio de 10 km, principalmente en dirección SE y S.

**c-. Tipo de rocas:** el material formador de estos abanicos proviene de la Cordillera de Talamanca y está representado por fragmentos blocosos de: granito, granodiorita, gabro,

andesita y basalto principalmente. La matriz es principalmente arcillosa a arenosa. En la parte superior, la meteorización ha alcanzado un alto grado llegando a concentrarse en óxidos de aluminio. En muchos casos se logra observar la transición hasta la roca sana.

**d-. Morfogénesis:** los fragmentos que constituyen este relleno se han originado en la Cordillera de Talamanca y bajaron por los cauces en forma de corrientes de lodo, las cuales poco a poco se acumularon en el fondo del valle.

**e-. Morfocronología:** se les asigna una edad de Pleistoceno, se basa en que se ha requerido de un ambiente especial para originar las corrientes de lodo que les dieron origen. Ese ambiente se produjo una vez que se retiraron los glaciares del Cuaternario.

### ***Formas de origen tectónico y erosivo***

El conjunto de formas aquí agrupadas, debe su origen al movimiento ascendente y la subsiguiente erosión.

#### *Cordillera Costeña*

**a-. Ubicación:** se encuentra paralela a la costa del Océano Pacífico, por que recibe el nombre de Cordillera Costeña. Su pie está a unos siete kilómetros de la línea de costa.

**b-. Morfografía:** una de la máximas elevaciones es el cerro donde se localiza el hito topográfico Anguciana, el cual tiene una elevación de 1707 m.s.n.m., mientras que el terreno a su pie tiene 100 metros.

Se orienta de noroeste-sureste, de acuerdo a la dirección estratigráfica general de las rocas sedimentarias que la forman. En términos generales la pendiente es fuerte, con un pequeño escalón entre los 400 y 500 metros de elevación.

Las mayores pendientes son aquellas que forman el flanco suroeste de la morfología, o sea las que miran hacia el Océano Pacífico. Las laderas que caen hacia el noreste son en general más suaves, debido a que corresponden con la dirección de buzamiento de las capas. Propiamente, las filas Cruces y Zapote, constan de pendientes de 100% (90°), labradas en roca caliza.

**c-. Tipos de rocas:** en una forma muy general, la Cordillera está constituida por rocas pertenecientes a las formaciones: Brito, Térraba, Curré y Paso Real, con algunas intrusiones. Las rocas en sí son areniscas de grano medio a fino, lutitas arcillosas, calizas. En la mayor parte, la superficie del terreno se presenta muy meteorizada, de color amarillento.

**d-. Morfogénesis:** se liga al levantamiento desde el fondo oceánico, de un bloque de la corteza. Este ascendió a lo largo de fallas, inclinándose en sus últimas etapas de ascenso hacia el noroeste. La erosión fluvial, terminó de modelarla haciendo una selección en las rocas (erosión diferencial).

**e-. Morfocronología:** las rocas más jóvenes encontradas hasta el momento en la Cordillera, son las de Paso Real, de edad Plioceno, por lo tanto, la forma es de finales de este período o del Pleistoceno.

### *Cordillera de Talamanca*

**a-. Ubicación:** constituye el eje del país desde la parte central hasta la frontera de Panamá.

**b-. Morfografía:** ocupa aproximadamente la mitad del país, internándose en territorio panameño. Su máxima elevación, el Cerro Chirripó con 3820 m. Tiene valles profundos con laderas de pendiente fuerte. Las divisorias son angostas. Su estructura es complicada por la presencia de pliegues y fallas. Son abundantes los pliegues, algunos de los cuales han sido investigados en busca de petróleo. Grandes fallas se localizan en ella, como la de Telire, Chirripó y Ayil. Entre Cartago y el Cerro de la Muerte, la carretera interamericana corre por su cima, la cual recorre grandes espacios de terrenos planos, los cuales según Weyl, 1952, son retazos de una penillanura levantada y erosionada. La presencia de glaciación en sus cimas altas se menciona en la morfología **Formas de erosión y depositación glaciárica.**

El flanco sur es más abrupto que el del norte que cae hacia el Caribe. Hacia el Valle del General, este sirve de límite entre ella y la Cordillera Costeña, pero hacia el norte, la separación de ambos es sumamente difícil ya que sus formas se unen y se pierde la identidad de cada una.

**c-. Tipo de rocas:** las rocas más viejas parecen ser las de las formaciones: Tuis y Brito, del Eoceno y como rocas más jóvenes se encuentra la Formación Suretka de edad Plioceno. Intrusiones ácidas y básicas son frecuentes en la Cordillera, así como rocas volcánicas. La meteorización es muy profunda en todas partes, dependiendo desde luego de la pendiente del terreno. La forma de la Cordillera está grandemente influenciada por la presencia de pliegues y fallas, lo mismo que por la diversidad de rocas. La mayor parte de los pliegues siguen un rumbo paralelo a la Cordillera o sea NW-SE, afectados por fallas.

**d-. Morfogénesis:** el origen de la Cordillera, ha sido magníficamente relatado por Weyl, de lo cual se hace aquí un resumen:

La sedimentación marina ocurrió hasta el Mioceno Medio, se inició el ascenso y plegamiento durante el Mioceno Medio al Superior. Se inició luego un plutonismo con magmas ácidos y básicos originando las intrusiones, el cual posiblemente llegó hasta el Plioceno.

**e-. Morfocronología:** de lo anterior se desprende que la Cordillera debe haber emergido y se levantó durante el Plioceno, por lo que la erosión que dura hasta el presente, se puede haber iniciado desde principios de esa época adquiriendo en este mismo Período la forma alargada en dirección NW -SE.

### ***Formas de origen glaciárico***

Estas formas han sido originadas principalmente por la acción glaciárica con la subsiguiente depositación morrénica, en las altas cumbres de la Cordillera de Talamanca.

### *Formas de erosión y depositación glaciárica*

**a-. Ubicación:** se localizan en las partes más elevadas de la Cordillera de Talamanca, como lo son: en los cerros: Chirripó, Ventisqueros y Kamuk.

**b-. Morfografía:** formas redondeadas en rocas ígneas, son testigos de la erosión glaciárica en estas áreas. La presencia de depósitos morrénicos y lagunas del mismo origen también lo confirman. En el Chirripó se presenta con todas sus características un valle glaciárico en forma de artesa. Los cerros Pirámide, Chirripó y muchas otras cimas, presentan un fracturamiento muy denso ocasionado por la acción de congelamiento y descongelamiento de agua en las fisuras de la roca -gelivación-.

**c-. Tipos de roca:** de acuerdo a Weyl, 1995, las rocas son ígneas y dentro de esta categoría se han encontrado ahí granitos y basaltos.

**d-. Morfogénesis:** como ha quedado expresado, la erosión por los glaciares que posiblemente existieron durante la última glaciación, la de Wurm, junto con la depositación de los fragmentos acarreados, dio origen a estas formas. Posteriormente, la congelación y descongelación de agua, terminó de modelar la unidad.

**e-. Morfocronología:** la glaciación de Wurm terminó hace 10000 años y se inició aproximadamente hace unos 100000 años, por lo cual la edad de estas formas es del final de Pleistoceno.

### 1.2.3 Bibliografía

#### LIBROS

- Astorga, A., “El Cretácico Superior y el Paleógeno de la Vertiente Pacífica de Nicaragua Meridional y Costa Rica Septentrional: Origen , evolución y dinámica de las cuencas profundas relacionadas al margen convergente de Centroamérica”, Tesis de Licenciatura, Escuela Centroamericana de Geología – Universidad de Costa Rica, 1987, pp 170-185.
- Alán, M., A., “Geología y estudio de la lateritas en el extremo noroeste del Valle de El General”, Tesis de Licenciatura, ECG – Universidad de Costa Rica, 1983, pp 166.
- Mora, C., “Estudio geológico de una parte de la región sureste del Valle del General, provincia de Puntarenas. Volumen 1”, Tesis de Licenciatura, ECG – Universidad de Costa Rica, 1979.
- Sprechmann, P. (Ed.), “Manual de Geología de Costa Rica: Estratigrafía”. Editorial Universidad de Costa Rica, 1984, pp 320.

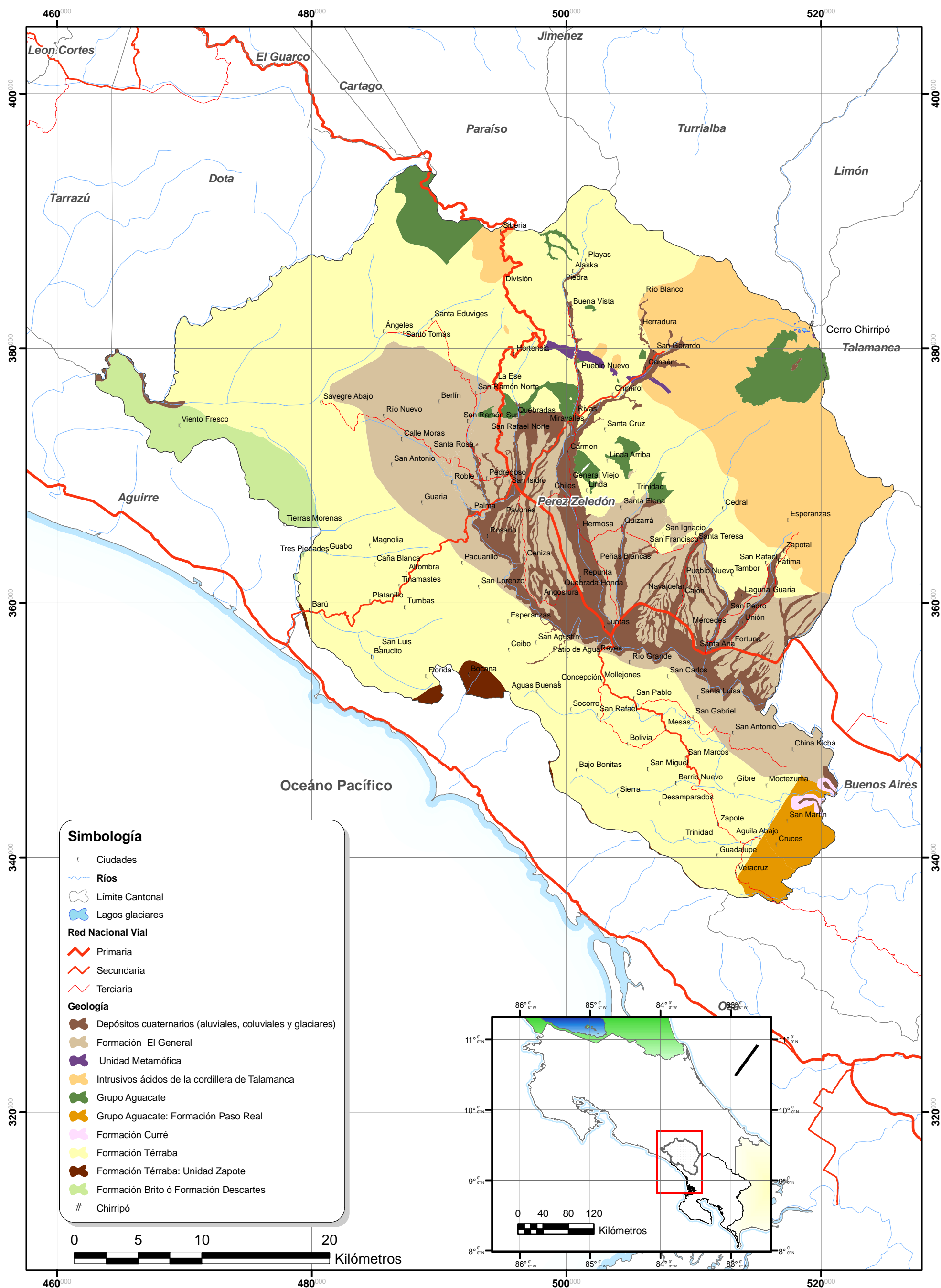
#### ARTÍCULOS

Astorga, A., Fernández, J., Barboza, G., Campos L., Obando, J. , Aguilar, A. , Obando, L., «Cuencas sedimentarias de Costa Rica: Evolución geodinámica y potencial de hidrocarburos». // Revista Geológica de América Central, (13) 1991: 25 - 59.

- Baumgartner, P. O., et al, «Sedimentación y paleontología del Cretácico Cenozoico del Litoral Pacífico de Costa Rica». // Rev. Geológica de América Central, (1) 1991: 37 - 136.
- Calvo C., Bolz, A., «La Formación Espíritu Santo (Costa Rica: Sistema de Plataforma Carbonatada autóctona del Paleógeno Superior – Eoceno Inferior)». // Rev. Geológica de América Central, (13) 1984: 90 - 95.
- Dengo, G., «Estudio Geológico de la Región de Guanacaste, Costa Rica»././ Instituto Geográfico Nacional – Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 1962: 10– 23.
- Dengo, G., «Notas sobre la Geología de la Parte Central del Litoral Pacífico de Costa Rica»././ Instituto Geográfico Nacional – Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Informe Semestral, julio a diciembre de 1962: 43 – 58.
- Henningsen, D., «La Fila Costeña del Pacífico y su composición dentro del sistema centroamericano meridional»././ Dirección de Geología, Minas y Petróleo - Ministerio de Industria y Comercio, 1965: 9 – 38.
- Rivier, F., «Sección Geológica del Pacífico al Atlántico a través de Costa Rica». // Rev. Geológica de América Central, (2) 1985: 23 – 30.
- Sprechmann, P., Astorga, A., Calvo, C., Fernández, A., «Cuadro Sinóptico de Correlación Estratigráfica de las Cuencas Sedimentarias de Costa Rica»././ San José , IV Congreso Geológico Nacional, XX Aniversario de la Fundación del Colegio de Geólogos de Costa Rica, 28 de junio – 3 de julio de 1993: 7 – 16.
- Sprechmann, P., Astorga, A., Calvo, C., Fernández, A., «Stratigraphic Chart of the Sediment Bassin of Costa Rica, Central América»././ University of Stuttgart, 1994: Profil (7), 427 – 431.



# Mapa1-2.1. Geología presente en el cantón de Perez Zeledón

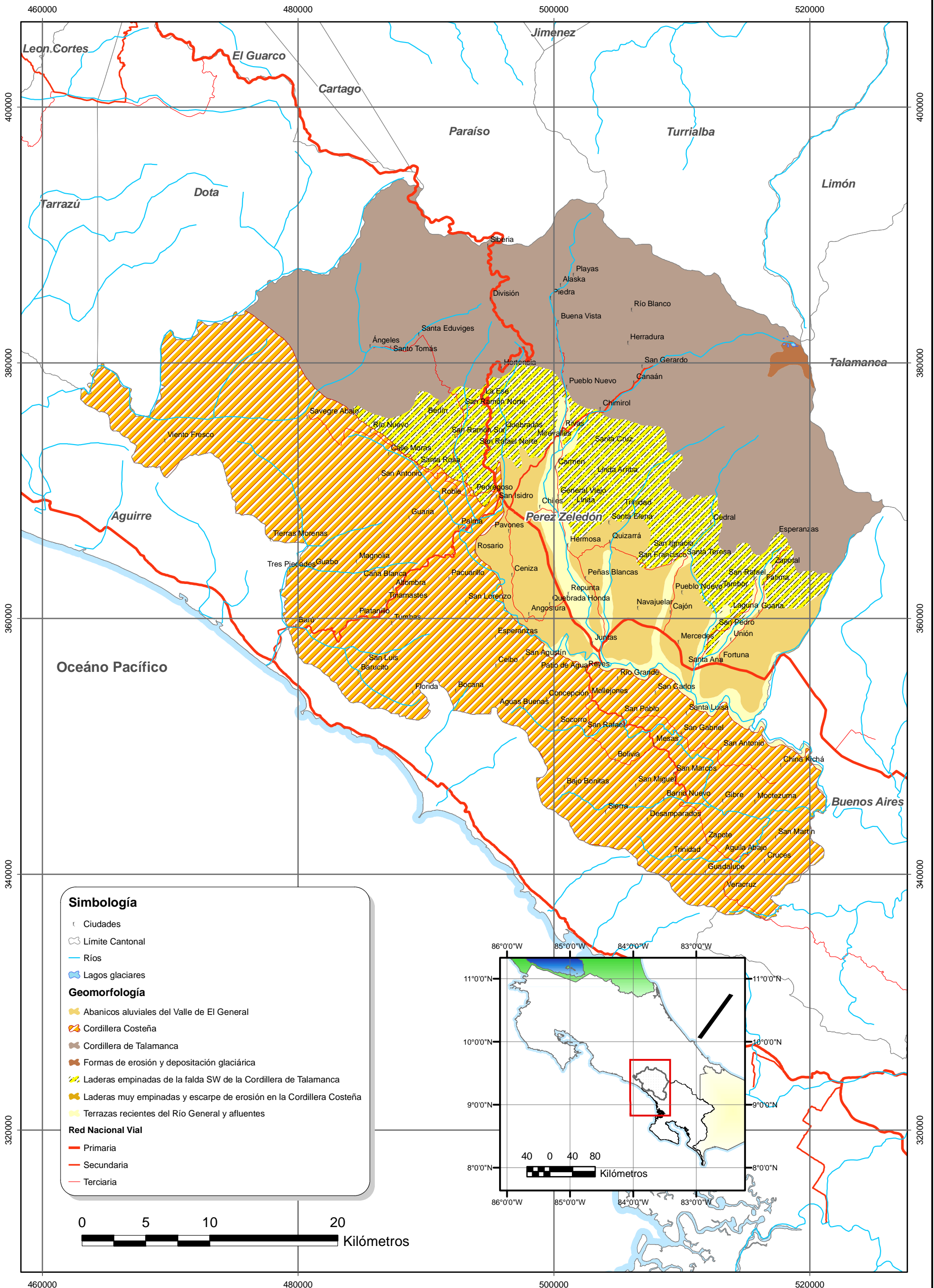


## Plan Regulador de Perez Zeledón

Fuente: IGN, Hojas Cartográficas 1 : 50000  
 Mapas Geológicos 1 : 200000 elaborados por Rodolfo Madrigal (M.S.c) y Rojas, E; 1984  
 Peraldo et al., Leonardo et al., Calvo, Alán, Cavallini, Mora et al., Castillo,  
 Tercer Seminario Nacional de Geotecnia y Tournon & Alvarado.  
 Mapa Geomorfológico de Una Parte del Valle del General, Ministerio de Industria y Comercio (Dirección de Geología, Minas y Petróleo).



# Mapa 1-2.2. Geomorfología presente en el cantón de Perez Zeledón

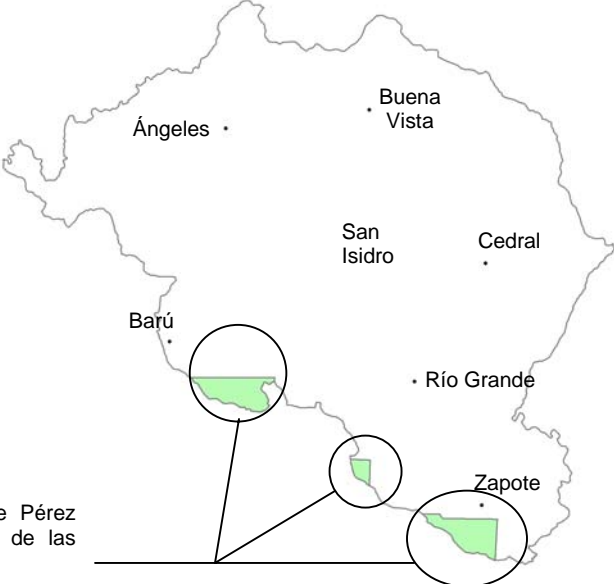


## Plan Regulador de Perez Zeledón

Fuente: IGN, Hojas Cartográficas 1 : 50 000

Mapas Geomorfológicos 1 : 200 000 elaborados por M.Sc. Rodolfo Madrigal y Lic. Elena Rojas, 1980.



TEMÁTICA	Topografía en el cantón de Pérez Zeledón	PRPZ 1.3	PRZ
<p>Objetivo: <i>Estudiar las características de la superficie del terreno, mediante la generación de modelos de elevación digital, para poder identificar zonas que requieren tratamiento especial por su pendiente.</i></p>			
<p><b>a. Relevancia para el Plan Regulador</b></p> <p>El estudio de las condiciones topográficas permite identificar zonas con restricciones para el crecimiento urbano, pues de acuerdo con el Reglamento para el Control Nacional de Fraccionamiento y Urbanizaciones en la sección III.3.2.9, terrenos con pendientes mayores al 15% deben presentar estudios preliminares de suelos y terraceo para determinar el tamaño de los lotes y sus taludes. Además establece que en zonas con pendientes superiores al 30% requieren estudios de estabilidad de taludes.</p> <p>También, en la Ley Forestal, en su artículo 33, se indica que la zona de protección de ríos y quebradas depende de la pendiente promedio que exista en sus márgenes, ya que si es mayor al 40% el terreno se considera quebrado y se debe respetar una franja de protección de 50 metros a cada lado del cauce. Caso contrario, la franja debe ser de 10 metros si la zona es urbana, y 15 metros si es rural.</p> <p>Asimismo, se considera que la construcción de viviendas e infraestructura de servicios básicos en pendientes superiores a 20% aumenta considerablemente el costo de las obras debido a las estructuras de seguridad que requieren.</p>			
<p><b>b. Inventario de los datos e información recopilada</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Curvas de nivel cada 20 metros con cobertura del 100% del área del cantón.</li> <li>- Curvas de nivel cada 10 metros con cobertura del 99% del área del cantón (ver Figura 1).</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p>El mapa muestra el contorno del cantón de Pérez Zeledón con varios sectores de terreno sombreados en verde. Estos sectores están conectados por líneas a tres círculos de ampliación que muestran una mayor detalle de la cobertura de las curvas de nivel cada 10 metros en esas áreas específicas.</p> </div> <p><b>Figura 1.</b> Sectores del cantón de Pérez Zeledón que no tienen cobertura de las curvas de nivel cada 10 metros.</p>			

c. Metodología aplicada

Utilizando el Sistema de Información Geográfica conocido como ArcGIS se realiza el siguiente procedimiento:

1. Digitalizar curvas de nivel.
2. Generar modelo de elevación digital (MED).
3. A partir del MED elaborar cobertura de pendientes.

Clasificar la cobertura de pendientes de acuerdo con las categorías indicadas en el apartado “a” de esta ficha, para identificar zonas con restricciones topográficas para el crecimiento urbano.

d. Fuentes de información

- Instituto Geográfico Nacional (IGN). Hojas cartográficas 1:50 000: Vueltas, San Isidro, Cuerici, Dominical, Savegre, Repunta, Durita, Buenos Aires, Coronado y General.
- Centro Nacional de Investigación GeoAmbiental (CENIGA). Hojas cartográficas 1:25 000, 1998.

e. Observaciones

El objetivo se cumplió completamente, con lo cual es posible caracterizar al cantón según su relieve, y así identificar las zonas que por sus pendientes debe dárseles un tratamiento especial.

### 1.3 Topografía

Con base en la categoría de pendientes utilizada en los Mapas de Capacidad de Uso del Suelo, a escala 1:200.000, del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) elaborados en 1991, se clasificó la información correspondiente al relieve de Pérez Zeledón, resultado que se muestra en el Mapa 1.3-1 y se detalla, para cada distrito, en la Tabla 1.3-1.

Pérez Zeledón presenta una superficie bastante quebrada, teniendo un 90% de su superficie con pendientes mayores al 6%, límite entre lo que se considera terreno plano y ligeramente ondulado (Ver fotografías 1.3-1 a 1.3-4). Solamente un 6% del área del cantón tienen una superficie plana, y un 4% es ligeramente ondulada, mientras que la superficie que es mayor al 30% representa el 56% de todo el cantón. Ver Tabla 1.3-1.

Daniel Flores es el distrito con mayor cantidad de terreno plano, ya que un 30% (19,3 km<sup>2</sup>) de su superficie tiene pendientes menores al 2%, a éste le sigue Cajón (14,6 km<sup>2</sup> que son el 12% de su territorio), General Viejo (8,1 km<sup>2</sup>, 11% de su superficie) y San Isidro (18,9 km<sup>2</sup>, 10% del área). San Pedro y Pejibaye también tienen una superficie plana similar a la correspondiente a Cajón, en el primer caso el área corresponde a 14,7 km<sup>2</sup> y en el segundo 15,6 km<sup>2</sup>, pero al tratarse de distritos más grandes el porcentaje de su superficie es menor, en ambos casos tan solo del 7%. En total el cantón tiene una superficie plana de 114 km<sup>2</sup> lo cual corresponde únicamente a un 6% del área total.



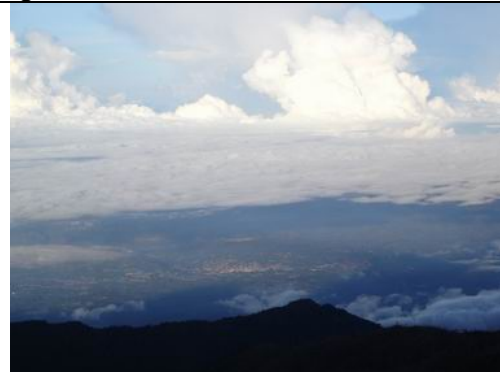
**Fotografía 1.3-1.** Vista desde San Ramón Norte



**Fotografía 1.3-2.** Montañas alrededor de Rivas



**Fotografía 1.3-3.** Construcción de viviendas en las montañas camino a Tinamastes



**Fotografía 1.3-4.** Vista de San Isidro desde el Parque Nacional Chirripó

Los terrenos ligeramente ondulados y ondulados, con pendientes entre 2 y 15%, representan un 4% y 10% de la superficie del cantón, respectivamente. Los distritos que

tienen mayor cantidad de su superficie bajo estas clasificaciones son Daniel Flores (34%), General Viejo (26%) y Cajón (26%), seguidos por San Isidro (19%), San Pedro (18%) y Pejibaye (18%), los últimos cubren una mayor área total del cantón. Los terrenos con pendientes menores al 15% son tan solo el 20% del área del cantón, 6% son terrenos planos, y como puede observarse en el Mapa 1.3-1 se encuentran concentrados principalmente en el centro del cantón, extendiéndose con sentido noroeste-sureste.

Los terrenos con pendientes fuertemente onduladas, entre 15% y 30%, representan la cuarta parte de la superficie del cantón, siendo la superficie predominante en los distritos de Platanares, Pejibaye y San Isidro, con un 44%, 38% y 34% de su superficie respectivamente bajo esta clasificación. Todos los distritos tienen una parte considerable de su superficie con estas condiciones de relieve, sin embargo, observando el mapa, es posible notar como es del centro hacia el sur del cantón donde hay una mayor presencia de pendientes fuertemente onduladas.

El relieve escarpado, fuertemente escarpado y montañoso (pendientes mayores a 30%) corresponde al 56% del área del cantón, siendo un 26% el correspondiente a pendientes escarpadas (30-50%), 19% a fuertemente escarpada (50-75%) y el restante 11% a relieve montañoso. Se localiza en todos los distritos pero particularmente hacia el norte en las cercanías de las zonas de reserva del Parque Nacional Chirripó y la Reserva Forestal Los Santos. Rivas es el distrito que presenta una mayor cantidad de tierras con pendientes mayores al 30% de pendiente, teniendo un 84% de su superficie en esta clasificación, la sigue de cerca Páramo y Río Nuevo con 79% y 71%, y más de lejos San Pedro y Barú con 55% y 52% respectivamente.

Según el Reglamento para el Control Nacional de Fraccionamiento y Urbanizaciones en la sección III.3.2.9, indica que terrenos con pendientes mayores al 15% deben presentar estudios preliminares de suelos y terraceo para determinar el tamaño de los lotes y sus taludes. Además establece que en zonas con pendientes superiores al 30% requieren estudios de estabilidad de taludes. Lo anterior es importante por cuanto un 80% del cantón se encuentra en esta condición.

En el Gráfico 1.3-1 se presenta la distribución del área por distrito clasificada según los rangos de pendientes de la Tabla 1.3-1, y en el Gráfico 1.3-2 se hace el agrupamiento de los esos rangos según las implicaciones que tienen respecto a los requerimientos que cada tipo de pendiente impone a la construcción (Menos de 15% no hay restricciones, entre 15 y 30% deben presentarse estudios preliminares de suelos y terraceo para determinar el tamaño de los lotes y sus taludes y para más de 30% se requieren estudios de estabilidad de taludes ).

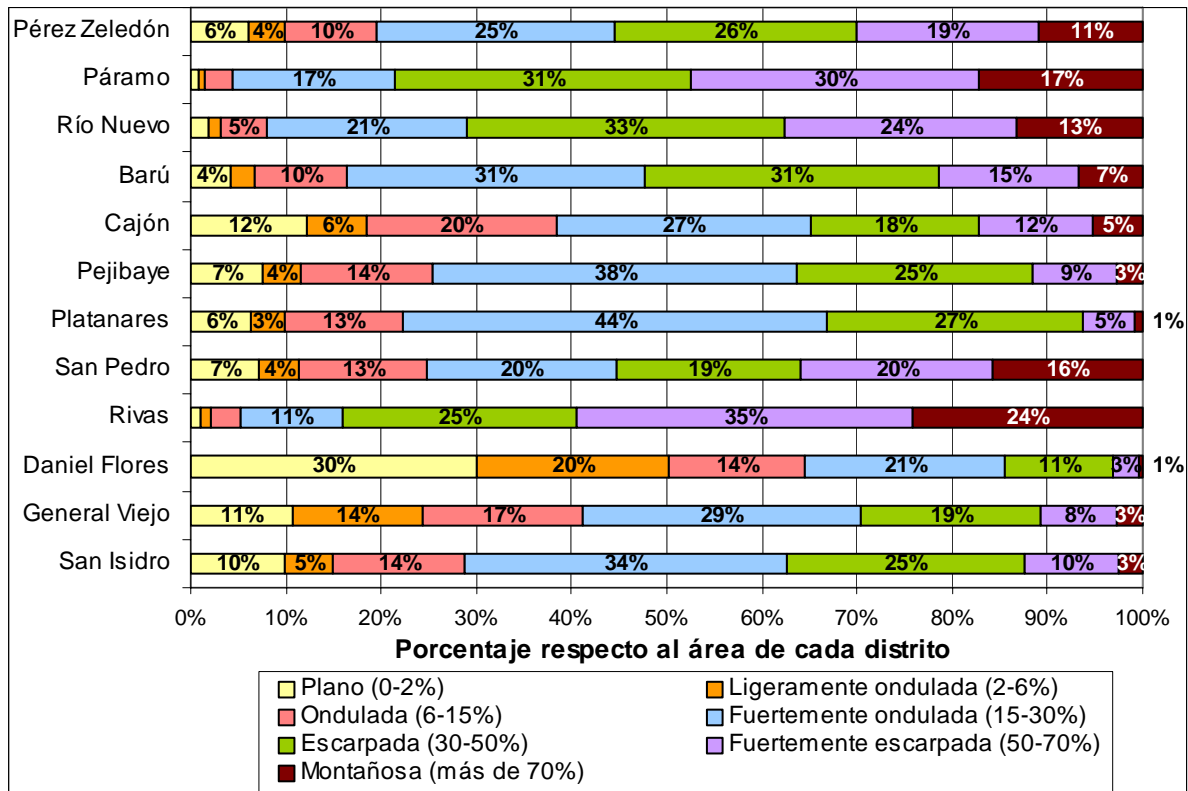
Se puede observar que los distritos con mayores limitaciones son Rivas, Páramo y Río Nuevo (pendientes superiores la 15%), esto considerando el porcentaje con respecto al área de cada distrito.

Con base en estos criterios, se puede decir que el cantón de Pérez Zeledón presenta serias limitaciones para el crecimiento urbano por altas pendientes, que en el caso de San Isidro y otros centros poblados se encuentran muy cerca de los lugares ya urbanizados (Ver Fotografías 1.3-5 y 6). Adicionalmente, en muchas zonas ya pobladas existen el agravante de que constituyen parte, o se encuentran muy cerca, de las planicies de inundación de algunos ríos del cantón, los cuales tienen un potencial de inundación demostradamente alto en eventos extremos, por lo cual la Comisión Nacional de Emergencias ha establecido una zonificación que en algunos casos los afecta, la cual restringe la expansión para evitar desastres naturales producto del desbordamiento de los ríos y las consecuentes inundaciones.

Como puede apreciarse en el gráfico adjunto, los tres distritos que tienen mayor cantidad de superficie con pendientes menores al 30% son San Isidro, Daniel Flores, Cajón y General Viejo, lo cual los hace aptos para la urbanización y/o la agricultura mecanizada; Aunque cabe recalcar que para el caso de construcciones es solamente en pendientes menores del 15% donde no es necesaria la realización de estudios preliminares de suelos y terraceo para determinar el tamaño de los lotes y sus taludes, ni estudios de estabilidad de taludes. Por lo anterior Daniel Flores es el distrito que presenta mayores condiciones para continuar su urbanización, ya que tiene un 64% de su territorio con pendientes menores al 15%, al cual le sigue General Viejo con un 41% y Cajón con 38%. San Isidro por su parte presenta un 29% de su extensión con pendientes aptas para urbanizar sin necesidad de hacer mayores estudios.

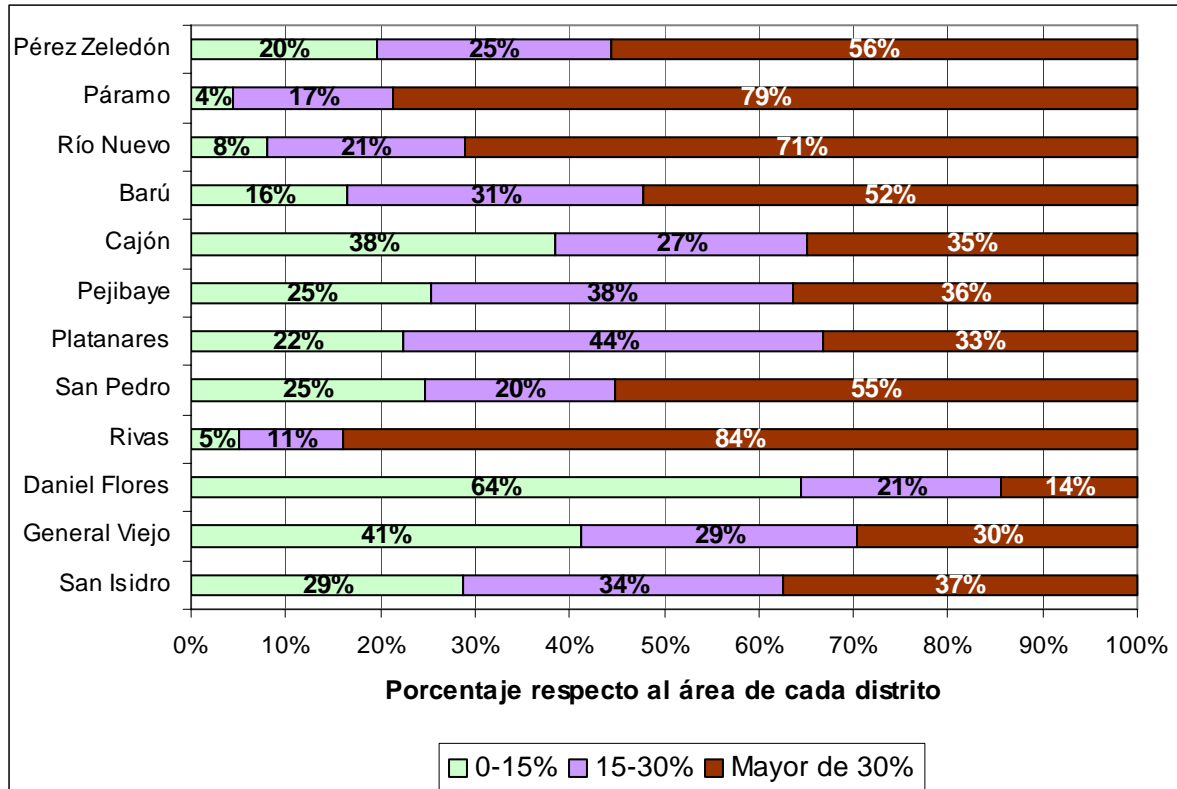


**Gráfico 1.3-1.** Distribución de pendientes por distrito



Es importante resaltar, que aun cuando haya distritos que tengan sectores relativamente planos, esta situación no necesariamente representa grandes extensiones de terreno plano, ya que como puede verse en el mismo San Isidro, la variación del terreno desde suelo plano hasta ondulado y fuertemente ondulado se da en muy pequeño espacio (Ver Fotografías 1.3-3 y 4), por lo cual las condiciones para la urbanización y expansión de los centros poblados debe evaluarse de forma más detallada en cada caso.

**Gráfico 1.3-2.** Distribución de las pendientes por distrito, rangos para presentación de estudios de suelos

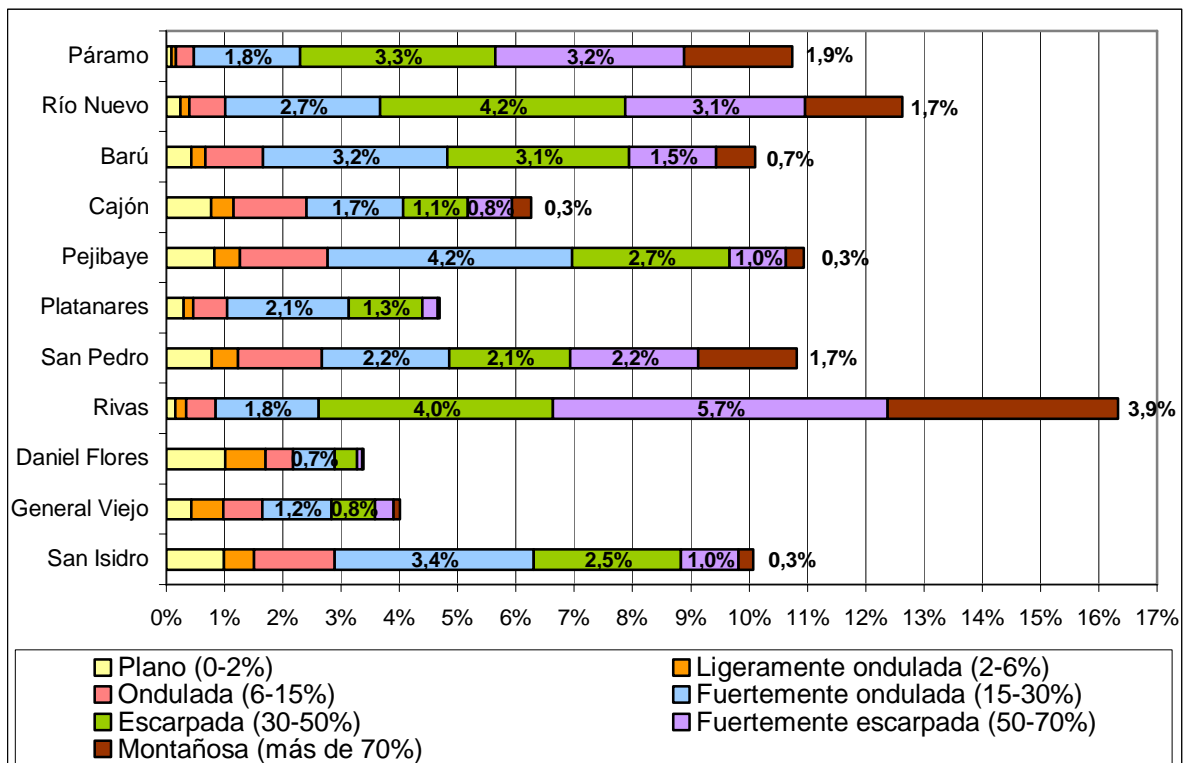


A modo de resumen, para presentar un vistazo general del estado del relieve de todo el cantón se presenta el gráfico 1.3-3, donde se puede observar la distribución de las pendientes de todo el cantón, diferenciando la parte correspondiente a cada distrito. Así, es posible ver como los distritos más grandes de Pérez Zeledón son Rivas, Río Nuevo, Pejibaye, Páramo, San Pedro, Barú y San Isidro mientras Cajón, Platanares, General Viejo y Daniel Flores son los más pequeños.

Tal como se había mencionado anteriormente, la mayor cantidad de suelo plano se encuentra en San Isidro y Daniel Flores, seguidos por Pejibaye y San Pedro; algunos distritos cuentan con superficies muy reducidas en esta clasificación, entre ellos Páramo y Rivas. La cantidad de área con relieve ligeramente ondulado es muy reducida en todo el cantón (4%); por otro lado la que corresponde a terreno ondulado es un poco mayor (10%). Un aumento considerable se nota con respecto a la superficie fuertemente ondulada (pendientes entre 15 y 30%) la cual representa una cuarta parte de todo el cantón y se puede ver con una presencia considerable en prácticamente todos los distritos. Los terrenos con pendientes superiores al 30% son evidentemente mayoría, y entre todos los distritos destaca Rivas como el más quebrado, seguido por Río Nuevo.



**Gráfico 1.3-3.** Distribución porcentual de las pendientes para todo el cantón, separado por distritos



Con el cruce entre la información de pendientes, capacidad de uso y la de uso del suelo es posible determinar con mayor detalle cuál es la parte del cantón que aun no se encuentra urbanizada y que tiene condiciones para hacerlo; dichos análisis se presentan en la sección 5.1 Evaluación general de uso del suelo, del presente Diagnóstico.

### 1.3.1 Conclusiones

- El cantón de Pérez Zeledón cuenta con una proporción muy reducida de su superficie con condiciones aptas para la urbanización o la agricultura mecanizada, ya que solamente un 20% se encuentra en pendiente menores al 15%, y un 25% con pendientes entre 15 y 30%. Esta situación representa una importante limitación para el desarrollo de estas dos actividades, siendo necesario pensar en el mayor aprovechamiento de los suelos aun disponibles, dadas las distintas necesidades existentes en el cantón.
- Los dos distritos que tienen mayor cantidad de superficie plana son San Isidro y Daniel Flores, por lo cual la población se ha concentrado en los mismos, sin embargo es importante considerar que, dada la red hidrográfica del cantón y las características de los ríos más importantes, gran cantidad de las zonas planas coinciden con las zonas bajo amenaza de inundación, restringiéndose aun más las posibilidades de expansión de la zona urbana, dado que las mismas no deberían ser urbanizadas a fin de proteger a la población. Por lo anterior es necesario, a mediano y largo plazo, fomentar la concentración de la población en el valle.
- Las características topográficas del cantón, si bien constituyen un límite a la urbanización, podrían ofrecer algunas posibilidades de explotación, ya sea turística o

agropecuaria (ver sección 7.6 Desarrollo Rural). Sin embargo, debe considerarse que no es conveniente fomentar patrones de expansión de los asentamientos humanos que por un lado puedan atentar contra la conservación de los recursos naturales, o las condiciones del ambiente físico, que pudiera ocasionar situaciones de riesgo, y por otro representen una carga para la administración pública por los elevados costos de urbanización que implica el llevar todos los servicios (alcantarillado, acueducto, luz, teléfono, vías, entre otros) hasta esos sitios.

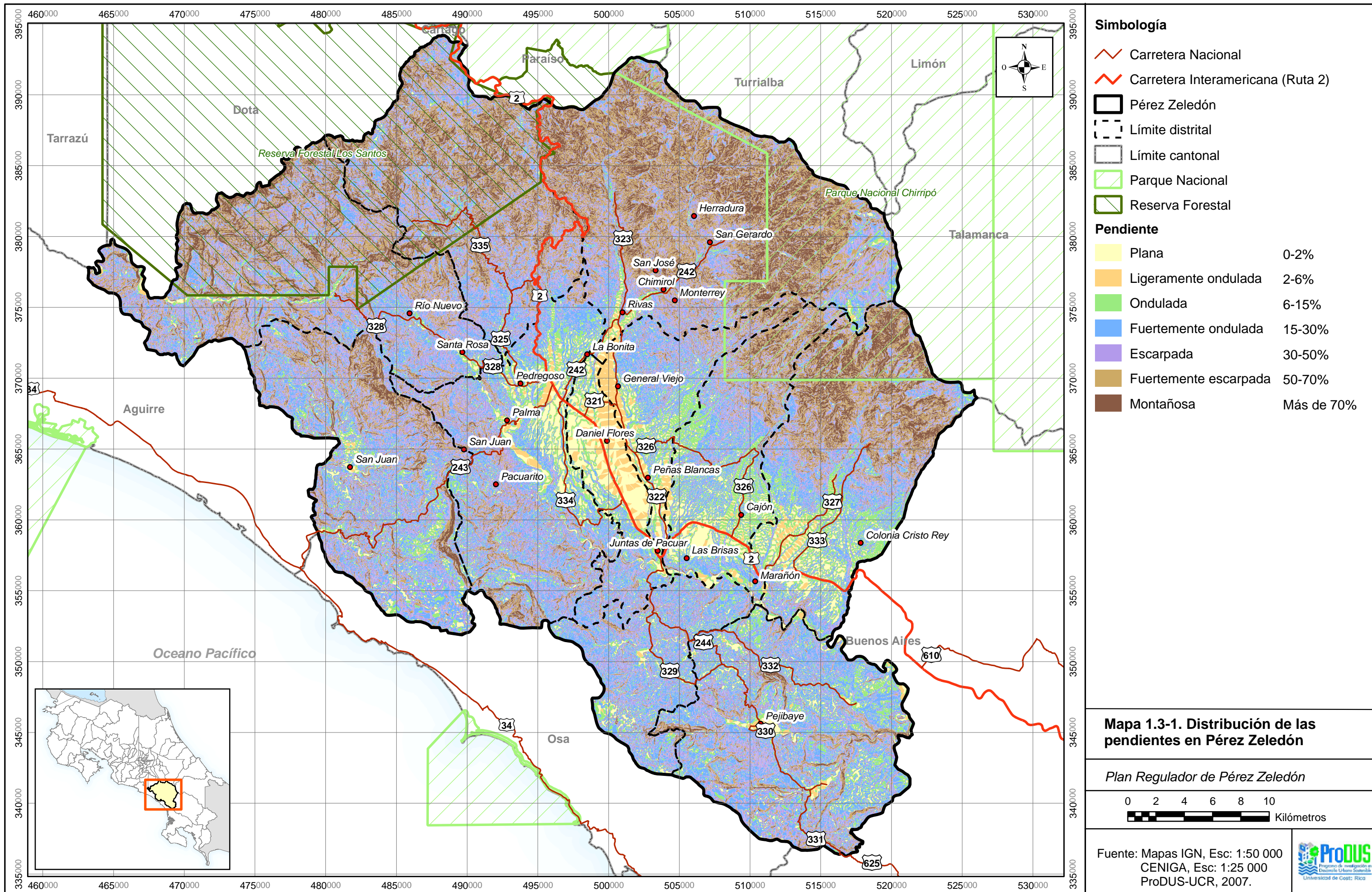
Tabla 1.3-1. Distribución de las pendientes por distrito en el cantón de Pérez Zeledón, porcentaje respecto a la superficie por distrito

Relieve <sup>1</sup>	Plano		Ligeramente ondulada		Ondulada		Fuertemente ondulada		Escarpada		Fuertemente escarpada		Montañosa		Total	
	0-2%		2-6%		6-15%		15-30%		30-50%		50-75%		Más de 75%			
Pendiente																
Distrito	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
San Isidro	18,9	10%	9,8	5%	26,3	14%	64,9	34%	47,9	25%	18,8	10%	4,8	3%	191	10%
General Viejo	8,1	11%	10,5	14%	12,8	17%	22,4	29%	14,4	19%	6,1	8%	2,1	3%	76	4%
Daniel Flores	19,3	30%	13,0	20%	9,1	14%	13,6	21%	7,2	11%	1,8	3%	0,3	1%	64	3%
Rivas	3,0	1%	3,4	1%	9,5	3%	33,7	11%	76,4	25%	109,3	35%	75,0	24%	310	16%
San Pedro	14,7	7%	8,6	4%	27,5	13%	41,4	20%	39,6	19%	41,6	20%	32,2	16%	206	11%
Platanares	5,6	6%	3,1	3%	11,2	13%	39,6	44%	24,1	27%	4,8	5%	0,7	1%	89	5%
Pejibaye	15,6	7%	8,4	4%	28,7	14%	79,8	38%	51,4	25%	18,3	9%	5,7	3%	208	11%
Cajón	14,6	12%	7,4	6%	23,7	20%	31,7	27%	21,1	18%	14,4	12%	6,1	5%	119	6%
Barú	8,2	4%	4,5	2%	18,7	10%	60,2	31%	59,3	31%	28,3	15%	12,8	7%	192	10%
Río Nuevo	4,6	2%	3,0	1%	11,7	5%	50,5	21%	80,0	33%	58,7	24%	31,7	13%	240	13%
Páramo	1,7	1%	1,4	1%	6,0	3%	34,6	17%	63,6	31%	61,7	30%	35,2	17%	204	11%
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>6%</b>	<b>73</b>	<b>4%</b>	<b>185</b>	<b>10%</b>	<b>472</b>	<b>25%</b>	<b>485</b>	<b>26%</b>	<b>364</b>	<b>19%</b>	<b>207</b>	<b>11%</b>	<b>1901</b>	<b>100%</b>

Notas: 1) Clasificación de pendientes utilizada en los Mapas de Capacidad de Uso del Suelo, a escala 1:200.000, del MAG.

Tabla 1.3-2. Distribución de las pendientes por distrito en el cantón de Pérez Zeledón, porcentaje respecto al total por tipo de pendiente

Relieve	Plano		Ligeramente ondulada		Ondulada		Fuertemente ondulada		Escarpada		Fuertemente escarpada		Montañosa		Total	
	0-2%		2-6%		6-15%		15-30%		30-50%		50-75%		Más de 75%			
Pendiente																
Distrito	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
San Isidro	18,9	16%	9,8	13%	26,3	14%	64,9	14%	47,9	10%	18,8	5%	4,8	2%	191	10%
General Viejo	8,1	7%	10,5	14%	12,8	7%	22,4	5%	14,4	3%	6,1	2%	2,1	1%	76	4%
Daniel Flores	19,3	17%	13,0	18%	9,1	5%	13,6	3%	7,2	1%	1,8	0%	0,3	0%	64	3%
Rivas	3,0	3%	3,4	5%	9,5	5%	33,7	7%	76,4	16%	109,3	30%	75,0	36%	310	16%
San Pedro	14,7	13%	8,6	12%	27,5	15%	41,4	9%	39,6	8%	41,6	11%	32,2	16%	206	11%
Platanares	5,6	5%	3,1	4%	11,2	6%	39,6	8%	24,1	5%	4,8	1%	0,7	0%	89	5%
Pejibaye	15,6	14%	8,4	11%	28,7	16%	79,8	17%	51,4	11%	18,3	5%	5,7	3%	208	11%
Cajón	14,6	13%	7,4	10%	23,7	13%	31,7	7%	21,1	4%	14,4	4%	6,1	3%	119	6%
Barú	8,2	7%	4,5	6%	18,7	10%	60,2	13%	59,3	12%	28,3	8%	12,8	6%	192	10%
Río Nuevo	4,6	4%	3,0	4%	11,7	6%	50,5	11%	80,0	17%	58,7	16%	31,7	15%	240	13%
Páramo	1,7	1%	1,4	2%	6,0	3%	34,6	7%	63,6	13%	61,7	17%	35,2	17%	204	11%
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>100%</b>	<b>73</b>	<b>100%</b>	<b>185</b>	<b>100%</b>	<b>472</b>	<b>100%</b>	<b>485</b>	<b>100%</b>	<b>364</b>	<b>100%</b>	<b>207</b>	<b>100%</b>	<b>1901</b>	<b>100%</b>



**Simbología**

- Carretera Nacional
- Carretera Interamericana (Ruta 2)
- Pérez Zeledón
- Límite distrital
- Límite cantonal
- Parque Nacional
- Reserva Forestal

**Pendiente**

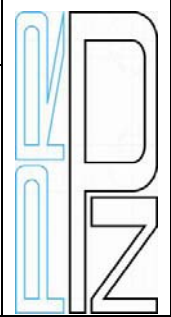
	Plana	0-2%
	Ligeramente ondulada	2-6%
	Ondulada	6-15%
	Fuertemente ondulada	15-30%
	Escarpada	30-50%
	Fuertemente escarpada	50-70%
	Montañosa	Más de 70%

**Mapa 1.3-1. Distribución de las pendientes en Pérez Zeledón**

Plan Regulador de Pérez Zeledón

0 2 4 6 8 10  
 Kilómetros

Fuente: Mapas IGN, Esc: 1:50 000  
 CENIGA, Esc: 1:25 000  
 ProDUS-UCR, 2007.

TEMÁTICA	<i>Extracción de Materiales en el cantón de Pérez Zeledón</i>	PRPZ 1.4	
<p>Objetivo:</p> <p><i>Conocer en que consisten las concesiones de extracción de materiales y los posibles efectos que las mismas puedan tener en el entorno, así como la ubicación de las mismas en el cantón a fin de poder incorporar este conocimiento en los análisis y reflexiones hechas en la realización del Plan Regulador.</i></p>			
<p>a. <u>Relevancia para el Plan Regulador</u></p> <p>Si bien entre las potestades del Plan Regulador no se incluye la posibilidad de regular la actividad de extracción de materiales en los ríos, es importante que dentro de la elaboración del mismo se tenga presente la existencia de esta actividad y los impactos que la misma podría significar para el medio ambiente y las comunidad del cantón, a fin de poder impedir que esta actividad ocasionen daños irreparables.</p> <p>La consideración de este aspecto es importante en medio de la realización del Plan Regulador por cuanto es un tema polémico y de gran importancia para los pobladores del cantón.</p>			
<p>b. <u>Inventario de los datos e información recopilada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Información de las concesiones de extracción y cauce otorgadas por la Dirección de Geología y Minas del MINAE.</li> <li>- Ubicación de las concesiones activas y canceladas.</li> </ul>			
<p>c. <u>Metodología aplicada</u></p> <p>Para la formulación del presente informe se realizaron las siguientes tareas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizó una revisión bibliográfica que permitiera describir las características de la actividad de extracción de materiales en los ríos.</li> <li>- Se visitó la oficina de la Dirección de Geología y Minas del MINAE para recavar la información correspondiente a las concesiones hechas por esta instancia en el cantón; posteriormente se procesó la información.</li> <li>- Con base en la información obtenida de los pobladores de algunas comunidades del cantón, en relación a denuncias sostenidas por la operación en algunos sitios de extracción, se procedió a hacer algunas visitas de campo para observar la situación.</li> </ul>			
<p>d. <u>Fuentes de información</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dirección de Geología y Minas del MINAE.</li> </ul>			
<p>e. <u>Observaciones</u></p> <p>El objetivo se cumplió por cuanto ahora se tiene una visión más detallada de la realidad del cantón en relación con el tema de extracción de materiales. Con la información presentada es posible hacer una lectura de las implicaciones que tiene la operación de los quebradores y los posibles problemas que los mismos pueden acarrear para el cantón, en general, y a las poblaciones vecinas a los sitios de extracción, en particular.</p>			

## 1.4 Extracción de Materiales

### 1.4.1 Introducción

La actividad de extracción de materiales en cauces de dominio público, de acuerdo a las leyes costarricenses, es de competencia de la Dirección de Geología y Minas del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). A pesar de lo anterior, y dado que la actividad puede causar impactos sobre zonas urbanizadas y las actividades humanas que allí se desarrollan, se deben solicitar las respectivas patentes de funcionamiento en la Municipalidad.

Es así como la extracción de materiales puede ser abordada desde la perspectiva del ordenamiento del territorio y la regulación, por lo que el tema no deja de tener alguna relevancia para el Plan Regulador. Asimismo, al existir antecedentes de extracción de materiales de forma, aparentemente, irregular (sin el respectivo permiso y/o sin seguir el correcto procedimiento aprobado en la concesión) por parte de quebradoras en las cercanías del poblado de General Viejo, el tema adquiere una mayor relevancia.

No obstante, cabe destacar que el nivel de injerencia que tiene el Plan Regulador en este tema particular no es directa.

### 1.4.2 Metodología

Para el análisis presentado a continuación se procedió a, por un lado a conocer algunas implicaciones de la actividad de extracción de materiales para poder entender los posibles impactos de la actividad sobre los cauces y el entorno físico del sitio de extracción, y por otro a ubicar las zonas donde, según el Ministerio de Ambiente y Energía, se realizan actividades de extracción de materiales.

### 1.4.3 Actividad de extracción de materiales

La extracción de materiales de los cauces tiene como propósito principal el obtener arena, piedra y grava, como insumos de producción para la construcción o la industria. Cada uno de esos agregados<sup>1</sup> están definidos en el Reglamento Especial para la Extracción de los Materiales en los cauces de dominio público de la siguiente manera:



**Fotografía 1.4-1.** Extracción mecanizada de materiales. Foto del Sr. Marcos Carazo Sánchez

- Arena: Material fino granular que resulta de la desintegración natural o molienda artificial de las rocas.
- Grava: Material granular retenido predominantemente en el Tamiz N° 04 (0,478 cm.) que resulta de la desintegración natural y abrasión o trituración artificial de rocas.
- Piedra: Producto que resulta de la quiebra artificial de rocas o grandes piedras y que algunas de sus caras son el resultado de la acción de la quiebra.

<sup>1</sup> Se denominan agregados pues se adicionan al cemento para, junto con el agua formar concreto.

La extracción de materiales se puede realizar de forma manual, realizada por uno o varios hombres con la ayuda de herramientas tales como: pico, pala, barra u otra similar, o mecanizada, en cuyo caso se trabaja con maquinaria como por ejemplo cargador, tractor, draga, retroexcavadora, dragalina u otras.

### ***Técnicas de extracción***

Para la extracción de materiales de cauces existen diversas técnicas<sup>2</sup>:

- *Extracción paralela al cauce:* se realiza dejando 3 metros de separación de cada orilla y ángulo de reposos de 45° en todos los extremos del frente de extracción.

Se puede realizar con pala hidráulica, que se ubica en la zona seca del cauce o donde la profundidad sea menor y va excavando y avanzando con una profundidad constante sobre el cauce que favorezca la explotación laminar (el material a explotar se deposita en capas).

También se puede realizar con tractor, que va apilando materiales que extrae del cauce, que luego un cargador pasa a una vagoneta.

- *Con trampas de sedimentación:* de acuerdo a las características físicas del río, se calculan las dimensiones de las trampas de sedimentación (donde queda atrapado el material a explotar) y cada vez que se recarga el material es retirado. También se usan trampas de sedimentación para captar parte de los sedimentos en suspensión que se generan durante las labores de extracción, por cambios en la velocidad de arrastre del agua del río los finos suspendidos se sedimentan, mitigando los efectos que se producen aguas abajo.
- *En secciones longitudinales:* se hacen secciones longitudinales, paralelas a la corriente del río y que pueden alcanzar hasta 200 metros de largo.
- Camino paralelo al río los materiales de un extremo del río se acumulan hacia el otro extremo formando una especie de acceso en el cauce del río, luego este camino funciona para que las vagonetas transiten en el río en seco y la pala hidráulica va eliminando el material a la vez que carga las vagonetas.

### ***Posibles impactos de la actividad sobre el ambiente y la actividad humana***

Los impactos más importantes se pueden dividir en dos categorías: sobre el mismo cauce del río y sobre el entorno circundante, que incluye las actividades humanas.

#### **Sobre el cauce del río**

Posibilidad de arrastre de sedimentos finos que afectan el ecosistema del río.

Posibilidades ante crecidas de arrastre de sedimentos.

Posibilidad de contaminación del cauce con hidrocarburos de la maquinaria.

Cambios abruptos en comportamientos hidráulicos del río.

#### **Sobre el entorno**

Posibilidad de aumento de partículas finas suspendidas en el aire.

Contaminación sónica.

Aumento de tráfico de vehículos pesados en la zona.

Los impactos al cauce pueden afectar igualmente a la flora y fauna, en especial por los sedimentos finos que se arrastran, aumentando la turbiedad del agua. Además, un cambio en el comportamiento hidráulico del río, podría ocasionar cambios en la configuración del

---

<sup>2</sup> Diagnóstico, Plan Regulador de Pococí. ProDUS-UCR, 2007.

cauce, provocando socavación de las bases de puentes aguas arriba o de cualquier otra estructura cercana al río.

### **Permisos y procedimientos**

La actividad de extracción de materiales está normalizada por el “Reglamento Especial que regula la extracción de los materiales en los cauces de dominio público”. Como se señala en el mismo, las concesiones y permisos son de competencia del Ministerio de Ambiente y Energía, en su Dirección de Geología y Minas. Además dado que podría causar impactos ambientales, la Secretaría Técnica Ambiental (SETENA) debe dar un aval al proyecto.

#### **1.4.4 Situación en Pérez Zeledón**

En la Tabla 1.4-1 se muestra la información que resume la situación de los permisos de extracción de materiales que se han tramitado ante la Dirección de Geología y Minas. Los Mapas 1.4-1 y 2 muestran la ubicación de dichas concesiones.

*Tabla 1.4-1. Zonas de Explotación en Pérez Zeledón, según Dirección de Geología y Minas del MINAE*

<b>Código</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Expediente</b>	<b>Estado</b>	<b>Revisión de expediente</b>
1	Explotación	4E-2003CNE	En operación	Resumido
2	Explotación	2M-2002	En operación	Resumido
3	Explotación	40 CNE 2005	En operación	Resumido
4	Explotación	32CNE 2005	En operación	Resumido
5	Explotación	5CNE-2005	En operación	Resumido
6	Explotación	39 CNE 2005	En operación	Resumido
7	Explotación	6 CNE 2005	En operación	Resumido
8	Explotación	7CNE-2005	En operación	Resumido
9	Explotación	2583	En trámite	Resumido
10	Explotación	67T-2005	En trámite	Resumido
11	Explotación	34CNE 2006	Sin dato	No disponible
12	Explotación	107T-2001	Sin dato	No disponible
13	Explotación	123 CNE 2006	Sin dato	No disponible
14	Explotación	25 CNE-2007	Sin dato	No disponible
15	Cauce	7-2005	En operación	Resumido
16	Cauce	20-2003	En operación	Resumido
17	Cauce	52T-2002	En trámite	Resumido
18	Cauce	95-93	En trámite	Resumido
19	Cauce	94T-2003	Cerrado	Archivado
20	Cauce	16T-2002	Cerrado	Archivado
21	Cauce	72T-2006	Cerrado	Archivado
22	Cauce	113T-2003	Cerrado	Archivado
23	Cauce	115T-2003	Cerrado	Archivado
24	Cauce	5T-2006	Cerrado	Archivado
25	Cauce	96T-2002	Cerrado	Archivado
26	Cauce	20-2002	Cerrado	Archivado
27	Cauce	119T-2003	Cerrado	Archivado
28	Cauce	8E-2003	Cerrado	Resumido
29	Cauce	65T-2002	Cerrado	Archivado
30	Cauce	64T-2002	Cerrado	Archivado
31	Cauce	58T-2004	Cerrado	Archivado
32	Cauce	38T-2007	Cerrado	Archivado
33	Cauce	74T-2006	Cerrado	Archivado
34	Cauce	86-94	Sin dato	No disponible
35	Cauce	1-99	Sin dato	No disponible
36	Cauce	6-2006	Sin dato	Archivado o perdido



Como puede verse una gran cantidad de los permisos que figuran en los mapas de la Dirección ya han sido cancelados, sin embargo se muestran en los Mapas de todas formas para que quede constancia de esta situación. De los que aun están vigentes y tienen el expediente disponible se adjunta el resumen de los datos referentes a esas concesiones (ver Tabla 1.4-2).

Un problema detectado en el proceso de obtención de la información se refiere a la calidad de la misma y al orden en que se encuentra en los expedientes correspondientes. En términos generales la información correspondiente a las concesiones de cauce están más ordenadas que las de explotación, por lo cual es más fácil obtener la información referente a las primeras, y por el contrario la de las explotaciones está más incompleta.

Tabla 1.4-2. Fichas resumen de datos de cada expediente disponible

<b>2583</b>	<b>67T 2005</b>
<p>Fecha de solicitud: 21/julio/1998. Solicitud hecha por Industrias Acosol S.A. por 25 años. Área: 3Ha, 8.415,69 m<sup>2</sup>. Material presente: lavas y basaltos andesíticos gris oscuro. El 30 de agosto de 1999 se rechaza por no ser viable ambientalmente, el 11 de noviembre del mismo año se presenta una apelación, a la cual no se le ha dado curso. Hoja 1:50 000 San Isidro</p>	<p>Fecha de solicitud: 07/noviembre/2005. Solicitud hecha por Alicia Beita Morales a nombre de la empresa Vientos del Noroeste ABM S.A. Se presentan cantos rodeados de toda granulometría que fueron arrastrados formando bancos con espesores superiores a los 4 m. Área: 22Ha. Ubicado aguas arriba del sitio de presa de la planta hidroeléctrica Peñas Blancas, por lo que se presentarían problemas de sedimentación con la extracción del material del cauce del río. Hoja 1:50 000 San Isidro</p>
<b>4E-2003 CNE</b>	<b>32CNE 2005</b>
<p>Tajo Los Hernández. Fecha de solicitud: 11/junio/2003. Propietario: Luis Amed Hernández Gamboa. Solicitud del MOPT por 120 días para extraer lastre de tajo. Hoja 1:50 000 San Isidro</p>	<p>Tajo Pacuarito Fecha de solicitud: 4/abril/2005. Propietario: Víctor Manuel Arroyo Zúñiga. Solicitud hecha por el MOPT para extraer material por 6 meses con el fin de arreglar caminos. Extracción estimada: 5.000 m<sup>3</sup> Área: 8.931 m<sup>2</sup> Material: areniscas aflorantes. Hoja 1:50 000 Dominical</p>
<b>2M-2002</b>	<b>40 CNE 2005</b>
<p>Tajo Monterrey. Rivas de Pérez Zeledón. Fecha de solicitud: 19/noviembre/2002. Propietario: Ademar Valverde Valverde. Solicitado por la Municipalidad para reparación de caminos vecinales. Permiso para extraer un máximo de 900 m<sup>3</sup>. Posee areniscas finas, limolitas y lutitas con fuerte buzamiento, al extraerse poseen grava, arena y limo. Hoja 1:50 000 San Isidro</p>	<p>Tajo El Diamante, Barú de Pérez Zeledón. Fecha de solicitud: 4/enero/2005. Propietario: Asociación de Desarrollo Integral de San Salvador de Pérez Zeledón. Área: 8.850 m<sup>2</sup>, Extracción estimada: 11.265 m<sup>3</sup>. Areniscas calcáreas de color gris oscuro a negro, material para labores de lastrado y mantenimiento de caminos vecinales. Hoja 1:50 000 Dominical</p>

Tabla 1.4-1 Fichas resumen de datos de cada expediente disponible (continuación)

<b>5CNE-2005</b>	<b>6 CNE 2005</b>
<p>Tajo San Marcos. Fecha de solicitud: 4/enero/2005. Propietario: Asociación de Desarrollo Integral de Savegre. Solicitud hecha por el MOPT. Extracción estimada: 1.500 m<sup>3</sup>. Área: 29.648,88 m<sup>2</sup>. 4 terrazas de 55°. Hoja 1:50 000 Savegre.</p>	<p>Tajo La Fila. Fecha de solicitud: 4/enero/2005. Propietario: Asociación de Desarrollo Integral de San Rafael de Platanares. Solicitud hecha por el MOPT para reparar caminos. Extracción estimada: 14.795 m<sup>3</sup>. Área: 4.181,12 m<sup>2</sup>. Hoja 1:50 000 Repunta</p>
<b>39 CNE 2005</b>	<b>7CNE-2005</b>
<p>Tajo San Carlos. Platanares de Pérez Zeledón Fecha de solicitud: 9/junio/2005. Solicitud hecha por el MOPT, comenzaron labores el 13 de setiembre de 2005. Extracción estimada: 8.255 m<sup>3</sup> en un plazo de 4 meses. Área: 5.350,4 m<sup>2</sup>. Material presente: areniscas de granulometría media color gris oscuro. Hoja 1:50 000 Repunta</p>	<p>Tajo Guadalupe. Pejibaye de Pérez Zeledón. Fecha de solicitud: 17/enero/2005. Propietario: Ramón Mora Segura. Solicitud del MOPT para reparar caminos. Comenzaron labores el 27 de noviembre de 2006. Extracción estimada: 43.851 m<sup>3</sup>. Área: 11.355 m<sup>2</sup>. 5 terrazas con 60° de inclinación. Hoja 1:50 000 Coronado</p>
<b>52T-2002</b>	<b>7-2005</b>
<p>Proyecto Cauce de Dominio Público Río Quebradas. Solicitado por Grisel Méndez Chacón. Material a extraer: arena, piedra y grava. Área de influencia: 500 m a la redonda. Solicitud hecha por 5 años. Los vecinos ven con buenos ojos el proyecto debido a que el río se desborda por acumulación de materiales. Hoja 1:50 000 San Isidro</p>	<p>Río General. Otorgado el 21/marzo/2007 a la Constructora Z y C S.A. Plazo recomendado: 3 años. Material a extraer: arena, piedra y grava. Área: 20Ha 3.559,7 m<sup>2</sup>. Tasa máxima de extracción: 500 m<sup>3</sup>/día. Fuentes de explotación de no más de 250 m de longitud a lo largo del río. Hoja 1:50 000 Repunta</p>
<b>8E-2003</b>	<b>20-2003</b>
<p>Río Pacuar. Solicitado por el MOPT-CONAVI para reparar accesos al puente sobre el río Pacuar. Volumen a extraer: 6.000 m<sup>3</sup>. Plazo: 45 días. Hoja 1:50 000 Repunta</p>	<p>Tajo Las Brisas. Fecha de solicitud: 11/noviembre/2003. Solicitado por Constructora Sánchez Carvajal S.A. Otorgado: 6/enero/2006. Plazo recomendado: 2 años prorrogables. Material: arena, piedra y grava. Área: 39Ha 2.773,7m<sup>2</sup>. Extracción: 850 m<sup>3</sup>/día. Hoja 1:50 000 Repunta</p>
<b>95-93</b>	
<p>Cauce de Dominio Público Río General. Fecha de solicitud: 26/julio/93. Solicitud hecha por Áridos de Costa Rica S.A. Material: arena, piedra y grava. Área: 6Ha, 4.720,10 m<sup>2</sup>. El 28 de abril de 2004 la Municipalidad de Pérez Zeledón solicita nulidad a otorgamiento por frecuente desbordamiento de los ríos. Hoja 1:50 000 San Isidro</p>	

Hay ciertos permisos para los cuales no se pudo verificar su vigencia, ya que, si bien aparecen como vigentes en los mapas, el expediente no se encontraba disponible, los mismos se detallan en la tabla siguiente.

Tabla 1.4-3. Extracciones sin información disponible

Código	Expediente	Clasificación	Ubicación
11	34CNE 2006	Explotación	Hoja 1:50 000 San Isidro
12	107T-2001	Explotación	Hoja 1:50 000 San Isidro
13	123 CNE 2006	Explotación	Hoja 1:50 000 Repunta
14	25 CNE-2007	Explotación	Hoja 1:50 000 Coronado
34	86-94	Cauce	Hoja 1:50 000 San Isidro
35	1-99	Cauce	Hoja 1:50 000 San Isidro

A los permisos actualmente vigentes se les suma una gran cantidad de permisos otorgados, por solicitud de la CNE, luego del Huracán César, donde el cantón se vio muy afectado por las inundaciones y hubo que tramitar permisos especiales con el fin de reparar caminos en las zonas afectadas. Dichas concesiones fueron canceladas por decreto y no están vigentes.



Fotografía 1.4-2. Extracción de materiales en el río General  
Foto del Sr. Marcos Carazo Sánchez.

De observar los datos disponibles es claro que para un correcto análisis dicha información es muy limitada y está poco sistematizada, ya que no es posible siquiera obtener para todos los permisos vigentes toda la información. Por lo cual es urgente que el MINAE sea más eficiente en el manejo de sus bases de datos, y que la Municipalidad, por medio de las Patentes Comerciales e Industriales, construya una mejor y adecuada base de datos para darle un mejor seguimiento a la actividad, y así a mediano y largo plazo tener

insumos para analizar los impactos de la actividad sobre el medio ambiente y sobre la actividad humana a sus alrededores, a fin de minimizarlos y, de ser necesario presentar ante el MINAE las denuncias necesarias para frenar cualquier concesión donde se esté incurriendo en irregularidades.

Según la información de patentes de la Municipalidad de Pérez Zeledón, a Octubre del 2006, solamente una de las concesiones tenía patente de “Extracción e industrialización de materiales”, la cual figura a nombre de Constructora Sánchez Carvajal S.A. en el distrito de Cajón, por lo cual se puede deducir que se trata de la concesión con el expediente 7-2005, que figura en el Mapa 1.4-2 con el número 15. Esta situación es importante por cuanto existen al menos 10 concesiones en operación actualmente, que no están a derecho con la Municipalidad.

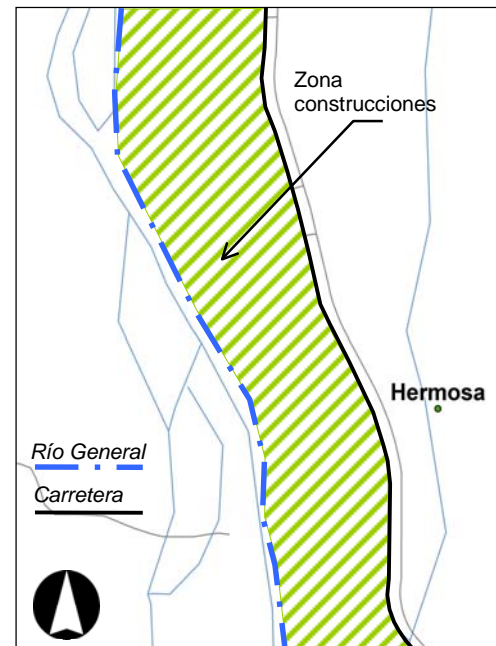
El trabajo de extracción de material de los ríos se regula de tal forma que se garantice la no afectación del cauce del río ni de las márgenes del mismo. Sin embargo, es frecuente que quienes ostentan la concesión irrespeten los límites que se les han impuesto y lleguen a

provocar daños, lo cual podrían incluir desde erosión en las propiedades vecinas al río y socavación de pilas de puentes aguas arriba de la extracción, hasta problemas por el cambio del curso del río, o de quebradas afluentes, que pudieran afectar a las poblaciones vecinas. Dado que el otorgamiento de las concesiones para extracción de materiales de los ríos es responsabilidad de la Dirección de Geología y Minas, el velar por el adecuado desempeño de los mismos también es competencia de los mismos, y por tanto en los casos en que se presenten problemas es ante esta dependencia del MINAE que deben presentarse las denuncias pertinentes.

En Pérez Zeledón, en el distrito de General Viejo se han dado algunos eventos de particular importancia con respecto a la extracción irregular de material del río General. De acuerdo a las opiniones externadas por una significativa cantidad de vecinos de la zona, durante las dos reuniones de Proceso Participativo (ver Capítulo 19. Realidad del cantón a la luz del Proceso Participativo), existen dos empresas que operan sin el debido permiso y sin seguir los lineamientos adecuados (descritos en el apartado *Técnicas de extracción*).

Algunos aspectos señalados en las reuniones fueron:

- En el sector de la *Hermosa*, declarada en su mayoría como zona de alto riesgo, se están construyendo casas de habitación sin el respectivo permiso de construcción. Esta situación se da por la negativa de la Municipalidad de extender dicho permiso por la declaratoria de zona de emergencia. En el terreno comprendido entre la carretera y el río se están realizando construcciones (ver Imagen 1.4-1), y por distintas razones (en particular los vecinos sostienen que debido a la operación de Quebradores del Sur) esta zona que antes no se inundaba actualmente si presenta ese problema.
- El desviar el cauce del río se señala como una de las principales razones por las que algunas zonas, aparte de la anteriormente mencionada, en la actualidad se inundan.
- Las quebradoras también han retirado diques para facilitar la extracción de materiales de los márgenes y para su posterior traslado a otros sitios para su comercialización, pese a que una de las quebradoras vende su producto en el sitio.
- Los problemas de polvo y ruido, producido por el constante paso de vehículos pesados, y el efecto de la partición de rocas en unidades más pequeñas son constantes y tienen incidencia directa sobre sectores residenciales.



**Imagen 1.4-1.** Estado de la urbanización en La Hermosa respecto al Río General

Los vecinos de General Viejo han demostrado tener una fuerte organización comunal, y han emprendido por más de diez años una constante lucha en contra de las empresas que operan de forma irregular. Se ha llevado un registro fotográfico de distintos momentos en que las empresas han incurrido en faltas, y se han hecho visitas con personeros tanto del MINAE como de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE).

Todo este proceso ha desembocado en la intercesión de los habitantes de la comunidad de General Viejo a través de una denuncia, el cual tuvo un fallo positivo a favor de los vecinos, donde la Dirección de Geología y Minas ordenó la “suspensión de la extracción de materiales del cauce de dominio público, así como su procesamiento y comercialización en el área que ocupa el expediente administrativo N°1-99”, en salvaguarda de los recursos naturales aplicando el principio *in dubio pro natura*.

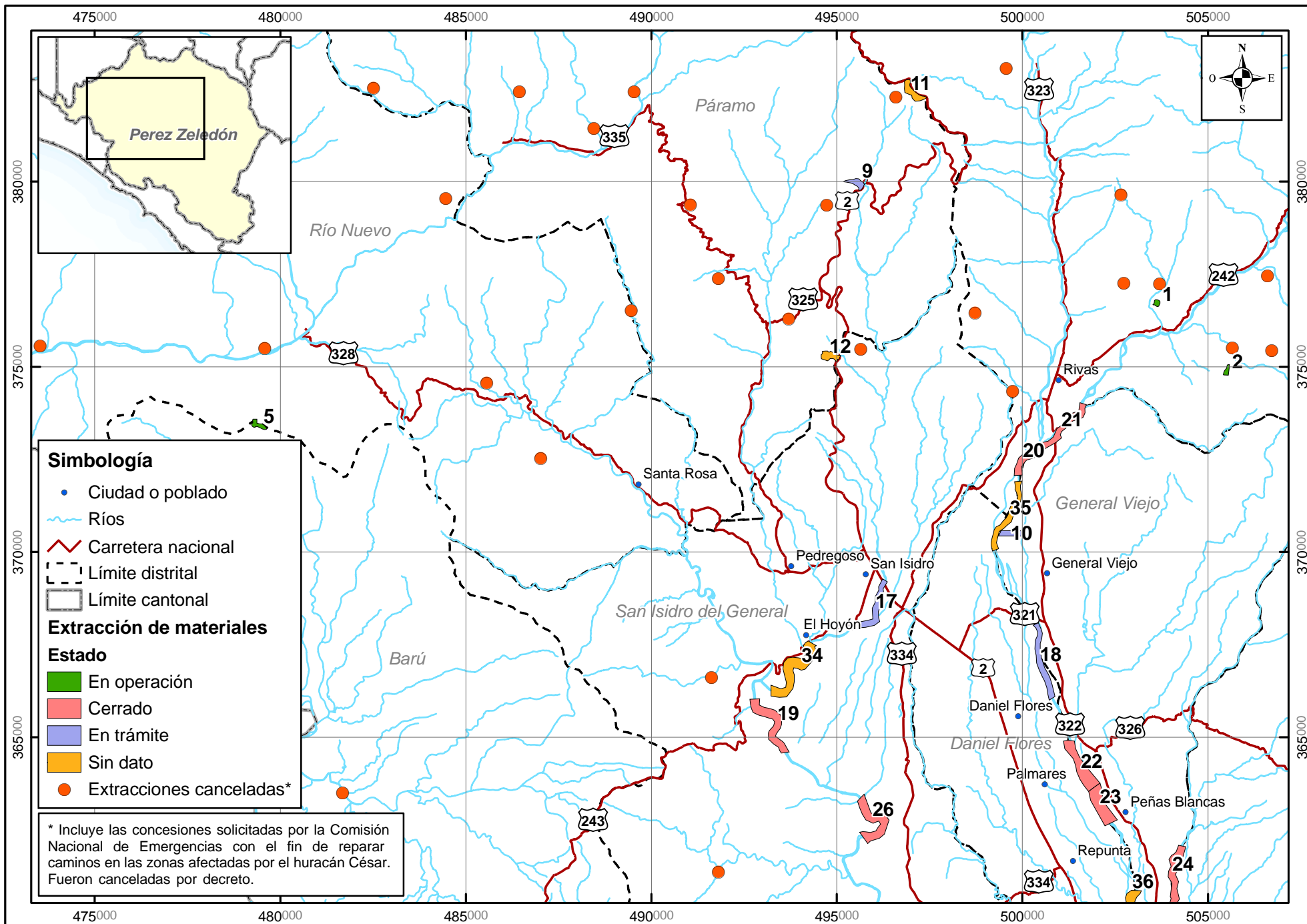
Este es un precedente importante que debe incentivar a toda la población del cantón a estar alerta ante cualquier anomalía ocasionada por la operación en las concesiones, y en caso de ser necesario asumir el trabajo de hacer la denuncia y darle seguimiento al proceso ante la Dirección.

#### 1.4.5 Conclusiones

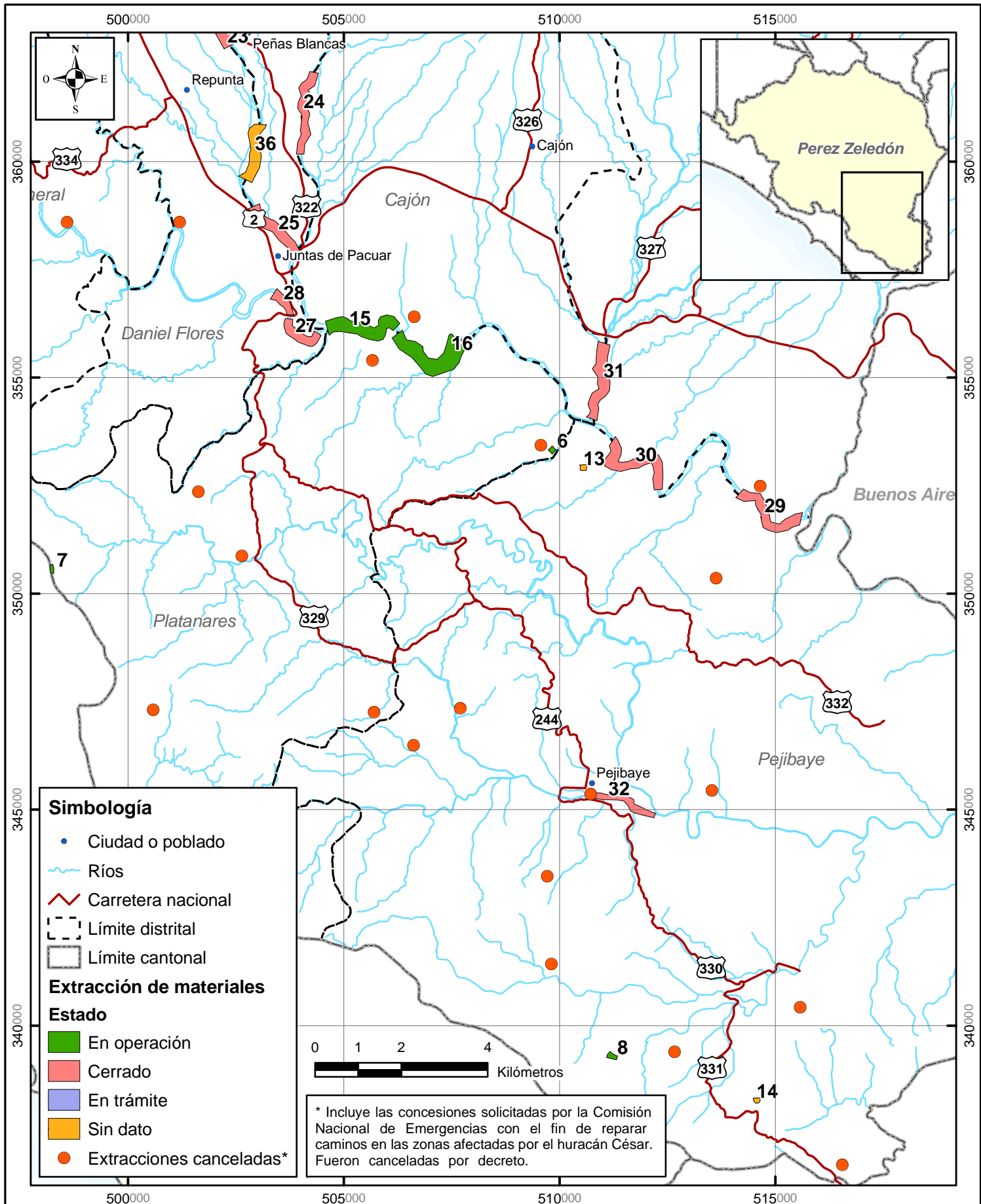
- La extracción y comercialización de materiales de los ríos es una actividad altamente lucrativa, que por tratarse del aprovechamiento de un recurso tomado de los ríos, los cuales son de carácter público, debe realizarse con total responsabilidad.
- La responsabilidad de los concesionarios parte del ámbito técnico, donde deben cumplirse todos los requerimientos que la Dirección de Geología y Minas del MINAE impone a cada concesión (plazos, procedimiento de extracción, maquinaria permitida, cantidad de material extraído, presentación de los informes regenciales, entre otros) para llegar a cumplir con una responsabilidad moral y social, donde en el ámbito ambiental debe procurarse la protección de los recursos naturales para garantizar la no afectación del recurso hídrico, los ambientes naturales relacionados con ese recurso y en última instancia la infraestructura existente en las zonas cercanas, que incluye desde puentes hasta viviendas.
- La Municipalidad debe ser más estricta en la fiscalización de la actividad de extracción de materiales de los ríos, ya que en la actualidad muchas de las concesiones no tienen patente. Lo anterior con el fin de hacer no solo el adecuado cobro tanto de las patentes como de los montos que, según el Código e Minería establece<sup>3</sup>, le corresponden al municipio sobre las ventas realizadas, si no de poder llevar un registro actualizado del desarrollo de esta actividad en el cantón, que permita incluso intervenir, cuando sea necesario, para velar por la protección de la población y la infraestructura del cantón.
- Si bien es competencia directa del MINAE, a través de la Dirección de Geología y Minas, efectuar la vigilancia y control de las explotaciones concedidas, la Municipalidad debe colaborar en este aspecto, y al lado de ésta deben estar las comunidades, que tienen un papel protagónico que les permite observar los impactos que la operación de los quebradores genera sobre el medio natural circundante. La eficacia en ese proceso de vigilancia puede asegurar la posibilidad de alcanzar un esquema de desarrollo realmente sostenible, donde tanto la actividad humana (extracción de materiales) como el ambiente puedan convivir en un sano equilibrio.

---

<sup>3</sup> Según el Artículo 38, los concesionarios pagarán a la municipalidad según la ubicación del sitio de extracción, el equivalente a un treinta por ciento (30%) del monto total que se paga mensualmente por concepto de impuesto de ventas, generado por la venta de metros cúbicos de arena, piedra, lastre y derivados de estos. En caso de que no se produzca venta debido a que el material extraído forma parte de materiales destinados a fines industriales del mismo concesionario, se pagará un monto de cien colones (¢100) por metro cúbico extraído, monto que será actualizado anualmente con base en el índice de precios al consumidor, calculado por el INEC. Cada municipalidad, por medio de sus inspectores, verificará y fiscalizará los volúmenes de material extraído que egresen del tajo y los que se reporten.



**Mapa 4.1-1 Concesiones para la extracción de materiales en Pérez Zeledón**




**Mapa 4.1-2 Concesiones para la extracción de materiales en Pérez Zeledón (contin.)**

Diagnóstico Físico - Ambiental

## Capítulo 2 Aguas superficiales y subterráneas





TEMÁTICA	<i>Hidrología y cuencas en el cantón de Pérez Zeledón</i>	PRPZ 2.1	
<p>Objetivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Identificar y delimitar las subcuencas que abarcan el cantón de Pérez Zeledón.</i></li> <li>- <i>Calcular las características morfométricas de las subcuencas.</i></li> <li>- <i>Identificar subcuencas que por su vulnerabilidad, importancia hídrica o amenaza requieren un estudio especial en la zonificación del Plan Regulador.</i></li> </ul>			
<p>a. <u>Relevancia para el Plan Regulador</u></p> <p>Evaluar el potencial, uso y administración del recurso hídrico en las subcuencas del cantón de Pérez Zeledón permite identificar zonas frágiles o vulnerables que requieran de consideraciones especiales en las regulaciones del Plan. Además, se busca proteger los recursos naturales y controlar o disminuir los efectos de las inundaciones o deslizamientos.</p>			
<p>b. <u>Inventario de los datos e información recopilada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Curvas de nivel cada 20 metros y red hídrica, escala 1:50000.</li> <li>- Curvas de nivel cada 10 metros y red hídrica, escala 1:25000.</li> <li>- Áreas Silvestres Protegidas, escala 1:50000, 2005.</li> </ul>			
<p>c. <u>Metodología aplicada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de modelo de elevación digital a partir de las curvas de nivel.</li> <li>- Generación de las subcuencas utilizando las extensiones 3D Analyst y Hydrology Modeling del Sistema de Información Geográfica ArcGIS.</li> <li>- Cálculo de las características morfométricas de las subcuencas. Comparación de subcuencas.</li> <li>- Recopilación de información existente sobre las principales fuentes de abastecimiento de agua, amenazas de inundación o ecosistemas en el cantón.</li> <li>- Análisis de la información.</li> </ul>			
<p>d. <u>Fuentes de información</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hojas cartográficas 1:50000 del Instituto Geográfico Nacional: Vueltas, San Isidro, Cuerici, Dominical, Savegre, Repunta, Durita, Buenos Aires, Coronado y General.</li> <li>- Hojas topográficas 1:25000 del Centro Nacional de Investigación GeoAmbiental (CENIGA) 1998.</li> <li>- Comisión Nacional de Emergencias.</li> <li>- Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados.</li> <li>- Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE).</li> </ul>			

e. Observaciones

La información oficial fue generada a partir de fotografías aéreas tomadas en 1973 y revisado con trabajo de campo en 1975, por lo cual para generar la subcuencas se está usando la información de CENIGA que fue elaborada con fotografías aéreas de 1998.

## 2.1 Cuencas y Red Hídrica

### 2.1-1 Introducción

Una *cuenca hidrográfica* es la unidad básica de un análisis hidrológico y corresponde a la superficie cuyas aguas fluyen hacia un mismo punto, conocido como desfogue de la cuenca. Su perímetro está constituido por la línea parteaguas, que delimita una red fluvial. Esta red es formada por los ríos y quebradas por los cuales escurre el agua.

Se definieron cuatro cuencas, correspondientes a los ríos: Savegre, Higuerón, Barú y General. Mientras que las primeras tres cuencas desembocan directamente en el Océano Pacífico, la cuenca del General, que abarca el 72% del cantón de Pérez Zeledón, es una subcuenca del río Térraba.

Dentro de las cuencas mencionadas se delimitaron las subcuencas contenidas parcial o completamente en el cantón de Pérez Zeledón, para realizar una descripción general de ellas considerando sus características morfométricas, el uso del suelo y las amenazas naturales. Las subcuencas estudiadas se presentan en el mapa 2.1-1.

Para la descripción de las cuencas se utilizaron las siguientes fuentes de información:

#### *Delimitación de las áreas de drenaje*

- Curvas de nivel cada 10m; hojas topográficas 1:25 000 del Centro Nacional de Investigación GeoAmbiental (CENIGA) 1998.
- Curvas de nivel cada 20m; hojas cartográficas 1:50 000 del Instituto Geográfico Nacional.

#### *Caracterización*

- Cobertura de Áreas Silvestres Protegidas, escala 1:200 000.
- Uso del suelo (ProDUS, 2007), basado en imágenes multiespectrales y fotografías en infrarrojo Carta, 2005.
- Mapa de Amenazas Naturales, Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE, 2006).

### 2.1-2 Caracterización de cuencas y red hídrica.

#### ***Parámetros morfométricos utilizados en la caracterización***

El **área de la cuenca** ( $A$ ) se define como la proyección horizontal de la superficie delimitada por la línea divisoria (parteaguas), definida a partir de las curvas de nivel de la hoja cartográfica.

El **perímetro de la cuenca** ( $P$ ) es la longitud de la línea divisoria de una cuenca.

El **factor de forma** relaciona los dos parámetros anteriores para definir la forma de la cuenca. Y se calcula como:

$$F = \frac{A}{P}$$

El **índice de compacidad ( $I_c$ )**, relaciona el efecto de la forma de la cuenca con el patrón de la escorrentía. Se define como el cociente adimensional del perímetro de la cuenca ( $P$ ) y el perímetro de un círculo ( $P_c$ ) que tenga una superficie igual a la de la cuenca:

$$I_c = \frac{P}{P_c} = \frac{P}{2\sqrt{pA}} \approx 0,282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

El valor que toma esta expresión es siempre mayor que la unidad y crece con la irregularidad de la forma de la cuenca, para este índice se establece la siguiente clasificación:

- a)  $1 < I_c < 1,25$ ; la forma de la cuenca es ovalada.
- b)  $1,25 < I_c < 1,50$ ; la forma de la cuenca es oblonga.
- c)  $1,50 < I_c < 1,75$ ; la forma de la cuenca es alargada.
- d)  $I_c > 1,75$ ; la forma de la cuenca es rectangular o rectangular alargada.

Cuando el índice de compacidad es igual a 1 la cuenca tiene forma circular y posee la mayor área posible para su perímetro. Esta forma hace más probable que una tormenta cubra toda la cuenca.

Adicionalmente conforme el índice de compacidad es mayor los cauces tienden a ser más largos y la cuenca responde de forma más lenta ante una precipitación, esto trae consigo caudales pico más altos que suelen reflejarse en problemas de inundación en las partes bajas de la cuenca.

La **curva hipsométrica** es la relación entre la altitud y la superficie de la cuenca que se encuentra a mayor altura.

A partir de la curva hipsométrica se puede determinar la **elevación media** de la cuenca, la cual equivale a la elevación correspondiente al 50% del área de la cuenca.

La **longitud del cauce principal ( $L$ )** es la longitud total en kilómetros de la corriente principal de la cuenca, la cual es la que pasa por el punto de salida de la misma.

La **densidad de drenaje ( $D_d$ )** se define como la longitud total de cauces dentro de la cuenca ( $L_s$ ) entre el área ( $A$ ) total de drenaje:

$$D_d = \frac{\sum L_s}{A} \text{ (km/km}^2\text{)}$$

Si la densidad de drenaje es baja es de esperarse que la cuenca sea pobremente drenada, ya que hay pocos ríos en comparación con el área de la cuenca; por el contrario, para una densidad de drenaje alta se puede deducir que existe un mayor drenaje de la cuenca debido a la cantidad de afluentes que se presentan, esto es un indicador de una posible respuesta rápida ante una tormenta. Los factores que controlan la densidad de drenaje son: la litología de la región, la facilidad de infiltración del agua de lluvia bajo la superficie del terreno y la presencia o ausencia de cobertura vegetal entre otros.

La **pendiente media del río** ( $I_r$ ) se define como la diferencia entre la elevación máxima del río ( $H_M$ ) y la mínima ( $H_m$ ) dividida entre la longitud del río en kilómetros ( $L_r$ : longitud del cauce principal):

$$I_r = \frac{H_M - H_m}{1000 * L_r}$$

*Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente promedio de laderas.*

Pend. Media (%)	Tipo de Relieve
0 – 3	Plano
3 – 7	Suave
7 – 12	Mediano
20 – 35	Accidentado
35 – 50	Fuerte
50 – 75	Muy Fuerte
50 – 75	Escarpado
> 75	Muy Escarpado

Fuente: Soluciones Prácticas ITDG<sup>1</sup>

El **número de orden** es un parámetro que refleja el grado de bifurcación o ramificación dentro de una cuenca. Está dado por el número de orden del cauce principal. Para determinar el orden de la cuenca se debe asignar el orden de cada una de las corrientes, considerando que cuando se juntan dos corrientes de orden diferente se mantiene el orden superior de las dos y cuando se unen dos corrientes de igual orden el número de orden se incrementa en una unidad. Las corrientes de orden 1 son las que no tienen ramificaciones. Un río de segundo orden es el que tiene únicamente ramificaciones de primer orden. Un río de tercer orden posee ramificaciones de primero y segundo orden y así sucesivamente.

El rectángulo equivalente corresponde a la simulación de la cuenca con un rectángulo que comparte el perímetro, el área y la distribución hipsométrica de la cuenca. El lado mayor ( $L$ ) se utiliza para definir el índice de pendiente de la cuenca. En este rectángulo, las curvas de nivel se convierten en rectas paralelas al lado menor ( $l$ ), siendo estos lados la

<sup>1</sup> <http://www.itdg.org.pe/archivos/energia/hidrored2004.pdf>

primera y última curvas de nivel. Los lados de los rectángulos están dados por las siguientes formulas:

$$L = \frac{1}{2} \left[ \frac{P}{2} + \sqrt{\frac{P^2}{4} - 4A} \right]$$

$$l = \frac{1}{2} \left[ \frac{P}{2} - \sqrt{\frac{P^2}{4} - 4A} \right]$$

donde  $A$  es la superficie y  $P$  es el perímetro de la cuenca.

El **índice de pendiente** ( $I_p$ ), es una ponderación que se establece entre las pendientes y el tramo recorrido por el río. Además, expresa en cierto modo, el relieve de la cuenca. Se obtiene utilizando el rectángulo equivalente:

$$I_p = \sum_{i=2}^n \sqrt{b_i (a_i - a_{i-1})} \cdot \frac{1}{\sqrt{L}}$$

donde:

$L$  = longitud del lado mayor del rectángulo equivalente (km)

$n$  = número de curvas de nivel existente en el rectángulo equivalente, incluido los extremos.

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  = cotas de las  $n$  curvas de nivel consideradas (km)

$\beta_i$  = fracción de la superficie total de la cuenca comprendida entre las cotas  $n$  y  $n-1$  de curvas de nivel.

$$b_i = \frac{A_i}{A_T}$$

donde:

$A_i$  = área  $i$  entre cotas de curvas de nivel

$A_T$  = área total de la cuenca

En la tabla 2.1-2 se resumen las características de las diferentes cuencas que incluyen al cantón de Pérez Zeledón.

Tabla 2.1-2. Características morfométricas de las cuencas hidrográficas.

Cuenca	Subcuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Perímetro (km)	Factor de forma	Índice de compacidad	Forma	Altura mínima (msnm)	Altura máxima (msnm)	Altura promedio (msnm)	Altura media (msnm)	
Río Barú	19 Río Barú	72.2	54.2	1.33	1.80	rectangular	7	1270	474	432	
	18 Río Guabo	143.9	73.7	1.95	1.73	alargada	7	1426	506	456	
Río General	4 Río Convento	49.3	56.8	0.87	2.28	rectangular	387	2863	1098	920	
	6 Quebrada Padre	7.4	27.7	0.27	2.88	rectangular	420	755	601	593	
	9 Río Unión	173.5	92.6	1.87	1.98	rectangular	437	3444	1614	1558	
	71 Río Pedregoso Abajo	2.0	7.8	0.25	1.56	alargada	620	755	668	658	
	11 Río Pedregoso Arriba	43.2	50.8	0.85	2.18	rectangular	647	2474	1347	1299	
	70 Río Quebradas	54.9	45.6	1.21	1.73	alargada	647	2398	1117	990	
	12 Quebrada Honda	27.5	65.8	0.42	3.54	rectangular	530	1465	718	697	
	14 Quebrada Bonita	8.0	16.4	0.49	1.64	alargada	630	1285	945	948	
	15 Río Pacuar Arriba	80.3	53.6	1.50	1.69	alargada	630	1985	1100	1078	
	23 Quebrada Golondrina	5.5	13.9	0.39	1.67	alargada	382	795	621	647	
	24 Quebrada Bacho	5.2	17.7	0.29	2.19	rectangular	400	795	656	687	
	25 Quebrada Esperanza	10.7	23.1	0.46	1.99	rectangular	548	1265	883	880	
	26 Quebrada Ceibo	18.7	33.0	0.57	2.15	rectangular	537	1265	853	851	
	27 Río Pacuarito	24.8	30.3	0.82	1.71	alargada	579	1275	902	907	
	28 Río Buenavista	111.6	73.9	1.51	1.97	rectangular	795	3395	1993	1976	
	29 Río Chirripó Pacífico	204.7	96.7	2.12	1.91	rectangular	796	3825	2286	2246	
	30 Río Peñas Blancas	90.5	75.3	1.20	2.23	rectangular	514	3095	1183	986	
	31 Río General	80.6	64.6	1.25	2.03	rectangular	538	1675	776	709	
	32 Río Pacuar Abajo	36.4	55.8	0.65	2.61	rectangular	548	1095	702	703	
	33 Río Pejibaye	218.4	104.1	2.10	1.99	rectangular	280	1215	721	722	
	36 Quebrada Pita	1.6	11.0	0.15	2.44	rectangular	329	715	520	512	
	38 Quebrada Beita	2.3	9.0	0.26	1.66	alargada	296	695	479	477	
	40 Quebrada Patio de Agua	9.0	20.1	0.45	1.89	rectangular	515	1095	836	838	
	41 Quebrada Los Reyes	8.5	20.2	0.42	1.95	rectangular	493	1035	752	758	
	66 Quebrada Pescadero	7.4	15.4	0.48	1.60	alargada	474	835	661	663	
	67 Quebrada Agua Buena	4.9	16.8	0.29	2.13	rectangular	440	842	589	718	
	69 Quebrada Salitre	3.3	10.6	0.31	1.66	alargada	427	775	613	618	
	58 Río Caliente	33.2	29.2	1.14	1.43	oblonga	134	985	635	629	
	7		2.8	12.3	0.23	2.07	rectangular	395	625	558	566
	8		3.5	16.6	0.21	2.50	rectangular	395	685	570	580
	10		13.1	32.8	0.40	2.55	rectangular	463	1255	712	658
13		2.2	12.0	0.18	2.31	rectangular	485	665	608	614	
22		4.8	13.1	0.37	1.68	alargada	355	725	576	600	
37		1.6	10.5	0.15	2.36	rectangular	325	715	540	537	
39		2.8	11.6	0.24	1.95	rectangular	285	695	472	477	
42		15.5	33.9	0.46	2.43	rectangular	495	1665	596	577	
65		1.8	8.8	0.20	1.87	rectangular	475	665	603	619	
68		1.8	11.4	0.16	2.39	rectangular	438	795	682	707	
Río Hiquerón	43 Río Hiquerón	28.8	32.5	0.89	1.71	alargada	185	1275	675	651	
Río Savegre	17 Quebrada Camarón	10.1	20.4	0.49	1.81	rectangular	220	935	590	615	
	48 Quebrada Peje	3.0	9.8	0.30	1.61	alargada	190	775	449	455	
	46 Río División Arriba	226.6	106.0	2.14	1.99	rectangular	223	3495	1437	1342	
	47 Río Savegre	224.3	105.8	2.12	1.99	rectangular	208	3495	1954	2160	
	64 Río División Abajo	29.5	43.0	0.69	2.23	rectangular	78	1060	386	343	

\*No se asoció el nombre de ningún río a algunas subcuencas, por ello el nombre aparece en blanco.

Tabla 2.1-2. Características morfométricas de las cuencas hidrográficas (continuación).

Cuenca	Subcuenca	Número de orden del cauce principal	Lado mayor del rectángulo equivalente (km)	Lado menor del rectángulo equivalente (km)	Longitud total de cauces (km)	Densidad de drenaje (km/km <sup>2</sup> )	Longitud del cauce principal (km)	Pendiente media del río	Clasificación de la pendiente	Índice de pendiente	
Río Barú	19 Río Barú	3	24.12	2.99	73.1	1.012	12.70	7.61%	mediano	21.4%	
	18 Río Guabo	4	32.41	4.44	177.0	1.230	21.15	3.89%	suave	19.0%	
Río General	4 Río Convento	3	26.53	1.86	62.9	1.278	16.69	10.15%	mediano	27.4%	
	6 Quebrada Padre	2	13.29	0.55	14.7	1.996	10.76	3.04%	suave	13.7%	
	9 Río Unión	4	42.20	4.11	198.4	1.144	27.63	10.22%	mediano	25.6%	
	71 Río Pedregoso Abajo	1	3.29	0.60	2.6	1.324	2.61	1.03%	plano	19.8%	
	11 Río Pedregoso Arriba	2	23.57	1.83	34.39	0.796	18.80	9.38%	mediano	26.7%	
	70 Río Quebradas	3	20.04	2.74	65.85	1.199	18.62	9.32%	mediano	26.4%	
	12 Quebrada Honda	2	32.03	0.86	31.2	1.134	23.23	2.83%	plano	11.6%	
	14 Quebrada Bonita	1	7.09	1.13	5.2	0.652	5.32	11.66%	mediano	28.8%	
	15 Río Pacuar Arriba	3	23.37	3.44	81.8	1.018	18.05	6.36%	suave	22.0%	
	23 Quebrada Golondrina	1	6.04	0.91	4.5	0.827	4.52	8.41%	mediano	25.1%	
	24 Quebrada Bacho	2	8.22	0.63	7.9	1.517	5.22	6.13%	suave	20.1%	
	25 Quebrada Esperanza	2	10.51	1.02	11.2	1.041	8.93	7.75%	mediano	24.2%	
	26 Quebrada Ceibo	2	15.26	1.22	16.2	0.867	9.70	3.40%	suave	20.2%	
	27 Río Pacuarito	3	13.25	1.87	25.9	1.043	9.57	3.69%	suave	21.3%	
	28 Río Buenavista	3	33.63	3.32	149.5	1.339	23.06	10.79%	mediano	26.9%	
	29 Río Chirripó Pacífico	3	43.69	4.68	173.6	0.848	22.70	11.91%	mediano	25.7%	
	30 Río Peñas Blancas	3	35.09	2.58	100.2	1.106	23.73	9.99%	mediano	24.0%	
	31 Río General	4	29.58	2.72	120.3	1.493	15.19	1.70%	plano	16.2%	
	32 Río Pacuar Abajo	2	26.53	1.37	56.9	1.564	16.15	0.44%	plano	11.7%	
	33 Río Pejibaye	4	47.47	4.60	262.7	1.203	29.23	2.76%	plano	12.9%	
	36 Quebrada Pita	1	5.17	0.31	3.1	1.917	3.07	9.30%	mediano	26.1%	
	38 Quebrada Beita	1	3.91	0.60	2.7	1.169	2.73	11.50%	mediano	30.1%	
	40 Quebrada Patio de Agua	1	9.04	1.00	9.2	1.023	9.15	5.59%	suave	22.9%	
	41 Quebrada Los Reyes	2	9.17	0.93	10.4	1.224	6.17	7.16%	mediano	23.3%	
	66 Quebrada Pescadero	2	6.58	1.13	7.1	0.958	5.05	6.90%	suave	22.4%	
	67 Quebrada Agua Buena	1	7.75	0.64	6.7	1.360	6.70	5.33%	suave	25.7%	
	69 Quebrada Salitre	1	4.59	0.71	2.9	0.894	2.91	10.83%	mediano	26.3%	
	58 Río Caliente	3	11.79	2.82	25.1	0.757	6.10	11.04%	mediano	21.9%	
	7		1	5.66	0.50	4.1	1.459	4.13	5.23%	suave	17.0%
	8		1	7.84	0.45	5.2	1.480	5.19	5.30%	suave	17.5%
	10		2	15.55	0.84	18.9	1.440	12.05	6.19%	suave	19.2%
	13		1	5.63	0.38	3.6	1.659	3.58	3.52%	suave	14.3%
22		1	5.68	0.84	2.5	0.525	2.50	13.65%	accidentado	24.6%	
37		1	4.91	0.32	2.9	1.873	2.92	12.21%	accidentado	26.9%	
39		1	5.25	0.53	3.2	1.156	3.23	9.51%	mediano	26.1%	
42		2	15.98	0.97	17.9	1.160	10.65	0.50%	plano	13.2%	
65		1	3.93	0.45	2.3	1.306	2.29	6.33%	suave	19.6%	
68		1	5.35	0.34	3.8	2.092	3.78	8.79%	mediano	23.8%	
Río Hiquerón	43 Río Hiquerón	2	14.22	2.03	21.3	0.737	7.90	11.32%	mediano	26.1%	
Río Savegre	17 Quebrada Camarón	1	9.09	1.11	6.0	0.597	6.01	8.28%	mediano	24.2%	
	48 Quebrada Peje	1	4.21	0.71	3.1	1.025	2.96	19.10%	accidentado	43.0%	
	46 Río División Arriba	3	48.29	4.69	180.0	0.794	35.96	8.02%	mediano	24.6%	
	47 Río Savegre	3	48.26	4.65	154.9	0.691	38.38	7.56%	mediano	25.3%	
	64 Río División Abajo	1	20.02	1.47	12.7	0.430	12.67	1.13%	plano	20.3%	

\*No se asoció el nombre de ningún río a algunas subcuencas, por ello el nombre aparece en blanco.



### 2.1-3 Comparación de las cuencas

Cuando se definen subcuencas, es decir cuencas dentro de otra cuenca, queda en la parte baja una zona alrededor del cauce principal formada por una serie de subcuencas diminutas. Estas son muy pequeñas como para ser analizadas por separado; pero su conjunto representa un área importante de la cuenca como para ser despreciadas.

Estrictamente para analizar estas áreas en conjunto como cuenca debería incluirse toda el área de drenaje; pero esto implicaría incluir subcuencas ya analizadas, con lo cual se produciría información redundante y menos detallada, pues analizaría un área mucho mayor.

Por ello, estas zonas inferiores se analizaron como cuencas, aunque no lo sean. Esto crea distorsiones al comparar los parámetros morfométricos, por ejemplo, es muy probable que el número de orden sea menor que si se hubiera considerado la cuenca completa; pero mayor que el correspondiente al número de orden de las pequeñas subcuencas de la parte baja no consideradas por separado.

Dentro de las zonas inferiores están: la del General (31) a la que tributan las cuencas Buenavista (28) y Chirripó Pacífico (29); Pacuar Abajo (32), a la que confluyen Pedregoso Abajo (71), Pacuar Arriba (15), Quebrada Bonita (14) y Pacuarito (27); y la parte baja del río Savegre (64), en la que desfogan Savegre (47), División (46), Quebrada Camarón y Quebrada Peje.

La subcuenca más grande que se delimitó fue la parte superior del río División con 227km<sup>2</sup>; mientras que las más pequeñas son las subcuencas 36 (Quebrada Pita) y 37 con 1,6km<sup>2</sup>.

Al norte del río General se ubican las cuencas más grandes y alargadas, pues descienden desde la cordillera de Talamanca, con alturas superiores a 3500 msnm. Al sur, las subcuencas del río General son más pequeñas y tienen formas más redondeadas, con excepción de la cuenca del Pejibaye, que posee 218km<sup>2</sup>.

Según el índice de compacidad, las cuencas de Pérez Zeledón son alargadas (25%) o rectangulares alargadas (73%). Este tipo de cuencas es más vulnerable a crecidas que las cuencas ovaladas, pues aunque los volúmenes escurridos por unidad de área puedan ser iguales se presentan mayores caudales pico. Esto se debe a que se presentan ríos más largos y con menor bifurcación, por lo que toda el agua escurrida se va acumulando en el cauce principal y es capaz de producir inundaciones en las zonas bajas.

Puesto que Pérez Zeledón no tiene costas, ninguna de las cuencas delimitadas desemboca en el mar. Solamente la cuenca del río Barú llega hasta una altura de alrededor de 7 msnm. Las subcuencas del río General, en su mayoría desembocan a una altura de entre 300 y 800 msnm.

El mayor número de orden asignado fue de cuatro, para los ríos Pejibaye, Guabo, Unión y General. Hubo once cuencas con número de orden tres y doce con número de orden dos. Al comparar los números de orden debe considerarse que este parámetro está ligado a la fuente cartográfica con la cual se determinaron los ríos. Para este análisis se consideraron solo las corrientes principales, de manera que puede diferir considerablemente de un análisis elaborado con una red fluvial más densa. Además, como antes se mencionó

delimitar las zonas inferiores como cuencas, los mayores números de orden no necesariamente corresponden con los cauces mayores.

La densidad de drenaje varía entre  $0,43 \text{ km/km}^2$  en la cuenca 64 hasta  $2,09 \text{ km/km}^2$  en la cuenca 68. Debe tenerse en cuenta que la densidad de drenaje presenta las mismas limitaciones que el número de orden, pues depende de la red hidrográfica considerada, por ello el análisis puede hacerse en términos relativos. Entre menor sea la densidad de drenaje, mayor será la distancia que recorra el agua durante el flujo superficial antes de llegar a una quebrada o a un río. Por el contrario, cuando la densidad de drenaje es alta, el agua puede escurrir más rápidamente.

En algunas de las cuencas más pequeñas, con la hidrografía usada originalmente, ningún cauce se asoció a la cuenca. En tales casos se definió exclusivamente el cauce principal a través de otra fuente más detallada y se asignó número de orden uno. Esto conlleva una densidad de drenaje falsamente alta en esas cuencas pequeñas.

La mayoría de las cuencas grandes tienen una pendiente mediana. En general en 22 cuencas la pendiente es mediana; en 14, es suave; en siete, es plana; y en tres, es accidentada.

La subcuenca de la quebrada Peje, en la cuenca del río Savegre, posee el mayor índice de pendiente (43%) y la mayor pendiente media del río (19%). Los ríos con las pendientes más bajas corresponden a las zonas inferiores: Pedregoso Abajo, Pacuar Abajo, General y División Abajo; las cuales en realidad no son cuencas. Entre las cuencas completas, el río que presenta menor pendiente es el Pejibaye (2,76%).

Las zonas de baja pendiente son las más expuestas a inundaciones. Sin embargo, debido a que la pendiente media del río y el índice de pendiente ponderan toda la cuenca no es posible identificar zonas riesgosas. Para ello es más útil clasificar las zonas según un rango de pendientes, como se presentará más adelante.

## 2.1-4 Áreas silvestres protegidas, uso del suelo y topografía

La existencia de áreas silvestres protegidas propicia el mantenimiento de la cobertura boscosa. De esta manera la infiltración aumenta y la erosión decrece, con lo que se atenúa el impacto de eventos extremos en la parte baja de la cuenca. Por ello se calculó, el área de las cuencas dentro de **Áreas Silvestres Protegidas (ASP)**, según el mapa escala 1:200 000, incluyendo las áreas de la cuenca fuera del cantón, que se presenta en la tabla 2.1-3.

Las Áreas Silvestres Protegidas que cubren parte de las cuencas del cantón de Pérez Zeledón son: Parque Nacional Chirripó, Reserva Forestal Los Santos, Parque Nacional Tapantí-Macizo del Cerro de la Muerte, Reserva Forestal Río Macho, la Reserva Biológica Cerro Vueltas y algunas reservas privadas (Mapa 2.1-2).

Las principales cuencas bajo protección son las que rodean el Parque Nacional Chirripó (Unión, Chirripó Pacífico y Peñas Blancas); y las que se encuentran en la Reserva Forestal Los Santos (en la cuenca del Savegre). Dentro del cantón las ASP suman 429km<sup>2</sup>, de los cuales 249km<sup>2</sup> se encuentran en la Reserva Forestal Los Santos y 171 km<sup>2</sup> en el Parque Nacional Chirripó.

En las subcuencas de División Arriba y Savegre destaca el alto porcentaje incluido dentro de la reserva forestal (82 y 98% respectivamente), superando los 400km<sup>2</sup>. Aunque debe considerarse que solo el 30% de la cuenca del río Savegre está dentro de Pérez Zeledón.

Por el otro lado, las subcuencas de la parte baja del río General no poseen áreas silvestres protegidas.

A continuación se trata el **uso del suelo**, de gran utilidad para determinar las características de escurrimiento de la cuenca. La tabla 2.1-5.a presenta el uso de suelo dentro del cantón según la cuenca; mientras que en la tabla 2.15-b solo se consideran las áreas silvestres protegidas.

Se puede observar que tres cuartos de las áreas urbanas del cantón están concentrados en apenas tres subcuencas: Quebradas (610 ha), donde se asienta San Isidro de El General; General (439 ha) y Quebrada Honda (374 ha). En términos porcentuales la mayor cobertura urbana se da en Quebrada Honda con 13,6%, seguida de la cuenca del río Quebradas con 11,1%. Las zonas urbanas implican una mayor impermeabilización y un aumento de la escorrentía.

Las cuencas 6, 7, 8, 10 y 13 tienen el mayor porcentaje de cultivos. Estas se encuentran al norte de la parte baja del río General, donde las pendientes son relativamente bajas.

En términos absolutos, las mayores áreas de cultivo se dan en las cuencas de los ríos Peñas Blancas (30), Unión(9) y General (31). Los cultivos más representativos son la piña en la parte baja y el café, a elevaciones medias.

Las mayores extensiones de bosques se encuentran en las cuencas de la Reserva Forestal Los Santos: los ríos División Arriba (12081ha), Guabo (6594ha), Savegre (5932ha); así

como en la cuenca del Pejibaye (7803ha) y en el Parque Nacional Chirripó (ríos Unión, Buenavista y Chirripó Pacífico).

Los pastos y árboles dispersos representan el 18% de la superficie del cantón, presentando proporciones destacables en las cuencas de Quebrada Honda, Pedregoso y Pacuar.

Los suelos desnudos forman el 5,7% del cantón. Se destacan las áreas de suelo desnudo en las cuencas de: Pejibaye (2236ha), Buenavista (1703ha) y Pacuar Abajo (1258ha).

Las cuencas de los ríos Caliente y Pejibaye, no pudieron ser evaluadas adecuadamente, debido a la gran presencia de nubes y sombras en la imagen. Otras cuencas con una proporción importante de nubes y sombras son las de río Unión y río Convento.

En cuanto a las **áreas silvestres protegidas** (tabla 2.1-4.b), solo se encontraron 6 hectáreas de uso urbano dentro de las áreas silvestres protegidas. La mayor parte corresponde al poblado de Santa Eduvigis dentro de la Reserva Forestal Los Santos. El resto está a la orilla de la carretera Interamericana. Estas áreas urbanas no son representativas, pues forman menos del 0,015% del área de zonas protegidas.

Se nota que el 8% está cubierto por pastos y árboles dispersos, los cuales están concentrados en las orillas del río División. El 88% de las áreas protegidas quedaron incluidas dentro de bosques, nubes y sombras. Los datos no evidencian problemas serios de sobreuso en las áreas protegidas, ya que no hay cultivos, el área urbana es despreciable y los pastos constituyen el 2,6% del área.

El siguiente aspecto a considerar es la **topografía**, específicamente la pendiente. En la tabla 2.1-5 se dan los porcentajes de área de las cuencas, según los siguientes rangos de pendientes: 0 - 5%, 5 - 10%, 10 - 15%, 15 - 20%, 20 - 30%, 30 - 40%, 40 - 50% y mayor a 50%. Solamente se incluyen las áreas dentro del cantón de Pérez Zeledón que se encuentran fuera de las ASP.

En el mapa 2.1-3 se observa que en Pérez Zeledón predominan las pendientes altas. Un cuarto del área presenta pendientes superiores al 50%. Apenas un 32,5% tiene pendientes menores al 20%, lo que representa una limitación fuerte al crecimiento urbano y el desarrollo agrícola, porque las áreas disponibles con pendientes bajas coinciden con las zonas de inundación.

En el caso de las zonas urbanas el Reglamento para el Control Nacional de Fraccionamiento y Urbanizaciones en la sección III.3.2.9, se recomienda que en terrenos con pendientes mayores al 15% deben presentarse estudios preliminares sobre suelos y terrazas para determinar el tamaño de los lotes y sus taludes. Además establece que en zonas con pendientes superiores al 30% se requieren estudios de estabilidad de taludes.

Asimismo, en el Plan Regional Metropolitano: Gran Área Metropolitana (INVU, 1983) se considera que la construcción de viviendas e infraestructura de servicios básicos en pendientes superiores a 20% aumenta considerablemente el costo de las obras debido a las estructuras de seguridad que requieren.

Se observa que en la mayoría de las cuencas destaca el rango de 20 a 30%; sin embargo al sumar todas las cuencas, la categoría con mayor porcentaje es la de pendiente mayor a 50%, debido a las altas pendientes de las cuencas que descienden desde la Cordillera de Talamanca. Las cuencas más empinadas son las de Buenavista y Chirripó Pacífico, en las cuales respectivamente el 63 y 59% de su área posee pendientes mayores a 50%.

Por otro lado, las pequeñas cuencas junto al río General son las que presentan menores pendientes; al igual que las partes bajas de las cuencas 42 y 31. Las zonas de baja pendiente con frecuencia experimentan problemas de inundaciones.

### **2.1-5 Poblados y calles**

En la tabla 2.1-6 se presenta la longitud total de calles dentro de cada cuenca. La longitud de carreteras incluye todas las vías presentes en las hojas cartográficas 1:25 000. Estos datos presentan la limitación de no estar clasificados según el tipo y la calidad de la vía. Es decir, no es posible distinguir entre carreteras nacionales, cantonales y caminos de finca; ni entre vías pavimentadas, de grava y de tierra. Esto dificulta comparar las condiciones de accesibilidad y desarrollo de las cuencas.

Además, la utilidad de la longitud total de carreteras se distorsiona cuando se comparan cuencas con áreas tan desiguales. Por ello además se presenta la longitud de carreteras por unidad de área de cuenca. Según esta medida relativa, las subcuencas del río General presentan en su mayoría valores de entre 0,018 y 0,054 km/ha. Solo se dispersan de este rango la cuenca del río Chirripó Pacífico, extremadamente montañosa, que presenta 0,0089 km/ha y la cuenca de la quebrada Padre, que tiene 0,083 km/ha, donde predominan los caminos de las fincas cafetaleras. Las cuencas urbanas (río Quebradas, quebrada Honda y río General) no aparecen con una cobertura relativamente mayor porque como se explicó antes se incluyó toda clase de vías. Las subcuencas que no desaguan en el río General tienen una cobertura menor: 0,0116 km/ha en río Higuerón; de 0,0139 a 0,0177 km/ha en río Barú; y de 0,0039 a 0,0083 km/ha en río Savegre. Debe recordarse que estas dos últimas cuencas tienen una elevada cobertura de áreas protegidas.

Al considerar exclusivamente las carreteras nacionales se observan mayores diferencias entre las cuencas. Las cuencas urbanas y las pequeñas cuencas en la parte baja del General poseen una cobertura significativamente mayor, ya que la carretera Interamericana las atraviesa en forma paralela al río General.

Las cuencas con el mayor número de poblados (según la hoja cartográfica 1:50 000) son algunas de las de mayor extensión: río Pejibaye con 19 y río Unión con 13. Debe tenerse presente que no existe relación directa entre el número de poblados y la cantidad de población, pues una sola ciudad podría como San Isidro de El General presentar mucha más población que un grupo de poblados. La dinámica de la población y las actividades económicas varían sustancialmente según el tamaño del poblado.

Tabla 2.1-3. Área de las cuencas de Pérez Zeledón dentro de Áreas Silvestres Protegidas (ASP).

Cuenca	Subcuenca	Área de la cuenca dentro de ASP (ha)	Porcentaje de la cuenca dentro de ASP	Área total de la cuenca (ha)	Área dentro del cantón (ha)	Porcentaje de la cuenca dentro del cantón
Río Barú	19 Río Barú	123,1	1,7%	7219,9	7142,8	99%
	18 Río Guabo	0,0	0,0%	14392,4	12317,6	86%
Río General	4 Río Convento	0,0	0,0%	4926,1	3838,1	78%
	6 Quebrada Padre	0,0	0,0%	736,3	736,3	100%
	9 Río Unión	4379,9	25,3%	17345,4	17312,3	100%
	71 Río Pedregoso Abajo	0,0	0,0%	193,0	193,0	100%
	11 Río Pedregoso Arriba	25,8	0,6%	4322,2	4323,1	100%
	70 Río Quebradas	0,0	0,0%	5492,7	5495,8	100%
	12 Quebrada Honda	0,0	0,0%	2751,8	2751,8	100%
	14 Quebrada Bonita	0,0	0,0%	800,6	800,6	100%
	15 Río Pacuar Arriba	140,2	1,7%	8034,3	8034,3	100%
	23 Quebrada Golondrina	0,0	0,0%	548,7	548,7	100%
	24 Quebrada Bacho	0,0	0,0%	521,0	521,0	100%
	25 Quebrada Esperanza	0,0	0,0%	1071,3	1071,3	100%
	26 Quebrada Ceibo	8,8	0,5%	1866,4	1866,4	100%
	27 Río Pacuarito	0,0	0,0%	2483,8	2483,8	100%
	28 Río Buenavista	987,8	8,9%	11161,1	11137,4	100%
	29 Río Chirripó Pacífico	9515,5	46,5%	20465,6	20400,6	100%
	30 Río Peñas Blancas	2598,8	28,7%	9051,9	9051,9	100%
	31 Río General	0,0	0,0%	8058,9	8058,9	100%
	32 Río Pacuar Abajo	0,0	0,0%	3638,2	3638,2	100%
	33 Río Peñibave	0,0	0,0%	21837,7	21477,8	98%
	36 Quebrada Pita	0,0	0,0%	161,0	161,0	100%
	38 Quebrada Beita	0,0	0,0%	233,6	233,5	100%
	40 Quebrada Patio de Agua	0,0	0,0%	902,3	902,3	100%
	41 Quebrada Los Reyes	0,0	0,0%	849,6	849,6	100%
	66 Quebrada Pescadero	0,0	0,0%	741,1	741,1	100%
	67 Quebrada Agua Buena	0,0	0,0%	493,1	493,1	100%
	69 Quebrada Salitre	0,0	0,0%	325,4	325,4	100%
	58 Río Caliente	0,0	0,0%	3319,2	1154,1	35%
	7	0,0	0,0%	282,6	282,6	100%
	8	0,0	0,0%	350,7	350,7	100%
	10	0,0	0,0%	1312,3	1312,3	100%
	13	0,0	0,0%	215,9	215,9	100%
	22	0,0	0,0%	479,7	474,8	99%
37	0,0	0,0%	155,9	155,9	100%	
39	0,0	0,0%	279,3	279,3	100%	
42	0,0	0,0%	1546,6	1546,6	100%	
65	0,0	0,0%	175,2	175,2	100%	
68	0,0	0,0%	180,8	180,8	100%	
Río Hiquerón	43 Río Hiquerón	227,3	7,9%	2882,3	1500,1	52%
Río Savegre	17 Quebrada Camarón	0,0	0,0%	1009,6	955,3	95%
	48 Quebrada Peje	0,0	0,0%	298,4	294,2	99%
	46 Río División Arriba	18566,0	81,9%	22664,5	22655,2	100%
	47 Río Savegre	22080,4	98,4%	22430,2	6715,4	30%
	64 Río División Abajo	1156,2	39,2%	2949,5	1197,7	41%

Fuente: ProDUS, 2007; con base en mapa 1:200 000 de Áreas Silvestres Protegidas.

Tabla 2.1-4. a. Uso de suelo en el área del cantón dentro de cada cuenca (hectáreas).

Cuenca	Subcuenca	Agua		Bosques		Cultivos		Desnudo y árboles dispersos		Desnudo		Nubes y sombras		Pastos		Pastos y árboles dispersos		Urbano		Área total
Río Barú	19 Río Barú	0,0	0,0%	2974,4	41,7%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	24,6	0,3%	1018,5	14,3%	1246,5	17,5%	1874,0	26,3%	0,0	0,0%	7138
	18 Río Guabo	0,0	0,0%	6594,0	53,6%	0,2	0,0%	85,6	0,7%	330,4	2,7%	1226,5	10,0%	1058,2	8,6%	3014,0	24,5%	0,0	0,0%	12309
Río General	4 Río Conventc	0,0	0,0%	565,3	14,7%	1563,9	40,8%	16,3	0,4%	60,5	1,6%	1010,7	26,4%	51,0	1,3%	556,8	14,5%	11,3	0,3%	3836
	6 Quebrada Padre	0,4	0,1%	68,8	9,3%	553,9	75,3%	4,1	0,6%	54,1	7,4%	3,7	0,5%	2,9	0,4%	46,1	6,3%	1,8	0,2%	736
	9 Río Unión	0,0	0,0%	5931,6	34,2%	3230,4	18,6%	86,1	0,5%	463,7	2,7%	4677,9	26,9%	422,9	2,4%	2482,4	14,3%	70,8	0,4%	17366
	71 Río Pedregoso Abajo	0,0	0,0%	0,0	0,0%	27,6	14,3%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	15,2	7,9%	0,0	0,0%	150,1	77,8%	0,0	0,0%	193
	11 Río Pedregoso Arriba	0,0	0,0%	796,0	18,4%	366,0	8,5%	100,5	2,3%	55,0	1,3%	1029,9	23,8%	198,9	4,6%	1748,3	40,4%	36,6	0,8%	4331
	70 Río Quebradas	0,0	0,0%	1126,8	20,5%	662,3	12,1%	234,1	4,3%	9,2	0,2%	382,2	7,0%	783,4	14,3%	1688,4	30,7%	609,7	11,1%	5496
	12 Quebrada Honda	0,0	0,0%	265,4	9,6%	515,2	18,7%	75,6	2,7%	109,1	4,0%	22,1	0,8%	283,3	10,3%	1108,2	40,2%	374,4	13,6%	2753
	14 Quebrada Bonita	0,0	0,0%	390,3	48,6%	0,0	0,0%	15,4	1,9%	77,8	9,7%	21,4	2,7%	0,0	0,0%	297,3	37,1%	0,0	0,0%	802
	15 Río Pacuar Arriba	0,0	0,0%	1999,5	24,9%	0,0	0,0%	17,4	0,2%	554,6	6,9%	1748,0	21,7%	300,7	3,7%	3402,9	42,3%	16,2	0,2%	8039
	23 Quebrada Golondrina	0,0	0,0%	311,2	56,8%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	107,4	19,6%	0,0	0,0%	15,1	2,7%	114,7	20,9%	0,0	0,0%	548
	24 Quebrada Bacho	0,0	0,0%	391,1	75,1%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	51,7	9,9%	3,7	0,7%	0,0	0,0%	74,2	14,2%	0,0	0,0%	521
	25 Quebrada Esperanza	0,0	0,0%	464,7	43,4%	0,0	0,0%	54,7	5,1%	213,4	19,9%	76,0	7,1%	29,3	2,7%	232,5	21,7%	0,0	0,0%	1071
	26 Quebrada Ceibo	0,0	0,0%	740,2	39,7%	0,0	0,0%	22,4	1,2%	564,1	30,2%	171,7	9,2%	203,1	10,9%	163,7	8,8%	0,1	0,0%	1865
	27 Río Pacuarito	0,0	0,0%	877,3	35,3%	0,0	0,0%	54,4	2,2%	907,0	36,5%	393,4	15,8%	39,5	1,6%	210,6	8,5%	0,0	0,0%	2482
	28 Río Buenavista	0,0	0,0%	5354,1	48,1%	0,0	0,0%	635,0	5,7%	1702,5	15,3%	1111,7	10,0%	331,1	3,0%	1926,5	17,3%	68,5	0,6%	11129
	29 Río Chirripó Pacífico	0,0	0,0%	14117,1	69,2%	0,0	0,0%	667,3	3,3%	595,8	2,9%	2249,9	11,0%	1604,6	7,9%	1158,6	5,7%	8,0	0,0%	20401
	30 Río Peñas Blancas	0,0	0,0%	2487,2	27,5%	3125,0	34,5%	39,6	0,4%	0,0	0,0%	2029,1	22,4%	394,0	4,4%	968,1	10,7%	3,0	0,0%	9046
	31 Río General	0,0	0,0%	1211,7	15,0%	1880,0	23,3%	396,5	4,9%	0,0	0,0%	51,0	0,6%	2158,1	26,8%	1918,9	23,8%	439,3	5,5%	8056
	32 Río Pacuar Abajo	0,0	0,0%	296,4	8,1%	285,1	7,8%	123,3	3,4%	1257,5	34,5%	239,8	6,6%	113,3	3,1%	1250,3	34,3%	76,8	2,1%	3643
	33 Río Peñibaye	0,0	0,0%	7803,8	36,4%	0,0	0,0%	467,6	2,2%	2236,3	10,4%	9458,6	44,1%	54,3	0,3%	1396,8	6,5%	47,3	0,2%	21465
	36 Quebrada Pita	5,3	3,3%	27,8	17,3%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	127,7	79,4%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	161
	38 Quebrada Beita	0,0	0,0%	11,2	4,8%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	158,1	67,8%	13,1	5,6%	9,1	3,9%	41,8	17,9%	0,0	0,0%	233
	40 Quebrada Patio de Agua	0,0	0,0%	694,5	77,0%	0,0	0,0%	1,8	0,2%	149,6	16,6%	0,0	0,0%	1,7	0,2%	52,7	5,8%	1,5	0,2%	902
	41 Quebrada Los Reyes	1,6	0,2%	677,6	79,8%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	99,6	11,7%	0,0	0,0%	0,3	0,0%	68,1	8,0%	1,8	0,2%	849
	66 Quebrada Pescadero	0,0	0,0%	580,4	78,4%	0,0	0,0%	14,9	2,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	16,2	2,2%	127,7	17,2%	1,5	0,2%	741
	67 Quebrada Agua Buena	0,0	0,0%	261,5	53,1%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	15,2	3,1%	214,9	43,6%	1,2	0,3%	493
	69 Quebrada Salitre	0,0	0,0%	233,6	71,8%	0,0	0,0%	0,1	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	69,7	21,4%	21,8	6,7%	0,0	0,0%	325
	58 Río Caliente	0,0	0,0%	5,5	0,5%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	1147,8	99,5%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	1153
	7	0,0	0,0%	70,9	25,1%	211,3	74,8%	0,0	0,0%	0,3	0,1%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	282
	8	1,3	0,4%	78,6	22,4%	185,6	52,9%	4,8	1,4%	13,3	3,8%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	66,9	19,1%	0,0	0,0%	351
	10	0,0	0,0%	62,8	4,8%	766,9	58,5%	81,1	6,2%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	60,3	4,6%	331,1	25,2%	9,2	0,7%	1311
	13	0,0	0,0%	24,2	11,2%	191,5	88,8%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	216
22	0,5	0,1%	150,5	31,7%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	323,5	68,2%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	474	
37	0,9	0,6%	78,2	50,2%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	73,4	47,1%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	3,3	2,1%	0,0	0,0%	156	
39	0,0	0,0%	91,4	32,7%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	92,3	33,1%	0,6	0,2%	0,0	0,0%	94,8	34,0%	0,0	0,0%	279	
42	0,0	0,0%	393,8	25,5%	203,4	13,2%	34,7	2,2%	136,4	8,8%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	765,9	49,6%	11,3	0,7%	1546	
65	0,0	0,0%	92,5	52,8%	48,8	27,8%	1,5	0,9%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	32,4	18,5%	0,0	0,0%	175	
68	0,0	0,0%	81,1	44,9%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	6,5	3,6%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	93,1	51,5%	0,0	0,0%	181	
Río Hiquerón	43 Río Hiquerón	0,0	0,0%	709,9	47,4%	0,0	0,0%	8,1	0,5%	53,4	3,6%	259,9	17,3%	467,9	31,2%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	1499
Río Savegre	17 Quebrada Camarón	0,0	0,0%	821,9	86,1%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	46,8	4,9%	81,4	8,5%	4,6	0,5%	0,0	0,0%	955
	48 Quebrada Peje	0,0	0,0%	271,2	92,3%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	16,3	5,6%	6,4	2,2%	0,0	0,0%	294
	46 Río División Arriba	0,0	0,0%	12081,8	53,4%	0,0	0,0%	83,4	0,4%	0,0	0,0%	3994,0	17,6%	1573,6	7,0%	4897,0	21,6%	9,1	0,0%	22639
	47 Río Savegre	0,0	0,0%	5992,5	89,3%	0,0	0,0%	32,6	0,5%	25,1	0,4%	553,6	8,3%	68,1	1,0%	37,3	0,6%	1,2	0,0%	6710
64 Río División Abajo	0,0	0,0%	868,0	72,5%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	77,9	6,5%	251,0	21,0%	0,0	0,0%	1197	
<b>Total de cuencas</b>		<b>10,05</b>	<b>0,01%</b>	<b>79128</b>	<b>42,46%</b>	<b>13817</b>	<b>7,41%</b>	<b>3358</b>	<b>1,80%</b>	<b>10634</b>	<b>5,71%</b>	<b>32956</b>	<b>17,69%</b>	<b>11747,8</b>	<b>6,30%</b>	<b>32893</b>	<b>17,65%</b>	<b>10,05</b>	<b>0,97%</b>	<b>186348</b>

Fuente: ProDUS, 2007. Basado en imágenes multiespectrales Carta 2005.

Nota: Las celdas en color corresponden a los valores y porcentajes mayores.

Tabla 2.1-4.b. Uso de suelo en las áreas silvestres protegidas dentro de cada cuenca (hectáreas).

Cuenca	Subcuenca	Bosques		Desnudo y árboles dispersos		Desnudo		Nubes y sombras		Pastos		Pastos y árboles		Urbano	Área total	
Río Barú	19 Río Barú	39	31,4%	0	0,0%	0	0,0%	31	25,4%	17	14,1%	36	29,1%	0	0,0%	123
Río General	9 Río Unión	2680	60,5%	275	6,2%	0	0,0%	1465	33,1%	0	0,0%	7	0,2%	0	0,0%	4427
	11 Río Pedregoso Arriba	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	26	100,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	26
	15 Río Pacuar Arriba	72	51,4%	0	0,0%	0	0,0%	45	32,2%	0	0,0%	23	16,4%	0	0,0%	140
	26 Quebrada Ceibo	1	11,6%	0	0,0%	0	0,0%	8	85,4%	0	3,0%	0	0,0%	0	0,0%	9
	28 Río Buenavista	931	96,0%	0	0,0%	0	0,0%	19	2,0%	0	0,0%	19	2,0%	0	0,0%	970
	29 Río Chirripó Pacífico	8873	93,9%	0	0,0%	0	0,0%	577	6,1%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	9450
	30 Río Peñas Blancas	1034	39,8%	0	0,0%	0	0,0%	1550	59,6%	5	0,2%	10	0,4%	0	0,0%	2599
Río Hiquerón	43 Río Hiquerón	38	42,1%	0	0,0%	0	0,0%	51	56,3%	1	1,5%	0	0,0%	0	0,0%	91
Río Savegre	46 Río División Arriba	10423	56,2%	0	0,0%	83	0,4%	3805	20,5%	1036	5,6%	3209	17,3%	5	0,03%	18561
	47 Río Savegre	5879	89,7%	24	0,4%	33	0,5%	554	8,4%	30	0,5%	35	0,5%	1	0,02%	6555
<b>Total de cuencas</b>		<b>29970</b>	<b>69,8%</b>	<b>298</b>	<b>0,7%</b>	<b>116</b>	<b>0,3%</b>	<b>8130</b>	<b>18,9%</b>	<b>1090</b>	<b>2,5%</b>	<b>3339</b>	<b>7,8%</b>	<b>6</b>	<b>0,01%</b>	<b>42950</b>

Fuente: ProDUS, 2007. Basado en imágenes multiespectrales Carta 2005.



Tabla 2.1-5. Área dentro del cantón de Pérez Zeledón fuera de las áreas silvestres protegidas (ASP) por cuenca, según rangos de pendientes (hectáreas).

Cuenca	Subcuenca	0 – 5%		5 - 10%		10 – 15%		15 – 20%		20 – 30%		30 – 40%		40 – 50%		> 50%		Área total dentro del cantón fuera de ASP (ha)
Río Barú	19 Río Barú	475	6.8%	667	9.5%	737	10.5%	734	10.5%	1520	21.6%	1106	15.8%	706	10.1%	1074	15.3%	7020
	18 Río Guabo	314	2.5%	584	4.7%	785	6.4%	987	8.0%	2307	18.7%	2129	17.3%	1656	13.4%	3557	28.9%	12318
Río General	4 Río Convento	186	4.8%	448	11.7%	527	13.7%	430	11.2%	720	18.8%	515	13.4%	321	8.4%	691	18.0%	3838
	6 Quebrada Padre	191	26.0%	150	20.3%	108	14.6%	84	11.4%	108	14.6%	53	7.2%	25	3.4%	18	2.5%	736
	9 Río Unión	1092	8.4%	1605	12.4%	1046	8.1%	851	6.6%	1499	11.6%	1257	9.7%	1111	8.6%	4489	34.7%	12949
	71 Río Pedregoso Abajo	42	21.8%	31	16.2%	24	12.6%	26	13.7%	41	21.3%	18	9.5%	8	3.9%	2	1.0%	193
	11 Río Pedregoso Arriba	122	2.8%	193	4.5%	246	5.7%	322	7.5%	802	18.7%	719	16.7%	571	13.3%	1323	30.8%	4297
	70 Río Quebradas	533	9.7%	575	10.5%	500	9.1%	536	9.8%	978	17.8%	705	12.8%	530	9.6%	1140	20.7%	5496
	12 Quebrada Honda	861	31.3%	495	18.0%	394	14.3%	323	11.7%	414	15.0%	172	6.2%	62	2.2%	31	1.1%	2752
	14 Quebrada Bonita	5	0.6%	18	2.3%	35	4.4%	59	7.4%	178	22.2%	174	21.7%	130	16.3%	201	25.1%	801
	15 Río Pacuar Arriba	132	1.7%	281	3.6%	418	5.3%	594	7.5%	1674	21.2%	1641	20.8%	1244	15.8%	1911	24.2%	7894
	23 Quebrada Golondrina	17	3.1%	30	5.5%	51	9.4%	84	15.4%	175	31.9%	107	19.5%	53	9.7%	30	5.6%	549
	24 Quebrada Bacho	23	4.4%	35	6.8%	50	9.5%	63	12.0%	139	26.7%	98	18.8%	63	12.1%	51	9.7%	521
	25 Quebrada Esperanza	19	1.8%	39	3.7%	71	6.6%	99	9.2%	254	23.7%	226	21.1%	162	15.1%	201	18.8%	1071
	26 Quebrada Ceibo	31	1.7%	64	3.4%	103	5.5%	150	8.1%	425	22.9%	386	20.8%	263	14.2%	436	23.5%	1858
	27 Río Pacuarito	51	2.1%	126	5.1%	199	8.0%	238	9.6%	518	20.8%	460	18.5%	354	14.3%	537	21.6%	2484
	28 Río Buenavista	95	0.9%	164	1.6%	203	2.0%	261	2.6%	779	7.7%	1028	10.1%	1187	11.7%	6451	63.5%	10167
	29 Río Chirripó Pacífico	96	0.9%	222	2.0%	254	2.3%	326	3.0%	915	8.4%	1243	11.4%	1425	13.0%	6468	59.1%	10950
	30 Río Peñas Blancas	840	13.0%	1009	15.6%	881	13.6%	724	11.2%	1209	18.7%	802	12.4%	462	7.2%	527	8.2%	6453
	31 Río General	3299	40.9%	930	11.5%	680	8.4%	659	8.2%	1139	14.1%	670	8.3%	365	4.5%	317	3.9%	8059
	32 Río Pacuar Abajo	582	16.0%	360	9.9%	351	9.7%	406	11.2%	763	21.0%	536	14.7%	326	9.0%	315	8.7%	3638
	33 Río Pejibaye	1436	6.7%	1762	8.2%	2180	10.1%	2550	11.9%	5267	24.5%	3578	16.7%	2073	9.7%	2632	12.3%	21478
	36 Quebrada Pita	15	9.2%	36	22.1%	38	23.5%	26	15.9%	22	13.7%	10	6.5%	5	3.4%	9	5.6%	161
	38 Quebrada Beita	4	1.6%	33	14.2%	50	21.4%	48	20.4%	67	28.7%	21	8.8%	8	3.5%	3	1.4%	233
	40 Quebrada Patio de Agua	20	2.2%	36	4.0%	66	7.3%	96	10.6%	246	27.2%	196	21.7%	126	14.0%	116	12.9%	902
	41 Quebrada Los Reyes	28	3.4%	50	5.8%	71	8.4%	91	10.7%	230	27.1%	188	22.1%	106	12.4%	86	10.1%	850
	66 Quebrada Pescadero	20	2.7%	42	5.6%	69	9.3%	93	12.5%	196	26.5%	153	20.6%	97	13.1%	72	9.7%	741
	67 Quebrada Agua Buena	28	5.8%	40	8.1%	58	11.8%	69	14.0%	146	29.6%	82	16.6%	43	8.8%	26	5.3%	493
	69 Quebrada Salitre	13	4.0%	42	13.0%	47	14.5%	43	13.1%	75	23.1%	48	14.7%	30	9.1%	28	8.6%	325
	58 Río Caliente	30	2.6%	58	5.1%	84	7.3%	96	8.4%	228	19.8%	218	18.9%	171	14.8%	268	23.3%	1154
	7	52	18.2%	41	14.4%	39	13.9%	34	12.0%	61	21.5%	34	12.1%	16	5.7%	6	2.2%	283
	8	75	21.3%	56	16.1%	44	12.6%	35	9.9%	53	15.2%	35	9.9%	24	6.8%	29	8.2%	351
	10	268	20.4%	343	26.1%	201	15.3%	144	10.9%	201	15.3%	105	8.0%	38	2.9%	12	0.9%	1312
	13	64	29.9%	39	18.2%	33	15.2%	28	13.1%	34	15.6%	12	5.4%	3	1.4%	3	1.2%	216
22	21	4.5%	40	8.4%	78	16.5%	89	18.8%	148	31.1%	63	13.3%	24	5.1%	11	2.3%	475	
37	9	5.7%	35	22.2%	38	24.1%	25	15.8%	30	19.3%	11	7.1%	5	3.0%	4	2.7%	156	
39	13	4.6%	34	12.3%	42	15.1%	48	17.1%	77	27.7%	31	11.0%	15	5.5%	19	6.7%	279	
42	235	15.2%	181	11.7%	162	10.5%	177	11.4%	323	20.9%	202	13.1%	125	8.1%	142	9.2%	1547	
65	46	26.3%	25	14.5%	27	15.5%	26	14.9%	33	19.0%	12	6.7%	4	2.5%	1	0.6%	175	
68	12	6.7%	25	14.0%	28	15.4%	25	13.7%	38	21.2%	18	10.2%	13	7.0%	21	11.8%	181	
Río Higerón	43 Río Higerón	44	3.1%	72	5.1%	98	7.0%	111	7.9%	215	15.2%	188	13.3%	159	11.3%	521	37.0%	1409
Río Savegre	17 Quebrada Camarón	19	2.0%	45	4.7%	68	7.1%	85	8.9%	197	20.6%	183	19.1%	139	14.5%	220	23.0%	955
	48 Quebrada Peie	5	1.6%	8	2.7%	12	4.0%	17	5.8%	50	17.0%	63	21.6%	53	18.2%	86	29.2%	294
	46 Río División Arriba	114	2.4%	198	4.2%	251	5.4%	271	5.8%	730	15.7%	798	17.1%	712	15.3%	1589	34.1%	4663
	47 Río Savegre	13	9.1%	16	11.3%	10	7.3%	7	5.3%	23	16.4%	33	23.6%	19	13.6%	19	13.5%	141
	64 Río División Abajo	76	6.3%	48	4.0%	61	5.1%	63	5.2%	174	14.5%	201	16.8%	181	15.1%	394	32.9%	1198
Total		11664	8.1%	11331	7.9%	11518	8.0%	12252	8.5%	25422	17.7%	20528	14.3%	15212	10.6%	36088	25.1%	144015

Más de 25% del área fuera de las ASP en el respectivo rango de pendientes.  
 Entre 15 y 25% del área fuera de las ASP en el respectivo rango de pendientes.

Tabla 2.1-6. Longitud de calles y cantidad de poblados por cuenca.

Cuenca	Subcuenca		Área dentro del cantón (ha)	Longitud de calles		Longitud de carreteras nacionales		Número de poblados del cantón dentro de la cuenca
				Absoluto (km)	Relativo (km/ha)	Absoluto (km)	Relativo (km/ha)	
Río Barú	19	Río Barú	7142,8	126,5	0,018	13,5	0,0019	5
	18	Río Guabo	12317,6	170,9	0,014	4,3	0,0003	8
Río General	4	Río Convento	3838,1	171,1	0,045	3,2	0,0008	1
	6	Quebrada Padre	736,3	60,7	0,083	1,9	0,0026	1
	9	Río Unión	17312,3	335,0	0,019	29,2	0,0017	13
	71	Río Pedregoso Abajo	193,0	8,9	0,046	1,1	0,0056	0
	11	Río Pedregoso Arriba	4323,1	153,8	0,036	18,9	0,0044	2
	70	Río Quebradas	5495,8	245,2	0,045	30,0	0,0055	6
	12	Quebrada Honda	2751,8	128,0	0,047	14,5	0,0053	3
	14	Quebrada Bonita	800,6	17,9	0,022	0,3	0,0004	0
	15	Río Pacuar Arriba	8034,3	181,4	0,023	12,0	0,0015	7
	23	Quebrada Golondrina	548,7	22,4	0,041	2,1	0,0039	0
	24	Quebrada Bacho	521,0	18,2	0,035	2,3	0,0045	1
	25	Quebrada Esperanza	1071,3	24,9	0,023	0,0	0,0000	1
	26	Quebrada Ceibo	1866,4	46,5	0,025	0,0	0,0000	1
	27	Río Pacuarito	2483,8	50,9	0,021	1,9	0,0008	2
	28	Río Buenavista	11137,4	209,6	0,019	28,5	0,0026	8
	29	Río Chirripó Pacífico	20400,6	181,0	0,009	11,2	0,0005	6
	30	Río Peñas Blancas	9051,9	274,4	0,030	13,7	0,0015	5
	31	Río General	8058,9	262,6	0,033	30,6	0,0038	9
	32	Río Pacuar Abajo	3638,2	117,6	0,032	9,6	0,0026	5
	33	Río Peibave	21477,8	589,8	0,027	47,0	0,0022	19
	36	Quebrada Pita	161,0	2,2	0,013	0,0	0,0000	1
	38	Quebrada Beita	233,5	2,4	0,010	0,0	0,0000	0
	40	Quebrada Patio de Agua	902,3	33,2	0,037	0,0	0,0000	2
	41	Quebrada Los Reyes	849,6	35,7	0,042	3,4	0,0040	1
	66	Quebrada Pescadero	741,1	31,9	0,043	1,4	0,0019	1
	67	Quebrada Agua Buena	493,1	23,1	0,047	1,2	0,0025	0
	69	Quebrada Salitre	325,4	8,8	0,027	0,7	0,0022	2
	58	Río Caliente	1154,1	23,1	0,020	3,1	0,0027	0
	7		282,6	11,7	0,041	0,8	0,0029	0
	8		350,7	17,5	0,050	0,7	0,0021	0
	10		1312,3	70,3	0,054	8,1	0,0062	1
	13		215,9	11,4	0,053	0,0	0,0000	0
	22		474,8	9,1	0,019	1,0	0,0020	0
37		155,9	3,4	0,022	0,0	0,0002	0	
39		279,3	4,0	0,014	0,0	0,0000	0	
42		1546,6	49,8	0,032	7,2	0,0047	3	
65		175,2	3,9	0,022	0,0	0,0000	0	
68		180,8	7,6	0,042	0,8	0,0045	0	
Río Higerón	43	Río Higerón	1500,1	17,4	0,012	0,0	0,0000	1
Río Savegre	17	Quebrada Camarón	955,3	7,9	0,008	0,0	0,0000	1
	48	Quebrada Peje	294,2	1,7	0,006	0,0	0,0000	0
	46	Río División Arriba	22655,2	208,8	0,009	15,0	0,0007	4
	47	Río Savegre	6715,4	26,2	0,004	3,3	0,0005	0
	64	Río División Abajo	1197,7	5,9	0,005	0,0	0,0000	0

### 2.1-6 Recurso hídrico.

Según la Ley de Aguas, es necesaria una autorización para el aprovechamiento de las aguas públicas. Esa autorización la concede el Departamento de Aguas del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), para disponer y resolver sobre el dominio, aprovechamiento, utilización, gobierno o vigilancia de las aguas de dominio público. Toda persona que esté disfrutando de un derecho de aguas, deberá exhibir la concesión que tenga para ejercer ese derecho.

En la tabla 2.1-7 se observa el número de **concesiones** de MINAE según la fuente. También se presenta el caudal otorgado según la fuente (tabla 2.1-8) y el uso (tabla 2.1-9). Este inventario comprende solamente las concesiones otorgadas o inscritas, que suman 72, y se detallan en el anexo. El número de concesiones es reducido si se considera el tamaño del cantón de Pérez Zeledón. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en muchos casos no se realiza el trámite correspondiente ante el MINAE y que por ello probablemente exista un número de aprovechamientos del recurso hídrico considerablemente mayor.

En cuanto al número total de concesiones: las nacientes representan el 56%; seguidos por los ríos (21%) y las quebradas (18%). Sin embargo, en términos de caudal, las proporciones cambian sustancialmente, pues los ríos aportan el 98,2% del caudal; los nacimientos, el 0,94%; y las quebradas, el 0,50%. La cuenca con mayor número de concesiones es la del río Quebradas, donde se encuentra San Isidro de El General, con nueve, las que suman 246 l/s.

Tomando en cuenta el caudal concesionado en total, debe destacarse la importancia del mayor caudal concesionado, que se da en el río Chirripó Pacífico (17 m<sup>3</sup>/s). Este corresponde al proyecto hidroeléctrico Los Gemelos (antes denominado San Luis) de la empresa Antheus. Tal caudal representa el 78% de los 21,8 m<sup>3</sup>/s concesionados en el cantón, pues el uso que demanda mayor caudal es el de fuerza hidráulica debido a los altos volúmenes de agua que se requieren para la generación de energía eléctrica.

Un 4% del total de concesiones son de Fuerza Hidráulica, esto representa un caudal de 17165 l/s, es decir, un 79% del caudal total concesionado, además en la cuenca del Río División Abajo existe una concesión por turismo de 2500 l/s. Sin considerar estas concesiones, la distribución de los caudales es la siguiente: los ríos aportan un 83% del caudal, un 9,8% de nacientes y 4% de quebradas; lo que demuestra la importancia del agua superficial en el cantón.

Además de las tres concesiones por Fuerza Hidráulica y la concesión por turismo, de 2,5 m<sup>3</sup>/s, en orden descendente de importancia le siguen: el riego (999 l/s), la agroindustria (532 l/s), los acueductos rurales (514 l/s), los usos mixtos (45 l/s), los agropuecuarios (11,5 l/s), la industria (5 l/s) y en último lugar el consumo humano (4,23 l/s). No obstante debe tenerse en cuenta que el caudal para abastecimiento doméstico posee el primer lugar de preferencia, en caso de que haya un período de sequía, según la Ley de Aguas. Además, la subcuenca con mayor caudal concesionado es la del río División Abajo con 2500 l/s, los cuales corresponden únicamente a la concesión por turismo mencionada anteriormente, seguido del río Peñas Blancas con 796 l/s, donde las concesiones que consumen mayor caudal son agro-industrial y de riego.

El Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamientos (SENARA) mantiene una base en el ámbito nacional con información de **pozos**, a los que se han realizado pruebas para

determinar el nivel estático, profundidad de pozo, caudal explotable y litología. Esta base incluye el uso del caudal del pozo y ubicación geográfica.

En la tabla 2.1-10 se muestra por cuenca el número de pozos de la base de SENARA y en la tabla 2.1-11, el caudal según su uso. El detalle de los 33 pozos registrados puede revisarse en el anexo. Las cuencas con mayor cantidad de pozos son las de los ríos General, Quebradas y Guabo. No obstante, en la cuenca de río Guabo el consumo permitido es de 3,8 l/s; mientras que las cuencas de los ríos Quebradas y General, tienen concesionados 11,2 y 36,2 l/s respectivamente. Para los pozos, el uso para abastecimiento público es el principal con 42,9 l/s. Le siguen los usos doméstico y riego (20 l/s); e industrial (14 l/s). Es notable que la cantidad de pozos y su caudal según los registros del SENARA son significativamente mayores que los concesionados por el MINAE.

Tabla 2.1-7. Concesiones para explotación hídrica según la fuente por cuenca.

Cuenca	Subcuenca	Derivación	Naciente	Pozo	Quebrada	Río	Total	
Río Barú	18	Río Guabo		4		2	6	
	19	Río Barú		1		1	2	
Río General	4	Río Convento				1	1	
	9	Río Unión		1		2	5	
	11	Río Pedregoso Arriba				1	1	
	12	Quebrada Honda				1	1	
	14	Quebrada Bonita		2		1	3	
	15	Río Pacuar Arriba		2			2	
	27	Río Pacuarito		1			1	
	28	Río Buenavista		3		2	6	
	29	Río Chirripó Pacífico		2			3	
	30	Río Peñas Blancas		1	1		3	
	31	Río General	1	4		1		6
	32	Río Pacuar Abajo		5	1			6
	33	Río Pejibaye		3		2	2	7
	40	Quebrada Patio de Agua		2				2
	42						2	2
58	Río Caliente		1				1	
70	Río Quebradas		6	1	1	1	9	
Río Higuierón	43	Río Higuierón		1			1	
Río Savegre	47	Río Savegre		1			1	
	64	Río División Abajo				1	1	
Total		1	40	3	13	15	72	

Fuente: Departamento de Aguas , Ministerio de Ambiente y Energía; 2007 .

Tabla 2.1-8. Caudal otorgado(l/s) en las concesiones para explotación hídrica según la fuente por cuenca.

Cuenca	Subcuenca	Derivación	Naciente	Pozo	Quebrada	Río	Total	
Río Barú	18	Río Guabo	0,78		0,05		0,83	
	19	Río Barú	6		25		31	
	4	Río Convento				222,5	222,5	
	9	Río Unión	0,56		67,92	406,78	475,26	
	11	Río Pedregoso Arriba				35	35	
	12	Quebrada Honda			0,02		0,02	
	14	Quebrada Bonita	0,09		0,25		0,34	
	15	Río Pacuar Arriba		0,13			0,13	
	27	Río Pacuarito		1,4			1,4	
	28	Río Buenavista		0,18		5,4	0,82	6,4
Río General	29	Río Chirripó Pacífico	0,52			17000	17000,52	
	30	Río Peñas Blancas	0,1	0,5		795	795,6	
	31	Río General	65	8,07		5	78,07	
	32	Río Pacuar Abajo		0,1	0,13		0,23	
	33	Río Pejibaye		183,81		0,53	24,9	209,24
	40	Quebrada Patio de Agua		2,25			2,25	
	42					170	170	
	58	Río Caliente		0,15			0,15	
	70	Río Quebradas		0,62	0,04	5,4	240	246,06
Río Higerón	43	Río Higerón	1,14				1,14	
Río Savegre	47	Río Savegre	0,54				0,54	
	64	Río División Abajo				2500	2500	
Total			65	206,44	0,67	109,57	21395	21777

Fuente: Departamento de Aguas , Ministerio de Ambiente y Energía; 2007.

Tabla 2.1-9. Caudal otorgado (l/s) en las concesiones para explotación hídrica según uso por cuenca.

Cuenca	Subcuenca	Acueducto Rural	Agro-industrial	Agropecuario	Consumo humano	Industria Riego	Turismo	Mixto	Subtotal	Fuerza hidráulica	Total
Río Barú	18 Río Guabo				0,05			0,78	0,83		0,83
	19 Río Barú					6		0	6	25	31
Río General	4 Río Convento					222,5		0	222,5		222,5
	9 Río Unión	65,62	2,3			400		7,34	475,26		475,26
	11 Río Pedregoso Arriba		35					0	35		35
	12 Quebrada Honda			0,02				0	0,02		0,02
	14 Quebrada Bonita				0,03			0,31	0,34		0,34
	15 Río Pacuar Arriba				0,13			0	0,13		0,13
	27 Río Pacuarito				1,4			0	1,4		1,4
	28 Río Buenavista				1,47	4,82		0,11	6,4		6,4
	29 Río Chirripó Pacífico						0,37	0,15	0,52	17000	17000,52
	30 Río Peñas Blancas			400	0,1	0,5	360		35	795,6	795,6
	31 Río General	5,49	65	2,5		5		0,08	78,07		78,07
	32 Río Pacuar Abajo				0,1			0,13	0,23		0,23
	33 Río Pejibaye	199,7		8,9	0,14			0,5	209,24		209,24
	40 Quebrada Patio de Agua	2,25						0	2,25		2,25
	42			30				0	30	140	170
58 Río Caliente				0,15			0	0,15		0,15	
70 Río Quebradas	240			0,26	5,4		0,4	246,06		246,06	
Río Higuierón	43 Río Higuierón	1,14						0	1,14		1,14
Río Savegre	47 Río Savegre							0,54	0,54		0,54
	64 Río División Abajo						2500	0	2500		2500
Total		514,2	532,3	11,52	4,23	5 998,72	2500,37	45,34	4611,68	17165	21776,68

Fuente: Departamento de Aguas , Ministerio de Ambiente y Energía; 2007.

Tabla 2.1-10. Pozos registrados por el SENARA según uso por cuenca.

Cuenca	Subcuenca	Abastecimiento público	Agroindustrial	Doméstico	Doméstico y Riego	Industrial	Riego	Total
Río Barú	19 Río Barú	0	0	1	1	0	1	3
	18 Río Guabo	0	0	3	2	0	0	5
Río General	6 Quebrada Padre	0	0	0	1	0	0	1
	23 Quebrada Golondrina	1	0	0	0	0	0	1
	27 Río Pacuarito	0	0	1	0	0	0	1
	42	0	0	1	0	0	0	1
	12 Quebrada Honda	1	0	1	1	1	0	4
	30 Río Peñas Blancas	0	0	0	3	0	0	3
	70 Río Quebradas	1	1	1	1	1	0	5
31 Río General	3	1	0	2	2	1	9	
Total		6	2	8	11	4	2	33

Fuente: Servicio Nacional de Riego y Avenamiento, 2007.

Tabla 2.1-11. Caudal registrado (l/s) en los pozos según uso.

Cuenca	Subcuenca	Abastecimiento público	Agroindustrial	Doméstico	Doméstico y Riego	Industrial	Riego	Total
Río Barú	19 Río Barú	--	--	0,8	2,5	--	2	5,3
	18 Río Guabo	--	--	1,3	2,5	--	--	3,8
Río General	6 Quebrada Padre	--	--	--	2	--	--	2
	23 Quebrada	3	--	--	--	--	--	3
	27 Río Pacuarito	--	--	0,02	--	--	--	0,02
	42	--	--	1,58	--	--	--	1,58
	12 Quebrada Honda	9,5	--	0,5	2	3	--	15
	30 Río Peñas Blancas	--	--	--	7	--	--	7
	70 Río Quebradas	10	0	0,73	0,5	0	--	11,23
31 Río General	20,4	0	--	3,5	11,25	1	36,15	
Total		42,9	0	4,93	20	14,25	3	85,08

Fuente: Servicio Nacional de Riego y Avenamiento, 2007.





### **2.1-7 Amenazas Naturales.**

A partir de los mapas de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) se calcularon las áreas con amenazas naturales por inundación y deslizamiento en cada una de las cuencas del cantón de Pérez Zeledón (tabla 2.1-12).

La subcuenca del río General (31) posee la mayor área amenazada por inundación (1944 ha), lo que representa el 24% de su superficie. Esta cuenca resulta importante por la población concentrada en su sector oeste, a lo largo de la carretera Interamericana.

La cuenca del río Quebradas también resulta riesgosa porque en ella está la ciudad de San Isidro de El General y contiene 295 ha susceptibles a inundación.

Otras zonas de inundaciones con un área considerable están en las cuencas de: Unión (1064ha), Pejibaye (667ha), Pacuar Abajo (395ha), Chirripó Pacífico (361ha), Peñas Blancas (268ha) y Buenavista (228ha). Algunos núcleos secundarios como las ciudades de Pejibaye y Rivas son afectados por inundaciones.

Los deslizamientos se presentan principalmente en las cuencas con mayores elevaciones, donde hay un alto porcentaje del terreno con pendientes mayores al 50%, específicamente en las subcuencas de los ríos Buenavista y Chirripó Pacífico. No obstante, también hay deslizamientos, pero de menor área en las cuencas de los ríos General y Quebradas.

Tabla 2-1.12. Áreas con amenaza de inundación o deslizamientos por cuenca.

Cuenca	Subcuenca	Área total de la cuenca (ha)	Área de la cuenca con amenaza de inundación (ha)		Área de la cuenca con amenaza de deslizamientos (ha)	
Río Barú	19 Río Barú	7219,9	58,6	0,8%	0,0	0,00%
	18 Río Guabo	14392,4	69,5	0,5%	0,0	0,00%
Río General	4 Río Convento	4926,1	0,3	0,0%	0,0	0,00%
	6 Quebrada Padre	736,3	0,0	0,0%	0,0	0,00%
	9 Río Unión	17345,4	1064,3	6,1%	0,0	0,00%
	71 Río Pedregoso Abajo	193,0	57,1	29,6%	0,0	0,00%
	11 Río Pedregoso Arriba	4322,2	181,5	4,2%	2,1	0,05%
	70 Río Quebradas	5492,7	294,9	5,4%	16,1	0,29%
	12 Quebrada Honda	2751,8	197,1	7,2%	0,0	0,00%
	14 Quebrada Bonita	800,6	0,4	0,0%	0,0	0,00%
	15 Río Pacuar Arriba	8034,3	164,0	2,0%	0,0	0,00%
	23 Quebrada Golondrina	548,7	0,0	0,0%	0,0	0,00%
	24 Quebrada Bacho	521,0	0,8	0,2%	0,0	0,00%
	25 Quebrada Esperanza	1071,3	11,4	1,1%	0,0	0,00%
	26 Quebrada Ceibo	1866,4	0,0	0,0%	0,0	0,00%
	27 Río Pacuarito	2483,8	41,2	1,7%	0,0	0,00%
	28 Río Buenavista	11161,1	227,6	2,0%	230,3	2,06%
	29 Río Chirripó Pacífico	20465,6	361,1	1,8%	191,8	0,94%
	30 Río Peñas Blancas	9051,9	268,1	3,0%	0,1	0,00%
	31 Río General	8058,9	1943,6	24,1%	31,5	0,39%
	32 Río Pacuar Abajo	3638,2	395,0	10,9%	0,0	0,00%
	33 Río Pejibaye	21837,7	666,5	3,1%	0,0	0,00%
	36 Quebrada Pita	161,0	0,0	0,0%	0,0	0,00%
	38 Quebrada Beita	233,6	0,0	0,0%	0,0	0,00%
	40 Quebrada Patio de Agua	902,3	0,2	0,0%	1,3	0,15%
	41 Quebrada Los Reyes	849,6	31,4	3,7%	0,0	0,00%
	66 Quebrada Pescadero	741,1	5,5	0,7%	0,0	0,00%
	67 Quebrada Agua Buena	493,1	0,1	0,0%	0,0	0,00%
	69 Quebrada Salitre	325,4	0,0	0,0%	0,0	0,00%
	58 Río Caliente	3319,2	0,0	0,0%	0,0	0,00%
	7	282,6	0,1	0,0%	0,0	0,00%
	8	350,7	10,5	3,0%	0,0	0,00%
	10	1312,3	46,4	3,5%	0,0	0,00%
	13	215,9	1,0	0,4%	0,0	0,00%
22	479,7	4,6	1,0%	0,0	0,00%	
37	155,9	0,0	0,0%	0,0	0,00%	
39	279,3	0,3	0,1%	0,0	0,00%	
42	1546,6	174,2	11,3%	0,0	0,00%	
65	175,2	5,1	2,9%	0,0	0,00%	
68	180,8	0,0	0,0%	0,0	0,00%	
Río Higerón	43 Río Higerón	2882,3	0,0	0,0%	0,0	0,00%
Río Savegre	17 Quebrada Camarón	1009,6	0,4	0,0%	0,0	0,00%
	48 Quebrada Peje	298,4	12,1	4,0%	0,0	0,00%
	46 Río División Arriba	22664,5	264,9	1,2%	0,0	0,00%
	47 Río Savegre	22430,2	1,4	0,0%	0,0	0,00%
	64 Río División Abajo	2949,5	143,9	4,9%	0,0	0,00%

Fuente: ProDUS, 2007. Basado en Mapa de Amenazas Naturales, Comisión Nacional de Emergencias.

## Conclusiones

- En las cuencas de Pérez Zeledón predominan las formas alargadas o rectangularmente alargadas. Estas presentan mayores caudales picos para un área similar debido a que por lo general presentan una bifurcación menor, de forma que la escorrentía se va acumulando a lo largo del cauce principal. Esto aumenta el riesgo por inundación en las zonas bajas de la cuenca.
- El cantón presenta altos valores de pendientes, a tal punto que el 50% del área tiene pendientes superiores a 30%. Las cuencas que descienden desde la cordillera de Talamanca, como las de Buenavista y Chirripó Pacífico, son las más empinadas, pues presentan diferencias de altitud superiores a los 3000m.
- El relieve escabroso limita el área que posee Pérez Zeledón para desarrollo urbano y agropecuario, lo que provoca que la población se asiente en las pocas zonas bajas y planas, aunque algunas de ellas pertenezcan a planicies de inundación. Tres cuartas partes del área urbana de Pérez Zeledón se concentran en tres cuencas, río Quebradas, río General y quebrada Honda, las cuales tienen zonas susceptibles a inundaciones.
- Las mayores áreas de inundación se ubican en las subcuencas de los ríos General (31), Unión (9) y Pejibaye (33).
- Los bosques cubren el 42,5% (791km<sup>2</sup>) del cantón. Estos cumplen un importante papel para aumentar la infiltración y reducir la erosión, sobre todo en zonas con altas pendientes, frecuentes en el cantón. De ellos, 300 km<sup>2</sup> se encuentran dentro de áreas silvestres protegidas, especialmente la Reserva Forestal Los Santos y el Parque Nacional Chirripó.
- El abastecimiento humano constituye un porcentaje bajo de los caudales concesionados por el MINAE. El 90% del caudal está concentrado en solo dos concesiones: una de 17,5m<sup>3</sup>/s para fuerza hidráulica y otra de 2,5 m<sup>3</sup>/s para turismo.
- La cuenca con el mayor número de concesiones de recurso hídrico es la de río Quebradas, donde se encuentra San Isidro de El General, con nueve concesiones, para un total de 246 l/s. En todo el cantón existen 72 concesiones otorgadas o inscritas. Tal número es pequeño en relación al tamaño del cantón, por lo que es probable que existan usos ilegales no registrados.
- Entre las concesiones del MINAE, el 56% se da en nacientes; el 21%, en quebradas; el 18%, en quebradas; el resto se da en pozos y derivaciones. Sin embargo, al considerar el caudal concesionado, las proporciones cambian de forma importante, pues los ríos aportan el 98,2%; los nacimientos, el 0,94%; y las quebradas, el 0,50%.
- Las concesiones que corresponden a Fuerza Hidráulica son un 4% del total de concesiones y se dan en las cuencas del Río Barú y Río General. La mayor de ellas es de un caudal de 17000 l/s en la subcuenca del Río Chirripó Pacífico.
- El caudal por Fuerza Hidráulica corresponde a un 79% del caudal total concesionado.



- Los datos del MINAE solo presentan tres concesiones en pozos. No obstante, el registro del SENARA considera 33 pozos, lo que alude a la explotación ilegal. Según SENARA, el abastecimiento público es el principal uso de los pozos (42,9 l/s). Le siguen el uso doméstico y para riego (20 l/s) y el industrial (14 l/s).

## 2.1-8. Bibliografía

- Chow, V. T. (1994). *Hidrología Aplicada*. Bogotá: Editorial Mc Graw Hill.
- Villón, M. (2004). *Hidrología*. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

### *Bases de datos*

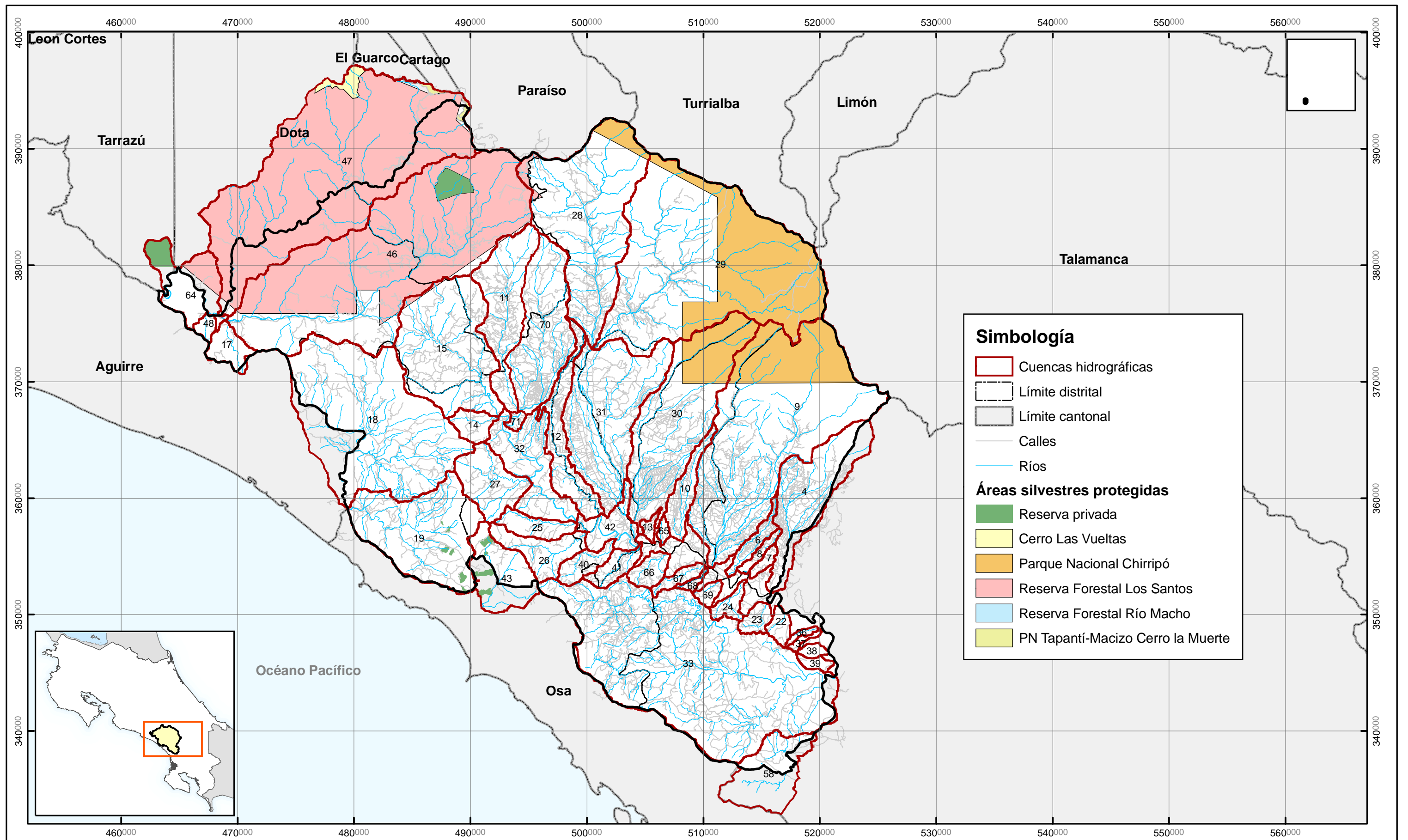
- Cobertura de Áreas Silvestres Protegidas, escala 1:200 000; Sistema Nacional de Áreas de Conservación.
- Curvas de nivel cada 10m; hojas topográficas 1:25 000 del Centro Nacional de Investigación GeoAmbiental (CENIGA) 1998.
- Curvas de nivel cada 20m; hojas cartográficas 1:50 000 del Instituto Geográfico Nacional.
- Mapa de Amenazas Naturales, Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE, 2006).
- Uso del suelo (ProDUS, 2007), basado en imágenes multiespectrales y fotografías en infrarrojo Carta, 2005.



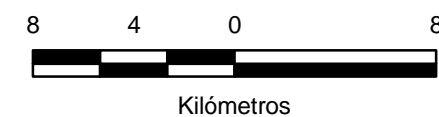
Número	Cuenca
4	Río Convento
6	Quebrada Padre
9	Río Unión
11	Río Pedregoso Arriba
12	Quebrada Honda
14	Quebrada Bonita
15	Río Pacuar Arriba
17	Quebrada Camarón
18	Río Guabo
19	Río Barú
23	Quebrada Golondrina
24	Quebrada Bacho
25	Quebrada Esperanza
26	Quebrada Ceibo
27	Río Pacuarito
28	Río Buenavista
29	Río Chirripó Pacífico
30	Río Peñas Blancas
31	Río General
32	Río Pacuar Abajo
33	Río Pejibaye
36	Quebrada Pita
38	Quebrada Beita
40	Quebrada Patio de Agua
41	Quebrada Los Reyes
43	Río Higerón
46	Río División Arriba
47	Río Savegre
48	Quebrada Peje
58	Río Caliente
64	Río División Abajo
66	Quebrada Pescadero
67	Quebrada Agua Buena
69	Quebrada Salitre
70	Río Quebradas
71	Río Pedregoso Abajo

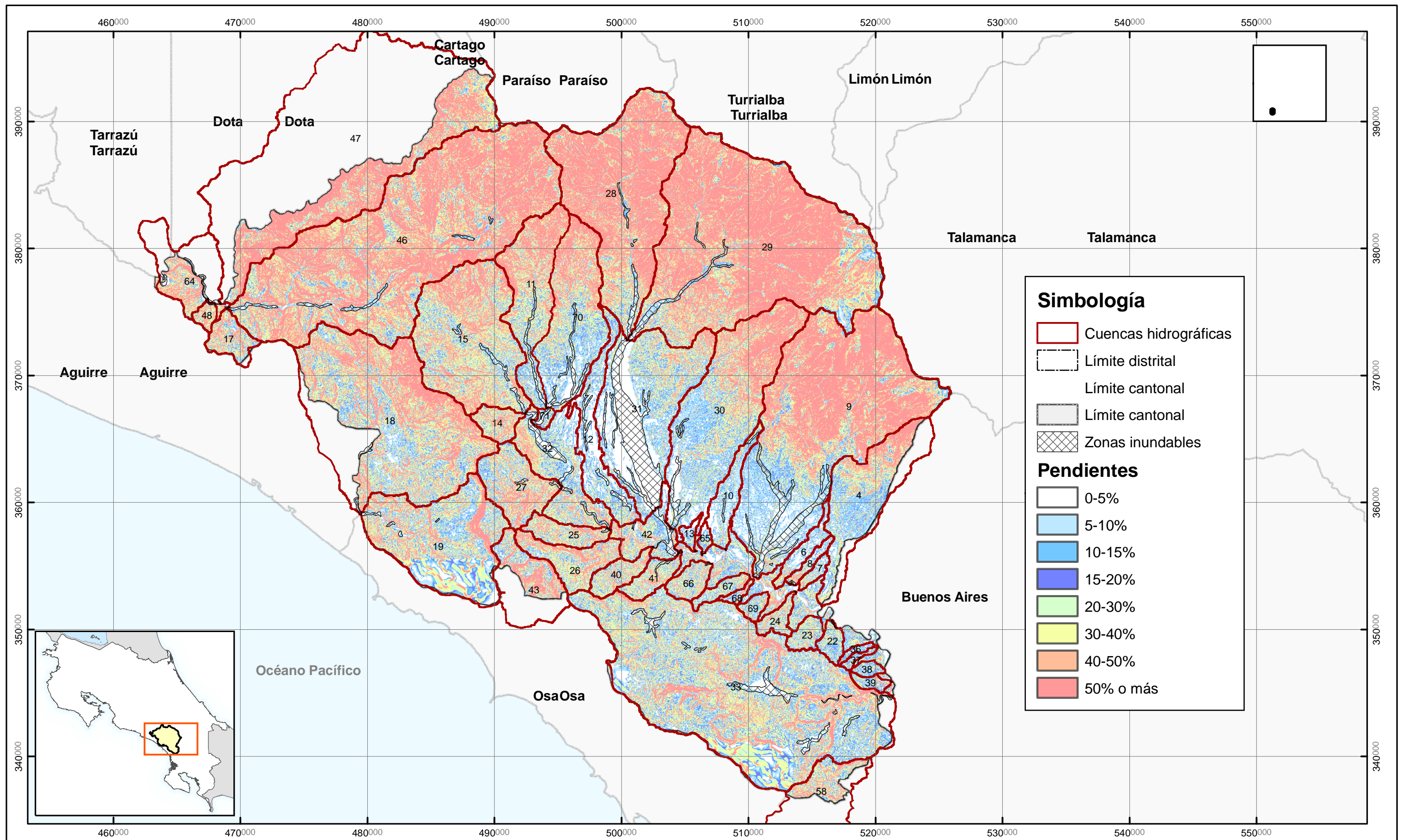
**Mapa 2.1-1. Cuenas hidrográficas**



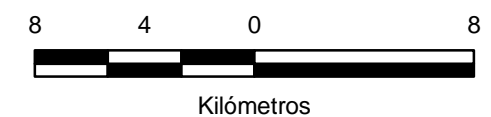


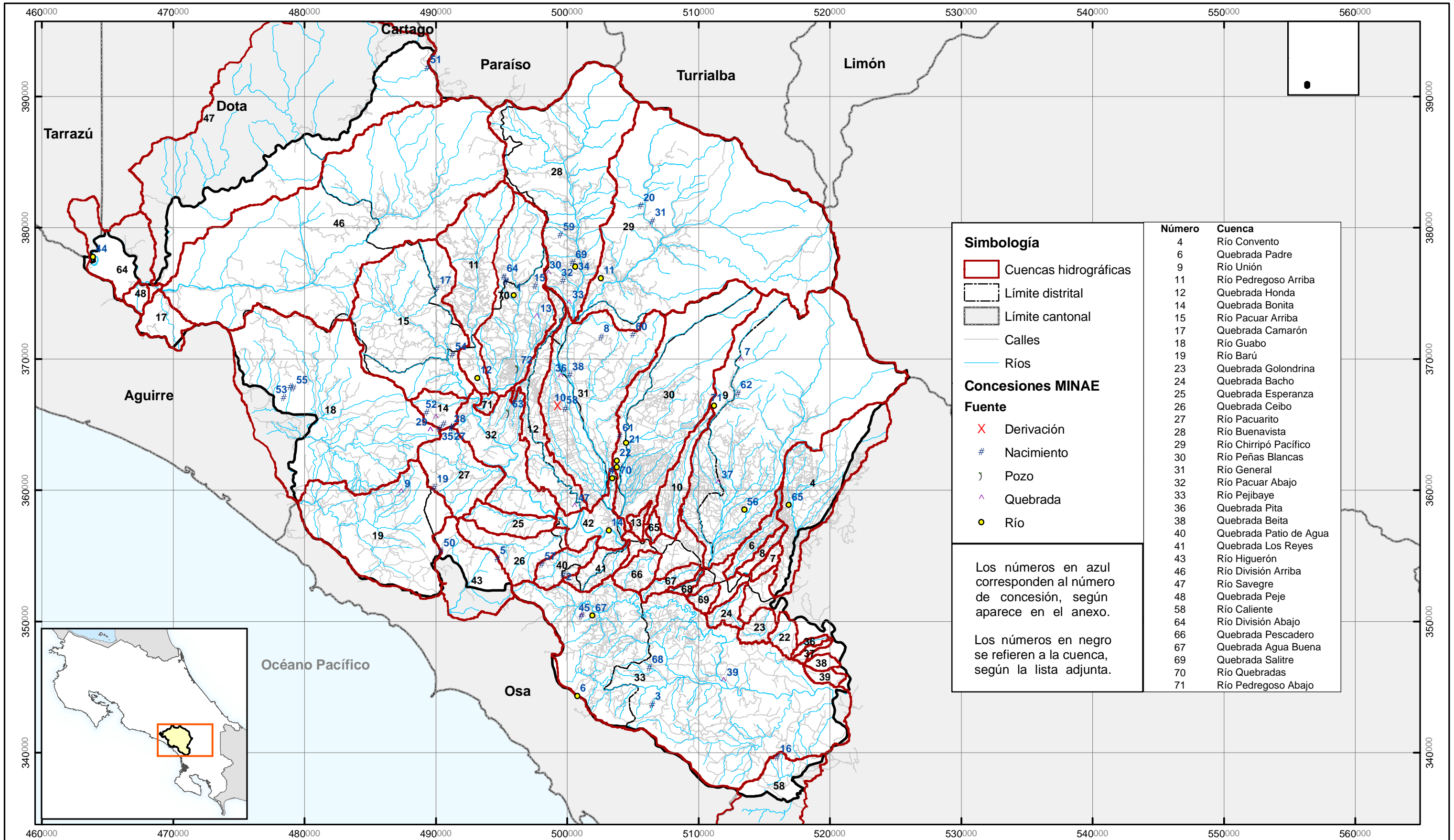
**Mapa 2.1-2. Áreas silvestres protegidas**





**Mapa 2.1-3. Clasificación de pendientes**





Simbología	
	Cuencas hidrográficas
	Límite distrital
	Límite cantonal
	Calles
	Ríos

Concesiones MINAE	
	Derivación
	Nacimiento
	Pozo
	Quebrada
	Río

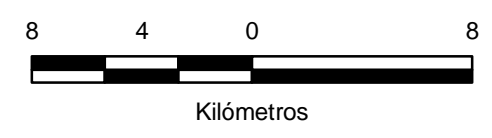
  

Los números en azul corresponden al número de concesión, según aparece en el anexo.

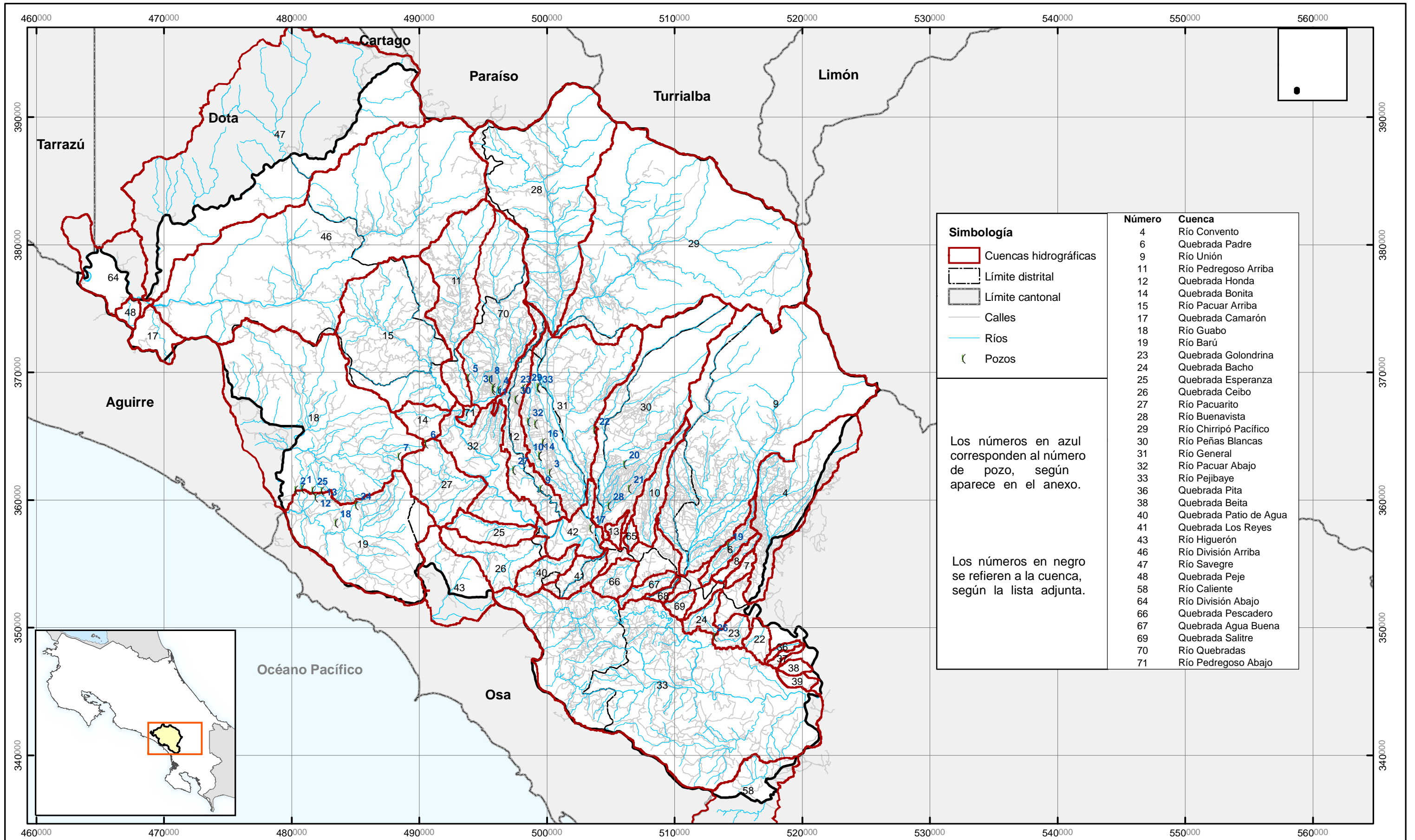
Los números en negro se refieren a la cuenca, según la lista adjunta.

Número	Cuenca
4	Río Convento
6	Quebrada Padre
9	Río Unión
11	Río Pedregoso Arriba
12	Quebrada Honda
14	Quebrada Bonita
15	Río Pacuar Arriba
17	Quebrada Camarón
18	Río Guabo
19	Río Barú
23	Quebrada Golondrina
24	Quebrada Bacho
25	Quebrada Esperanza
26	Quebrada Ceibo
27	Río Pacuarito
28	Río Buenavista
29	Río Chirripó Pacífico
30	Río Peñas Blancas
31	Río General
32	Río Pacuar Abajo
33	Río Pejibaye
36	Quebrada Pita
38	Quebrada Beita
40	Quebrada Patio de Agua
41	Quebrada Los Reyes
43	Río Higuerón
46	Río División Arriba
47	Río Savegre
48	Quebrada Peje
58	Río Caliente
64	Río División Abajo
66	Quebrada Pescadero
67	Quebrada Agua Buena
69	Quebrada Salitre
70	Río Quebradas
71	Río Pedregoso Abajo

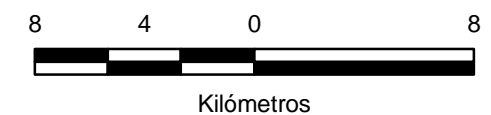
**Mapa 2.1-4. Concesiones de recurso hídrico**







**Mapa 2.1-5. Pozos registrados por el SENARA**



Diagnóstico Físico - Ambiental

**ANEXOS Cuencas y red hídrica**



Tabla A.1. Concesiones de recurso hídrico en el cantón de Pérez Zeledón

Número	Estado	Concesionario	Fuente	Caudal (l/s)	Uso
1	OTORGADO	A Y A	Río	240,00	Ac. Rural
2	INSCRITO	ASADA CONCEPCION DE PLATANARES DE	Nacimiento	2,25	Ac. Rural
3	INSCRITO	A Y A	Nacimiento	183,70	Ac. Rural
4	OTORGADO	HERMANOS ESQUIVEL RAMIREZ LTDA	Río	140,00	Fuerza hidráulica
5	INSCRITO	ASADA SAN AGUSTIN DE PEREZ ZELEDON	Nacimiento	1,14	Ac. Rural
6	INSCRITO	ACUEDUCTO BOLIVIA SAN GERARDO SAN	Río	16,00	Ac. Rural
7	INSCRITO	ASADA SANTA TERESA DE CAJON DE PEREZ	Quebrada	65,62	Ac. Rural
8	INSCRITO	ASADA LA LINDA DE GENERAL VIEJO	Nacimiento	5,49	Ac. Rural
9	OTORGADO	ASOCIACION LUZ EN LATINOAMERICA	Quebrada	25,00	Fuerza hidráulica
10	OTORGADO	BENEFICIO EL GENERAL S.A.	Derivación	65,00	Agroindustrial
11	OTORGADO	PRODUCCIONES ANTHEUS S.A.	Río	17000,00	Fuerza hidráulica
12	OTORGADO	COOPERATIVA AGRICOLA INDUSTRIAL EL	Río	35,00	Agroindustrial
13	OTORGADO	ALEXIS QUESADA VALVERDE	Quebrada	5,40	Riego
14	OTORGADO	PETERS SAN ISIDRO S.A.	Río	30,00	Agroindustrial
15	OTORGADO	FINCA ESPERANZA HERMANOS QUIROS	Nacimiento	0,40	Riego. Consumo humano
16	OTORGADO	ALAMAR VALVERDE MORA	Nacimiento	0,15	Consumo humano
17	OTORGADO	GABRIEL ZÚÑIGA RETANA	Nacimiento	0,10	Consumo humano
18	OTORGADO	FERNANDO FONSECA VALVERDE	Nacimiento	0,03	Consumo humano
19	OTORGADO	ASOCIACION DE DESARROLLO INTEGRAL S.A.	Nacimiento	1,40	Consumo humano
20	OTORGADO	NESTOR ELIZONDO MORA	Nacimiento	0,15	Agropecuario, Consumo humano
21	OTORGADO	VIVEROS Y DESARROLLOS AGRICOLAS S.A.	Río	35,00	Agroindustrial, Consumo humano
22	OTORGADO	COOPERATIVA AGRICOLA INDUSTRIAL EL	Río	400,00	Agroindustrial
23	OTORGADO	MANUEL ANTONIO RIOS ELIZONDO	Quebrada	0,03	Consumo humano
24	OTORGADO	MILCIADES FONSECA FALLAS	Nacimiento	0,02	Consumo humano
25	OTORGADO	OLGER FONSECA ROMERO	Nacimiento	0,02	Consumo humano
26	OTORGADO	FLORY FONSECA ROMERO	Nacimiento	0,02	Consumo humano
27	OTORGADO	MILCIADES FONSECA FALLAS	Nacimiento	0,02	Consumo humano
28	OTORGADO	OLGER FONSECA ROMERO	Nacimiento	0,02	Consumo humano
29	OTORGADO	CORPORACION ALTO DEL MUNDO S.A.	Quebrada	0,02	Consumo humano
30	OTORGADO	S.U.A. DE SAN ANTONIO DE TIERRA DE RIVAS	Quebrada	1,40	Consumo humano
31	OTORGADO	GERARDO PADILLA ALVARADO	Nacimiento	0,37	Turismo
32	OTORGADO	JOSE MARIA SALAZAR AGÜERO	Nacimiento	0,05	Consumo humano
33	OTORGADO	CARLOS QUESADA MORA	Quebrada	4,00	Riego
34	OTORGADO	CARLOS QUESADA MORA	Río	0,82	Riego
35	OTORGADO	MAURREEN CECILIA QUESADA ROJAS Y ROSALIA ROJAS RODRIGUEZ	Nacimiento	0,29	Agropecuario, Riego, Consumo humano

Fuente: Departamento de aguas, Ministerio de Ambiente y Energía, 2007.

Tabla A.1. Concesiones de recurso hídrico en el cantón de Pérez Zeledón (continuación)

Número	Estado	Concesionario	Fuente	Caudal (l/s)	Uso
36	OTORGADO	ALFA EQUIPO PESADO S.A.	Quebrada	5,00	Industria
37	OTORGADO	RODOLFO RUIZ MURILLO	Quebrada	2,30	Agroindustrial
38	OTORGADO	JOSE ALFREDO MONTERO SOLIS	Nacimiento	2,50	Agropecuario
39	OTORGADO	QUIROS MATA S.A.	Quebrada	0,50	Agropecuario, Riego
40	OTORGADO	GERARDO MORA SOSA	Nacimiento	0,05	Consumo humano
41	OTORGADO	RAMONA EUGENIA SALAZAR CASCANTE	Nacimiento	0,05	Consumo humano
42	OTORGADO	MARIA ROSA SALAZAR CASCANTE	Nacimiento	0,05	Consumo humano
43	OTORGADO	ALLAN EDUARDO JIMENEZ SALAZAR	Nacimiento	0,05	Consumo humano
44	OTORGADO	COCOS DEL PARAISO S.A.	Río	2500,00	Turismo
45	OTORGADO	FERNANDO ROJAS BOLAÑOS	Quebrada	0,03	Consumo humano
46	OTORGADO	TERESA ROJAS OROZCO, HNOS Y PADRES	Nacimiento	0,10	Consumo humano
47	OTORGADO	JOSE MANUEL VARGAS ROJAS	Quebrada	0,02	Agropecuario
48	OTORGADO	RODRIGO JIMENEZ ARIAS	Nacimiento	0,07	Agropecuario, Consumo humano
49	OTORGADO	CARLOS MENA MORA	Quebrada	0,25	Agropecuario, Riego, Consumo humano
50	OTORGADO	BORACAYAN DEL SUR S.A.	Nacimiento	6,00	Riego
51	OTORGADO	M.W.A. AMERLING VILLALOBOS S.A.	Nacimiento	0,54	Agropecuario, Consumo humano
52	OTORGADO	ALEXIS BARRANTES CALDERONY OTRO	Nacimiento	0,06	Agropecuario, Consumo humano
53	OTORGADO	JESUS RODRIGUEZ ARIAS	Nacimiento	0,06	Agropecuario, Consumo humano
54	OTORGADO	EDGAR CASTRO MORA	Nacimiento	0,03	Consumo humano
55	OTORGADO	MARVIN EMIGDIO JIMENEZ ARIAS	Nacimiento	0,36	Agropecuario, Riego, Consumo humano
56	OTORGADO	LOS URALES S.A.	Río	6,78	Agropecuario, Riego
57	OTORGADO	CARLOS VARGAS QUESADA Y OTROS	Nacimiento	0,00	
58	OTORGADO	GERARDO ZUÑIGA VILLALOBOS	Nacimiento	0,00	
59	OTORGADO	GILBERT GERARDO VARGAS VENEGAS	Nacimiento	0,11	Riego, Consumo humano
60	OTORGADO	CARLOS ROMERO VALVERDE Y HNOS	Nacimiento	0,08	Agropecuario, Consumo humano
61	OTORGADO	ALVARADO CAMPOS S.A.	Nacimiento	0,10	Agropecuario
62	OTORGADO	ROBERTH UREÑA MORA	Nacimiento	0,56	Agropecuario, Consumo humano
63	OTORGADO	HELADERIA DEL VALLE DEL SUR S.A.	Pozo	0,13	Consumo humano, Comercio
64	OTORGADO	SERGIO MORALES MARIN	Nacimiento	0,02	Consumo humano
65	OTORGADO	VERDE VIGOR S.A.	Río	222,50	Riego
66	OTORGADO	VERDE VIGOR S.A.	Río	360,00	Riego
67	OTORGADO	NOEMY MATA CORRALES	Río	8,90	Agropecuario
68	OTORGADO	MIGUEL ANGEL PRADO PIEDRA	Nacimiento	0,01	Consumo humano
69	OTORGADO	INVERSIONES VALVERDE Y CHANTO S.A.	Nacimiento	0,02	Consumo humano
70	INSCRITO	BANEX S.A.	Pozo	0,50	Consumo humano
71	OTORGADO	FRUTAS DE EXPORTACION FRUTEX S.A.	Río	400,00	Riego
72	INSCRITO	JUAN CARLOS MORA QUESADA	Pozo	0,04	Consumo humano

Fuente: Departamento de aguas, Ministerio de Ambiente y Energía, 2007.

**Tabla A.2. Pozos registrados por el SENARA**

Número	Profundidad	Uso	Caudal (l/s)
1	80,00	Doméstico	0,00
2	93,00	Doméstico y riego	0,00
3	28,00	AgroIndustrial	0,00
4	80,00	Industrial	0,00
5	0,00	AgroIndustrial	0,00
6	0,00	Doméstico	0,02
7	35,00	Doméstico	0,30
8	0,00	Doméstico y riego	0,50
9	9,60	Doméstico	0,50
10	21,00	Abastecimiento público	0,70
11	69,00	Doméstico	0,73
12	110,00	Doméstico	0,80
13	100,00	Doméstico	1,00
14	50,00	Riego	1,00
15	43,00	Industrial	1,25
16	40,00	Doméstico y riego	1,50
17	24,00	Doméstico	1,58
18	32,00	Riego	2,00
19	40,00	Doméstico y riego	2,00
20	60,00	Doméstico y riego	2,00
21	50,00	Doméstico y riego	2,00
22	80,00	Doméstico y riego	2,00
23	50,00	Doméstico y riego	2,00
24	150,00	Doméstico y riego	2,50
25	120,00	Doméstico y riego	2,50
26	37,00	Abastecimiento público	3,00
27	187,00	Industrial	3,00
28	45,00	Doméstico y riego	3,00
29	70,00	Abastecimiento público	4,70
30	70,00	Abastecimiento público	9,50
31	0,00	Abastecimiento público	10,00
32	150,00	Industrial	10,00
33	70,00	Abastecimiento público	15,00

Fuente: Servicio Nacional de Riego y Avenamiento, 2007.

Diagnóstico Físico - Ambiental

## Capítulo 3 Diagnóstico de los ecosistemas naturales



TEMÁTICA	<i>Diagnostico de los Ecosistemas Naturales en el cantón de Pérez Zeledón</i>	PRPZ 3.1	
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Conocer las zonas de vida y las características básicas de los ecosistemas dentro del cantón, para incluirlas en el análisis de Plan Regulador.</i></li> <li>- <i>Descripción del impacto de la deforestación sobre estos ecosistemas.</i></li> </ul>			
<p>a. <u>Relevancia para el Plan Regulador</u></p> <p>Reconocimiento de la riqueza natural del municipio, y valoración de su potencial como patrimonio natural y fuente de desarrollo para sus habitantes.</p> <p>Los núcleos humanos dependen de las características naturales para un desarrollo seguro y sostenible de las actividades normales en toda sociedad. Las características que determinan la clasificación en zonas de vida permitirán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer los diferentes ecosistemas que se desarrollan en el territorio</li> <li>- Identificar sectores ambientalmente vulnerables ante actividades humanas</li> <li>- Regular el uso del suelo, de modo que se prevengan daños ambientales irreversibles</li> </ul>			
<p>b. <u>Inventario de los datos e información recopilada</u></p> <p>Literatura existente sobre zonas de vida:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Holdridge, L. R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Editorial IICA. San José. Costa Rica. 216 pp.</li> <li>- Bolaños, R.A. y V. Watson. 1993. Mapa Ecológico de Costa Rica: San José. Centro CientíficoTropical.</li> <li>- Janzen, D.H. (ed.). 1983. Costa Rican Natural History. The University of Chicago Press. 816 pp.</li> </ul>			
<p>c. <u>Metodología aplicada</u></p> <p>Para hacer este diagnóstico se realizó una revisión bibliografía de los estudios que se han realizado sobre los ecosistemas que se encuentran en el cantón. Además se hizo un análisis de la cobertura boscosa por áreas protegidas y zonas de vida.</p> <p>La descripción de los ecosistemas se basa en las regiones florísticas propuestas por Zamora et al (2004). Para hacer el análisis se usó un Sistema de Información Geográfica (ArcGIS 9.0). Para el análisis de cobertura de bosque se utilizó el mapa del 2005 del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO).</p> <p>Todo se complemento con giras de campo realizadas a todos los distritos del cantón. En las giras se anotaban las características más notables de la zona como por ejemplo, principal uso del suelo, presencia de bosques importantes, estructura de estos bosques, especies dominantes y especies indicadoras.</p>			

d. Fuentes de información

- Mapa de RUAS: Hojas 1: 500.000 y 1: 200.000. Instituto Nacional de Biodiversidad (InBio)
- Mapa Regiones Florísticas. Zamora et al. (2004)
- Mapa del 2005 del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO).

e. Observaciones

Los objetivos se cumplieron, permitiendo obtener una visión sobre la situación en que se encuentran las zonas de vida y las características básicas de los ecosistemas existentes en el cantón. Adicionalmente se obtuvo un panorama más claro del impacto de la deforestación sobre estos ecosistemas.



### Capítulo 3. Diagnóstico de los Ecosistemas Naturales

El cantón de Pérez Zeledón tiene un gradiente de elevación muy amplio, desde casi el nivel del mar, en el distrito de Barú, hasta los 3820 msnm en el Cerro Chirripó. Esta gran variación hace que este cantón tenga una gran diversidad de paisajes y tipos de vegetación, como bosques húmedos tropicales y bosques de páramo. A grandes rasgos, el cantón se encuentra dentro de un valle (Valle del General) rodeado de dos filas de montañas, la Fila Costeña y la Cordillera de Talamanca. De ambas filas montañosas, el cantón ocupa las vertientes que dan hacia el valle. La Fila Costeña crea un efecto de sombra orográfica que provoca una leve disminución en la precipitación dentro del valle y en la parte baja de la Cordillera de Talamanca. Esto produce asociaciones vegetales, que tienden a ser similares a las de un bosque más seco. El Valle del General es desaguado por el río General, que luego cae al río Grande de Térraba. Otras partes que ocupa el cantón, más al oeste, son cuencas de ríos que vienen de la Cordillera de Talamanca y caen directamente a la costa pacífica, en esta parte el bosque es típico de zonas húmedas. La mayoría de la vegetación original del valle ya fue perdida por causa de la agricultura, principalmente caña de azúcar, café, pastos y actualmente de piña. Mucho del bosque que queda se encuentra protegido en zonas de altas pendientes dentro del Parque Nacional Chirripó y en la Reserva Forestal Los Santos.

Para hacer este diagnóstico se realizó una revisión bibliográfica de los estudios que se han realizado sobre los ecosistemas que se encuentran en el cantón. Además se hizo un análisis de la cobertura boscosa por áreas protegidas y zonas de vida. La descripción de los ecosistemas se basa en las regiones florísticas propuestas por Zamora *et al* (2004). Para hacer el análisis se usó un Sistema de Información Geográfica (ArcGIS 9.0). Para el análisis de cobertura de bosque se utilizó el mapa del 2005 del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). Todo se complementó con giras de campo realizadas a todos los distritos del cantón. En las giras se anotaban las características más notables de la zona como por ejemplo, principal uso del suelo, presencia de bosques importantes, estructura de estos bosques, especies dominantes y especies indicadoras.

#### 3.1 Análisis de cobertura de las zonas de vida

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1978), el cantón de Pérez Zeledón tiene trece zonas de vida, incluidas aquí cuatro zonas de transición (Imagen 3.1-1). El bosque típico de la mayoría de las zonas de vida ya se perdió, producto de las actividades agrícolas y ganaderas; por la deforestación o la producción de carbón. Las zonas de vida que corresponden a los pisos basal y premontano, y que cubren casi el 70% del cantón, han perdido en conjunto el 84% del bosque (Tabla 3.1-1). De las zonas de vida que ocupan estos pisos, solamente las que corresponden al Bosque muy húmedo tropical y el Bosque pluvial premontano mantienen al menos un 40% de cobertura forestal y la mayoría se encuentra en zonas que no están protegidas y está muy fragmentados (Imagen 3.1-2, Tabla 3.1-1). La zona que corresponde al Bosque muy húmedo tropical que todavía tiene bosque se encuentran principalmente en las cuencas de los ríos División, Savegre y Barú, además en las partes altas de las filas Costeña y Tinamastes. La presencia de bosque en estas áreas se debe principalmente a que son zonas con pendientes pronunciadas, donde las actividades antropogénicas no han podido cambiar el uso del suelo para ganadería o agricultura. En los lugares donde esto si ha ocurrido, el principal cambio de uso de suelo ha sido de bosque a pastos para la ganadería.

La zona del Bosque Pluvial Premontano tiene poco menos del 50% de cobertura forestal (Tabla 3.1-1). La mayoría del bosque se encuentra arriba de los 1000 msnm, en la Cordillera de Talamanca. El bosque protegido en esta zona se encuentra principalmente dentro de la Reserva Forestal Los Santos y una pequeña parte dentro del Parque Nacional Chirripó, no obstante, la mayor parte del bosque se encuentra fuera de áreas protegidas. Esta es una de las zonas en las que hay mayores problemas de deforestación (Figuras 1 y 2).

La situación en las zonas de vida que se encuentran en los pisos más altos es diferente, estas tienen mayor cobertura de bosque y también se encuentran más conservadas (Tabla 3.1-1). En estas zonas, conforme sube el piso de elevación, las zonas de vida tienen más porcentaje de cobertura forestal y también aumenta la proporción del área que está protegida (Tabla 3.1-1). Esto se debe principalmente a que estas se encuentran dentro de la Reserva Forestal Los Santos y dentro del Parque Nacional Chirripó (Imagen 3.1-1 y 3.1-2).

Es importante hacer notar que el bosque en el cantón está distribuido aproximadamente en un 50% para áreas protegidas y un 50 % fuera de estas (Tabla 3.1-1 y Tabla 3.1-2), además tanto el bosque que está protegido junto al que no lo está, no llegan a sumar el 40 % del cantón. Por lo tanto, todos los esfuerzos que se hagan para proteger el bosque que no está protegido son de gran importancia para mantener la conectividad de áreas silvestres y así conservar la rica diversidad de la región. La conservación de zonas boscosas, puede tener un papel muy importante en una región tan dedicada a la agricultura, como es el cantón de Pérez Zeledón, esto porque pueden prestar considerables servicios ambientales como el mantenimiento en la estabilidad de suelos, mantenimiento de polinizadores (en el caso del café), mantenimiento de enemigos naturales de las plagas de los cultivos y permanencia del agua en los ríos.

### **3.1.1 Descripción de los ecosistemas (Regiones florísticas)**

Para describir mejor la vegetación que se encuentra en el cantón de Pérez Zeledón se utilizó la clasificación de regiones florísticas realizada por Zamora *et al.* (2004). Esta clasificación concuerda mejor con elementos geográficos más conocidos (Ej.: valles, cordilleras, llanuras) y además de ser más sencilla, divide el territorio en zonas en las que más claramente se pueden encontrar afinidades en las especies de flora. De acuerdo con esta clasificación en el cantón de Pérez Zeledón se encuentran cinco regiones florísticas: El Valle del General, la Cordillera de Talamanca, la región Tárcoles-Térraba, la Fila Costeña Norte y la Fila Chonta y Nara (Imagen 3.1-3).

La región del Valle del General se extiende principalmente a lo largo de la cuenca del Río General hasta su intersección con el Grande de Térraba. Esta región ocuparía principalmente el piso Premontano y las zonas de transición a Premontano en la clasificación de zonas de vida de Holdridge (Imagen 3.1-1). El Valle del General tiene una composición florística única en el país. Muchas especies características de bosques húmedos de bajura como los de la Península de Osa pueden llegar hasta aquí como por ejemplo: vaco (*Brosimum utile*), fruta dorada (*Virola surinamensis*), chonta (*Socratea exorrhiza*), campano o níspero lorito (*Humiriastrum diguense*) y campano (*Ventanea borbouirii*).

Además, la Fila Costeña Norte y la Fila de Tinamastes crean un efecto de sombra orográfica que produce condiciones más secas dentro del Valle del General. Por ejemplo, algunas zonas dentro de las cuencas de los ríos Pejibaye y Águila llegan a tener promedios de precipitación anual de 2200 mm y una estacionalidad muy marcada de hasta cuatro meses secos. En este sector se observaron especies como palma real (*Attalea*

rostrata), carao (*Cassia grandis*), cenízaro (*Samanea saman*), ceibo barrigón (*Pseudobombax septenatum*), balsa (*Ochroma pyramidale*) y cristóbal (*Platymiscium pinnatum*). Sin embargo, el bosque en estos sitios ya ha sido bastante alterado, principalmente para ganadería y los monocultivos de maíz, frijol y ayote (Fotografía 3.1-1).

Tabla 3.1-1. Zonas de vida según la clasificación de Holdridge (1978) del cantón de Pérez Zeledón, según área, porcentaje que ocupan, porcentaje con bosque con y sin protección y porcentaje sin bosque.

Zona de Vida	Área total (Ha)	% del cantón	% con bosque protegido	% con bosque sin protección	% sin bosque
Bosque Húmedo Tropical	4475.19	2.35	0.00	0.34	99.66
Bosque Húmedo Tropical Transición a Premontano	12682.75	6.67	0.00	0.70	99.30
Bosque muy Húmedo Tropical	14194.11	7.46	6.17	33.26	60.58
Bosque muy Húmedo Tropical transición a Premontano	11626.17	6.11	15.83	42.40	41.77
Bosque muy Húmedo Premontano transición a Basal	1661.90	0.87	0.00	0.13	99.87
Bosque Húmedo Premontano	1475.41	0.78	0.00	1.55	98.45
Bosque muy Húmedo Premontano	53379.90	28.07	0.06	6.50	93.43
Bosque muy Húmedo Premontano transición a Pluvial	1297.50	0.68	0.00	0.65	99.35
Bosque Pluvial Premontano	35342.44	18.58	18.97	27.50	53.53
Bosque muy Húmedo Montano Bajo	14262.44	7.50	33.58	30.21	36.22
Bosque Pluvial Montano Bajo	21761.50	11.44	47.21	36.76	16.04
Bosque Pluvial Montano	16243.14	8.54	76.79	19.12	4.09
Páramo Pluvial Subalpino	1780.83	0.94	100.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>190183.28</b>	<b>100.00</b>	<b>20.39</b>	<b>20.19</b>	<b>59.43</b>

Nota: Porcentajes de bosque y no bosque están calculados con base en el mapa de cobertura forestal de Fonafifo 2005.



Fotografía 3.1-1. Región de Pejibaye de Pérez Zeledón.  
Fuente: Marco Retana 2007.

En la fotografía se puede observar la dominancia en algunas partes de palma real (*Attalea rostrata*). Además, también se puede observar en las montañas (al fondo) que la zona ha sido muy deforestada.

Más hacia el norte, acercándose hacia la Cordillera de Talamanca, las condiciones en el suelo varían, dando origen a importantes muestras de sabanas arboladas en algunos lugares. En estos sitios son comunes la palma coyol (*Acrocomia aculeata*), nance (*Byrsonima crassifolia*), Güizaro (*Psidium guineense*), fruta de pavo (*Schefflera morototoni*) y especialmente abundante en algunos sitios es la palma real (*Attalea rostrata*) que forma asociaciones típicas (Zamora *et al.* 2004). Este tipo de ecosistema fue denominado como sabana húmeda y es similar a sabanas suramericanas (Gómez 1986). Llama mucho la atención también la abundancia de fruta de pavo (*Schefflera morototoni*) en este sector, así como en todo el Valle del General, ya que este es un árbol que no es común en casi el resto del país. Son también comunes en el Valle del General otras especies como mayo o botarrama (*Vochysia guatemalensis*, *V. ferruginea*), Lengua de vaca (*Miconia argentea*) y amarillón (*Terminalia amazonia*).

En las partes más altas del valle como en los sectores de Rivas y Santa Teresa, se encuentran algunas especies que son comunes en elevaciones intermedias como cedro amargo (*Cedrela odorata*), formaleta (*Turpinia occidentales*), ira (*Persea caerulea*), muñeco (*Hasseltia floribunda*) y targuá (*Croton draco*). Dentro de estas zonas altas del valle, se aprecia una mezcla de transición entre la flora típica del Valle del General y la flora de la Cordillera de Talamanca.

De las regiones florísticas del cantón, el Valle del General es la que ha sido más transformada por la actividad agrícola, por lo que muchos de estos elementos florísticos se han vuelto muy raros. El uso principal que se le ha dado al suelo es el cultivo de café, caña de azúcar, pastos y recientemente grandes extensiones que antes se dedicaban al café o caña han cambiado al cultivo de piña. El café se siembra principalmente en las partes entre 600 y 1300 msnm en los distritos que están más cercanos a la Cordillera de Talamanca, aunque también hay áreas considerables en distritos como Platanares y Pejibaye (Imagen 3.1-2 y Fotografía 3.1-2.). Por otro lado, la caña de azúcar que es otro cultivo de importancia, es más común en los distritos de Cajón, San Isidro, General Viejo, San Pedro y Daniel Flores. En menor grado también hay plantaciones forestales de melina (*Gmelina arborea*), teca (*Tectona grandis*), guayabón o roble marfil (*Terminalia ivoriensis*), amarillón (*T. amazonia*), Eucalipto (*Eucalyptus* sp.) y pino (*Pinus* sp.); además de otros cultivos en menor escala como cítricos, frijol, tiquisque, maíz, papaya, banano y yuca. Además en esta región es donde más se ha urbanizado, aquí se encuentran la ciudad de San Isidro y los pueblos Cajón, Rivas, General Viejo y Pejibaye.



**Fotografía 3.1-2.** Región de Rivas de Pérez Zeledón.  
Fuente: Marco Retana 2007.

En la fotografía se puede observar que el café es uno de los cultivos dominantes. Además algunas zonas se conservan para pastoreo.

La región de la Cordillera de Talamanca (Imagen 3.1-3) se extiende desde San José hasta Panamá y tiene los picos más altos del país. Precisamente en el cantón de Pérez Zeledón es donde se encuentra la parte con los cerros más altos (ej. Cerro Chirripó con 3820 m, Cerro Buenavista con 3491 msnm, Cerro Urán 3400 msnm, Cerro Terbi 3700 msnm). Esta Cordillera tiene topografía muy variable y debido a su antigüedad y a sus grandes ámbitos altitudinales y climáticos, su composición florística es muy diversa. Esta región ocuparía principalmente el piso montano bajo, montano y subalpino en la clasificación de zonas de vida de Holdridge (Imagen 3.1-1). La vertiente Pacífica de la cordillera donde se ubica Pérez Zeledón, es la que se ha estudiado con más detalle (Kappelle 1996, 2001) y además la más afectada por deforestación. Por esta vertiente un cierto número de especies de tierras bajas ascienden hasta 1000 – 1200 msnm, especialmente al noroeste del cantón que es donde la Cordillera se acerca más a la costa pacífica. Hacia el noreste donde la Cordillera se aleja más de la costa, esta franja altitudinal está dominada por elementos que son propios de la Cordillera. Arriba de los 2000 msnm, la vegetación está dominada por robles o encinos (*Quercus* spp). En la Cordillera hay seis especies pero son más comunes *Q. bumelioides* y *Q. costaricensis* (Kappelle 1996). Incluso algunos de estas especies pueden llegar a zonas más bajas (ej. Río Nuevo, 1000 msnm), en filas montañosas que están más cercanas a la costa, ya que estos sitios son más húmedos y frescos. Otras especies típicas en elevaciones arriba de los 1500 msnm son las siguientes: tirá (*Ulmus mexicana*), lloró (*Cornus disciflora*), duraznillo (*Rhamnus oreodendron*) y moquillo (*Saurauria montana*).

La franja altitudinal que se encuentran entre los 1100 y los 1500 msnm muchas veces marcan el límite entre las zonas que aún conservan cobertura forestal y las que han sido utilizadas para agricultura. Por estar cerca del bosque y la montaña y por tener un clima agradable, estas zonas muestran gran potencial para el desarrollo del ecoturismo. Por ejemplo, el desarrollo que se da en el pueblo de San Gerardo de Rivas, asociado a sus bellezas naturales (Fotografía 3.1-3). Sin embargo, este desarrollo debería ser más controlado pues ya se evidencia en la zona considerable contaminación visual (Fotografía 3.1-4). Además, bastantes de estos albergues ecológicos utilizan especies exóticas como

ornamentales, sin prever que muchas de estas especies pueden ser dañinas o desplazar a las especies nativas.



**Fotografía 3.1-3.** Catarata sobre el río Chirripó, en la reserva privada Cloudbridge.  
Fuente: Marco Retana 2007.



**Fotografía 3.1-4.** Contaminación visual producto de publicidad de sitios turísticos en la zona de San Gerardo de Rivas de Pérez Zeledón.

Fuente: Marco Retana 2007.

El pueblo de San Gerardo, por sus cercanías con el P.N. Chirripó, ha presentado un crecimiento muy diferente respecto a otros lugares. La frontera agrícola se encuentra limitada, ha aumentado la construcción de infraestructuras, principalmente dedicadas al alojamiento. Este crecimiento desmedido de no regularse debidamente, podría ocasionar posibles riesgos de contaminación de aguas y generación de residuos sólidos y líquidos. Asociado a la actividad turística, se han generado otros caminos de acceso para incursionar al parque, lo que ha ido generando un tipo de visitación ilegal, además el desarrollo turístico en la zona sigue creciendo, incrementando el valor real de las propiedades y terrenos adyacentes al parque. Actualmente existen más de 10 hoteles y restaurantes en la zona, donde destacan El Uran, Reserva Talamanca, Albergue visita al Cerro, Roca Dura, El Descanso, El Bosque, El Pelicano entre otros.

Otro punto importante de resaltar, es la creación de reservas privadas en las faldas del P.N. Chirripó como por ejemplo la reserva Cloudbridge, con 175 hectáreas, la cual cuenta con tres pequeñas cabañas para hospedaje principalmente de investigadores. La finalidad de esta reserva es preservar y reforestar gran parte de su espacio disponible. Actualmente trabajan en proyectos de investigación de flora y fauna de la zona (com pers.).

Otros proyectos, brindan actividades recreativas como la pesca de trucha, equipos para acampar, recorridos a caballo o en cuadraciclos. Principalmente la actividad asociada a truchas debe ser regulada, ya que es una fuente contaminante de aguas, poco evidente debido al arrastre de residuos por el agua. El uso de cuadraciclos también debe ser controlada, debido al daño al suelo y erosión que producen estos vehículos.

En algunas partes de la Cordillera (Ej. San Jerónimo de San Pedro), la elevación aumenta abruptamente produciendo acantilados que dejan piedra expuesta y no permiten que crezca casi ningún tipo de vegetación. Las partes más altas de la Cordillera, están dominadas por vegetación tipo páramo. Los páramos son formaciones vegetales del neotrópico que se encuentran principalmente arriba de los 2800-3200 msnm y debajo de los 4500 msnm (en Suramérica). Se encuentran en las cordilleras más altas de Costa Rica y Panamá y en los Andes tropicales. Los páramos están expuestos a condiciones climáticas extremas con cambios de temperatura bruscos durante el día, entre 20 y 35° C. En las noches puede llegar a un frío extremo, con temperaturas promedio anuales menores a 10° C e incluso periodos de escarcha. Debido a que estos sitios estuvieron expuestos a la influencia de glaciaciones consecutivas en el Pleistoceno (1.8 millones a 10000 años A.C.), se produjo una mezcla de plantas con distribución restringida a las zonas templadas y del neotrópico. La consecuencia de estos procesos de aislamiento repetidos fue un proceso de diversificación que produjo muchas especies endémicas con distribución muy restringida, tal y como ocurren en muchas partes de la Cordillera de Talamanca. Las principales familias de plantas en este ecosistema son las gramíneas (Poaceae) y las compuestas (Asteraceae). Sin embargo también son importantes en abundancia ericáceas (Ericaceae), rosáceas (Rosaceae), apiáceas (Apiaceae), entre otras. Entre las especies que dominan en el páramo están el bambú (*Chusquea subtessellata*), madrono de potrero (*Vaccinium consanguineum*), arrayán (*Pernettya prostrata*) y varias especies de *Hypericum* spp. (Zamora *et al.* 2004). La vegetación de las partes más altas está compuesta principalmente por musgos y líquenes (Zamora *et al.* 2004). Los páramos de Costa Rica han sido objeto de varios estudios que están bien documentados en Kappelle y Horn (2005).

En el cantón de Pérez Zeledón, la vegetación tipo páramo se encuentra principalmente en los macizos del cerro Buenavista y del cerro Chirripó, aunque también hay más al sur en la Cordillera. La delimitación del páramo en Costa Rica es incongruente entre diferentes clasificaciones (Weber 1958, Luteyn 2005). Según el mapa de zonas de vida (Imagen 3.1-1) solamente hay páramo en el macizo del Chirripó y en el cerro Kamuk en el cantón de

Talamanca. Algunos mapas utilizan la franja altitudinal de 3100 msnm para delimitar los páramos (Castro 2005 en anexo de Kappelle y Horn 2005). El mapa de uso de suelo (Fonafifo 2005), limita los páramos a la Cordillera de Talamanca (Imagen 3.1-2). Algunas zonas de páramo han sido devastadas por incendios accidentales y pueden ser difíciles de recuperar debido a su lento crecimiento.

La región florística de la Fila Chonta y Cerro Nara se encuentra en la parte noroeste del cantón. Estas son estribaciones de la Cordillera de Talamanca que se extienden hacia el pacífico, por lo tanto es común encontrar elementos florísticos de la Cordillera de Talamanca. Sin embargo, por estar más cerca de la costa, tener elevaciones menores, ser más cálidas y tener mayor humedad, tienden a tener especies que son más afines a bosques de zonas bajas y húmedas como los de la Península de Osa. Estas afinidades son más marcadas a las orillas de los ríos, principalmente en las cuencas de los ríos División y Savegre. Además, esta región tiene especies de influencia más norteña, de manera que tiende a mantener una mezcla muy diversa de especies; muchas de estas endémicas. El bosque en ésta región apenas permanece en las zonas con altas pendientes y poco o nada del bosque que queda se encuentra dentro de áreas protegidas. El principal cambio en el uso del suelo en esta región ha sido de bosque a potreros y la cuenca más alterada es la del río División (Imagen 3.1-2 y 3.1-3). Estudios recientes han documentado que la cuenca del río Savegre podría ser una de las más diversas del país y cuenta con muchas especies endémicas, sin embargo, la parte alta de la cuenca pertenece a la región de la Cordillera de Talamanca (Kappelle *et al.* 2000, Estrada y Zamora 2004). El uso del suelo y una clasificación de los ecosistemas de la cuenca del Savegre está bien detallado por Acevedo *et al.* (2003). En algunos sectores montañosos de Savegre, el cambio de uso del suelo está causado por la realización de quemas no autorizadas (Fotografías 3.1-5).



**Fotografía 3.1-5.** Realización de quemas no autorizadas en zonas montañosas de Savegre.  
Fuente: Marco Retana 2007.

La región de la Fila Costeña, se encuentra separada por el Valle del General, el cual se comporta como una barrera topográfica para el proceso de colonización de especies vegetales, por lo tanto la vegetación de ésta Fila, tiene menos influencia de la Cordillera de Salamanca. Esta región ocupa principalmente el piso premontano en la clasificación de zonas de vida de Holdridge (Imagen 3.1-1). Las máximas elevaciones desde la Fila Tinamaste hasta la Fila Retinto van desde 600 hasta 1100 msnm. Algunas especies representativas son Ira (*Persea caerulea*), formaleta (*Turpinia occidentales*) y carablanca (*Hedyosmum bonplandianum*). Además también son comunes especies que son características de sabanas más calientes que provienen del lado de la fila que da hacia el



Valle del General, algunas de estas especies son trompito (*Alibertia edulis*), Miconia (*Miconia impetolaris* y *Xylopia aromática*). La parte de la Fila Costeña que da hacia el Valle del General está muy deforestada, el cambio en el uso de suelo ha sido principalmente de bosque a uso agrícola (maíz, café, caña de azúcar) y ganadería. La parte de la Fila Costeña que da hacia la costa tiene mucho más bosque, sin embargo la mayor parte de este pertenece al cantón de Osa.

Por último, la región del Tárcoles-Térraba tiene una composición florística con elementos de las tierras bajas del Pacífico Norte y con elementos de las tierras bajas del Pacífico Sur. En Pérez Zeledón esta región florística está representada principalmente en el distrito de Barú y por estar más cerca de la parte sur, los elementos de este sitio son más dominantes. En esta región son comunes especies como fruta dorada (*Virola surinamensis*), caobilla (*Carapa guianensis*), Gasparillo (*Mouriri gleasoniana*), ajo (*Caryocar costarricense*) y camarón (*Licania operculipetala*) (Zamora et al. 2004).

### 3.1.2 Fauna en las diversas zonas del cantón de Pérez Zeledón

En los recorridos efectuados en el cantón de Pérez Zeledón, el grupo faunístico más representativo fueron las aves. Algunas especies se han acostumbrado a permanecer en áreas alteradas, por los que pueden ser utilizadas como indicadoras de alteraciones antropogénicas y de zonas abiertas como son: la viuda (*Thraupis episcopus*), pecho amarillo (*Pitangus sulphuratus*), tortolitas (*Columbina talpacoti*), come maíz (*Zonotrichia capensis*), zanates (*Quiscalus mexicanus*), zopilotes (*Coragyps atratus*) y caracara (*Milvago chimachima*). Está última especie de halcón, se ha acostumbrado a residir cerca de lugares abiertos, donde se alimenta sobre las carreteras, localizando animales atropellados. Otras especies ocasionalmente se observan en pequeños parches de bosque o permanecen en bosques secundarios con un menor grado de alteraciones como son el sargento (*Ramphocelus passerinii*), pius (*Molothrus aeneus*), coronirrojo (*Melanerpes rubricapillus*), juanita (*Tangara icterocephala*), mariposa (*Tangara larvatta*), tucanete esmeralda (*Aulacorhynchus prasinus*), mosquerillo amarillo (*Empidonax flavescens*), semillero cariamarillo (*Tiaras olivacea*), saltarín cuellinaranja (*Manacus aurantiacus*), titira coroninegra (*Tityra inquisitor*), tijerilla (*Tyrannus savana*), busardo caminero (*Buteo magnirostris*), tangara gorgiblanca (*Eucometis penicillata*), chucuyo (*Pionus senilis*), bobillo (*Elaenia flavogaster*) entre otros. En la reserva privada Los Cusingos, mantienen un inventario de observación con más de 210 especies de aves. Se observó que en la mayoría de viviendas ubicadas en los sectores montañosos, se encontraban encerradas en jaulas tipo “cogedoras”, varias especies de aves cantoras, lo que hace presumir la práctica de captura ilegal de este grupo de animales.

Respecto al grupo herpetológico (anfibios y reptiles), se dialogó con los propietarios del serpentario “Parque Reptilandia”, donde nos indicaron sobre las especies que se pueden encontrar en la zona. Dentro del grupo de anfibios se pueden observar la rana verde venenosa (*Dendrobates auratus*), rana de ojos rojos (*Agalychnis callidryas*), rana toro (*Leptodactylus pentadactylus*), algunos géneros de *Hyla*, *Eleutherodactylus* y *Scinax*. Respecto a serpientes se pueden observar terciopelo (*Bothrops asper*), bocaracá (*Bothriechis schlegelii*), ojos de gato (*Leptodeira* spp.), boa arborícola (*Corallus annulatus*), becker (*Boa constrictor*), mica (*Spilotes pullatus*), bejuquillo café (*Oxybelis aeneus*), dormilonas (*Imantodes* spp.), caracoleras (*Sibon* spp. y *Dipsas* spp.) y la alacranera sureña (*Stenorrhina degenhardtii*). Una especie que ha disminuido su presencia es la plato negro (*Lachesis melanocephala*), la cual se ha visto amenazada por la intervención de los bosques primarios principalmente por la deforestación. Dentro de las lagartijas se pueden observar basiliscos (*Basiliscus basiliscus*), *Norops* spp, iguanas (*Iguana iguana*), garrobo (*Ctenosaura similis*) y chisbalas (*Ameiva* spp.).

No se observaron mamíferos, aunque según los residentes cercanos a zonas montañosas se pueden observar el tepezcuintle (*Agouti paca*), saino (*Pecari tajacu*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), zorrillo hediondo (*Conepatus semistriatus*), mono congo (*Alouatta palliata*), y el mono carablanca (*Cebus capucinus*). Al lado del camino, rumbo a Savegre, se observó un oso mielero o tamandúa (*Tamandua mexicana*). Es muy probable que se encuentre una mayor diversidad de anfibios, reptiles, aves y mamíferos en todo el cantón de Pérez Zeledón, principalmente asociada a espacios montañosos con poca alteración antropogénica. Para el grupo de aves y mamíferos principalmente, cuando su hábitat natural es alterado, las poblaciones de estas especies pueden desplazarse a otros sitios, por lo que se visualizó la importancia del recurso vegetal predominante en la zona, por lo tanto, se presume una mayor presencia de especies cuando las condiciones ambientales y los bosques aún brinden recurso alimenticio y protección a estos grupos faunísticos.

### 3.2 Historia de Deforestación y amenazas a los ecosistemas del cantón

Los primeros habitantes de la región fueron indígenas de la tribu Brunca. Después de esto, los primeros colonizadores llegaron a finales del siglo XIX y a principios del siglo XX, provenientes de la región de San Gerardo de Dota desde el Valle Central. Las primeras actividades agrícolas fueron el cultivo de caña de azúcar y el café, ambas actividades aún son de gran importancia en el cantón. También fueron de importancia el cultivo del tabaco, frijoles y arroz, mientras que otros, como el maíz solamente se cultivaban para consumo local.

El señor Alexander Skutch, quien llegó a la región de San Isidro en 1935, reporta que ya para esa época se había derribado bosque y que muchas veces se cultivaba caña de azúcar, café, plátanos y bananos (Skutch 2001). El estudio de Sander y Joyce (1988) indica que ya para el año 1940 gran parte del valle del General ya estaba deforestado. Los productos que se comenzaron a sembrar en la colonización son los que se han mantenido hasta ahora como son la caña de azúcar y el café.

En la década de los cuarenta (1940-1950), el gobierno de Estados Unidos construyó la Carretera Interamericana entre Cartago y San Isidro. Una vez construida la carretera, la deforestación en la Cordillera de Talamanca se aceleró, principalmente entre 1950 y 1970 (Sader y Joyce 1988). La formación de potreros para ganado y el cultivo de moras llevaron a un rápido incremento de la tasa de deforestación. Además, por muchos años, los bosques de roble (*Quercus* sp.) ubicados principalmente arriba de los 2000 metros fueron cortados para la producción de carbón y proveer al Valle Central de este producto. Para el año 1966, muchas personas dedicadas a producir carbón se establecieron cerca del poblado de Villa Mills y establecieron pequeñas fincas que además dedicaban a la crianza de ganado y al cultivo de vegetales. Posiblemente la población se mantuvo en bajas densidades debido a las inclementes condiciones climáticas (Joyce 2006).

En el año 1975 se establece la creación del Parque Nacional Chirripó en la Cordillera de Talamanca. Además dos grandes áreas que actualmente tienen gran parte de los bosques del cantón son declaradas reservas forestales. Estas son las Reserva Forestal (R.F.) Río Macho en 1973 y la R.F. Los Santos en 1975. Para el tiempo en que la R. F. Los Santos fue establecida ya habían sido deforestadas muchas partes en la vertiente Pacífica de la Cordillera de Talamanca, principalmente para el cultivo de papa y para la crianza de ganado.

El inicio de los años ochenta fue un periodo extraordinario para la conservación de la región. En 1982 se estableció el Parque Internacional de La Amistad que protege gran parte de la Cordillera de Talamanca, este mismo año junto al P.N. Chirripó, es declarada

Reserva de la Biosfera para la Humanidad y el Ambiente por la UNESCO. Esta gran reserva es de importancia para el desarrollo del turismo sostenible, la protección de fuentes de agua, el manejo de vida silvestre, el mantenimiento de la biodiversidad y como zona de amortiguamiento para el desarrollo de buenas prácticas en el uso del suelo. La Reserva también es la que mayor contribuye al concepto de Corredor Biológico de Centro América (Joyce 2006).

Un estudio realizado por Omme *et al.* (1997) indica que para el año 1984 ya se había deforestado un 13 % del bosque en la cuenca del río Savegre. En el año 1992 ocurre uno de los mayores incendios forestales en el P.N. Chirripó, consumiendo casi 2000 hectáreas, muchas con bosque primario de robles. Otros incendios forestales ya venían ocurriendo en el parque y en otros sitios de páramo pero de menor escala. Además otros incendios importantes han vuelto a ocurrir hasta la fecha (Chaverri y Esquivel 2005). Un estudio realizado por Sánchez-Azofeifa *et al.* (2003) indica que además, las áreas que están alrededor del P.N. Chirripó y del P.N. La Amistad ocurre deforestación en zonas que están a menos de un kilómetro de los parques.

En el año de 1994 los países centroamericanos ratificaron un acuerdo para crear el Proyecto Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) con el fin de minimizar los impactos por la fragmentación en la biodiversidad. Este proyecto tiene como fin utilizar las áreas que están protegidas y establecer conexión entre ellas mediante propuestas de ordenamiento territorial e incentivos en la protección del bosque para los dueños de las tierras aledañas a las áreas protegidas. Como parte de esta iniciativa, el gobierno de Costa Rica presentó en 1995 la Propuesta Técnica de Ordenamiento Territorial con Fines de Conservación de Biodiversidad "GRUAS (García 1996). (Imagen 3.1-4).

En el cantón de Pérez Zeledón, el proyecto GRUAS tiene como núcleos importantes los Parques Nacionales Chirripó y La Amistad, así como la Reserva Forestal Los Santos. Además, en el Área de Conservación La Amistad Pacífico (ACLA-P), GRUAS señala la importancia de establecer y consolidar un Corredor Biológico (CB) entre Los Cusingos y Las Nubes para proteger el Bosque Tropical Siempreverde Estacional (García 1996). En 1993 el Centro Científico Tropical (CCT), adquirió la finca los Cusingos de 78 hectáreas (ha) localizada en el distrito de El General en Pérez Zeledón. Además, el CCT administra bajo un convenio con la Universidad de York en Canadá la Reserva Biológica Las Nubes de 124 ha (Imagen 3.1-4). En el año 2005 el CCT presentó el proyecto del Corredor Biológico Alexander Skutch (COBAS) junto con un modelo de uso de suelo integrado y sostenible, con el fin de conservar los recursos naturales. La base del COBAS es utilizar la zona de amortiguamiento del río Peñas Blancas como base para el corredor (Imagen 3.1-4). El proyecto del COBAS ya fue oficializado por el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) (Rosa Elena Montero com. pers.) y tiene como principales objetivos:

- 1) Proteger y recuperar el único reducto en el país del Bosque tropical siempre verde estacional,
- 2) Restablecer la conectividad biológica entre la Reserva de la Biosfera La Amistad y los remanentes boscosos de la zona de amortiguamiento para permitir la migración y dispersión de la flora y fauna silvestre,
- 3) Unificar los esfuerzos de desarrollo sostenible por otras entidades que trabajan en el área, y
- 4) Incentivar la participación comunal en el desarrollo del CB (Canet 2005). Es muy importante que las autoridades municipales tomen en cuenta el trabajo que ha hecho el Centro Científico Tropical para la planificación de este corredor biológico. El COBAS trata de rescatar un ecosistema que ha sido muy degradado por la agricultura y además de los

servicios ambientales que puede prestar, viene a dar mayor calidad de vida a los habitantes de esta región.

En las últimas décadas además ha ocurrido mucha emigración de los habitantes del cantón de Pérez Zeledón a los Estados Unidos, en busca de oportunidades para mejorar la capacidad económica. Esta migración se acentuó principalmente por la caída de los precios del café en los mercados internacionales en la década de los noventa y también por los estragos y pérdidas ocasionadas por el huracán Cesar (Julio 1996) en la agricultura e infraestructura de la región (Schram, 2007). Las consecuencias del abandono de las tierras se pueden notar en algunos lugares ya sea por la presencia de muchas casas o cultivos de café abandonados o por el aumento en sitios con bosque regenerado (Tabla 3.1-2).

### 3.2.1 Problemática ambiental actual

Entre las principales amenazas a la vida silvestre en el cantón de Pérez Zeledón están la expansión del cultivo de piña y el crecimiento urbano. En los últimos años, el país ha incrementado las exportaciones de piña desde 142 millones de dólares en el año 2001 hasta 326 millones de dólares en el año 2005 (Procomer 2005). Hasta hace algunos años, el cantón de Pérez Zeledón no era de los principales productores de piña, sin embargo, la empresa Frutex S.A. ha cambiado los tipos de cultivo de algunas propiedades que antes se dedicaban al café y plantaciones forestales, al cultivo de la piña (Fotografía 3.1-6). Algunas estimaciones indican que el aumento de éste cultivo entre el 2003 y el 2006 es de unas 1000 hectáreas (Céspedes 2006). Este cambio de cultivo ya ha tenido algunos problemas en la región principalmente por el uso del agua para el riego del mismo. Según la entrevista realizada al encargado de la reserva privada Los Cusingos propiedad del Centro Científico Tropical (CCT), el señor Edén Chinchilla (10-02-07) manifestó que algunas empresas piñeras han hecho uso inadecuado de las aguas del río Calientillo. Además, el impacto en la biodiversidad también es considerable, sumado a los problemas de erosión y desgaste de suelos, contaminación de ríos, tala desmedida de bosques, uso de agroquímicos y muchos problemas sociales derivados por la tenencia de la tierra (Acuña 2006).



**Fotografía 3.1-6.** Cultivo de piña de la empresa Frutex. S.A. cerca del poblado de Cajón, Pérez Zeledón.  
Fuente: Marco Retana 2007

Por otra parte, en los últimos años, las políticas del gobierno han promovido al país no solo como un sitio para turismo vacacional sino también para el turismo residencial, causando

un aumento en la tenencia de tierra por los extranjeros. Esto ha provocado que se seleccionen sitios que tienen un alto potencial escénico (por ejemplo, sitios con vistas al mar o a las montañas con bosque) para construir residencias o preparar terrenos para la venta. Estas acciones provocan un aumento económico en el valor del terreno, donde posteriormente los pobladores no tienen posibilidades de adquirir tierras, lo que podría provocar la ruptura de la dinámica del pueblo. Muchos de estos sitios, evidentemente quedan en las partes altas de las montañas o cerca de zonas que aún conservan áreas silvestres. La tala directa del bosque para la creación de terrazas o espacios para las construcciones produce un gran impacto ya que el suelo queda expuesto a la lluvia y por las fuertes pendientes se erosiona rápidamente. Esta urbanización desordenada fue evidente principalmente en sitios como Platanillo, Barú, cerca de Santa Teresa y Cedral de Cajón y entre San Isidro y División (Fotografía 3.1-7).



**Fotografía 3.1-7.** Terrazas hechas para construcciones, en el distrito de Barú, Pérez Zeledón.  
 Fuente: Marco Retana 2007

En los últimos diez años, la tasa de deforestación ha disminuido de poco más de 57 hectáreas por año entre 1997 y el año 2000 a 49.5 hectáreas anuales entre el 2000 y el 2005 (Tabla 3.1-2). La deforestación se ha dado principalmente fuera de las áreas protegidas, aunque también ha ocurrido dentro de la Reserva Forestal Los Santos (Tabla 3.1-2). Los árboles que no están en plantaciones forestales y que más son deforestados según los datos de los permisos otorgados por el MINAE en el 2006 son: cedro amargo (*Cedrela odorata*), amarillón (*Terminalia amazonia*), gallinazo (*Schizolobium parahybum*), ira (*Persea* spp.) y mayo colorado (*Vochysia ferruginea*). Aunque parte de la tala de árboles se debe al aprovechamiento de madera. Actualmente mucha de la tala puede deberse principalmente a las actividades agrícolas o urbanas.

Además de los factores antes mencionados podemos citar otras amenazas a la vida silvestre. La extracción de musgo es común durante la época navideña en las partes altas de la Cordillera de Talamanca, sobre todo cerca de la carretera Interamericana. La corta de palmas silvestres para la extracción de palmito es común en zonas como Barú y Savegre. Por último la solicitud de permisos para cacería de aves y el decomiso de jaulas y aves silvestres en cautiverio son frecuentes en los reportes anuales del MINAE. Esta actividad es muy difundida en algunas partes del cantón que están cercanas a los bosques de la Cordillera de Talamanca (ej. San Gerardo de Rivas, Buenavista, Santa Eduvigis). La cacería de aves cantoras ha sido la causa de que muchas aves ahora sean raras en los bosques de nuestro país (Stiles y Skutch 1998).

Tabla 3.1-2. Área de cobertura forestal y área deforestada en el cantón de Pérez Zeledón entre los años 1997-2000 y 2000-2005 y de acuerdo con la categoría de protección, absoluta (Parques Nacionales y Refugios de Vida Silvestre) y parcial (Reservas Forestales).

	1997-2000			2000-2005		
	Sin proteger	Absoluta	Parcial	Sin proteger	Absoluta	Parcial
Área de Cobertura Forestal (Ha)	36576.86	15369.85	19449.58	36547.86	15369.85	19431.39
Porcentaje del cantón %	19.23	8.08	10.23	19.22	8.08	10.22
Deforestación en Hectáreas (Ha)	210.24	0.00	18.20	229.09		18.20

Nota: Para calcular el área se sumó la cobertura forestal y el páramo por ser considerado este último un ecosistema natural.

Fuente: Datos tomados de los mapas de uso de suelo de Fonafifo 97-00 y 2005

### 3.2.2 Ecosistemas acuáticos y amenazas al recurso hídrico

Por estar situado principalmente en un valle, Pérez Zeledón tiene un gran potencial hídrico, con numerosos ríos que bajan de la Cordillera de Talamanca y de la Fila Costeña hacia el Valle del General y las cuencas de los ríos División y Savegre. Estos son importantes para la fauna, las actividades agrícolas, el consumo y el uso recreativo. Muchos ríos juegan un papel muy importante como corredores biológicos ya que en algunas partes la única vegetación que queda es en las zonas riparias o zonas de protección de los ríos.

Sin embargo, muchas actividades amenazan el buen uso del agua. Por ejemplo, el botadero de basura de San Isidro se encuentra justo al lado de una quebrada (Fotografía 3.1-8). Uno de los efectos ambientales más serios provocados por el manejo inadecuado de los residuos sólidos es la contaminación de las aguas superficiales ya que muchas veces son fuentes de abastecimiento de agua potable, además de ser el hábitat para muchos organismos. La materia orgánica que cae en los ríos disminuye el oxígeno disuelto en el agua y aumenta los nutrientes como nitrógeno y fosfato aumentando la proliferación de algas y generando procesos de eutroficación. Los botaderos a cielo abierto, también contaminan el aire por la presencia de malos olores y la generación de gases. Esto atrae la presencia de animales que se alimentan de los desperdicios, y que podrían ser transmisores de enfermedades. En la fotografía 3.1-8 se puede observar la falta de tratamiento de la basura y a la derecha los árboles sobre la cuenca de una quebrada)



Fotografía 3.1-8. Botadero de basura de San Isidro del General.

Fuente: Marco Retana 2007.



Fotografía 3.1-9. Permanencia de aves y perros en el botadero.

Fuente: Marco Retana 2007.

Por otra parte, cerca del poblado de Cajón también se observó un constante movimiento de fumigadoras del cultivo de piña. En muchos casos la fumigación se realiza muy cerca de quebradas o ríos (Fotografía 3.1-10), de manera que muchos de los residuos de plaguicidas o fertilizantes pueden contaminar éstas quebradas. Como consecuencia de la contaminación química se produce eutrofacción, la pérdida del recurso para consumo humano o recreación, se destruye la fauna acuática y se deteriora el paisaje.



**Fotografía 3.1-10.** Fumigación del cultivo de la piña en la finca de la empresa Frutex S.A.  
Fuente: Marco Retana 2007.

Además, se evidenció el vertido de aguas negras al río General y pequeños botaderos de basura en el mismo (Fotografía 3.1-11), generando problemas de contaminación.



**Fotografía 3.1-11.** Vertido directo de aguas negras hacia un afluente del río General, al igual que bolsas con basura en las orillas del cauce.  
Fuente: Marco Retana 2007.

Mientras se realizaron las giras de campo, se observó la construcción de una canalización para tuberías provenientes de la fábrica de pollos Delji, hacia una quebrada cercana. Se desconoce el tipo de desechos líquidos a eliminar, pero antes de ser vertidos, deberían de

aplicárseles un tratamiento de purificación de aguas si fuera el caso (Fotografías 3.1-12), además de cumplir con los límites de vertido establecidos por el “Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales”, según Decreto Ejecutivo N° 26042-S-MINAE del 14 de abril de 1997 promulgado por el Poder Ejecutivo.



**Fotografía 3.1-12.** Zanjeado para tuberías provenientes de la fabrica Delji.  
Fuente: Marco Retana 2007.

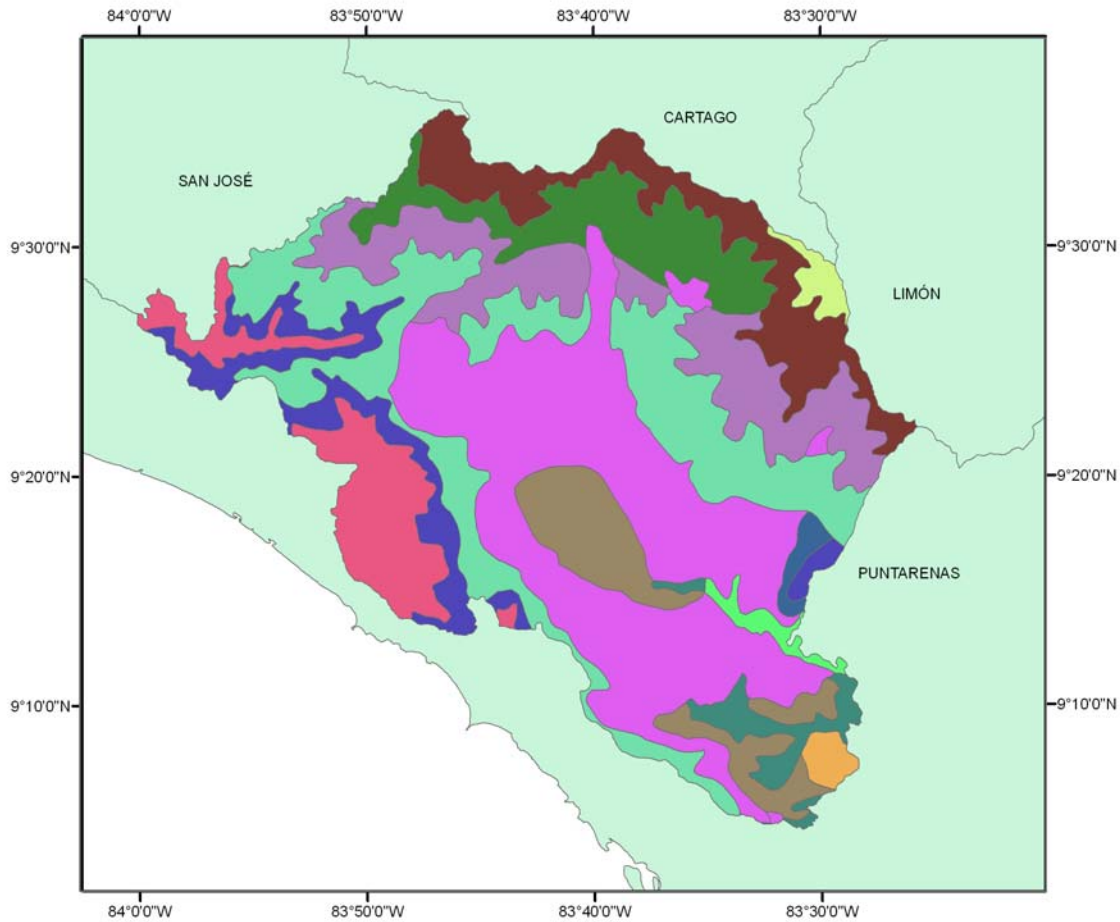
### 3.2.3 Conclusiones

- Es evidente el cambio de uso del suelo en el cantón, principalmente de zonas boscosas a potreros y cultivos, por lo que se debe autorizar esos cambios en aquellos sectores donde la alteración hacia el entorno sea mínima.
- En sectores propensos a la realización de quemas como se evidenció en Savegre, Santa Eduviges y Fátima, para aprovechar el cambio de uso de suelo de bosque hacia la agricultura, se deben realizar fiscalizaciones más periódicas para intervenir éstas prácticas.
- La deforestación debe ser controlada mediante la intervención por parte de las autoridades competentes, para así disminuir la pérdida de áreas boscosas que aún permanecen en el cantón. Principalmente en aquellas partes altas donde aún se conservan bosques, los cuales son los encargados de mantener la recarga acuífera y el adecuado flujo hídrico en la zona. Estos bosques se están viendo afectados por la tala ilegal.
- Se debe reforestar con especies nativas, aquellas zonas riparias o zonas de protección de los cauces de los ríos y quebradas que se encuentran devastadas por la deforestación.
- La producción de cultivos tradicionales ha ido cambiando por el cultivo de piña, donde se observan grandes extensiones de terreno dedicadas a este fruto. Se debe conservar y evitar la disminución de la cobertura vegetal en los márgenes de las quebradas y ríos que colindan con éstas áreas de cultivo, ya que las mismas generan liberación de sedimentos hacia los cauces por procesos de erosión, desgaste del suelo, al igual que los residuos agroquímicos en el proceso de fumigación.



- Se debe mantener la calidad y cantidad de agua que generan los cauces de las cuencas hidrográficas, registrando todas aquellas posibles nuevas concesiones de agua que se soliciten para diversos proyectos, principalmente aquellos que utilicen el recurso hídrico como materia prima para su funcionalidad; por ejemplo la actividad acuícola y de riego para la actividad agrícola.
- Debería de regularse el uso de cuadracillos en las cercanías del Parque Nacional Chirripó y áreas protegidas, disminuyendo así el desprendimiento del suelo y procesos de erosión por efecto del tipo de llantas de tracción que utilizan estos vehículos. Además de la dispersión de semillas de plantas que posteriormente van a colonizar otras áreas, generando competencias de recurso entre otras especies de vegetación.
- Realizar un adecuado manejo de residuos sólidos y líquidos (lixiviados) en el botadero de basura de San Isidro para evitar posibles contaminaciones de fuentes de agua, permanencia de animales carroñeros, olores desagradables y generación de gases inflamables encapsulados.
- Eliminar todos aquellos vertidos de aguas negras que son envidados al río General, principalmente en el centro de San Isidro.
- Se le debe brindar mayor apoyo a la iniciativa de establecer y consolidar un Corredor Biológico entre la reserva privada Los Cusingos y Reserva Biológica Las Nubes para proteger el Bosque Tropical Siempreverde Estacional de la zona y los recursos naturales existentes.
- Regular la ubicación, el tamaño y los colores de la rotulación utilizada en las cercanías del Parque Nacional Chirripó, ya que se evidencia la contaminación visual de este tipo de publicidad. Se sugiere una codificación de todos aquellos centros turísticos que brindan los servicios de alojamiento y restaurante en la zona, de tal forma que se le entregue al visitante un panfleto donde se le brinde la información respectiva y la ubicación de cada proyecto, sin necesidad de mostrarse con rótulos como actualmente se mantiene.
- Según los reportes anuales del MINAE, los permisos para cacería de aves y el decomiso de jaulas y aves silvestres en cautiverio son frecuentes, por lo que se recomienda la revisión y actualización de permisos de cacería y tenencia de animales silvestres en cautiverio. Implementación de un periodo de veda para la captura de especies cantoras.
- La venta de terrenos principalmente aquellos con un alto potencial escénico (vista al mar o montañas) ha provocado un aumento económico en el valor de los terrenos, generando que los pobladores no tengan posibilidades económicas para la adquisición de tierras. Además la preparación del terreno para la venta (tala directa del bosque, creación de terrazas, suelos expuestos) generan un aumento de la erosión tanto por efecto eólico como por las precipitaciones, estas últimas arrastrando gran cantidad de sedimentos hacia cauces receptores.

**Imagen 3.1-1.** Mapa de zonas de vida según la clasificación de Holdridge (1978) presentes en el cantón de Pérez Zeledón



**Simbología**

- BOSQUE HUMEDO PREMONTANO
- BOSQUE HUMEDO TROPICAL
- BOSQUE HUMEDO TROPICAL TRANSICION A PREMONTANO
- BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO BAJO
- BOSQUE MUY HUMEDO PREMONTANO
- BOSQUE MUY HUMEDO PREMONTANO TRANSICION A BASAL
- BOSQUE MUY HUMEDO PREMONTANO TRANSICION A PLUVIAL
- BOSQUE MUY HUMEDO TROPICAL
- BOSQUE MUY HUMEDO TROPICAL TRANSICION A PREMONTANO
- BOSQUE PLUVIAL MONTANO
- BOSQUE PLUVIAL MONTANO BAJO
- BOSQUE PLUVIAL PREMONTANO
- PARAMO PLUVIAL SUBALPINO

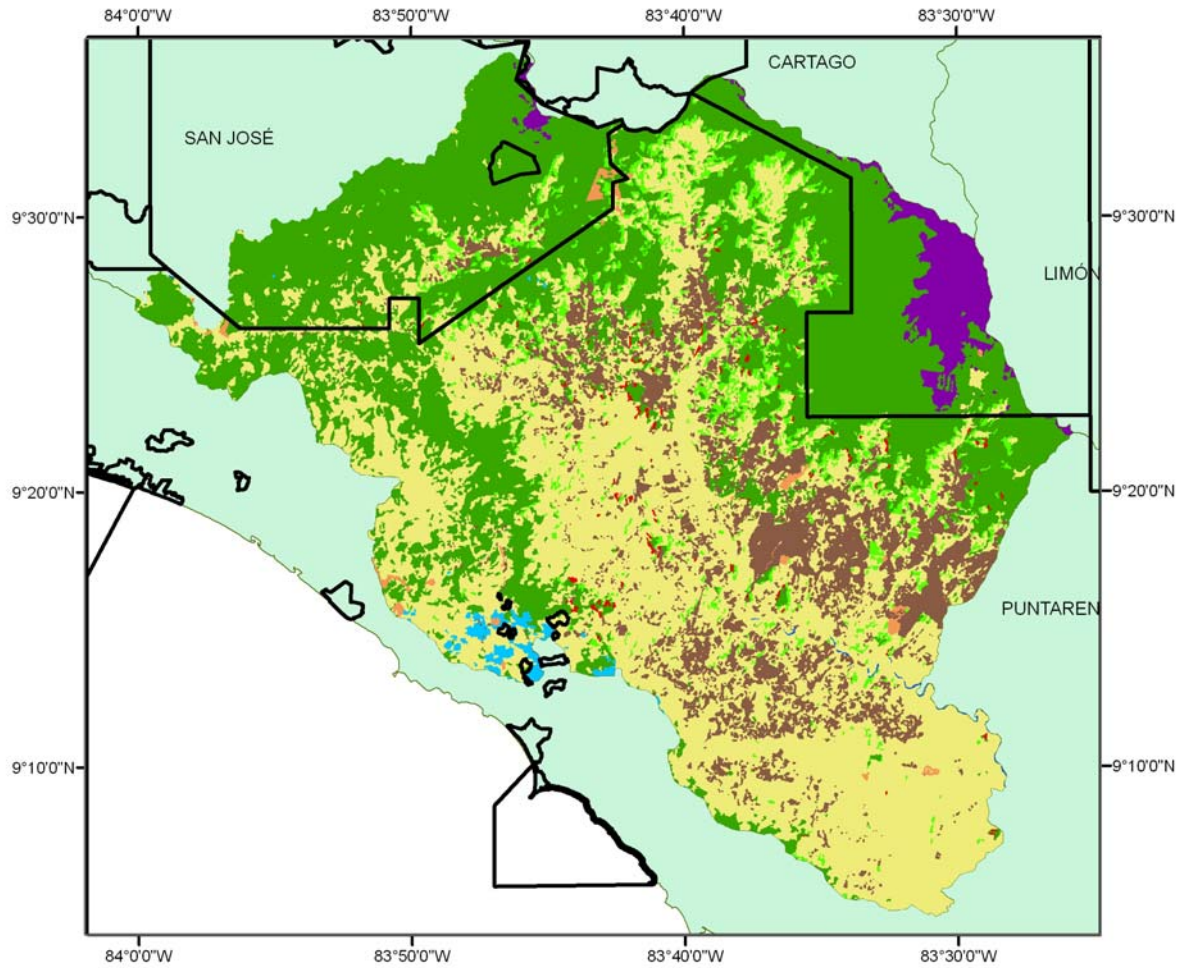


0 5 10 20 Kilómetros

**ZONAS DE VIDA PRESENTES  
EN EL CANTÓN DE PÉREZ  
ZELEDÓN**

Fuente: Mapa Ecológico de Costa Rica, según el sistema de clasificación de Zonas de Vida del mundo de L. R. Holdridge (Bolaños, R; Watson; V. 1993 / CCT / esc: 1:200 000). Composición elaborada por Eduardo Chacón.

**Imagen 3.1-2.** Mapa de cobertura forestal del cantón de Pérez Zeledón para el año 2005.



**Simbología**

Límite Áreas Protegidas

**Uso de suelo**

- Agua
- Bosque Secundario
- Café
- Deforestación
- Forestal
- No forestal
- Nubes
- Páramo
- Plantaciones Forestales

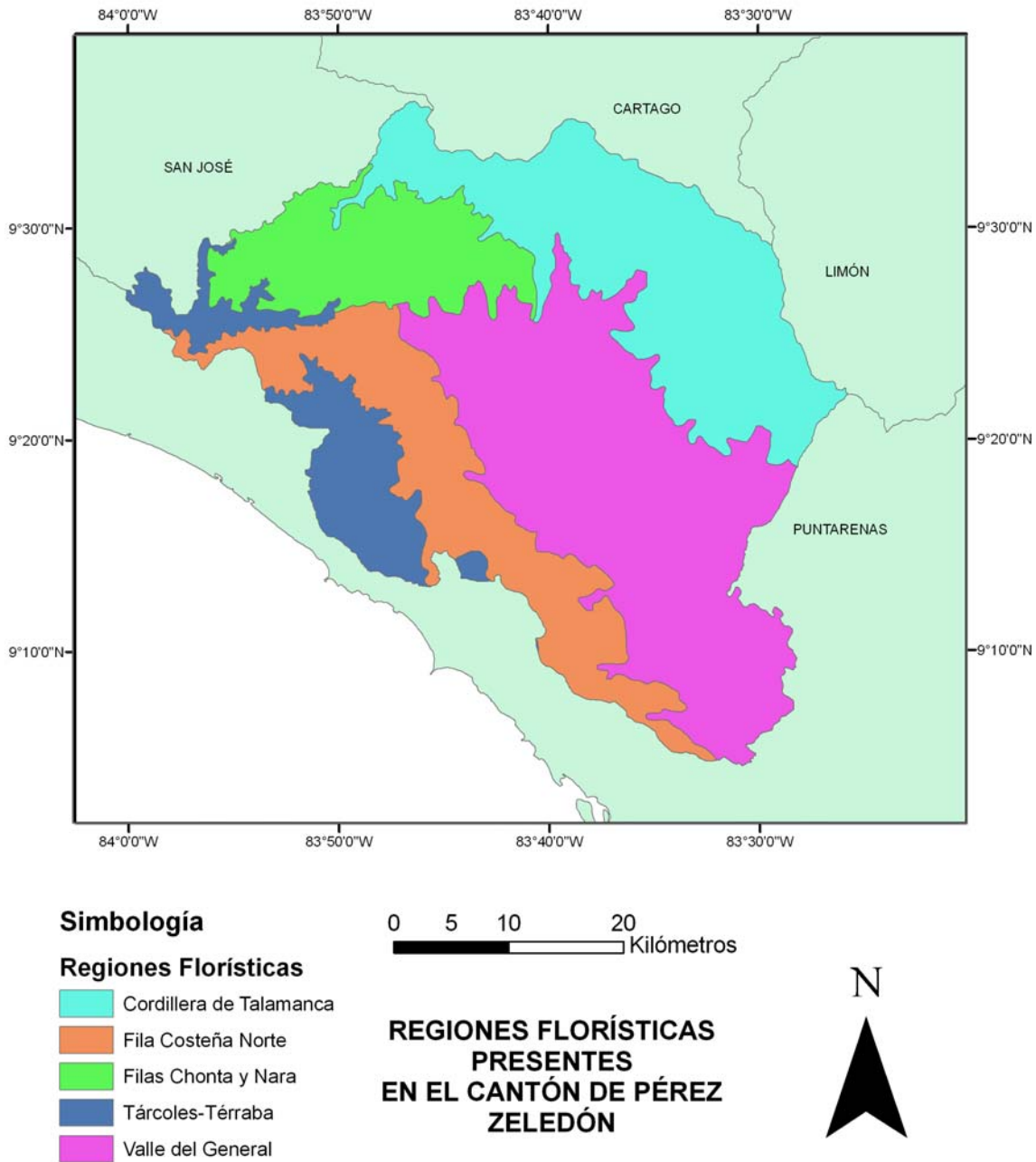


0 5 10 20 Kilómetros

**COBERTURA FORESTAL DEL  
 CANTÓN DE PÉREZ ZELEDÓN  
 PARA EL AÑO 2005**

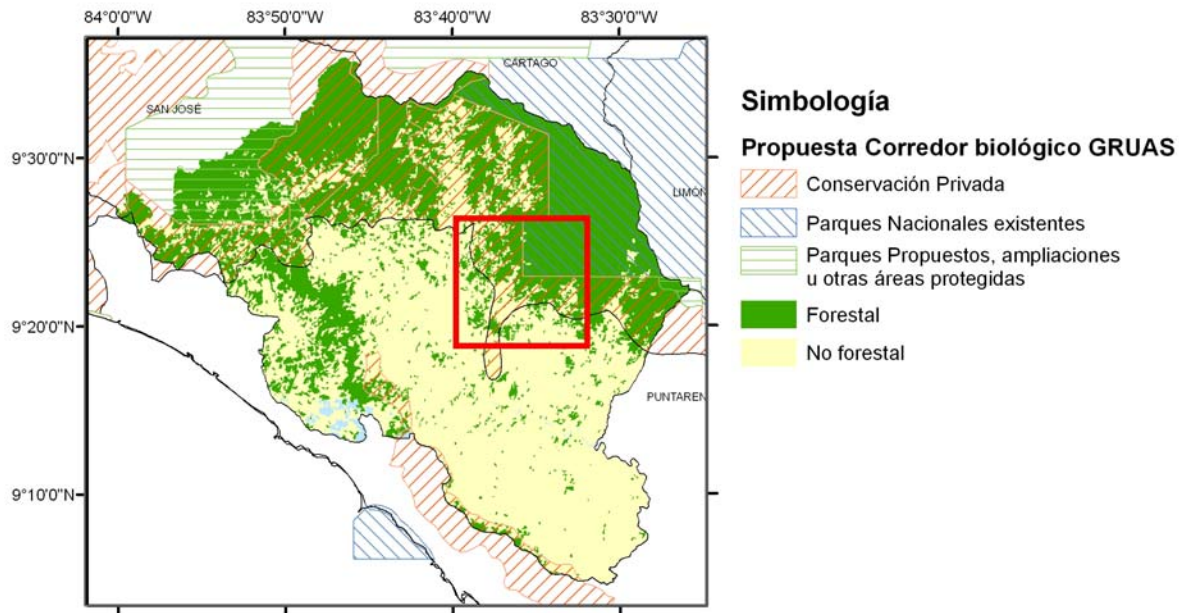
Fuente: Cobertura Forestal FONAFIFO 2005. Composición elaborada por Eduardo Chacón.

**Imagen 3.1-3.** Regiones Florísticas presentes en el cantón de Pérez Zeledón.



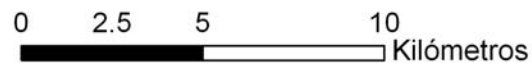
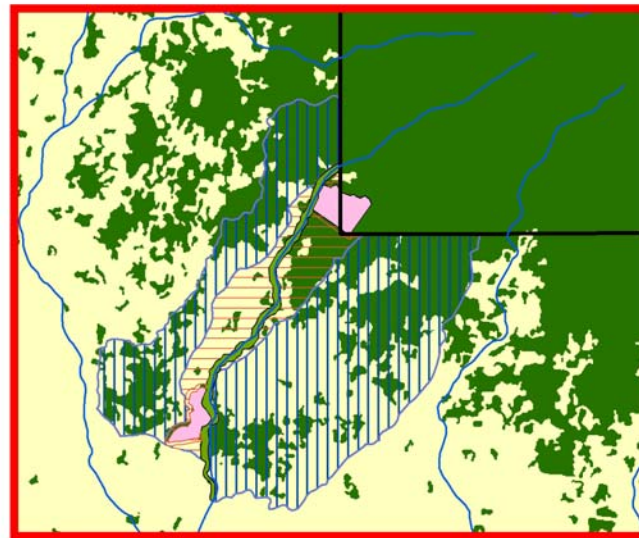
Fuente: Mapa Regiones Florísticas. Zamora *et al.* (2004). Composición elaborada por Eduardo Chacón.

**Imagen 3.1-4.** Mapa de los Corredores biológicos propuestos para el cantón de Pérez Zeledón.



**Simbología**

- Ríos
- Parque Nacional Chirripó
- Corredor Biológico Alexander Skutch**
- Corredor Biológico externo
- Corredor Biológico núcleo
- Refugios de Vida Silvestre
- Área protegida (cauce río)
- Forestal
- No forestal



**CORREDORES BIOLÓGICOS PROPUESTOS  
EN EL CANTÓN DE PÉREZ ZELEDÓN**

Fuentes: Mapa GRUAS: Hojas 1: 500 000 y 1: 200 000. Instituto Nacional de Biodiversidad (InBio). Proyecto GRUAS. Año 1997. Mapa: Corredor Biológico Alexander Skutch: Jiménez, V. 2004. Hojas Cartográficas San Isidro y Repunta del IGN 1: 50000, 1995. Centro Científico Tropical. Composición elaborada por Eduardo Chacón.

### 3.3 Bibliografía

- Acevedo, H., Bustamante, J., Paniagua, & L. Chaves. 2003. “Ecosistemas de la cuenca hidrográfica del río Savegre - Costa Rica”. Instituto Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 352 p.
- Acuña, G. 2006. “Producción de piña en el caribe y pacífico sur de Costa Rica” Ambientico 158: 2-3.
- Canet D., L. 2005. “Ficha técnica para el diseño y oficialización del Corredor Biológico Alexander Skutch”. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica
- Céspedes, M. V. 2006. “Diseño de una red ecológica de conservación entre la Reserva de Biosfera La Amistad y las áreas protegidas del Área de Conservación Osa, Costa Rica”. Tesis sometida para optar por el grado de Magister Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica
- Chavarrí, A. & O. Esquivel G. 2004. “Conservación, visitación y manejo del Parque Nacional Chirripó, Costa Rica”. En: Kappelle, M. & S. P. Horn (editores). 2005. Páramos de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 768 p
- Estrada Ch., A. & N. Zamora, V. 2004. “Riqueza, cambios y patrones florísticos en un gradiente altitudinal en la cuenca hidrográfica del río Savegre, Costa Rica”. Brenesia 61: 1–52.
- García R., 1996. “Propuesta Técnica de Ordenamiento Territorial con Fines de Conservación de Biodiversidad: Proyecto GRUAS. Informe de país: Costa Rica”. Proyecto Corredor Biológico Mesoamericano. CCA-PNUD/GEF RLA/95/G41. Pp: 114.
- Gómez P. L. D. 1986. “Vegetación de Costa Rica” Vol. 1. En: L. D. Gómez (editor). Vegetación y Clima de Costa Rica. Editorial UNED. San José, Costa Rica.
- Holdridge, L. R. 1978. “Ecología basada en zonas de vida” Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. 216 p.
- Joyce, A. T. 2006. “Land Use change in Costa Rica: 1966-2006, as influenced by social, economic, political, and environmental factors”. Litografía e Imprenta Lil S.A. San José, Costa Rica. 276 p.
- Kappelle, M. 1996. “Los bosques de roble (Quercus) de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica”. Universidad de Ámsterdam / Editorial INBIO. Santo Domingo, Heredia.
- Kappelle, M. & S. P. Horn (editores). 2005. “Páramos de Costa Rica” Instituto Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 768 p
- Kappelle, M., L. Van Omme & M. E. Juárez. 2000. “Lista de la flora vascular de la Cuenca superior del río Savegre, San Gerardo de Dota, Costa Rica”. Acta Botánica Mexicana 51: 1-38
- PROCOMER. 2005. “Estadísticas de exportación. Módulo 6: Principales productos” Procomer. San José. 57 p.


- Sánchez-Azofeifa, G. A., G. C. Daily, G.C. Pfaff & C. Busch. 2003. "*Integrity and isolation of Costa Rica's national parks and biological reserves: examining the dynamics of land cover change*". *Biological Conservation* 109: 123-135
- Sader, S. A. & A. T. Joyce. 1988. "*Deforestation rates and trends in Costa Rica 1940- to 1983*". *Biotropica* 20: 11-19
- Schram, 2007. "*El estudio socio-económico: una caracterización del cantón de Pérez Zeledón*". Centro Centroamericano de población. Universidad de Costa Rica.[<http://ccp.ucr.ac.cr/investi/pz.htm>].
- Skutch, A. F. 2001. "*Un naturalista en Costa Rica*". Instituto Nacional de Biodiversidad y Centro Científico Tropical. Santo Domingo de Heredia. 480 p.
- Stiles y Skutch 1998. "*Guía de Aves de Costa Rica*". Segunda edición, Instituto Nacional de Biodiversidad. Heredia, Costa Rica. Pp: 580.
- Tosi, J. A. 1969. "*Mapa ecológico, República de Costa Rica*" según la clasificación de zonas de vida del mundo de L. R. Holdridge. CCT.
- Zamora. N. B. Hammel y M. H. Grayum. 2004. Vegetación. En: B. Hammel. M. Grayum. C. Herrera y N. Zamora (eds.). "*Manual de Plantas de Costa Rica*". Introducción. Vol.1. Missouri Botanical Garden Press. San Luis. Missouri. Pp 91-216

Diagnóstico Físico - Ambiental

## Capítulo 4 Amenazas naturales y antrópicas





TEMÁTICA	<i>Determinación de zonas de inundación en el cantón de Pérez Zeledón</i>	PRPZ 04.1	
<p><i>Objetivo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Identificar zonas susceptibles a inundación en el cantón de Pérez Zeledón.</i></li> <li>- <i>Comparar las zonas de inundación determinadas por ProDUS con las de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE).</i></li> </ul>			
<p><u>a. Relevancia para el Plan Regulador</u></p> <p>Un buen ordenamiento territorial ayuda a minimizar los impactos sociales y económicos por la ocurrencia de eventos naturales, tales como inundaciones. Específicamente, el ordenamiento territorial ayuda a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir las áreas afectadas y las intensidades de los daños.</li> <li>- Reducir la importancia de los daños respecto a las capacidades económicas locales.</li> <li>- Da mayor confianza en que es posible enfrentar el problema.</li> </ul> <p><i>Inundaciones</i></p> <p>Al igual que la zona sur, Pérez Zeledón es afectado indirectamente por los huracanes que se desarrollan en el mar Caribe, provocando lluvias que pueden alcanzar intensidades muy altas, y consecuentemente inundaciones. Los casos más relevantes han sido Gilbert (1988), Juana (1988), César (1996) y Mitch (1998).</p> <p>Además, la capacidad natural de las cuencas como reguladores de caudales se ha visto disminuida por malas prácticas agropecuarias y la deforestación. Esto ha hecho que los tiempos de concentración disminuyan y los caudales tienden a presentar valores más altos.</p> <p>Las inundaciones han causado daños importantes, sobre todo en los lechos mayores de los Ríos Chirripó Pacífico, Buenavista, General, Quebradas y Pedregoso, debido a los desbordamientos y a la reactivación de los cauces antiguos, invadidos por vivienda, infraestructura y actividades productivas (Chaves, 2001).</p>			
<p><u>b. Inventario de los datos e información recopilada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Curvas de nivel escala 1:25000 del Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA) y curvas de nivel escala 1:50000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN).</li> <li>- Boletines Hidrológicos editados por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la información consultada fue extraída de los boletines N°1 al N°21.</li> <li>- Información de las estaciones fluviográficas Rivas 98-31-08, La Cuesta 98-31-09 y Cristo Rey 98-31-02, propiedad del ICE, para las crecientes producto de la influencia de los huracanes Juana (1988), César (1996) y Mitch (1998).</li> <li>- Mapas e informes de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE).</li> <li>- Proyectos de graduación e investigaciones realizadas en diferentes escuelas de la Universidad de Costa Rica.</li> </ul>			
<p><u>c. Metodología aplicada</u></p> <p>Revisión bibliográfica de los estudios de inundación realizados en la zona.</p> <p>Análisis hidráulico de la red fluvial para determinar las zonas de inundación por medio del</p>			

modelo HEC-RAS del U.S. Army Corps of Engineers.

Comparación de las manchas de inundación de la CNE y la propuesta por ProDUS.

d. Fuentes de información

- Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).
- Instituto Meteorológico Nacional (IMN).
- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE).
- Estudios relacionados con el tema y proyectos de graduación por ejemplo:

Sánchez, G., *“Calibración del modelo hidrológico HEC-1 en la cuenca del río Grande de Terraba: simulación del huracán Juana”*, Departamento de Recursos Hidráulicos, Escuela de Ingeniería Civil, UCR, San José, 1990.

Borbón, G., *“Análisis de la producción y transporte de sedimentos en la Cuenca del Río General”*, Proyecto Final de Graduación, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, 2000.

USACE, *“Engineering and Design Hydrologic Aspects of Flood Warning Preparedness Programs”*, Washington, 1996.

e. Observaciones

La escala utilizada en la realización del estudio no es la óptima para la definición de este tipo de zonas, sin embargo son los datos disponibles. Es necesario hacer levantamientos topográficos para estudios puntuales y con un mayor grado de detalle, siempre tomando en cuenta los efectos en el patrón del flujo tanto aguas arriba como aguas abajo.

## 4.1 Determinación de zonas de inundación

### 4.1.1 Zona de estudio

Este estudio incluye las subcuencas del cantón de Pérez Zeledón comprendidas en la cuenca del río General; para esto se dividió la cuenca del río General en cuencas de menor tamaño con tal de analizar el sistema de manera más eficiente. A continuación se enumeran las cuencas en las que se dividió la cuenca del río General:

- Cuenca del río Pacuar, definida hasta la confluencia de los ríos Pacuar y General, a su vez se subdividió en las cuencas de la quebrada Honda y del río Pedregoso.
- Cuenca alta del río General, definida hasta la confluencia del río General con el río Pacuar, subdivida en las cuencas de los ríos Chirripo Pacífico, Buena Vista y Peñas Blancas.
- Cuenca del río Unión, definida hasta la confluencia con el río General.
- Cuenca del río Pejibaye, definida hasta la confluencia con el río General.

Las cuencas estudiadas se localizan entre las coordenadas 473000 526000 336000 393000 en la proyección *Costa Rica Lambert Sur*, además las cuencas pueden ser localizadas en las hojas cartográficas escala 1:50000 Vueltas, Cuerici, Savegre, San Isidro, Durika, Coronado, Buenos Aires, General, Repunta y Dominical editadas por el IGN. La zona de estudio se muestra en el Mapa 4.1-1 “Cuenclas y secciones usadas en el modelo hidráulico”, que se muestra al final del documento.

Al final del documento se adjunta un glosario con las definiciones de los términos técnicos utilizados en este informe.

## **4.1.2 Caracterización de la zona de estudio**

### **4.1.2.1 Morfología**

Las características físicas de las cuencas que comprende este estudio pueden ser consultadas en detalle en la ficha “02.1 Cuencas y Red Hídrica”, desarrollada para el diagnóstico del Plan Regulador del cantón de Pérez Zeledón, por lo que en este estudio solo se muestra un resumen de los resultados de dicho documento.

En la Tabla 4.1-1 se muestran las características morfológicas de relevancia para las cuencas que se utilizaron en el estudio.

En general las cuencas muestran una forma alargada, sobre todo las cuencas que descienden desde las partes más altas de las montañas, conforme las cuencas se delimitan hacia la parte media y baja de la zona de estudio las formas de las cuencas tienden a ser más redondeadas, con índices de compacidad más cercanos a uno.

### **4.1.2.2 Condiciones climáticas**

En lo que respecta a las características climáticas, la zona de estudio se caracteriza por ser muy lluviosa, debido a la entrada del viento desde el Océano Pacífico, el cual mueve aire cargado de humedad; luego de que ingresa a la costa dicho aire asciende a las partes altas de la atmósfera por efecto de la orografía, generando así las precipitaciones. El efecto del viento del Pacífico se ve aumentado cuando en la zona del Caribe existen inestabilidades atmosféricas como lo son los huracanes o bajas presiones, pues las bandas de nubosidad asociadas a dichos fenómenos impactan de lleno a la zona de estudio dejando la mayoría de la humedad a barlovento.

La precipitación promedio para la zona de estudio es de 3600 mm, pero presenta zonas en donde el valor promedio anual puede llegar a los 6000 mm, cerca de la estación meteorológica Chimirolo o ser tan bajo como 700 mm cerca de la estación meteorológica Cristo Rey. Estas condiciones son el promedio para la zona, pero en eventos extremos se pueden presentar precipitaciones puntuales de más de 800 mm, como por ejemplo en la estación meteorológica Alto San Juan, donde se registraron 843mm de precipitación acumulada entre el 21 y 27 de setiembre de 1988 durante el huracán Juana.

Para una descripción climática más detallada de la zona de estudio se puede consultar la ficha “01.1 Condiciones climáticas”, desarrollada para el Diagnóstico del Plan Regulador del cantón de Pérez Zeledón.

Tabla 4.1-1. Características morfológicas de las cuencas

Característica	Pacuar (Las Juntas)	Pacuar Alto	Quebrada Honda	Quebradas	Pedregoso	General (Remolino)	General (La Cuesta)	Buenavista	Chirripo Pacífico	Peñas Blancas	Unión Bajo
Área (km <sup>2</sup> )	325.7	80.3	27.5	54.9	100.0	1075.0	406.8	111.6	204.7	90.5	173.5
Perímetro (km)	99.5	53.6	65.8	45.6	46.6	164.4	107.4	73.9	96.7	75.3	92.6
Índice de compacidad	1.54	1.69	3.51	1.72	1.30	1.40	1.49	1.96	1.89	2.22	1.97
Altura mínima (msnm)	520.0	630.0	530	647.0	647	1155.0	520	795	795	514	437
Altura máxima (msnm)	2500.0	1985.0	1465	2398.0	2474	3820.0	3820	3395	3820	3095	3444
Altitud media (msnm)	915.0	1078.0	697	990.0	1175	405.0	1890	1976	2246	986	1558
Longitud del río (km)	42.6	16.0	20.1	17.6	20.6	63.9	40.4	21.1	25.7	22.7	25.7
Distancia sobre el cauce desde la salida al punto más cercano al centroide de la cuenca (km)	24.4	7.4	9.2	7.9	11.8	42.1	25.9	10.7	14.2	11.1	13.9

Fuente: ProDUS, 2007

#### **4.1.2.3 Uso del suelo**

El uso del suelo es un parámetro determinante en la escorrentía superficial de una cuenca, por lo que es necesario poseer una noción del mismo para la zona de estudio. Del análisis de la distribución del uso del suelo se observa como los bosques se concentran en las partes altas de las cuencas, disminuyendo y dando paso a los pastos y los cultivos en la zona del Valle del General. La zona urbana está concentrada en el Valle y las zonas con suelo desnudo se encuentran dispersas a lo largo de toda la zona de estudio.

De la ficha “05.1 Uso del suelo”, desarrollada para el diagnóstico del Plan Regulador del cantón de Pérez Zeledón, se obtiene la cobertura de uso del suelo para la cuenca del río General. La cobertura de dicha cuenca incluye 31,4% (47007 Ha) de bosque, 17,8% (26723 Ha) de pastos y árboles, 9,3% (13906 Ha) de suelo desnudo, 9,2% (13810 Ha) de cultivos, 1,2% (1749 Ha) de mancha urbana y un 31,1% (46658 Ha) de uso del suelo sin determinar (nubes y sombras). Se usa como referencia central la cuenca del río General porque esta cuenca contiene todas las subcuencas usadas en este estudio.

En términos relativos, las subcuencas que muestran una mayor cobertura urbana son Quebrada Honda con 13,6%, seguida de la subcuenca del río Quebradas con 11,1%. El área que posee una mayor cantidad de cultivos es la parte baja del río General, donde las pendientes son relativamente bajas, esta zona incluye las subcuencas de los ríos Peñas Blancas, Unión y General.

### 4.1.3 Modelo hidrológico

El modelo hidrológico planteado en esta investigación se basa principalmente en encontrar los hidrogramas unitarios para las cuencas instrumentadas por medio de estaciones fluviográficas, para luego realizar el traslado de los hidrogramas de forma sintética, utilizando los parámetros de Snyder, para las cuencas que no se encuentren instrumentadas. Luego de encontrar los hidrogramas unitarios para las cuencas, se generaron los caudales máximos instantáneos para periodos de retorno de 10, 25 y 50 años para las estaciones fluviográficas que poseen datos suficientes.

Utilizando los picos de los hidrogramas unitarios sintéticos y los caudales máximos instantáneos de cada una de las estaciones fluviográficas es que fue posible asignarle valores de caudales instantáneos máximos para los diferentes periodos de retorno a todas las cuencas que forman parte de este estudio. Como se ha citado implícitamente, el estudio se realizó solamente para flujo permanente, pues el modelo hidráulico usado solo permite realizar este tipo de análisis. Sin embargo, los hidrogramas unitarios sintéticos generados son totalmente válidos y pueden ser usados para futuros estudios en flujo no permanente que se lleven a cabo en las cuencas estudiadas.

#### 4.1.3.1 Hidrogramas unitarios sintéticos

Como se mencionó anteriormente, la metodología del traslado de los hidrogramas usada en este trabajo es la propuesta por Snyder y explicada por Chow (1994), donde los parámetros necesarios para el traslado se encuentran por medio de las siguientes ecuaciones:

$$t_p = C_1 C_t (LL_c)^{0.3} \quad \text{ecuación 4.1-1}^1$$

$$q_p = \frac{C_2 C_p}{t_p} \quad \text{ecuación 4.1-2}^2$$

Donde  $t_p$  es el tiempo de retardo de la cuenca en horas,  $L$  es la longitud del cauce principal,  $L_c$  es la distancia sobre el cauce principal del punto más cercano al centroide hasta la salida,  $q_p$  es el caudal al por unidad de área ( $m^3/s/km^2$ ),  $C_1$  y  $C_2$  son parámetros dados por el autor de las ecuaciones y que tienen un valor de 0,75 y 2.75 respectivamente para ser usadas en el sistema métrico decimal,  $C_t$  y  $C_p$  son los valores a encontrar basado en las cuencas instrumentadas en la misma región.

Para la cuenca del río General definida hasta la estación fluviográfica La Cuesta se pueden encontrar los parámetros  $C_t$  y  $C_p$ , y el supuesto del traslado es que los parámetros son iguales para las demás cuencas. Dichos parámetros se calibraron con el hidrograma de la cuenca del río General definida hasta la estación fluviográfica Remolino, los resultados de la calibración se muestran en la Tabla 4.1-2 y la Gráfico 4.1-1. La calibración se llevó a cabo entre los hidrogramas de estas estaciones pues para ambas se contaba con datos suficientes como para realizar el hidrograma unitario.

<sup>1</sup> Fuente: Chow, Maidment y Mays, 1994

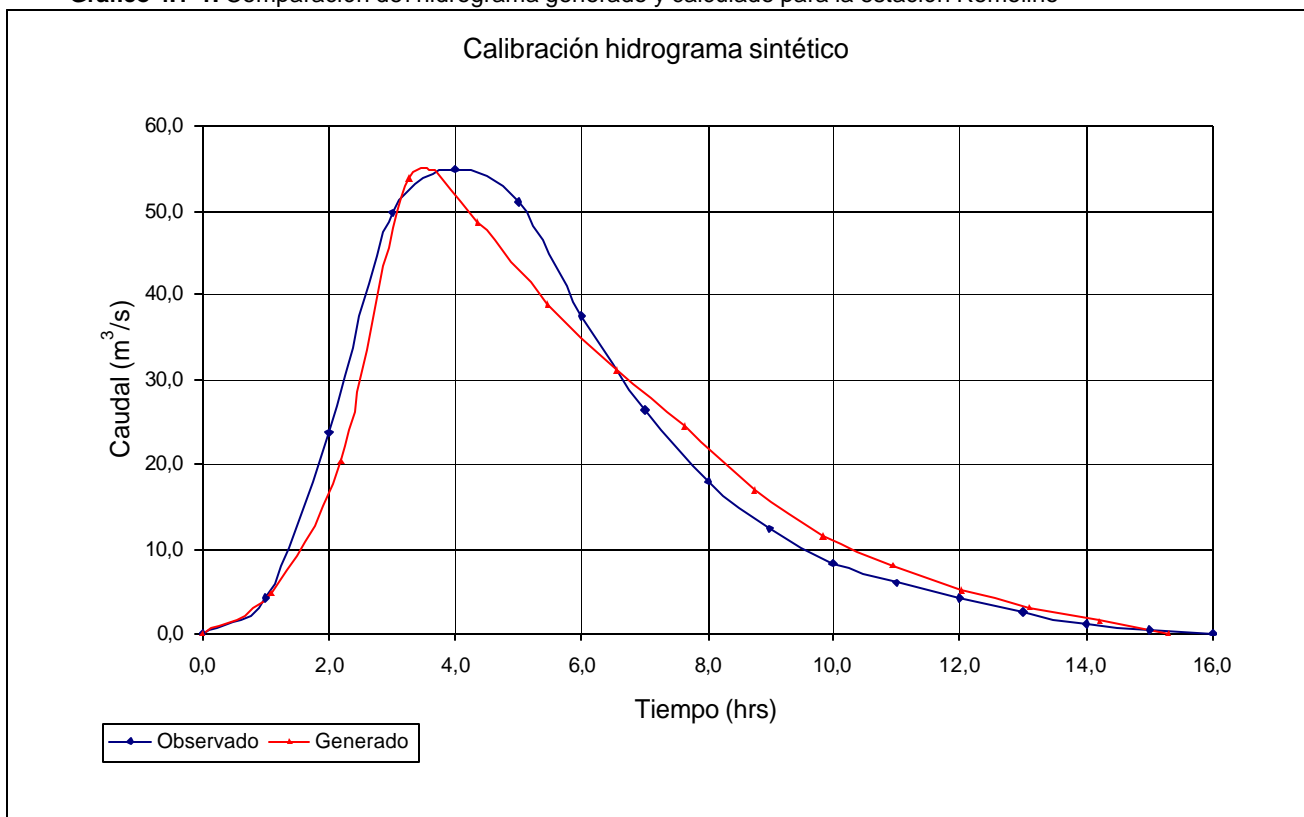
<sup>2</sup> Fuente: Chow, Maidment y Mays, 1994

El hidrograma unitario de la estación La Cuesta fue seleccionado como base para el traslado porque el área el drenaje de la cuenca es menor que la de la estación Remolino, y a su vez, el área de drenaje de todas las demás cuencas usadas son menores a la cuenca definida hasta la estación La Cuesta, lo que usar esta como base disminuye la incertidumbre asociada al método de traslado. Las estaciones fluviográficas usadas en el estudio se muestran en le Mapa 4.1-1.

De la calibración utilizando la estación Remolino se observa como la diferencia de caudales pico es tan solo de un 1.8% (54.9 m<sup>3</sup>/s para el observado y 53.9 m<sup>3</sup>/s para el generado), mientras que para el tiempo al pico la diferencia es de 0.7 horas (4 horas para el generado y 3.3 horas para el observado). La duración total de los hidrogramas difiere también en 0.7 horas, pues el hidrograma observado (estación Remolino) tiene una duración de 16 horas, mientras que el hidrograma generado (estación La Cuesta) tiene una duración de 15.3 horas.

De los resultados anteriores, se puede dar como satisfactoria la calibración de los hidrogramas unitarios entre las cuencas comparadas. Se debe hacer la aclaración que esta calibración fue hecha solamente para verificar la calidad del traslado.

**Gráfico 4.1-1.** Comparación del hidrograma generado y calculado para la estación Remolino



Fuente: ProDUS con datos del ICE, 2007



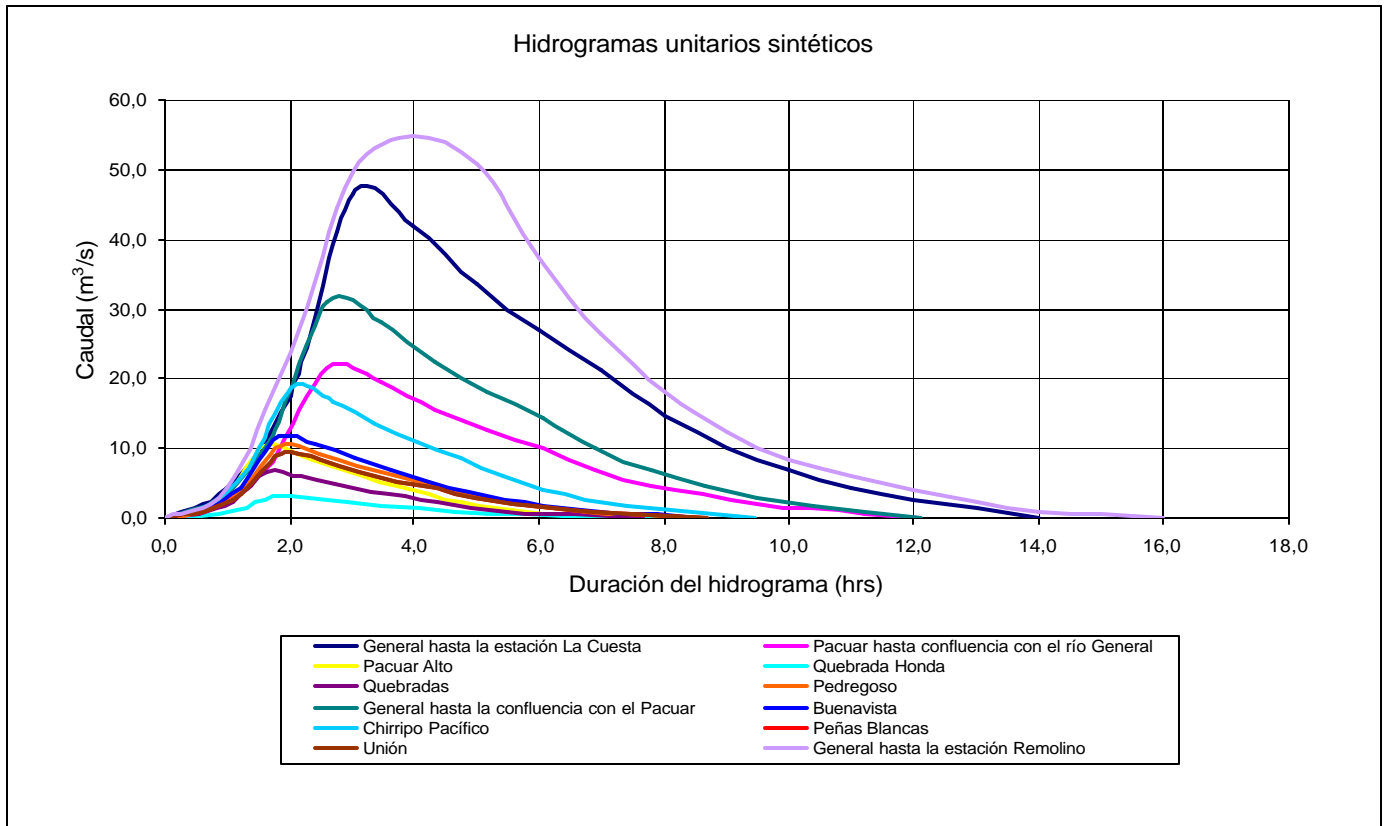
Tabla 4.1-2. Hidrograma unitario y sintético para la estación Remolino

Tiempo (hrs)	HU (m <sup>3</sup> /s)	Tiempo (hrs)	HUS (m <sup>3</sup> /s)
0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	4.1	1.1	4.8
2.0	23.8	2.2	20.4
3.0	49.6	3.3	53.9
4.0	54.9	4.4	48.6
5.0	50.9	5.5	39.0
6.0	37.6	6.6	31.1
7.0	26.5	7.6	24.6
8.0	18.0	8.7	17.0
9.0	12.4	9.8	11.6
10.0	8.3	10.9	7.9
11.0	6.0	12.0	5.1
12.0	4.0	13.1	3.2
13.0	2.4	14.2	1.5
14.0	1.0	15.3	0.0
15.0	0.5		
16.0	0.0		

Fuente: ProDUS con datos del ICE, 2007

Todos los hidrogramas sintéticos generados para las cuencas analizadas pueden ser consultados en la Tabla 4.1-3 y la Gráfico 4.1-2.

Gráfico 4.1-2. Hidrogramas unitarios sintéticos para las cuencas analizadas



Fuente: ProDUS con datos del ICE, 2007

Tabla 4.1-3. Hidrogramas unitarios sintéticos para las cuencas analizadas

General hasta la estación La Cuesta		Pacuar hasta confluencia con el río General		Pacuar Alto		Quebrada Honda		Quebradas		Pedregoso		General hasta la confluencia con el Pacuar		Buenavista		Chirriipo Pacífico		Peñas Blancas		Unión Bajo		Pejibaye	
T (hrs)	HUS (m <sup>3</sup> /s)	T (hrs)	HUS (m <sup>3</sup> /s)	T (hrs)	HUS (m <sup>3</sup> /s)	T (hrs)	HUS (m <sup>3</sup> /s)	T (hrs)	HUS (m <sup>3</sup> /s)	T (hrs)	HUS (m <sup>3</sup> /s)	T (hrs)	HUS (m <sup>3</sup> /s)	T (hrs)	HUS (m <sup>3</sup> /s)	T (hrs)	HUS (m <sup>3</sup> /s)	T (hrs)	HUS (m <sup>3</sup> /s)	T (hrs)	HUS (m <sup>3</sup> /s)	T (hrs)	HUS (m <sup>3</sup> /s)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	4.2	0.9	1.9	0.5	0.9	0.6	0.3	0.5	0.6	0.6	0.9	0.9	2.8	0.6	1.1	0.7	1.7	0.6	0.8	0.7	1.4	0.8	1.5
2.0	17.6	1.7	8.2	1.1	3.9	1.2	1.2	1.1	2.5	1.2	3.9	1.7	11.8	1.2	4.5	1.4	7.1	1.2	3.5	1.3	6.0	1.5	6.3
3.0	46.5	2.6	21.7	1.6	10.3	1.7	3.1	1.6	6.7	1.9	10.3	2.6	31.2	1.8	11.8	2.0	18.7	1.9	9.2	2.0	15.9	2.3	16.6
4.0	42.0	3.5	19.6	2.1	9.3	2.3	2.8	2.2	6.0	2.5	9.3	3.5	28.2	2.4	10.6	2.7	16.9	2.5	8.3	2.7	14.4	3.1	15.0
5.0	33.6	4.3	15.7	2.6	7.4	2.9	2.2	2.7	4.8	3.1	7.5	4.3	22.5	3.0	8.5	3.4	13.5	3.1	6.7	3.4	11.5	3.9	12.0
6.0	26.8	5.2	12.5	3.2	5.9	3.5	1.8	3.3	3.9	3.7	5.9	5.2	18.0	3.6	6.8	4.1	10.8	3.7	5.3	4.0	9.2	4.6	9.6
7.0	21.2	6.0	9.9	3.7	4.7	4.1	1.4	3.8	3.1	4.3	4.7	6.0	14.2	4.2	5.4	4.7	8.5	4.4	4.2	4.7	7.3	5.4	7.6
8.0	14.7	6.9	6.9	4.2	3.2	4.7	1.0	4.4	2.1	4.9	3.3	6.9	9.8	4.9	3.7	5.4	5.9	5.0	2.9	5.4	5.0	6.2	5.2
9.0	10.0	7.8	4.7	4.8	2.2	5.2	0.7	4.9	1.4	5.6	2.2	7.8	6.7	5.5	2.5	6.1	4.0	5.6	2.0	6.0	3.4	7.0	3.6
10.0	6.9	8.6	3.2	5.3	1.5	5.8	0.5	5.5	1.0	6.2	1.5	8.6	4.6	6.1	1.7	6.8	2.8	6.2	1.4	6.7	2.3	7.7	2.5
11.0	4.4	9.5	2.1	5.8	1.0	6.4	0.3	6.0	0.6	6.8	1.0	9.5	3.0	6.7	1.1	7.4	1.8	6.8	0.9	7.4	1.5	8.5	1.6
12.0	2.7	10.4	1.3	6.4	0.6	7.0	0.2	6.6	0.4	7.4	0.6	10.4	1.8	7.3	0.7	8.1	1.1	7.5	0.5	8.1	0.9	9.3	1.0
13.0	1.3	11.2	0.6	6.9	0.3	7.6	0.1	7.1	0.2	8.0	0.3	11.2	0.9	7.9	0.3	8.8	0.5	8.1	0.3	8.7	0.5	10.1	0.5
14.0	0.0	12.1	0.0	7.4	0.0	8.1	0.0	7.7	0.0	8.6	0.0	12.1	0.0	8.5	0.0	9.5	0.0	8.7	0.0	9.4	0.0	10.8	0.0

Fuente: ProDUS con datos del ICE, 2007

#### 4.1.3.2 Caudales máximos

Luego de encontrar los hidrogramas sintéticos se procedió a determinar la magnitud de los caudales para periodos de retorno de 10, 25 y 50 años. Para esta estimación se utilizaron los datos históricos de los boletines hidrológicos del ICE para el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1963-1964 a 1992-1993, además de incluir los datos de caudales de las tormentas producidas por los huracanes César (1996) y Mitch (1998), de las que se tienen los registros para las estaciones fluviográficas Cuesta 98-31-09 y Rivas 98-31-08, propiedad del ICE.

Con los datos de caudal máximo de las estaciones se procedió a realizar un análisis probabilístico, usando una distribución de valor extremo tipo uno o Gumbel. De dicho análisis se llegó a los valores de caudal mostrados en la Tabla 4.1-4.

Tabla 4.1-4. Caudales para diferentes periodos de retorno en las estaciones fluviográficas en la zona de estudio

Periodo de retorno	Caudales máximos instantáneos (m <sup>3</sup> /s)				
	Cristo Rey, La Cuesta	Remolino	Las Juntas	Rivas	Pejibaye
	98-01-02, 98-31-09	98-03-04	98-31-05	98-31-08	98-31-10
10 años	1700.5	1778.3	938.4	338.5	239.3
25 años	2111.9	2207.6	1166.5	417.8	288.1
50 años	2417.0	2526.1	1335.7	476.7	324.3

Fuente: ProDUS con datos del ICE (boletines hidrológicos), 2007

Como puede observarse de la Tabla 4.1-4, los datos de las estaciones Cristo Rey y La Cuesta se tomaron como una sola estación, esto porque la estación de La Cuesta vino a reemplazar a la estación Cristo Rey y ambas cuentan con un área de drenaje similar (830 km<sup>2</sup> para la estación Cristo Rey y 835 km<sup>2</sup> para la estación La Cuesta). También de la misma tabla se observa como las tormentas que se presentan en la zona difícilmente pueden abarcar en su totalidad la cuenca del General. También llama la atención como la cuenca del río Pacuar (estación Las Juntas) tiene el potencial de producir altos caudales, esto tiene su justificación en la forma de la cuenca, que es muy alargada, con pendientes muy fuertes que hacen converger el agua rápidamente a los cauces principales de los ríos que forman parte de la red de drenaje de la cuenca. Además cada una de las subcuencas del río Pacuar muestran las mismas características citadas anteriormente, por lo que la cuenca del río Pacuar se puede considerar en su totalidad como la parte de montaña de la cuenca del río General.

#### 4.1.3.3 Caudales usados en el modelo hidráulico

Utilizando los caudales de la Tabla 4.1-4 y las relaciones de los caudales picos de los hidrogramas unitarios para las cuencas analizadas se procedió a calcular los caudales para los tramos de los ríos usados para los diferentes periodos de retorno. Los caudales correspondientes a cada uno de los tramos se muestran en la Tabla 4.1-5. Para las subcuencas más pequeñas se realizó la asignación de los caudales para los tramos según el área de drenaje de las cuencas.

Debe aclararse que debido a que el modelo hidráulico usado no permite realizar una simulación en flujo no permanente, los caudales seleccionados para ser usados son los

caudales máximos instantáneos de cada uno de los tramos de los ríos que forman parte del estudio.

Tabla 4.1-5. Caudales usados en el modelo hidráulico

Subcuenca	Caudal (m <sup>3</sup> /s)			
	Tramo HEC-RAS	10 años	25 años	50 años
Quebrada Honda (confluencia Pacuar)	3	132	165	190
Jilguerillo (confluencia Quebradas)	13	25	30	40
Quebrada San Rafael (confluencia Quebradas)	14	25	30	40
Quebradas Alto (confluencia Jilguerillo)	15	125	140	160
Quebradas Medio (confluencia Q. San Rafael)	18	150	170	200
Quebradas Bajo (confluencia Pacuar)	19	289	360	410
Pedregoso Alto (confluencia Quebradas)	11	400	500	600
Pedregoso Bajo (confluencia Pacuar)	12	445	550	630
Pacuar Alto (confluencia Pedregoso)	9	440	550	630
Pacuar Medio (confluencia Quebrada Honda)	10	838	990	1150
Pacuar Bajo (confluencia General)	4	938	1166	1336
Chirripo Pacífico (confluencia General)	20	340	420	480
Buenavista (confluencia General)	21	210	260	300
Peñas Blancas (confluencia General)	2	209	260	300
San Pedro (confluencia Unión)	7	111	122	140
Unión Alto (confluencia San Pedro)	1	100	120	130
Unión Bajo (confluencia General)	8	211	242	270
Pejibaye Bajo (confluencia General)	22	239	288	324
Platanar (confluencia Pejibaye)	23	134	161	182
Pejibaye Alto (confluencia Platanar)	24	105	127	143
General Alto 1 (confluencia Peñas Blancas)	5	550	680	775
General Alto 2 (confluencia Pacuar)	6	611	750	855
General Medio (confluencia Unión)	16	1550	1920	2190
General Bajo	17	1761	2162	2460

Fuente: ProDUS con datos del ICE, 2007

#### 4.1.4 Simulaciones Hidráulicas: Modelo hidráulico de la red fluvial

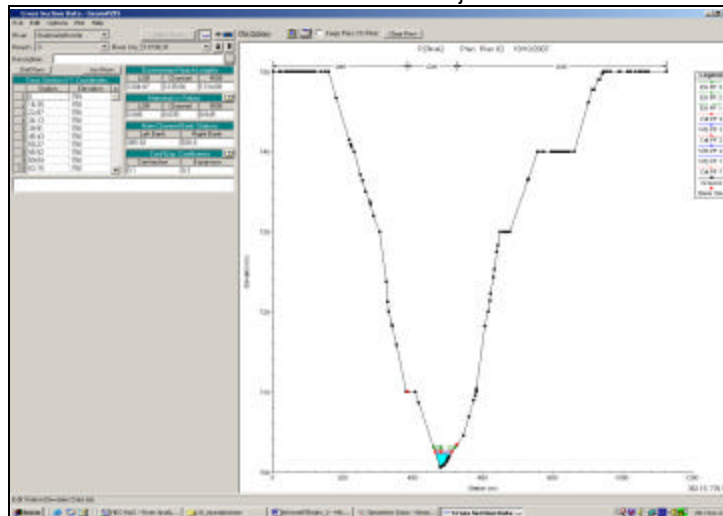
##### 4.1.4.1 Paquete HEC-RAS

HEC-RAS 3.1.1 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) es un paquete de simulación hidráulica que permite modelar los perfiles de flujo en canales naturales tanto condición permanente como en condición no permanente, en condición espacialmente invariante y en una dimensión espacial. Para simular una creciente en un canal natural como un río o una quebrada, se siguen los pasos que se citan a continuación.

*Definición de la geometría en planta de la red fluvial:* se dibuja una vista esquemática del canal o el sistema de canales que se desea modelar, para este paso se utilizó la herramienta HEC-GeoRAS 4.1.1 que permite el intercambio de archivos del sistema de información geográfica ArcGIS® y el paquete hidráulico HEC-RAS.

*Definición de las elevaciones de las secciones transversales:* HEC-GeoRAS permite agregar características a las secciones transversales basadas en la intersección de las líneas que las definen en planta con otras líneas o polígonos que definen otras características geométricas del modelo. Por ejemplo se obtuvo el estacionamiento de las secciones con respecto a las líneas de centro y las márgenes izquierda y derecha. Además se obtuvieron las elevaciones de las secciones con base en un Modelo de Elevación Digital (MED) de tipo TIN obtenido con la herramienta “3D-Analyst” de ArcGIS®, para ello se usaron como base las curvas de nivel cada 10m de las hojas topográficas 1:25000 del Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA), y las curvas cada 20m de las hojas escala 1:50000 (para las zonas donde no estaba disponible la información en escala 1:25000) del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Una vez que se importaron las secciones transversales al modelo geométrico de HEC-RAS, éstas fueron modificadas con el editor de secciones transversales (ventana “Cross Section Data” de HEC-RAS). Más adelante se discuten los cambios realizados en las secciones de manera más detallada. Las secciones usadas en este trabajo pueden ser observadas en el Mapa 4.1-1; así mismo un ejemplo de las secciones finalmente editadas usadas por el programa HEC-RAS se muestra en la Figura 4.1-1.

Figura 4.1-1. Ejemplo de sección transversal usada en el trabajo



Fuente: Programa HEC-RAS

Se debe aclarar que la precisión de la información topográfica de las hojas 1:25000 del CENIGA (curvas de nivel cada 10m) no es adecuada para realizar el análisis hidráulico de este estudio, pues en general las secciones transversales de los cauces no presentan depresiones mayores a 10m y en ocasiones las secciones obtenidas del modelo de elevación no muestran el cañón correspondiente al cauce de los ríos. Para afrontar este inconveniente en algunos tramos se interpolaron curvas de nivel, suponiendo que las secciones de los ríos varían de forma lineal a lo largo sus cauces.

*Tablas de coeficientes de rugosidad:* con HEC-GeoRAS se pueden generar tablas de coeficientes de rugosidad, basadas en polígonos de uso del suelo, sin embargo dada la resolución de la información topográfica con que se cuenta (curvas de nivel cada 10msnm del CENIGA) no se logra obtener un modelo de elevación digital donde se diferencien claramente el cauce principal de la planicie, por lo que se asignaron los valores de la Tabla 4.1-6 a las secciones transversales. Lo anterior no disminuye la precisión del modelo hidráulico, pues la incertidumbre asociada a la determinación del coeficiente de rugosidad mediante el uso del suelo también es relativamente grande.

Tabla 4.1-6. Coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en el modelo hidráulico

Descripción	n de Manning	Secciones en las que se utilizó
Canales naturales limpios y curvos	0.035	Canal principal
Planicies de inundación con hierbas y pequeños matorrales	0.045	Planicies de inundación en las márgenes izquierda y derecha a los lados del canal.

Fuente: Valores sugeridos en el manual de referencia técnica del programa HEC-RAS

Los valores de la Tabla 4.1-6 se utilizaron en las secciones de todos los canales; en realidad, la rugosidad es función del tipo de cubierta y de los diámetros máximos de partícula del lecho del río, el tipo y altura de vegetación en sus márgenes, la profundidad (tirante) del agua en la sección y por tanto del caudal, la pendiente de fondo y la geometría de la sección. El análisis realizado en este informe es aproximado y representativo de “condiciones hidráulicas promedio”, por lo que los resultados del análisis hidráulico fueron usados como base para la delimitación de las manchas de inundación, sin embargo la forma final de las manchas de inundación se debió trazar tomando como base el ancho de las manchas en las secciones en planta analizadas con HEC-RAS y luego se delinearon de forma manual siguiendo la forma de los cauces y tomando en cuenta la posibilidad de flujo lateral en secciones de los ríos con poca capacidad hidráulica. Los detalles respecto a la delineación de las manchas de inundación y los criterios usados para dibujarlas se discuten más adelante.

*Datos de caudal:* en la Tabla 4.1-5 se dieron los caudales pico, para cada uno de los ríos según el periodo de retorno.

*Condiciones de borde:* para obtener los perfiles de flujo permanente (FP) de los tramos analizados se deben indicar las condiciones de borde en los puntos iniciales (aguas arriba) y final (aguas abajo) de cada tramo. En todos los puntos aguas arriba o aguas abajo se definió como condición de borde la profundidad normal para una pendiente promedio estimada del modelo de pendientes calculado con la herramienta “Spatial Analyst” de ArcMap®.

Destacamos la posibilidad de que las condiciones de borde seleccionadas no sean correctas, y la presencia de inconsistencias en las confluencias debido a que las pendientes de fondo de los ríos que a ellas arriban varían entre sí. Sin embargo no se considera que tales situaciones invaliden los resultados del modelo ya que el propósito del análisis es estimar la magnitud de los tirantes hidráulicos de las secciones.

En el Mapa 4.1-1 se muestran las secciones utilizadas en el programa HEC-RAS, y a partir de las cuales se logró definir la zona de inundación. Nótese como las secciones se colocaron de tal forma que pudieran abarcar todas las posibles áreas inundables. La separación de las secciones se realizó según la uniformidad de los cauces, es decir cauces bien definidos y aparentemente rectilíneos podrían cubrirse con pocas secciones transversales; mientras los cauces sinuosos, que entran y salen de pequeños áreas planas, y que subdividen pueden necesitar de más secciones transversales aunque la longitud total del cauce sea menor que para un cauce bien definido.

Entonces, el modelo HEC-RAS realiza un análisis del flujo permanente y por tramos de la red fluvial, para este estudio además en algunos tramos se tomó la sección de algunos ríos en conjunto, esto es como si varios cauces en conjunto fueran uno solo; en específico, este tipo de análisis se llevó a cabo en zona comprendida entre la confluencia de los ríos Buenavista y Rivas hasta la confluencia del río General con el río Pacuar. Lo anterior provoca que los cauces de los ríos empiezan a funcionar como si fueran uno solo y es válido puesto que el modelo HEC-RAS empieza a llenar la sección de los cauces de abajo hacia arriba, funcionando cada cauce por aparte, pero al mismo tiempo como si fueran uno sólo.

#### **4.1.4.2 Resultados de las simulaciones hidráulicas**

##### *Velocidades y tirantes hidráulicos*

Se realizaron tres simulaciones correspondientes a las posibles inundaciones provocadas por los eventos de precipitación que se obtuvieron del análisis hidrológico para los periodos de retorno de 10, 25 y 50 años. Dado que la topografía utilizada para obtener las secciones transversales es poco precisa, no se observan diferencias significativas en los anchos de las manchas de inundación entre los diferentes periodos de retorno, pues las secciones que se obtuvieron al interpolar curvas de nivel no representan de forma fiel y precisa la forma de los cauces. En promedio las diferencias observadas entre las simulaciones para los diferentes periodos de retorno, al incrementar los caudales, corresponden a mayores alturas del flujo de agua y mayores velocidades.

Tal como se ha discutido anteriormente, el nivel de detalle de la topografía utilizada no permite realizar observaciones puntuales en cuanto a la velocidad y tirantes hidráulicos en una sección transversal del río, más bien se usarán los valores de las Tablas 4.1-7 y 4.1-8. Estas tablas muestran el promedio del cambio en el tirante y de la velocidad para cada tramo estudiado, las mismas se estimaron promediando los factores para todas las secciones transversales de los diferentes tramos de los ríos analizados.

En la Tabla 4.1-7 se muestra el aumento de los tirantes de agua de las simulaciones de 25 y 50 años con respecto a la simulación de 10 años. En ella observamos como los cambios en el tirante para la simulación de 25 años varían desde los 3 cm (Río Jilguerillo) hasta los 32 cm (Río General), en general el aumento del tirante ronda los 13 cm. Para la

simulación de 50 años el aumento del nivel de aguas ronda los 26 cm (el doble de la simulación anterior) y varía desde los 9 cm (Río Jilguerillo) hasta los 55 cm (Río General).

Tabla 4.1-7. Aumento del tirante de agua para las simulaciones de 25 y 50 años comparado con la simulación de 10 años, en metros.

Río	25 años	50 años	Río	25 años	50 años
Buenavista	0.09	0.14	Quebrada Honda	0.09	0.32
Chirripo Pacífico	0.20	0.34	Quebradas	0.09	0.29
General Alto	0.11	0.19	Unión Bajo	0.10	0.18
General Bajo	0.32	0.55	Unión Alto	0.06	0.09
Jilguerillo	0.03	0.09	Platanares	0.16	0.27
Pacuar	0.23	0.45	Pejibaye Alto	0.08	0.13
Pedregoso	0.15	0.35	Pejibaye Bajo	0.09	0.17
Penas Blancas	0.15	0.25	Águila	0.24	0.39
Quebrada San Rafael	0.06	0.19			

Fuente: ProDUS, 2007

En la Tabla 4.1-8 se muestran las velocidades de flujo estimadas así como el cambio porcentual con respecto a la simulación de 10 años. Se puede apreciar como el cambio para la simulación de 25 años ronda el 7%, a excepción de los ríos Peñas Blancas (19.7%), Unión Bajo (10.4%), Buenavista (1.3%) y General (2.3%). En el caso de la simulación de 50 años el cambio ronda el 16.1%, el rango de variación del cambio se halla entre el 2.8% (Buenavista) y el 44.9% (Pedregoso). Es importante notar como en el río Unión Bajo, la velocidad de flujo es mayor para la simulación de 10 años en contraste a lo observado en el resto de los tramos analizados, esto denota la necesidad de estudiar con mayor detalle el tramo Unión Bajo. Es por ello que se omitieron los datos del río Unión Bajo para el cálculo del promedio.

De las Tablas 4.1-7 y 4.1-8, se puede observar como no se presentan los valores de tirante en valores absolutos, sino las diferencias relativas; esto es debido a que la incertidumbre asociada al modelo de elevación no hace significativo el asociar un nivel de las aguas para cada uno de los periodos de retorno. En lo que respecta a las velocidades, estas son los valores promedio para las secciones, en realidad la velocidad en las secciones no es constante, varía teniendo por lo general un máximo en el canal principal disminuyendo la velocidad en la llanura de inundación. La disminución de la velocidad en la llanura se debe principalmente a que el tirante es menor y al aumento de rugosidad en la planicie.

El orden de magnitud de las velocidades se puede considerar como alto, usando como parámetro comparativo los valores promedio de velocidad de los tramos analizados. En general, en todos los tramos, las velocidades oscilaron entre valores tan bajos como 0.68 m/s (estacionamiento 25321, río Pacuar) hasta en algunas ocasiones más de 10 m/s (estacionamiento 8449, río Unión Bajo). Por estas variaciones de velocidad es que se seleccionó la velocidad promedio como representativa para cada uno de los ríos analizados.



Tabla 4.1-8. Velocidades promedio y cambio porcentual para las simulaciones de 25 y 50 años con respecto a la simulación de 10 años.

Río	Velocidad (m/s)			Aumento de velocidad	
	10 años	25 años	50 años	De 10 a 25 años	De 10 a 50 años
Buenavista	4.71	4.77	4.84	1.27%	2.77%
Chirripó Pacífico	4.74	5.03	5.22	6.27%	10.31%
General Alto	3.23	3.30	3.42	2.32%	5.86%
General Bajo	5.25	5.53	5.70	5.16%	8.46%
Jilguerillo	1.45	1.54	1.71	6.44%	17.70%
Pacuar	3.39	3.59	3.77	6.10%	11.45%
Pedregoso	3.37	3.52	4.89	4.17%	44.90%
Peñas Blancas	2.33	2.79	3.05	19.70%	31.10%
Quebrada San Rafael	1.31	1.40	1.55	7.19%	18.20%
Quebrada Honda	1.80	1.97	1.95	9.79%	8.83%
Quebradas	3.74	3.94	3.97	5.40%	6.33%
Unión Bajo	3.65	3.20	3.26	-12.48%	-10.71%
Unión Alto	1.76	1.94	2.01	10.36%	14.46%
Platanares	2.37	2.53	2.62	6.62%	10.58%
Pejibaye Alto	2.31	2.46	2.56	6.64%	10.68%
Pejibaye Bajo	1.11	1.20	1.29	8.58%	16.11%
Águila	1.26	1.33	1.38	6.10%	9.81%
Promedio <sup>3</sup>	2.76	2.93	3.12	7.01%	14.22%

Fuente: ProDUS con datos del ICE, 2007

Las magnitudes de las velocidades mostradas en la Tabla 4.1-8 se pueden considerar como altas, si se les compara con los propuestos por el USACE (1996), que proponen que para velocidades mayores a 0.9 m/s el riesgo asociado a un evento de inundación se puede considerar como alto, pues el flujo al contar con velocidades por arriba de este rango puede arrastrar objetos hacia aguas abajo (ramas, troncos, etc.), erosionar los suelos, causar socavación en pilas de puentes y dañar edificaciones; además de los impactos que puedan causar hacia aguas abajo los materiales arrastrados por la inundación. Como se puede observar, los valores de velocidad promedio obtenidos en el estudio son mucho más altos que 0.9 m/s, por lo que se podría decir que en general todas las zonas incluidas en la mancha sufren un riesgo alto a la hora de ser inundadas.

Es importante señalar que los valores de velocidad y tirante indicados por la USACE son para llanuras de inundación, y los valores de velocidad dados por el HEC-RAS son valores promedio para la sección definida como un todo (cauces y zonas de inundación), por lo que no se tiene el valor de la velocidad solamente en la planicie de inundación, dato que es más bajo que el promedio para toda la sección, y contra el cual deberían compararse las velocidades recomendadas por el USACE.

De la comparación de los resultados obtenidos de la simulación hidráulica y las manchas de inundación propuestas por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE), mostrados en el Mapa 4.1-2, se observa como ambas no coinciden exactamente, siendo en algunos de los casos las manchas propuestas más conservadoras que las de la CNE, por ejemplo las manchas cerca de los poblados de

<sup>3</sup> Para el cálculo del promedio se excluyó los datos del Río Unión Bajo.

General viejo y Repunta en el río General o en el río Peñas Blancas. También se observa la coincidencia existente en las manchas sobre todo en el río Pacuar y sus afluentes, lo anterior se debe a las condiciones topográficas de la zona, que por ser muy escarpado, el río posee un cauce profundo y bien definido lo cual hizo más simple en análisis hidráulico de este tramo y por ende se logró una mejor aproximación de la condición real.

Solamente en la parte cercana a la comunidad de Santa Rosa la mancha de la CNE y difiere un poco de la propuesta en esta investigación, siendo más conservadora la medida por la CNE. Lo contrario ocurre en el poblado de Pejibaye, donde la mancha propuesta es mayor a la de la CNE, afectándose dicha comunidad en forma total.

Debido a precisión de la información topográfica usada para desarrollar el trabajo no fue posible determinar las manchas de inundación para los ríos Peje y Blanco, así como para las quebradas Chinchilla y Cajón, esto debido a que ni interpolando las curvas de nivel se formaban los cauces antes mencionados. Debido a esto es que en dichos cauces no se propone la mancha de inundación y solamente aparece la de la CNE.

También del Mapa 4.1-2, se observa como la mancha de inundación del río General y varias quebradas de la zona cercana a los poblados de Daniel Flores, Palmares y Repunta se unen para formar una sola mancha de inundación que posee un ancho variable con un promedio de 1.6 km, siendo ésta, una de las zonas estudiadas en este informe que cuenta con uno de los mayores riesgos de inundación.

Otro poblado que esta dentro de las zonas de inundación es El Hoyón, pues este cae tanto dentro de la zona de la CNE y la propuesta en este estudio, viéndose afectada por la confluencia de los ríos Pedregoso y Quebradas. Así mismo, la mancha de inundación del río Quebradas atraviesa la ciudad de San Isidro, que es la más poblada del cantón de Pérez Zeledón.

#### 4.1.5 Limitaciones

Debido a la extensión de las cuencas y la información meteorológica usada en el estudio no fue posible determinar la distribución típica de las precipitaciones en la zona de estudio, por lo que no se logró encontrar un hietograma hipotético para la zona de estudio.

Al no poder contar con la distribución temporal de las tormentas de la zona, no se lograron determinar los hidrogramas para los diferentes periodos de retorno usados en el estudio. La determinación de los caudales se llevó a cabo por medio de los datos obtenidos en los boletines hidrológicos del ICE, por lo que los mismos son valores de caudales instantáneos máximos.

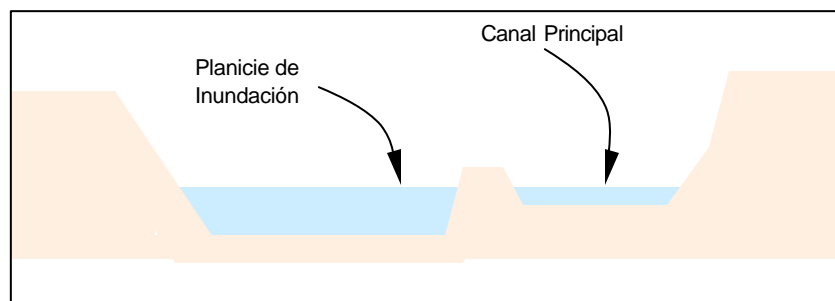
Así mismo, los caudales máximos instantáneos para las cuencas que no se encontraban instrumentadas se realizó por medio de la razón de los caudales máximos de los hidrogramas unitarios sintéticos usados en el estudio y para las cuencas más pequeñas; para las que no se encontró hidrograma unitario sintético, los caudales se distribuyeron por medio de áreas tributarias.

Tal y como se mencionó, la principal limitación es la escala de la información topográfica disponible. Debido a esto no es posible realizar secciones que representen fielmente la estructura de los cauces y sus planicies de inundación. Esta situación se agrava cuando la zona en estudio cuenta con bajas pendientes, pues el distanciamiento entre las curvas de nivel causa que el modelo de elevación no identifique los cursos de agua.

Otra limitación es el no conocer con certeza el cauce principal de los ríos, pues se puede incurrir en el error de asignar valor de rugosidad de planicie a parte de los cauces o viceversa.

Una limitación propia el modelo hidráulico es que este empieza a llenar la sección de abajo hacia arriba sin distinguir si la zona donde está asignando tirante es parte de la planicie de inundación; lo que es igual no llena primero completamente el cauce antes de inundar la planicie que es lo que en realidad sucede. Lo anterior produce secciones como la mostrada en la Figura 4.1-2.

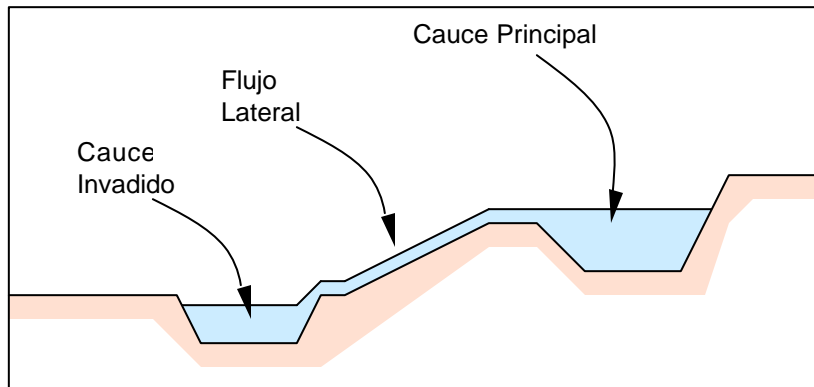
**Figura 4.1-2.** Esquema de calculo de caudales, HEC-RAS.



Fuente: ProDUS

Otra limitación del modelo hidráulico HEC-RAS es que al ser un modelo unidimensional no puede simular el efecto del flujo lateral, aunque por medio de la topografía de la zona de estudio si es se pueden identificar los sectores donde ocurre. El flujo lateral se da al momento de superarse los niveles normales de un río, y la topografía es tal que el movimiento del agua adquiere una componente de velocidad perpendicular a la dirección principal del canal. Este tipo de flujo causa que cauces cercanos sean “invadidos” por aguas de cauces a mayor elevación, Figura 4.1-3.

**Figura 4.1-3.** Esquema del flujo lateral.



Fuente: ProDUS

#### 4.1.6 Conclusiones

Se lograron determinar los hidrogramas sintéticos para las cuencas más grandes del cantón de Pérez Zeledón. Con dichos hidrogramas y un análisis probabilístico se encontraron los caudales máximos instantáneos para las cuencas de los ríos que forman parte de la investigación, así como para las cuencas afluentes de éstas (subcuencas).

Los caudales máximos se muestran en la Tabla 4.1-5, los que se generaron por medio del traslado por área tributaria son los caudales de los ríos Jilguerillo, Quebradas Alto, Quebradas Bajo, San Pedro, Unión Alto, Pejibaye Alto, Platanar y Quebrada San Rafael. Cabe destacar que las áreas de las cuencas para las que se realizó el traslado por área tributaria no superan los 75 km<sup>2</sup>.

Las cuencas de las partes altas del cantón de Pérez Zeledón presentan en general una respuesta rápida, con tiempos de concentración que varían entre 5.3 horas (Pacuar Alto) a 6.1 horas (Chirrido Pacífico), y tiempos al pico de entre 1.6 horas (Quebradas) y 2.6 horas (Pacuar Bajo). Para la cuenca más grande, como lo es la del río General hasta la estación Remolino, tanto el caudal pico, como el tiempo de concentración y al pico aumentan, siendo estos últimos de 12 y 4 horas respectivamente.

En el mapa 4.1-2 se muestra la mancha de inundación calculada para la zona de estudio, la cual se compara contra la mancha de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE). En primera instancia ambas manchas de inundación son consecuentes una con la otra, sin embargo es posible notar como la mancha del CNE señala áreas de inundación aisladas (principalmente en las cuencas de la zona este), mientras que el resultado de la modelación hidráulica muestra que estas áreas son realmente parte de una mancha más amplia.

El siguiente punto importante es la identificación de la subcuenca del Río General como la zona donde la extensión de la mancha de inundación es mayor, particularmente entre los poblados de General Viejo y las Juntas de Pacuar. Esto se debe a que en esta zona el río se subdivide en varios cauces (con el propósito de disipar energía) de poca capacidad hidráulica por lo que se inundan con facilidad. Así mismo, la mancha de inundación afecta la zona de San Isidro, específicamente por el desbordamiento del río Quebradas, situación que debe ser analizada con el objetivo de planear a futuro opciones para la mitigación de los efectos de las inundaciones en dicha zona, que tiene el agravante de ser la más poblada del cantón.

Adicionalmente, se encontró una estrecha relación entre los depósitos de materiales aluviales con las llanuras de inundación del cantón de Pérez Zeledón, lo que implícitamente define desde el punto de vista morfológico a estas zonas como inundables y confirma los resultados expuestos en esta investigación.

#### 4.1.7 Recomendaciones

##### *Hidrológicas*

De ser posible, determinar la distribución temporal de las tormentas (hietograma hipotético) para la zona de estudio, para esto es necesario tomar una mayor cantidad de eventos de precipitación en las estaciones meteorológicas de la zona de estudio con intervalos de tiempo representativos para la magnitud de las cuencas estudiadas. Para la cuenca del río General hasta la estación fluviográfica Remolino se recomienda como máximo tomar la distribución temporal cada dos horas, y para las demás cuencas se recomienda un intervalo de tiempo no mayor a una hora de duración.

Realizar la calibración de los hidrogramas unitarios para las cuencas utilizando los hietogramas hipotéticos anteriormente mencionados, lo anterior para corroborar la validez de los hidrogramas unitarios sintéticos desarrollados para la cuencas el cantón de Pérez Zeledón. La determinación de la forma de los hidrogramas para las diferentes cuencas es importante solamente si se desea a futuro realizar la modelación hidráulica de las inundaciones en la zona de estudio, por lo que las dos recomendaciones anteriores serán de relevancia solamente si se lleva a cabo un estudio de este tipo.

##### *Hidráulicas*

Para obtener mejores resultados en la modelación hidráulica es necesario aplicar las siguientes recomendaciones:

- Obtener topografía más precisa, lo ideal sería obtener curvas de nivel cada 1 ó 2 metros, por lo menos en las cercanías de los cauces, esto para poder definir la sección del cauce principal de forma adecuada.
- Realizar levantamientos de secciones en los tramos más representativos de los cauces estudiados, para al ser usados en conjunto con la topografía más fina generar manchas de inundación más precisas.
- Utilizar de modelos bidimensionales para los tramos donde pueda darse el flujo lateral, o en su defecto zonas de relevancia para planificación territorial en el cantón. En este aspecto se recomienda la utilización del modelo River2d, desarrollado por la Universidad de Alberta en Canadá.

##### *Generales*

En informes futuros, se recomienda estudiar la relación existente entre los materiales aluviales y las manchas de inundación, y de ser necesario incluir como zonas con potencial de inundación donde se encuentren este tipo de suelos aun cuando no se determine por medio de análisis hidráulico o mediciones directas el peligro de inundación.

Finalmente se recomienda utilizar para la zonificación del Plan Regulador de Pérez Zeledón (PRPZ), los resultados de este informe: uniendo la mancha de inundación obtenida para 50 años de periodo de retorno con la indicada por la CNE, previa revisión y aprobación por parte de esta última.

#### 4.1.8 Glosario

**Capacidad hidráulica:** es la capacidad de una sección determinada del cauce, se mide en unidades de volumen por unidad de tiempo.

**Caudal máximo instantáneo o caudal pico:** Es el valor máximo de caudal que registra en un hidrograma.

**Condición de borde o condición de frontera:** son las condiciones de entrada o salida del flujo que se está analizando, debido a las condiciones del flujo en este estudio es necesario introducir al modelo hidráulico tanto las condiciones a la entrada como a la salida.

**Coefficiente de rugosidad:** propiedad de superficies de terreno que cuantifica la fricción entre estos y el agua, lo cual permite cuantificar características de flujo como la velocidad; en este estudio se utilizó el coeficiente de rugosidad “n” de Manning.

**Estación fluviográfica:** estación medidora de caudal.

**Flujo no permanente:** es el tipo de flujo donde el caudal varía en el tiempo, para su análisis es necesario usar la ecuación completa de momentum.

**Flujo permanente:** es el tipo de flujo donde el término  $\partial Q/\partial t$  de la ecuación de momentum se hace igual a cero, o lo que es lo mismo, no existe una variación del caudal con el tiempo.

**Hietograma:** es una representación ya sea gráfica o tabular de la precipitación contra el tiempo.

**Hidrograma:** es una gráfica o tabla que muestra la tasa de flujo (caudal) como una función del tiempo en un lugar dado de la corriente.

**Hidrograma unitario:** es la función respuesta de pulso unitario para un sistema hidrológico lineal, tiene como característica que es un hidrograma formado exclusivamente por el escurrimiento directo resultado de una precipitación que genera una lamina de 1 mm distribuida uniformemente sobre la cuenca. El hidrograma unitario es único para la cuenca y se desarrolla para una cuenca que se encuentre instrumentada.

**Hidrograma sintético:** son los hidrogramas desarrollados para puntos diferentes de las cuencas o para cuencas adyacentes y que no cuenten con instrumentación para poder desarrollar el hidrograma unitario en el punto deseado.

**Sección transversal del río:** es un corte perpendicular del cauce y que debe cumplir con que la distribución de velocidades sea perpendicular al mismo.

**Tiempo al pico:** tiempo transcurrido desde el inicio del hidrograma hasta que se presenta el caudal al pico.

**Tiempo de concentración:** tiempo a partir del cual todos los puntos de la cuenca empiezan a aportar a la escorrentía directa.

**Tiempo de retorno o periodo de retorno:** es el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualen o excedan una magnitud especificada.

**Tirante hidráulico:** altura alcanzada por el flujo de agua desde el punto más bajo de la sección analizada.

**Traslado por área tributaria:** traslado que toma en cuenta solamente la relación entre la magnitud de las áreas de las cuencas.

#### 4.1.9 Bibliografía

Aparicio Mijares, F., "Fundamentos de hidrología", Limusa, México, 1989.

Borbón, G., "Análisis de la producción y transporte de sedimentos en la Cuenca del Río General", Trabajo Final de Graduación, Universidad de Costa Rica, San José 2000.

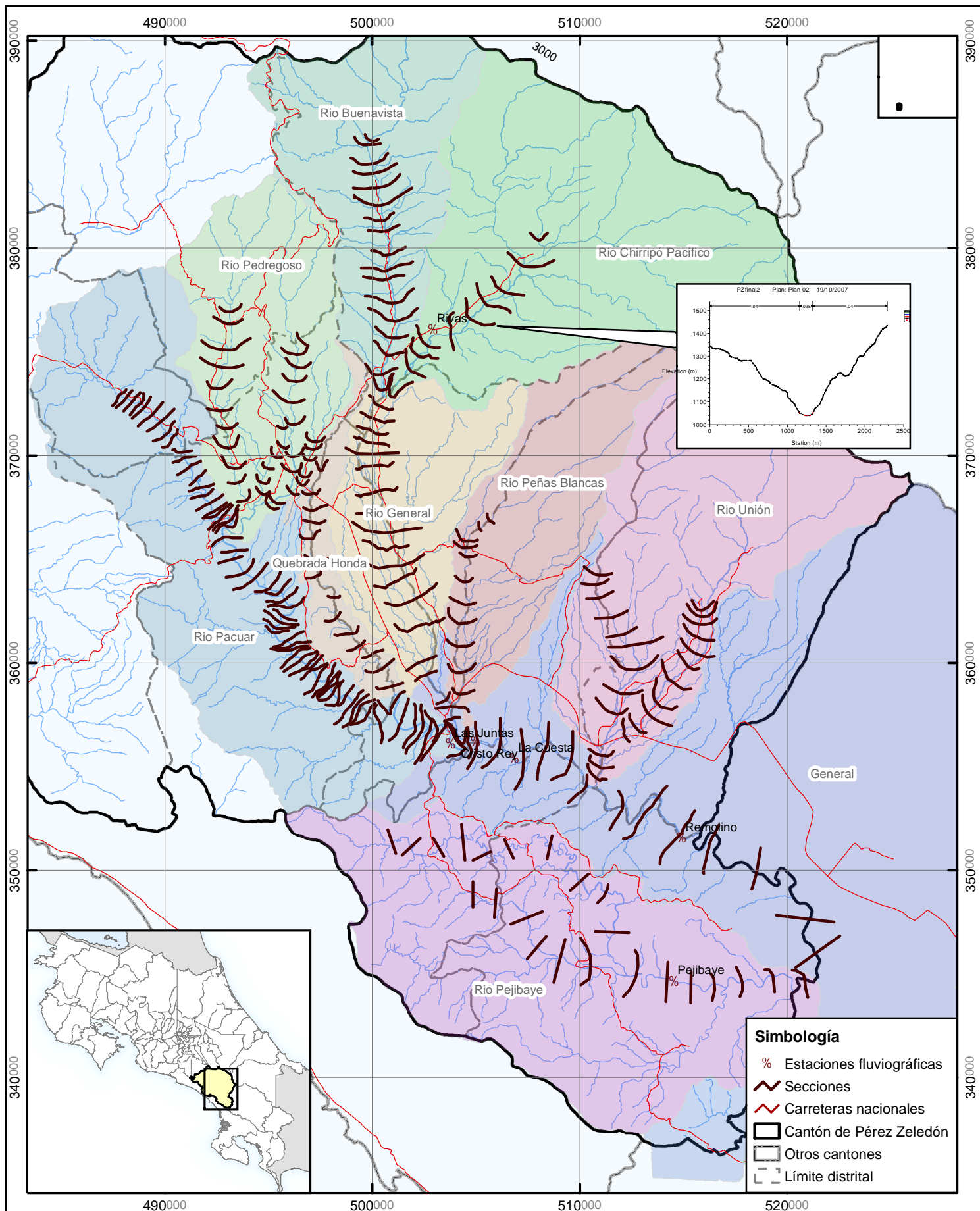
Chow, V. T., Maidment, D. R., Mays L. W., "Hidrología aplicada", McGraw-Hill, Bogota, 1994.

Instituto Costarricense de Electricidad. "Boletín Hidrológico N°1 al N°9 y N°11 al N°21".

Sánchez, G., "Calibración del modelo hidrológico HEC-1 en la cuenca del río Grande de Terraba: simulación del huracán Juana", Departamento de Recursos Hidráulicos, escuela de Ingeniería Civil, UCR, San José, 1990.

USACE, "Engineering and Design Hydrologic Aspects of Flood Warning Preparedness Programs", Washintong, 1996.

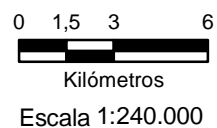


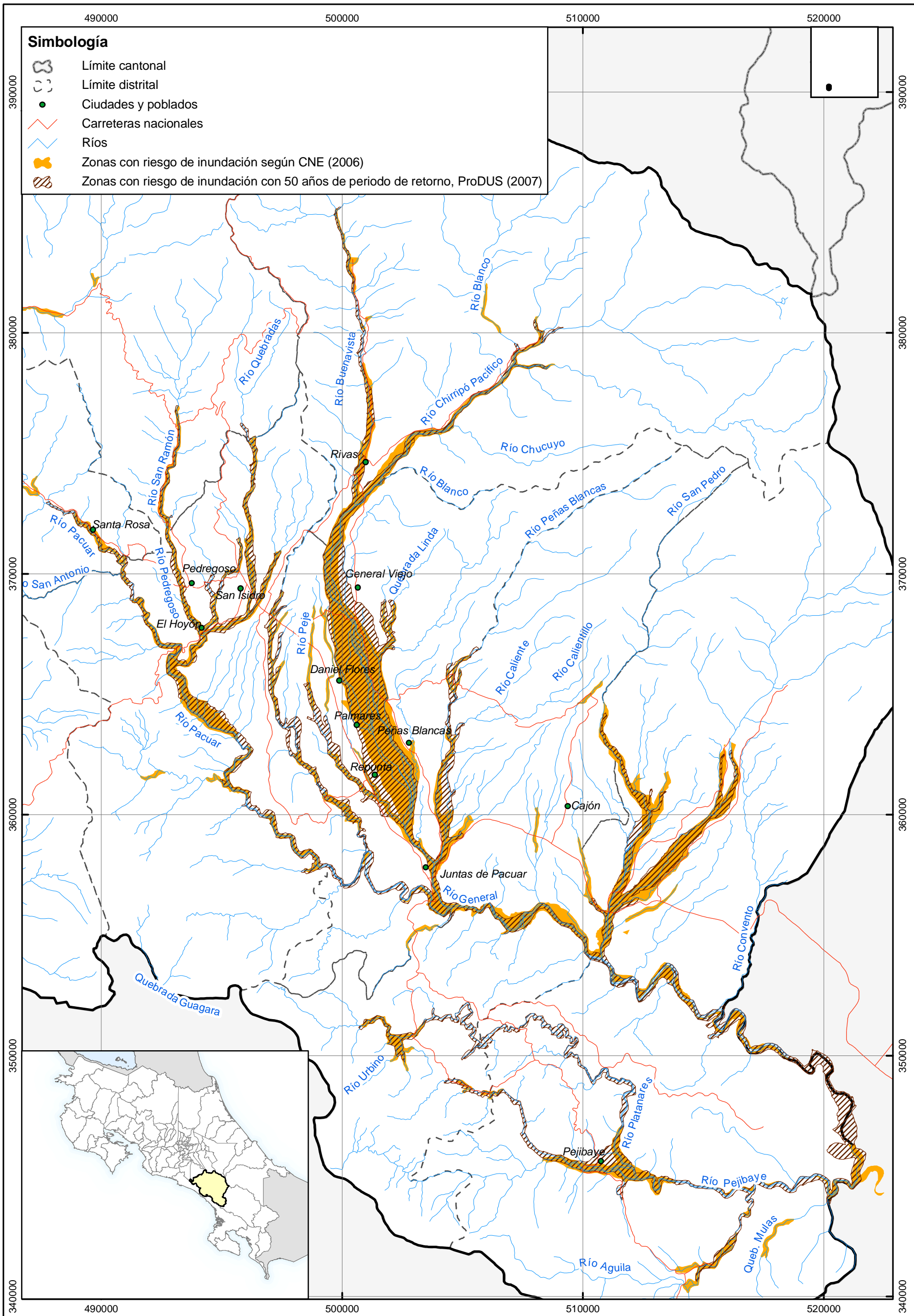


**Mapa 4.1-1 Cuencas y secciones usadas en el modelo hidráulico**


Fuente: CENIGA, Hojas Topográficas 1:25 000.  
IGN, Hojas Topográficas 1:50 000.  
ProDUS, 2007.

Plan Regulador de Pérez Zeledón





**Mapa 4.1-2 Comparación mancha de inundación generada por ProDUS y zonas de inundación según la CNE**

TEMÁTICA	“Amenazas naturales” en el cantón de Pérez Zeledón	PRPZ 4.2	
<p>Objetivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar zonas susceptibles a inundación y deslizamiento.</li> <li>- Determinar la infraestructura y los asentamientos humanos vulnerables.</li> </ul> <p>Entre las principales tareas a realizar están:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descripción de amenazas naturales presentes en el cantón</li> <li>- Determinación de cantidad de viviendas en zonas con riesgo de inundación.</li> <li>- Comparación de dos zonificaciones de riesgos de inundación existentes para el cantón.</li> </ul>			
<p>a. <u>Relevancia para el Plan Regulador</u></p> <p>Un buen ordenamiento territorial ayuda a minimizar los impactos sociales y económicos por la ocurrencia de eventos naturales, tales como inundaciones y deslizamientos (en el caso de sismos, ayuda a reducir las consecuencias de los efectos colaterales, como licuación y deslizamientos). Específicamente, el ordenamiento territorial ayuda a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir las áreas afectadas y la escala de los daños.</li> <li>- Reducir la importancia de los daños respecto a las capacidades económicas locales.</li> <li>- Da mayor confianza en que es posible enfrentar el problema.</li> </ul> <p><i>Inundaciones</i></p> <p>Al igual que la zona sur, Pérez Zeledón es afectado indirectamente por los huracanes que se desarrollan en el mar Caribe, provocando lluvias que pueden alcanzar intensidades muy altas, y consecuentemente inundaciones. Los casos más relevantes han sido Gilbert (1988), Juana (1988), César (1996) y Mitch (1998).</p> <p>Además, la capacidad natural de las cuencas como reguladores de caudales se ha visto disminuida por malas prácticas agropecuarias y la deforestación. Esto ha hecho que los tiempos de concentración disminuyan y los caudales tienden a presentar valores más altos. Las inundaciones han causado daños importantes, sobre todo en los lechos mayores de los Ríos Chirripó Pacífico, Buenavista, General, Quebradas y Pedregoso, debido a los desbordamientos y a la reactivación de los cauces antiguos, invadidos por vivienda, infraestructura y actividades productivas (Chaves, 2001).</p> <p>Los asentamientos humanos han invadido los cauces de los ríos y las llanuras de inundación.</p> <p><i>Deslizamientos</i></p> <p>Los deslizamientos se han presentado en forma frecuente y numerosa, aunque no necesariamente en el sector urbano, pero sí en los bordes de las principales carreteras. (Chaves, 2001). De acuerdo a los resultados parciales del proyecto “Análisis de Riesgo por Deslizamiento en Costa Rica”, publicados por el Colegio de Ingenieros Civiles en su página web (<a href="http://www.civiles.org">www.civiles.org</a>), Pérez Zeledón es el cuarto cantón del país con el mayor número de deslizamientos identificados. Los cantones de Turrialba, Desamparados y San José son los tres que presentan una mayor cantidad de deslizamientos.</p>			

Aunque son raros en los sectores urbanos, sí es común encontrar deslizamientos en los bordes de las principales carreteras. La carretera Interamericana Sur –principal vía de comunicación entre el centro del país y la región Brunca- no escapa a esta problemática. Pese a que la carretera presenta un diseño geométrico aceptable (sin pendientes excesivas ni curvas cerradas), no se contemplaron aspectos geológicos en la realización de cortes, por lo que desde su construcción se ha visto afectada por deslizamientos de tierra y roca en distintos puntos de su trazado. En el cantón de Pérez Zeledón, la CNE señala los kilómetros 110 y 119 como los más problemáticos. Además cita los poblados de Hortensia y Ese, ubicados junto a la carretera.

Además de la carretera Interamericana Sur, la CNE menciona los caminos entre Rivas – Piedra, Rivas – Herradura y La Palma – Barú.

Los deslizamientos pueden ser disparados por eventos sísmicos, tales como el de Pérez Zeledón en 1983 y el de Limón en 1991, por citar algunos que han afectado la zona.

#### b. Inventario de los datos e información recopilada

- Mapas e informes de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE).
- Proyectos de graduación de la Escuela de Ingeniería Civil (EIC) de la Universidad de Costa Rica (UCR). Por ejemplo:
  - o Aguilar, Ileana. Análisis de vulnerabilidad hidrológica de la carretera interamericana, tramo La Georgina-San Isidro de El General, 1997.
  - o Navarro, Elier. Susceptibilidad ante amenazas naturales de la subcuenca del río General, Pérez Zeledón, 2004.
  - o Chavez, Arturo. Necesidades y limitaciones de la infraestructura básica en la ciudad de San Isidro de Pérez Zeledón, 2001
- Plan regulador vigente para el cantón de Pérez Zeledón
- Censo poblacional de Costa Rica del año 2000

#### c. Metodología aplicada

Para localizar e identificar los riesgos presentes en el cantón se utiliza como base el mapa de amenazas naturales de la CNE.

Mediante la utilización de otra bibliografía se completan algunos deslizamientos históricos, aparte de los anotados por la CNE.

En lo que se refiere a inundaciones se compara la zonificación actual realizada por la CNE con la zona restringida establecida por el plan regulador vigente en el cantón, con el fin de encontrar semejanzas y diferencias.

A partir de la información de segmentos censales (Censo , 2000) aportada por el INEC y el uso del suelo del cantón (CARTA, 2005) se logra determinar una cantidad aproximada de casas ubicadas en zonas de riesgo por inundación, así como una densidad de viviendas (también aproximada) en las respectivas zonas.

En lo que se refiere a deslizamientos y sismos se trabajó a partir de bibliografía que recoge datos históricos de fenómenos ocurridos en la zona, y de algunos puntos de riesgo actuales.

#### d. Fuentes de información

- Comité Local y Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE).

- Red Sismológica Nacional (RSN).
- Laboratorio de Ingeniería Sísmica (INII-UCR).
- Proyectos de graduación, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica (UCR)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
- Colegio de Ingenieros Civiles de Costa Rica

e. Observaciones

Para el caso de las inundaciones se compararon dos zonificaciones, una realizada por la Municipalidad conjuntamente con el INVU (1996), y la segunda por la CNE. Es importante señalar que la CNE es el ente con potestad para determinar las zonas con riesgo de inundación y un plan regulador puede determinar los usos del suelo en las zonas de riesgo.

En cuanto a deslizamientos se posee más información en la cuenca del río General que en el resto del cantón, por lo que la identificación de deslizamientos cuenta con esa limitante.

Con el estudio presentado se pretende tener datos aproximados de las viviendas que se encuentran en riesgo de inundación en el cantón.

## 4.2 Amenazas naturales

### 4.2.1 Introducción

Amenaza es la ocurrencia potencial de un evento de origen natural (fenómeno natural) o antrópico, que puede manifestarse en un lugar específico, con severidad y duración determinadas produciendo efectos negativos a las personas, a la infraestructura o al medio ambiente. Las amenazas cuentan con agentes disparadores, que incitan la ocurrencia del fenómeno natural destructor. A través del periodo de retorno de los fenómenos mencionados es que se incluye el factor tiempo en el análisis correspondiente.

Existen dos términos relacionados con las amenazas naturales: vulnerabilidad y susceptibilidad. Vulnerabilidad es el nivel de destrucción que representaría para un elemento, o una serie de elementos, la ocurrencia de un fenómeno natural. La vulnerabilidad incluye aspectos humanos como materiales.

En tanto susceptibilidad se refiere a las condiciones presentes en un área, que propiciarían el aumento de los efectos que puede causar un fenómeno en dicha zona. Para tales efectos no se considera la aparición de un agente disparador dentro de la susceptibilidad de la zona.

Algunos fenómenos naturales que pueden representar una amenaza para una determinada región son: los deslizamientos, las inundaciones y los sismos. A la vez que los sismos, junto a la lluvia, representan un factor que activa los deslizamientos. La incidencia de estos fenómenos se puede ver afectada por la presencia de situaciones naturales o decisiones del ser humano.

“La intervención humana puede aumentar la frecuencia y severidad de los desastres naturales, y además puede originar nuevos eventos desastrosos producto de sus desacertadas actuaciones. Pero no se debe dejar de lado, que también puede mitigar o reducir los efectos, mediante medidas de prevención y mitigación de los desastres.” (Campos, 2000)

Durante las últimas dos décadas, el cantón de Pérez Zeledón ha sido afectado por sismos, inundaciones, deslizamientos, ruptura de terreno y flujos de lodos y detritos.

### 4.2.2 Amenaza por inundación

Las inundaciones pueden definirse como eventos en los cuales se da un aumento del nivel del agua como resultado de lluvias intensas en los cauces de los ríos hasta que eventualmente, su capacidad hidráulica es insuficiente para contener el volumen del fluido y este termina desbordándose, afectando las áreas aledañas e inclusive reactivando viejos cauces.

La influencia de la actividad humana, mediante la alteración del uso del suelo en las cuencas hidrográficas, juega un papel importante en la amenaza por inundación. Actividades tales como la tala de bosques para dedicar la zona a la agricultura o ganadería, así como la urbanización, aumenta el potencial por inundaciones al reducirse la capacidad de intercepción y de infiltración, lo cual también reduce los tiempos de concentración y aumenta los volúmenes de descarga al río. Además, la urbanización en zonas propensas a

inundaciones (debido principalmente a la falta de planificación territorial), no hace sino aumentar el potencial de desastre en la sociedad.

Las avenidas en los ríos Buenavista y General, causadas en 1996 por el huracán César, fueron las mayores avenidas observadas de los últimos 50 años en ambos cauces (Laporte, 1996, en Mora et al., 1998). Por su parte la cuenca del río Chirripó Pacífico fue menos afectada, que la de los ríos anteriores debido a que: (1) existe menos población en las cercanías de la margen del cauce; (2) el lecho del río posee gran capacidad para manejar avenidas extraordinarias; y (3) el uso del suelo existente es en un porcentaje muy alto bosque.

Con respecto al período de retorno de una tormenta como la producida por el huracán César algunos autores como Oreamuno (Navarro, 2004), afirman que es superior a los 100 años, pero Mora et al., 1998, sugiere que tal evento ha sido el mayor en un período de 50 años, lo cual se reafirma con la consulta a algunos pobladores de la zona; éstos últimos recuerdan que para mediados de los años cincuenta se dio un evento similar. Por lo anterior, se sugiere que el periodo de retorno para una tormenta de magnitud semejante se podría estimar en 50 años. Adicionalmente Oreamuno (2000) estima que el tiempo de desfase para la cuenca del río General es de 2 horas, tomando como referencia una modelación de las crecientes provocadas por el huracán Juana. Por tiempo de desfase se entiende la diferencia de tiempo que hay entre el momento que empieza una precipitación y el momento en que se observó el caudal pico en el río.

Las condiciones de la cuenca del río General y Pacuar son muy cambiantes. Para el año 2004 se señala un deterioro de la cuenca con lo que respecta al uso de la tierra, pues la deforestación avanza sin control, existen incorrectas prácticas agrícolas en pendientes fuertes, se nota un incremento en el número de habitantes en la cercanía de las márgenes de los ríos y cauces que pueden ser reactivados por una avenida extraordinaria. Con anterioridad se han detectado problemas tales como: la falta de planificación, opciones para la población y la indiferencia de las autoridades (Mora et al., 1998).

Luego de la avenida producida por el Huracán César en el año 1996, la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) modificó su zonificación de amenazas de riesgo por inundación, incluyendo los nuevos límites alcanzados por el desastre. Además el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU) presentó una zonificación en la cual con base en criterios de pendientes y de zonas afectadas durante el fenómeno, estableció una zonificación para la amenaza de inundación.

Los problemas por inundación se ven agravados debido a la invasión a los cauces de los ríos. Según la ley Forestal, en su artículo 33 del capítulo IV, son declaradas como áreas de protección una franja horizontal de 15 metros para zona rural y de 10 metros en zona urbana, si el terreno es plano, así como una franja horizontal de 50 metros en terreno quebrado. Estas zonas que se deben respetar son declaradas como áreas de protección.

#### **4.2.2.1 Informe técnico de los efectos del huracán César**

El huracán César se produjo en el año 1996 en el océano Atlántico, siendo el tercero de la temporada. El huracán se formó cerca de las costas africanas como una onda tropical que para la mañana del día 27 de julio se convirtió en huracán, con vientos de alrededor de 130 km/hr. Al finalizar el día el huracán ingresó a Centro América por territorio nicaragüense. En Costa Rica su efecto se combinó con el efecto orográfico de la Cordillera de Talamanca, y

originó precipitaciones en la cuenca del río Grande de Térraba de tal magnitud que en apenas 2 días había alcanzado la precipitación que cae normalmente en algunas zonas, durante el mes de julio.

Debido a la saturación causada por lluvias en los días previos se originaron crecidas en los ríos, los cuales al acarrear gran cantidad de material formaban presas en las estructuras como los puentes. Esto provocó mayores inundaciones en los terrenos aledaños, causando grandes pérdidas económicas, tanto por la infraestructura dañada como por los cultivos destruidos.

Luego de sucedido el evento se realizó una valoración socioeconómica, por parte de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) junto con una serie de oficinas, del impacto causado por el huracán César. El objetivo de esta valoración era conocer por orden de magnitud los daños ocasionados por el desastre, para a partir del informe, planificar la reconstrucción y rehabilitación de la zona.

Se menciona que la población afectada rondó el medio millón de personas. Estas personas perdieron sus casas y pertenencias. Se perdieron obras de infraestructura económica y social, así como una gran cantidad de cultivos. Se estima que el 20% del territorio se vio afectado por desastres generados a partir del Huracán. Alrededor de 4560 personas se quedaron sin hogar, y se reportó un total de 39 fallecidos. Otros 1500 habitantes estuvieron aislados dados los daños en la infraestructura vial, servicios de agua, electricidad y telecomunicaciones.

El daño total fue estimado en 151 millones de dólares (calculado al tipo de cambio de ese momento de 208 colones por dólar). El total estimado se desglosa en 83 millones de daños directos y 68 millones de daños indirectos. La tabla 4.2-1 muestra el concepto de costos estimado, mientras la tabla 4.2-2 señala la distribución del daño total por sectores.

*Tabla 4.2-1. Concepto de costo para el país a causa del huracán César*

<b>Concepto</b>	<b>Porcentajes %</b>
Daño o destrucción del acervo de capital	52
Aumento en costos de operación	19
Costo futuro de reubicación	18
Pérdidas de producción	10

Fuente: AyA, 1996

*Tabla 4.2-2. Distribución del daño total por sectores*

<b>Sector</b>	<b>Porcentajes %</b>
Infraestructura física o económica	64
Infraestructura social	23
Sectores productivos y de servicio	13

Fuente: AyA, 1996



Diversas comunidades se vieron afectadas debido a este huracán (ver mapa 4.2-1). Entre las comunidades afectadas, según la CNE, se encuentran:

- Sector de La Palma

Se presentó el daño en el puente La Palma, debido al socavamiento en las bases del puente y al desbordamiento del río Pacuar. También causó la destrucción de varias viviendas.

- Sector El Hoyón

Los principales daños se dieron en las cercanías del Centro Educativo El Hoyón, lo que provocó la propuesta de la reubicación de la escuela. Los dos lugares propuestos para el traslado del centro educativo fueron:

- Finca propiedad de Trino Picado, Calle Pedregoso.
- Finca propiedad de Ana Agüero.

- Sector Santa Cecilia

En la margen derecha del río San Isidro, en el sector de Santa Cecilia, se produjo una fuerte erosión donde tanto viviendas como puentes fueron seriamente afectados

- Sector de Rivas

La comunidad de Rivas, así como el cercano barrio Pueblo Nuevo, fueron víctimas de las inundaciones ocasionadas por la alta precipitación durante el huracán César. Los daños principalmente se presentaron debido a que muchas viviendas se levantaron en antiguos rellenos de cauces, los cuales se reactivaron con el huracán.

- Sector La Hermosa del General

De acuerdo con los registros históricos disponibles, los daños más graves por inundación generados por el desbordamiento del río General en el sector de La Hermosa del General ocurrieron entre el 12 y 14 de octubre de 1955. El huracán César provocó nuevamente el desbordamiento del río General, lo que repercutió en la destrucción de las viviendas ubicadas en la comunidad de La Hermosa.

- Sector Urbanización El Colegio de Pejibaye

El barrio El Colegio de Pejibaye, ubicado en la margen derecha del río Platanares fue destruido por el desbordamiento del río Platanares.

- Localidad de San Rafael de Platanares

Se dio el encañonamiento de las aguas en cauces angostos debido a la topografía irregular, saturación de suelos y altos índices de escurrimiento causados por la deforestación presente. Las pocas áreas planas cercanas al cauce resultaron inundadas, depositando en ellas lodos y troncos.

- Sector El Brujo de Savegre

Localizado en una zona plana con alta influencia fluvial. El pueblo fue arrasado por los efectos del huracán César en julio de 1996.

- Sector Barú

El sector de Barú se caracteriza por presentar una topografía plana y de influencia fluvial. De modo que el huracán afectó la zona causando desbordamientos, principalmente a lo largo del margen derecho del Río Barú, donde varias viviendas fueron afectadas.

**Fotografía 4.2-1.** Zonas de inundación en el poblado de Rivas



Fuente: ProDUS, julio 2007

**Fotografía 4.2-2.** Casa ubicada en zona de inundación, sector de Pueblo Nuevo



Fuente: ProDUS, julio 2007

#### **4.2.2.2 Zonificación según la CNE**

La CNE ha clasificado las zonas de inundación según sitios donde históricamente se han presentado problemas de este tipo. Mas específicamente, en el cantón de Pérez Zeledón estas zonas están delimitadas por los efectos producidos en el huracán César, en 1996.

En el mapa 4.2-2 se puede ver como la zonificación va cambiando con el paso del tiempo. Para efectos del presente documento se utiliza la zonificación del año 2006, actualización mas reciente del mapa de amenazas de la CNE.

Según se puede observar en el mapa 4.2-1 de inundaciones según la CNE existen 18 poblados dentro de zonas clasificadas como regiones con posibles problemas de inundación. Los poblados son Bolivia, Bonitas, Buenavista, Daniel Flores, El Hoyón, Hermosa, Ingenio, Mercedes, Palma, Palmares, Rivas, Rosario, San Lorenzo, San Ramón Norte, San Ramón Sur, Santa Eduvigis y Santa Rosa. El cantón de Pérez Zeledón se encuentra dividido en 11 distritos (ver mapa 4.2-3), de los cuales 8 presentan al menos un poblado dentro de las zonas de inundación delimitadas por la CNE. El distrito de San Isidro presenta 4 poblados dentro de zonas de inundación.

Las zonas de inundación se encuentran presentes en 6 cuencas principales distintas (ver mapa 2.1-1). Las mismas son las del río Barú, río General, río Higuerón, río Pacuar, río Savegre y río Uvita. De las cuales la del río General es la que presenta más problemas. Estos ríos se encuentran subdivididos en muchas subcuencas, principalmente el río General. Otros ríos que presentan amenazas de inundación para el cantón son el río Pedregoso y el río Quebradas, ubicados ambos al noroeste de San Isidro.

Con respecto a la zonificación realizada por la CNE, se hizo un cálculo aproximado de las densidades de vivienda en los segmentos censales afectados. Para determinarlas, se le asignó a la mancha urbana localizada en cada uno, el número de viviendas indicado en el censo para ese segmento exceptuando las definidas como rural disperso. Se obtiene así una densidad de viviendas por hectárea, "uniforme" para la mancha urbana considerada en el segmento. Para el cálculo de la cantidad de viviendas en riesgo se determinó utilizando el porcentaje de la mancha urbana dentro de la zona de inundación con la densidad obtenida, asumiendo que es uniforme.

El calculo de densidades presenta algunas limitaciones: la información de viviendas es del censo del año 2000 (por lo que los datos pueden haber variado), el uso del suelo es del año 2005 y tiene limitaciones en el detalle de las manchas urbanas pues fue obtenido de imágenes multiespectrales, y por último, se asume que las densidades son uniformes. Aún así, los valores obtenidos dan una idea para cuantificar el problema.

**Fotografía 4.2-3.** Río General



Fuente: ProDUS, julio 2007

**Fotografía 4.2-4.** Ríos paralelos al río General, que durante las inundaciones se unen al Río General.



Fuente: ProDUS, julio 2007

Analizando los datos (ver mapas 4.2-4 y 4.2-5) se obtuvieron los siguientes resultados:

- a) En San Isidro se muestran 3 zonas bien definidas con viviendas en zonas de inundación: al norte de San Isidro, abarcando poblados como Boston, Morazán y Valverde, entre otros; al oeste de San Isidro, desde UNESCO hasta Santa Cecilia, incluyendo El Posito, entre algunos otros; y al sur de San Isidro, entre Barrantes y El Hoyón.

- b) Adicionalmente encontramos cinco zonas dispersas en el cantón, las cuales son el poblado de Rivas, el poblado de Peñas Blancas, el poblado de Ángeles, en las márgenes de la Quebrada Bonita y en el poblado de Pejibaye.
- c) En las zonas al sur y al este de San Isidro es donde se presentan los segmentos con mayores densidades, esto debido a que son segmentos con muchas viviendas en áreas relativamente pequeñas en su mayoría.
- d) En la zona al sur de San Isidro se encuentra el segmento que presenta la mayor cantidad de casas, el poblado de Hoyón, con 83 casas; sin embargo este poblado tiene densidad baja dada su gran área. Esta situación se presenta también en los poblados de Peñas Blancas y Ángeles principalmente, donde se encuentran muchas casas en un área grande, lo que hace que la densidad sea baja.
- e) Durante el proceso de cálculo de densidades se eliminó un segmento censal que presentaba un valor muy alto, resultado de un área de uso de suelo urbano muy pequeño dentro del segmento. Este problema se debe al desarrollo lineal que presenta el poblado de Rivas (alrededor de una sola vía principal), que al generar el uso del suelo con las imágenes multiespectrales (Ver sección 5.2) no es posible definir la totalidad de la mancha urbana en el segmento.
- f) En la tabla 4.2-3 se presenta la distribución por distrito del número de casas afectadas, así como la densidad del segmento censal presente, y el poblado más cercano a cada uno de los segmentos presentados. De la tabla 4.2-4 se observa que: la mayor cantidad de casas afectadas se presenta en el distrito de San Isidro, donde 1063 casas se encuentran en riesgo, el total de viviendas en riesgo por inundación en el cantón de Pérez Zeledón es de 2013, y el distrito de Pejibaye es el que se ve menos afectado.
- g) En la zona este de San Isidro es donde más casas se encuentran en peligro por inundación, con un total de 611, seguido de la zona de Quebrada Bonita con 347 viviendas y tercero, la zona de Ángeles con 345 casas.
- h) Las zonas con menor cantidad de casas en zonas de riesgo por inundación son Pejibaye con 70, en los alrededores de Peñas Blancas se observan 121 casas y el poblado de Rivas con 163 viviendas.
- i) Al sur de San Isidro se encuentran 217 casas, y al norte de San Isidro se encuentran 251 casas ubicadas en zonas con riesgo de inundación según la CNE.

**Fotografía 4.2-5.** A orillas del río Quebradas, en Gravilias, el agua ha llegado hasta las casas ubicadas en el costado oeste de la calle, lado izquierdo según la foto.



Fuente: ProDUS, 2007

**Fotografía 4.2-6.** Construcción en zona de protección y zona de inundación del río Quebradas



Fuente: ProDUS, 2007

Tabla 4.2-3. Cantidad de casas afectadas por distrito

Distrito	Numero de casa
Daniel Flores	434
General	283
Pejibaye	70
Rivas	163
San Isidro	1063
<b>Total</b>	<b>2013</b>

Fuente: INEC, 2000; ProDUS, 2007.

Tabla 4.2-4. Estimación del número de casas y densidad por segmento censal en el cantón de Pérez Zeledón con base a datos del censo del año 2000

Distrito	Poblado Cercano	Segmento Censal	Número de casas	Densidad (viv/Ha)	Distrito	Poblado Cercano	Segmento Censal	Número de casas	Densidad (viv/Ha)
Daniel Flores	Ángeles	11903041	13	18,4	San Isidro	El Hoyón	11901104	83	7,7
		11903042	58	10,2		El Posito	11901040	1	5,6
		11903043	1	58,6			11901041	12	5,8
		11903048	1	7,2			11901044	20	29,8
		11903051	27	18,2			11901046	55	13,9
	11903006	53	32,8	11901063			15	14,3	
	Chiles	11903006	53	32,8		Morazán	11901004	3	10,5
	Lourdes	11903044	30	12,8			11901005	14	5,7
	Sagrada Familia	11903001	52	18,6		11901006	13	7,6	
		11903014	15	20,3		Prado	11901016	18	12,8
		11903015	33	19,9			11901017	10	4,2
		11903016	36	20,4			11901023	11	12,8
	Villa Ligia	11903003	2	10,6		11901024	1	5,8	
		11903011	17	11,5		Sagrada Familia	11901086	26	15,5
		11903012	55	9,7			11901089	4	17,4
		11903013	4	19,3			11901100	14	20,0
		11903017	26	16,0			11903002	52	17,4
	11903018	11	4,5	San Andrés		11901019	52	14,9	
General	Hermosa	11902017	65		23,9	11901022	45	11,7	
	Marsella	11902009	97		101,9	11901042	18	12,5	
	Peñas Blancas	11902020	21	12,2	San Vicente	11901011	7	21,3	
		11902023	40	6,6		11901030	1	17,3	
11902024	60	6,2	11901031	3	34,7				
Pejibaye	Pejibaye	11907001	1	5,5	Santa Cecilia	11901047	19	7,8	
	11907002	8	8,6	11901060		11	4,0		
	11907003	61	19,9	11901061		59	14,3		
Rivas	Guadalupe	11904041	8	16,7					

Tabla 4.2-3. Número de casas y densidad por segmento censal en el cantón de Pérez Zeledón (continuación)

Distrito	Poblado cercano	Segmento Censal	Número de casas	Densidad (viv/Ha)	Distrito	Poblado cercano	Segmento Censal	Número de casas	Densidad (viv/Ha)
San Isidro	Boston	11901009	11	4,6	San Isidro	Y Griega	11901071	1	27,7
		11901013	17	26,0			11901072	1	9,0
		11901014	22	23,6			11901073	1	11,6
	11901103	58	66,0	11901083			14	13,8	
	Pueblo Nuevo	11904031	47	59,2			11901062	8	19,0
	Rivas	11904001	29	8,4			11901075	26	16,8
		11904002	28	6,3			11901076	62	32,6
		11904045	10	29,3		Tormenta	11901012	48	17,6
		11904046	29	12,5		UNESCO	11901007	25	8,5
		11904048	12	143			11901008	38	13,1
	Barrantes	11901055	14	8,6			11901018	9	5,4
		11901056	59	5,0		Y Griega	11901066	33	5,7
		11901057	3	8,1			11901067	46	12,1

Fuente: INEC, 2000; ProDUS, 2007.

#### 4.2.2.3 Zonificación según la Municipalidad y el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU)

Con la situación que se presentó en el año 1996, los daños causados por el huracán César, la municipalidad se planteó generar un primer plan regulador. El documento fue preparado en la Dirección de Urbanismo del INVU.

Entre los análisis se realizó la zonificación respecto al riesgo presente en el cantón. En la zonificación realizada se clasificaron según dos aspectos: la amenaza de inundación y deslizamientos que presenta la zona y un radio alrededor de algunos poblados, en apariencia los más afectados.

En el caso de la zonificación se dividió en tres clasificaciones: zonas de bajo riesgo, zonas de mediano riesgo y zonas de alto riesgo. Este estudio abarca la zona central del cantón, donde se pueden encontrar los poblados San Isidro y General Viejo. En el mapa 4.2-3 de zonas de inundación según el Plan Regulador de 1998 elaborado por el INVU, se puede observar un detalle de la zona clasificada, además de zonas con peligro de inundación para ciertos poblados. Estas zonas no parecen responder a ningún criterio técnico, dado que al ser comparados con la clasificación según amenaza de inundación existen sectores de los círculos dibujados alrededor de los poblados que se encuentran clasificados como zonas de baja amenaza de inundación, e incluso más lejos de la zona peligrosa. Además los poblados delimitados por estos círculos no abarcan la totalidad de poblados contemplados en este plan regulador, ni tampoco la totalidad de poblados denominados como centros poblados menores.



Las zonas de alto riesgo de inundación se definen como áreas propensas a sufrir inundaciones debido a las crecidas de los cauces. Las zonas de mediano riesgo son áreas propensas a sufrir inundaciones causadas por eventos climáticos de gran envergadura. Las zonas de bajo riesgo son aquellas donde el desarrollo urbano es ilimitado.

Según esta otra clasificación, se encuentran en peligro de inundación los poblados de Rivas, General Viejo, Daniel Flores, Hermosa, Palmares, Repunta, Quizarrá, Juntas de Pacuar, San Isidro, San Rafael, INVU, Santa Cecilia, Tanque, El Hoyón y La Palma, entre muchos, siendo los mencionados algunos de los más grandes. Estos poblados se muestran ubicados en el mapa 4.2-3.

#### **4.2.2.4 Comparación de ambas zonificaciones**

En el mapa comparativo entre la zonificación realizada por el plan regulador actual del cantón de Pérez Zeledón y la de la CNE del 2006 se pueden notar diferencias entre ambas. La más notable quizás es el hecho que la CNE toma en consideración la totalidad del cantón, lo cual puede observarse claramente en el mapa 4.2-1, mientras el plan regulador actual se limita a la parte central del cantón, cercano a los poblados de General Viejo y San Isidro.

Al observar el mapa 4.2-5 se notan las diferencias existentes entre ambas zonificaciones. Se puede ver que no todas las zonas denominadas como de alto o mediano riesgo por el plan regulador vigente han sufrido inundaciones en algún momento. Sin embargo también se encuentran casos de zonas de inundación, según la CNE, que se encuentran definidas como zonas de bajo riesgo de inundación según el plan regulador actual.

En cuanto a las zonas marcadas alrededor de los poblados se encuentran sin coincidir con la zonificación, ya sea de parte del propio plan regulador, o con las zonas especificadas por la CNE. Por tanto, estas zonas son una medida conservadora probablemente.

Existen algunos poblados que varían en cuanto a su amenaza según el punto de vista de la CNE o según el plan regulador vigente, tales como: Rivas y Santa Rosa incluidos por la CNE, no así por el plan regulador vigente; y General Viejo, Juntas de Pacuar y Repunta no incluidos por la CNE pero tomados en cuenta en el plan regulador actual.

Es importante anotar que la determinación de zonas de riesgo de inundación, o cualquier otra amenaza natural, es realizada por la CNE. Al tener delimitadas las zonas de riesgo por amenaza natural se puede proceder a realizar una zonificación para el uso de suelo permitido.

Tabla 4.2-5. Comparación entre la zonificación según la CNE y la zonificación según el plan regulador vigente

	Zonificación según CNE	Zonificación según INVU y Municipalidad
Zona de influencia	Todo el cantón	Ciudad de San Isidro y alrededores
Clasificación	Única	Zonas de bajo riesgo, zonas de mediano riesgo, zonas de alto riesgo Área circular alrededor de ciertos poblados
Parámetros utilizados para delimitar áreas	Zonas que han presentado problemas de inundación	Zonas inundadas y topografía del terreno
Poblados con riesgo de inundación por distrito	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Cajón</i>: Mercedes</li> <li>- <i>Daniel Flores</i>: Bajos de Pacuar, Daniel Flores, Palmares</li> <li>- <i>General Viejo</i>: Hermosa, Ingenio</li> <li>- <i>Páramo</i>: San Ramón Norte, San Ramón Sur, Santa Eduvigis</li> <li>- <i>Platanares</i>: Bolivia, Bonitas</li> <li>- <i>Río Nuevo</i>: Santa Rosa</li> <li>- <i>Rivas</i>: Buenavista, Rivas</li> <li>- <i>San Isidro del General</i>: El Hoyón, La Palma, Rosario, San Lorenzo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Cajón</i>: Quizarrá</li> <li>- <i>Daniel Flores</i>: Bajos de Pacuar, Daniel Flores, Juntas de Pacuar, Lourdes, Palmares, Pinar del Río, Repunta, Trocha</li> <li>- <i>General Viejo</i>: Carmen, General Viejo, Hermosa</li> <li>- <i>San Isidro</i>: 12 de marzo, Barrantes, El Hoyón, El Posito, INVU, La Palma, Morazán, Prado, Rosario, San Isidro, San Rafael, Tanque, UNESCO</li> </ul>

Fuente: Mapa de amenazas naturales CNE, 2006; Plan regulador vigente de la Municipalidad de Pérez Zeledón, 1998

### 4.2.3 Amenaza por Deslizamiento

Los deslizamientos pueden definirse como desplazamientos, provocados por falla por cortante del terreno, a lo largo de una o varias superficies. Existen dos factores que pueden disparar los deslizamientos: lluvias y sismos. La susceptibilidad a los deslizamientos causados por sismo aumenta con lo escarpado del terreno, mientras que los deslizamientos causados por lluvia afectan preferentemente topografías de pendientes moderadas con altas tasas de infiltración.

Existen distintos tipos de deslizamientos: desprendimiento de rocas, avalanchas, derrumbes, flujos y desplazamientos laterales.

El desprendimiento de rocas se da en los acantilados, donde se presenta la caída libre de bloques de roca, los cuales forman una pendiente al pie del acantilado, generando una nueva amenaza. El área afectada por este fenómeno de desprendimiento de rocas es pequeña comparado con la zona de influencia de los otros dos fenómenos. Los derrumbes y avalanchas son desplazamientos de material provocados por fallas de cortante en el terreno. Mientras los flujos y las dispersiones laterales ocurren en zonas con material reciente no consolidado. Con excepción de los desprendimientos de roca, la mayoría de los deslizamientos abarcan zonas de impacto extensas.

La topografía, el clima y la geología típica de cada región son factores que determinan la amenaza que representa este tipo de eventos.

Al ver el mapa de amenazas naturales en el cantón (mapa 4.2-7) se puede observar que la totalidad de los deslizamientos observados por la CNE se encuentran hacia el norte de San Isidro, la cabecera del cantón. Todos los deslizamientos se encuentran dentro de la cuenca del río General, donde se localizan los poblados de San Isidro, General Viejo y Rivas, entre otros. La subcuenca del río Buenavista es la que cuenta con una mayor cantidad de deslizamientos en su área, pero también las subcuencas del río Chirripó Pacífico, río Pedregoso y río General presenta deslizamientos.

Con la influencia del huracán César en 1996 se activaron algunos deslizamientos, produciendo daños en ciertas regiones. Entre estas se pueden mencionar los casos del sector Mollejones – Pejibaye, el deslizamiento de Zapotal de San Pedro y el sector de Valencia – Páramo.

Como se mencionó anteriormente, uno de los factores que disparan los deslizamientos son los sismos. Muchos de los deslizamientos encontrados en el cantón fueron activados por el temblor de Buenavista de Pérez Zeledón en el año 1983 (ver sección 4.2.4.2).

- Sector Mollejones – Pejibaye

Se presentaron pequeños deslizamientos, disparados por el terreno saturado y la alta precipitación. Los deslizamientos y los flujos de lodo provocaron problemas diversos en la carretera y en varias viviendas

- Zapotal de San Pedro

El deslizamiento se ubica en el distrito de San Pedro, en la localidad de Zapotal. La zona es drenada por la Quebrada Mollejones. “Las dimensiones (del deslizamiento) son de una longitud de aproximadamente 2 km y un ancho promedio de 200 metros, inclusive a unos 200 metros antes de la confluencia de la quebrada Mollejones con el Río San Rafael...” (Madrigal, 1996 en Navarro, 2004). El deslizamiento afectó varias viviendas, caminos y tuberías del acueducto, además de fuertes agrietamientos al terreno.

- Sector de Valencia – Páramo

Presenta un deslizamiento traslacional. Afectó un área aproximada de 2 ha, ocupadas por un cafetal y varias viviendas. El deslizamiento fue provocado por la topografía presente en el lugar (empinada con fuertes pendientes), el tipo de material encontrado (coluvios y areniscas de poca resistencia) y la saturación del suelo provocada por las fuertes lluvias.

En la tabla 4.2-6 se presenta un resumen de deslizamientos más importantes que se han presentado en el cantón de Pérez Zeledón, según un estudio realizado por el geólogo Julio Madrigal Mora para la CNE en el año 1998. En la tabla se describen algunas características de cada uno de estos deslizamientos, ver mapa 4.2-7 para observar la ubicación de estos fenómenos.

Muchos de estos deslizamientos se encuentran ubicados a las orillas de algunos de los caminos más importantes presentes en el cantón. Algunas de estas vías afectadas son la Interamericana Sur (ruta 2), la ruta entre Rivas y el poblado de Piedra (ruta 323), la calle entre Rivas y Herradura (ruta 242), así como el camino entre La Palma y Barú (ruta 243).

Al ver el mapa 4.2-7 se nota que las calles mencionadas se encuentran rodeadas de una serie de deslizamientos, entre ellos algunos históricos de los mencionados en la tabla 4.2-6, como es el caso del de Tuis en la ruta entre Barú y La Palma.

En el caso de la Interamericana Sur se puede mencionar que el tramo entre Villa Mills y División es el más crítico, principalmente en la cuenca de la Quebrada Macho Mora. Conforme se avanza hacia el sur los deslizamientos se ven reducidos debido a la disminución de las pendientes presentes, sin embargo hay dos pueblos que se han visto afectados por deslizamientos, como es el caso de Hortensia.

En el mapa 4.2-7 también se muestran una serie de deslizamientos ubicados por el Colegio de Ingenieros Civiles, en un estudio realizado por el ente en octubre del 2005, denominado "Análisis de Riesgos por Deslizamientos en Costa Rica".

Tabla 4.2-6. Resumen de deslizamientos importantes en el cantón de Pérez Zeledón (ver mapa 4.2-7)

Nombre del deslizamiento	Ubicación Geográfica	Tipo de deslizamiento	Tipo de material	Área (Ha)	Antecedentes	Daños
Monterrey	(505.2E-375.3N)	Rotacional – Traslacional.  Flujo de lodo	Coluvios	18	-1978-1980, por efecto de un temporal, se reactivó.  - julio 1983: terremoto de División, se originaron agrietamientos  - agosto 1996: huracán César, se reactivó	Viviendas, templo bautista, poste de alumbrado público
San Miguel de Pejibaye	(506.5E-347.5N)	Tendencia a rotacional	Coluvios arrastrados hacia la Quebrada Bolivia	IND	Compuesto de dos coronas que retroceden con rapidez	Daños en fincas y camino
Tuis	(491.7E-366.8N)	Rotacional, dirección del movimiento es al NE	Coluvio como producto de antiguos deslizamientos	1	Su actividad es de fisuras con rumbo de E-O en pisos de viviendas	Daños a viviendas-fincas
La Esperanza	(495.5E-585.5N)	Deslizamiento compuesto con tendencia a rotacional. Dirección del movimiento: NNE	Suelo residual de color anaranjado.  Topografía moderada	Ancho de corona: 500m y largo: 700m	Posiblemente tuvo actividad para 1983, 1991, Juana y César	Fincas
Alto Ceibo	(495.7E-385.5N)	Rotacional. Dirección del movimiento: SE	Residual	2-3	Posiblemente tuvo actividad para 1983, 1991, Juana y César	Fincas y camino
Quebrada El Perro	(491.2E-352.5N)	Desprendimientos de roca	Roca	2		Parte de material se deslizó hacia la quebrada
Valencia - Distrito de Páramo	(493.8E-377.7N)	Posiblemente traslacional	Coluvio y alteración de areniscas	2	Se reactivó para 1983 y 1994	Cafetal y varias viviendas.  Riesgo para las viviendas aguas abajo y Pedregosito.

Fuente: CNE, 1998

#### 4.2.4 Amenaza Sísmica

Los sismos se producen como resultado de la liberación repentina de la energía mecánica acumulada en la corteza terrestre, la cual está sometida a esfuerzos de compresión, tensión o de cizalla, en el momento de la ruptura. Cuando las vibraciones producen pérdidas materiales y humanas se les conoce como terremoto.

Los sismos pueden clasificarse de acuerdo a su origen en tres categorías:

- *Interplaca.* Son los sismos que se originan por el movimiento de las placas tectónicas y se manifiestan en las zonas de contacto. Se caracterizan por ser vibraciones de gran magnitud y alta profundidad e intensidad.
- *Intraplaca.* Son los sismos que se originan dentro de las placas tectónicas producto de la deformación interna de la roca, la acumulación y la liberación de energía.
- *Originados por actividad volcánica.* Son los sismos que se originan por el movimiento de magma en el interior de la corteza terrestre. Usualmente son sismos muy pequeños.

La magnitud de un sismo se puede definir como medida de la cantidad de energía liberada durante la vibración. La escala más utilizada para cuantificar la magnitud es la escala Richter, la cual es logarítmica con respecto a la liberación de energía.

La intensidad de un sismo es la medida de la fuerza del movimiento, de los daños o efectos causados y del grado en que fue sentido en una zona, siendo mayor en el área cerca al epicentro, y atenuándose con la distancia. Se puede medir con la escala Mercalli Modificada o mediante acelerógrafos. Las unidades de aceleración de un sismo se pueden expresar en términos de porcentaje de la gravedad o en gales ( $\text{cm./s}^2$ );

La aceleración máxima del terreno o aceleración pico en roca es la máxima sacudida que sufre la roca producto del tren de ondas que pasan a través de ella.

Considerando los temblores originados en diferentes fuentes sísmicas, el contexto tectónico y la sismicidad histórica e instrumental, es posible utilizar métodos de estimación probabilísticos, como una representación teórica de la amenaza sísmica. Esta amenaza se cuantifica mediante niveles de aceleración horizontal que vienen a representar la severidad de la sacudida sísmica, la cual se asocia a un determinado periodo de retorno, que es el lapso de tiempo entre la ocurrencia de los terremotos en una región (Fernández, en Denyer y Kusmaul, 2000).

Los estudios de amenaza sísmica tienen el propósito de delimitar áreas de riesgo y así contribuir a la planificación del crecimiento urbano. En Costa Rica el Código Sísmico presenta una simplificación del riesgo sísmico útil y utilizable en diseño.

Entre las posibles consecuencias de los sismos están la activación de derrumbes, la licuefacción de suelos y el hundimiento de la tierra.

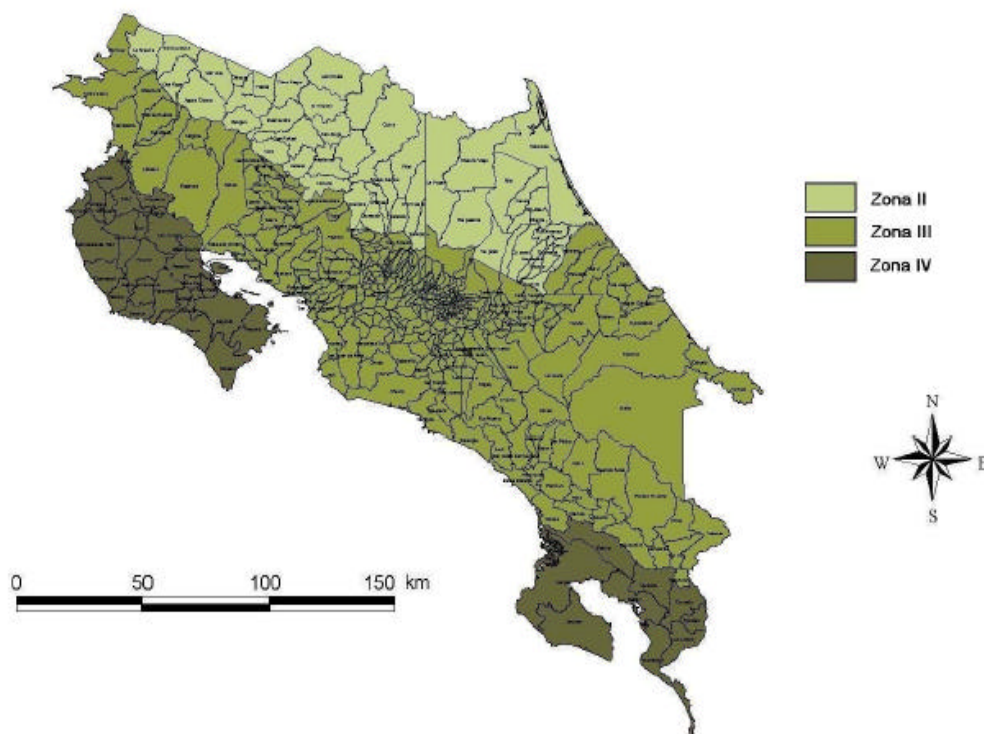
Los sismos pueden ser producidos por la liberación de energía de las fallas locales. En el mapa 4.2-5 se observa la ubicación de las fallas dentro del cantón. Se puede ver que al oeste del cantón se encuentra una falla, mientras en el mismo mapa, en la vista de acercamiento, se pueden observar dos fallas perpendiculares que pasan justo en el medio de la zona del cantón donde se encuentran la mayoría de los deslizamientos.

#### 4.2.4.1 Zonificación Sísmica

El cantón de Pérez Zeledón presenta una susceptibilidad moderada ante la vibración sísmica según el Código Sísmico de Costa Rica 2002. El cantón se encuentra ubicado en la zona III del mapa presentado en la imagen 4.2-1.

En el mapa siguiente se muestra una clasificación realizada por el Código Sísmico de Costa Rica, donde el país se dividió en 3 zonas, según la intensidad máxima esperada de un sismo para estas regiones. En el caso de la zona II son lugares donde la máxima esperada es de 0,2 veces la aceleración de la gravedad (g), la zona III aceleraciones hasta de 0,3g y en la zona IV serían de 0,4g.

**Imagen 4.2-1.** Zonificación sísmica según el Código Sísmico de Costa Rica 2002



**Fuente:** Código Sísmico de Costa Rica, 2002.

#### 4.2.4.2 Eventos históricos

El país se encuentra en una zona sísmicamente muy activa, por lo cual es común que sucedan sismos de magnitudes significativas. Sin embargo, para el cantón existe un sismo que quizás es el más representativo, el sismo de Buenavista de Pérez Zeledón.

Sucedió el día 3 de julio de 1983, a las 11:13 am. Su magnitud fue de 6,1 en la escala de Richter. Su epicentro se ubicó a 14 kilómetros al norte de la ciudad de San Isidro de Pérez Zeledón, a una profundidad de 14 kilómetros.

Este temblor causó la destrucción y colapso de diversas viviendas en los poblados de barrio Sinaí, Alaska, La Piedra, Buenavista y Palmital, todos del cantón de Pérez Zeledón. El hospital de San Isidro sufrió daños considerables, al igual que los acueductos. Las carreteras y calles secundarias fueron otras obras de infraestructuras que también se vieron seriamente afectadas durante el evento (RSN, 2007).

En cuanto a la población, se registró una persona fallecida, así como una considerable cantidad de personas heridas.

#### **4.2.5 Amenaza por Flujos de Lodo**

Los flujos de lodo son mezclas de agua y sedimento que poseen suficiente resistencia a la fluencia para presentar un comportamiento plástico. Cuando el contenido de humedad natural de un flujo de lodo excede un límite crítico, el cual para las arcillas es el límite líquido y para otras mezclas es la aproximación más cercana a ese límite, el peso de los sólidos es cargado por la presión de poro inducida por el agua, la cual excede la presión hidrostática, y consecuentemente la masa puede transportar hasta cantos y bloques de roca; luego, cuando el flujo se deposita, la mezcla permanece homogénea sin segregación.

El comportamiento viscoso podría controlar el comportamiento de los flujos cuando el contenido de arcilla y limo es alto o la velocidad y el contenido de agua son bajos (Bagnold, 1954, en Navarro, 2004)

Existen diversos agentes disparadores para este tipo de evento: la lluvia, la inclinación de las laderas, la inclinación de los canales de drenaje, el área de la cuenca hidrográfica, la constitución geológica y la vegetación. Por ejemplo: el agua aumenta el peso de los materiales, una mayor inclinación de laderas puede ser causa de una mayor cantidad de materiales para deslizarse, una mayor inclinación de los canales de drenaje influye en la velocidad del fluido y en la cantidad de material grueso que se arrastra, el área de la cuenca es proporcional a la captación de agua de lluvia.

Los flujos de lodo se han presentado en el caso del deslizamiento denominado Monterrey, cuya ubicación puede observarse en el mapa 4.2-7 de deslizamientos y fallas del cantón de Pérez Zeledón.

#### **4.2.6 Importancia del ordenamiento territorial**

Con respecto al tema presentado se realizó un taller entre el 3 y 5 de diciembre de 1996, específicamente sobre los problemas ocasionados por el huracán César, y como afecta el ordenamiento territorial en estos casos. En el taller se presentaron 3 mesas redondas y una serie de conferencias, tratando temas tales como la importancia de la comunicación para minimizar y prevenir daños causados por desastres naturales, el ordenamiento territorial como un instrumento para disminuir la vulnerabilidad de ciertas zonas y una serie de conclusiones a partir de los problemas presentados a causa del huracán César.

Con el paso del tiempo se vuelve más relevante una estrategia para inversión en prevención y mitigación, acompañada de una política de ordenamiento territorial, con el fin de reducir la vulnerabilidad. Es importante considerar el impacto social que conlleva la ocurrencia de un fenómeno de esta índole.



El crecimiento y ocupación de espacios con limitaciones de carácter natural y tecnológico se refleja en un aumento de la vulnerabilidad de las poblaciones presentes, por lo que se plantea la necesidad de implementar instrumentos de ordenamiento territorial, tales como los planes reguladores, regulados por la municipalidad respectiva. Estos instrumentos son concebidos a partir de una base técnica y se sigue un proceso de validación social. El Ing. Jaime Brenes comentó que uno de los factores que más incide de forma negativa en los daños provocados por desastres naturales es la ocupación urbana de zonas peligrosas, a pesar de la existencia de una legislación vigente.

Con el fin de lograr la adecuada planificación es importante fortalecer los programas de educación formal e informal, la sistematización de datos, organización de comités locales de emergencias. Para lograr tal fin es importante que la CNE tome el liderazgo que debe tener, como ente regulador de las zonas riesgosas. Es vital realizar estudios de la capacidad de uso de suelo en las áreas que presentan mayor riesgo tanto por inundación como por deslizamientos. El uso correcto del suelo puede disminuir los daños que generen los desastres naturales.

En algunos casos instituciones gubernamentales han propiciado condiciones de desastre, al incrementar la vulnerabilidad, dotando a comunidades ubicadas en áreas bajo amenaza con infraestructura básica. Debe existir un nuevo planteamiento en la política nacional de desarrollo que permita retomar los enfoques económicos, sociales, ambientales y culturales para impulsar un desarrollo regional centrado en la cuenca hidrográfica como instrumento y unidad de análisis, con el fin de posibilitar un manejo integrado de los recursos naturales en función del mejoramiento de la calidad de vida.

Según el Dr. Sergio Mora, debido a la falta de interés de los tomadores de decisiones y la dificultad de los técnicos de demostrar la importancia en lo que respecta a prevención y atención de desastres, las pérdidas son cada vez mayores, inverso al conocimiento técnico y experiencias, que a cada momento mejoran.

Otro punto importante en la atención de emergencias es la comunicación. En este apartado se presenta el problema de que no hay manera de controlar la información transmitida por los medios. Esto podría ser mejorado a través de la capacitación a los periodistas, intercambio de boletines de prensa y conferencias conjuntas entre diversos entes involucrados en casos de emergencia.

Tradicionalmente los esfuerzos se han centrado en el análisis de amenazas naturales. Sin embargo, la tendencia apunta hacia estudios de vulnerabilidad, así como a metodologías de evaluación de daños ocasionados por estos fenómenos. Es importante la retroalimentación en estos estudios, pues con el paso del tiempo la pobreza aumenta, y por tanto la ocupación de terrenos no aptos se vuelve incontrolable.

Para lograr un desarrollo económico equilibrado es necesario pensar en la reducción de la vulnerabilidad. El principal instrumento para lograr este fin es el ordenamiento territorial. Sin embargo, debe ir acompañado de una mejora en la calidad de diagnóstico de amenazas y vulnerabilidad, mejora en la valoración socio-económica de obra, bienes y servicios, aplicación de tecnologías adecuadas de diseño, construcción y operación, entre los más destacados.

## 4.2 Bibliografía

Aguilar, Illeana. “Análisis de vulnerabilidad hidrológica de la carretera Interamericana. Tramo La Georgina- San Isidro de El General.” Proyecto Final de Graduación, Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 1997

Campos, Antonio. “Ubicación de zonas de riesgo y análisis de amenaza ante deslizamiento en comunidades pobres.” Proyecto Final de Graduación, Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2000

Chaves, Arturo. “Necesidades y limitaciones de la infraestructura básica en la ciudad de San Isidro de Pérez Zeledón.” Proyecto Final de Graduación, Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2001

Colegio de Ingenieros Civiles. “Análisis de Riesgo por Deslizamiento en Costa Rica”. Octubre, 2005. Tomado de: [http://www.civiles.org/Miembros\\_Mapas.aspx](http://www.civiles.org/Miembros_Mapas.aspx)

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. “Amenazas naturales del cantón de Pérez Zeledón.” San José, Costa Rica. 2003

Denyer, Percy y Kussmaul, Siegfried. “Geología de Costa Rica.” San José, Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 2000

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). “Huracán César: Lecciones y Opciones para el ordenamiento territorial y el desarrollo sostenible”Taller. 3 de diciembre - 5 de diciembre. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. San José, Costa Rica. 1996

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Censo poblacional del año 2000.

Madrigal, Julio. “Informe técnico Huracán César: Evaluación de áreas afectadas por inundaciones y deslizamientos Pacífico Central y Sur.” Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. San José, Costa Rica. 1996

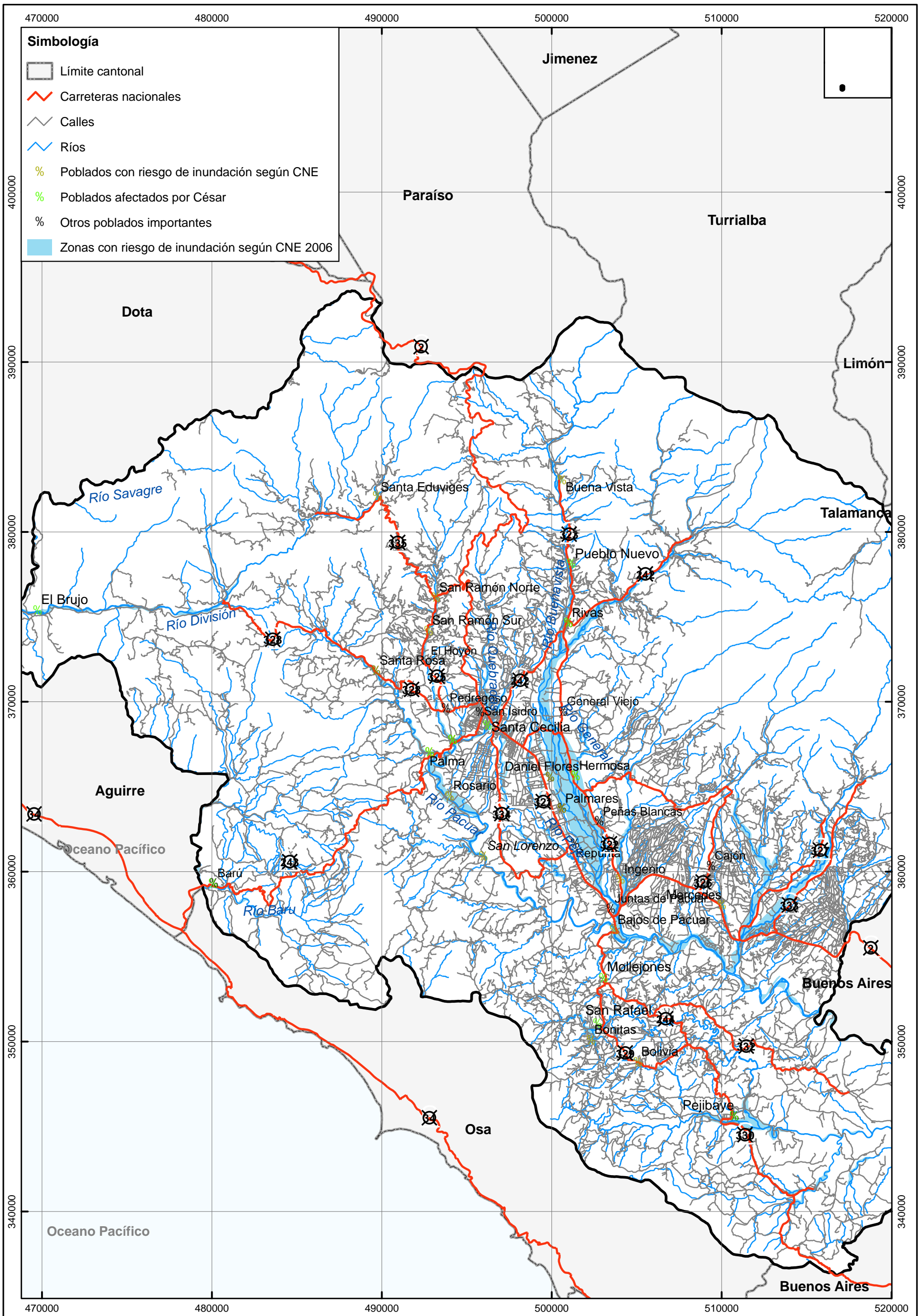
Mora, Rolando et al. “Morfodinámica y geodinámica externa Proyecto Hidroeléctrico Los Gemelos, cuenca del río Chirripó Pacífico, Pérez Zeledón, Costa Rica.” San José, Costa Rica. FUNDEVI. 1998.

Municipalidad de Pérez Zeledón. *Plan regulador parcial.* La Gaceta. Abril 1998

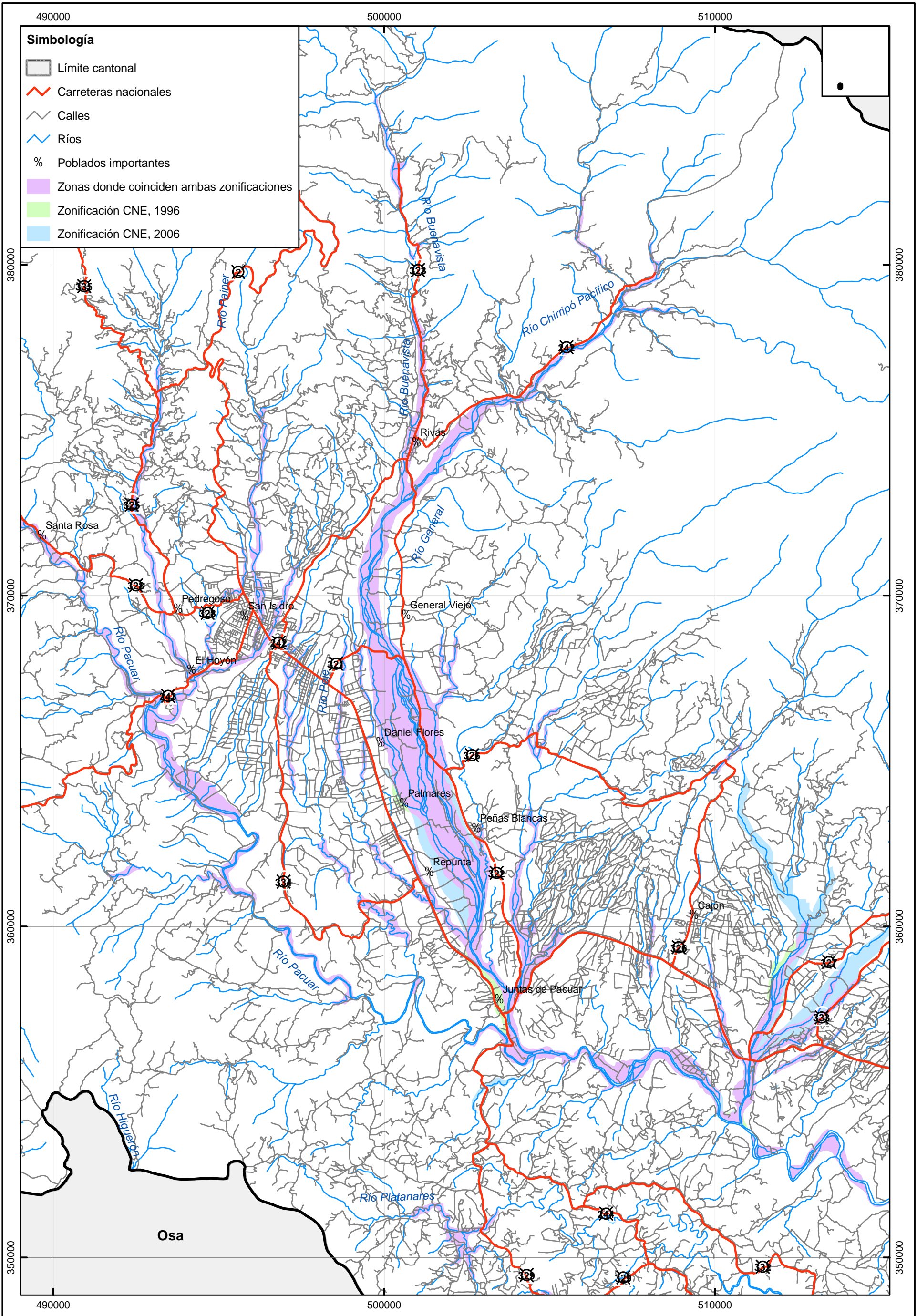
Navarro, Elier. “Susceptibilidad ante amenazas naturales de la subcuenca del río General, Pérez Zeledón, Costa Rica.” Proyecto Final de Graduación, Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2004



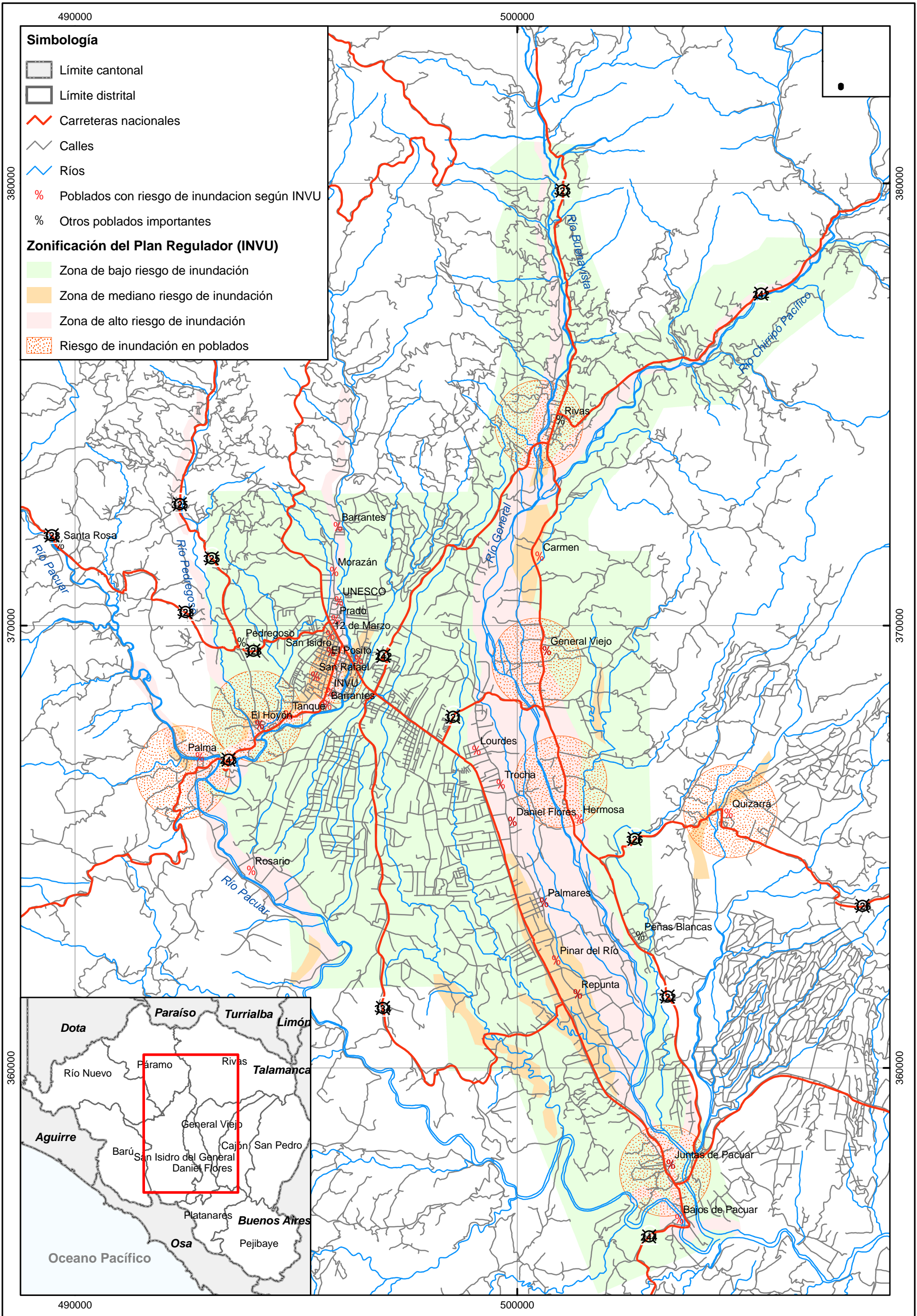
Red Sismológica Nacional (ICE-UCR). 2007. Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica. Tomado de:  
<http://www.rsn.geologia.ucr.ac.cr/00%20Sismos%20hist%F3ricos/Buenavista%2003-07-1983.htm>



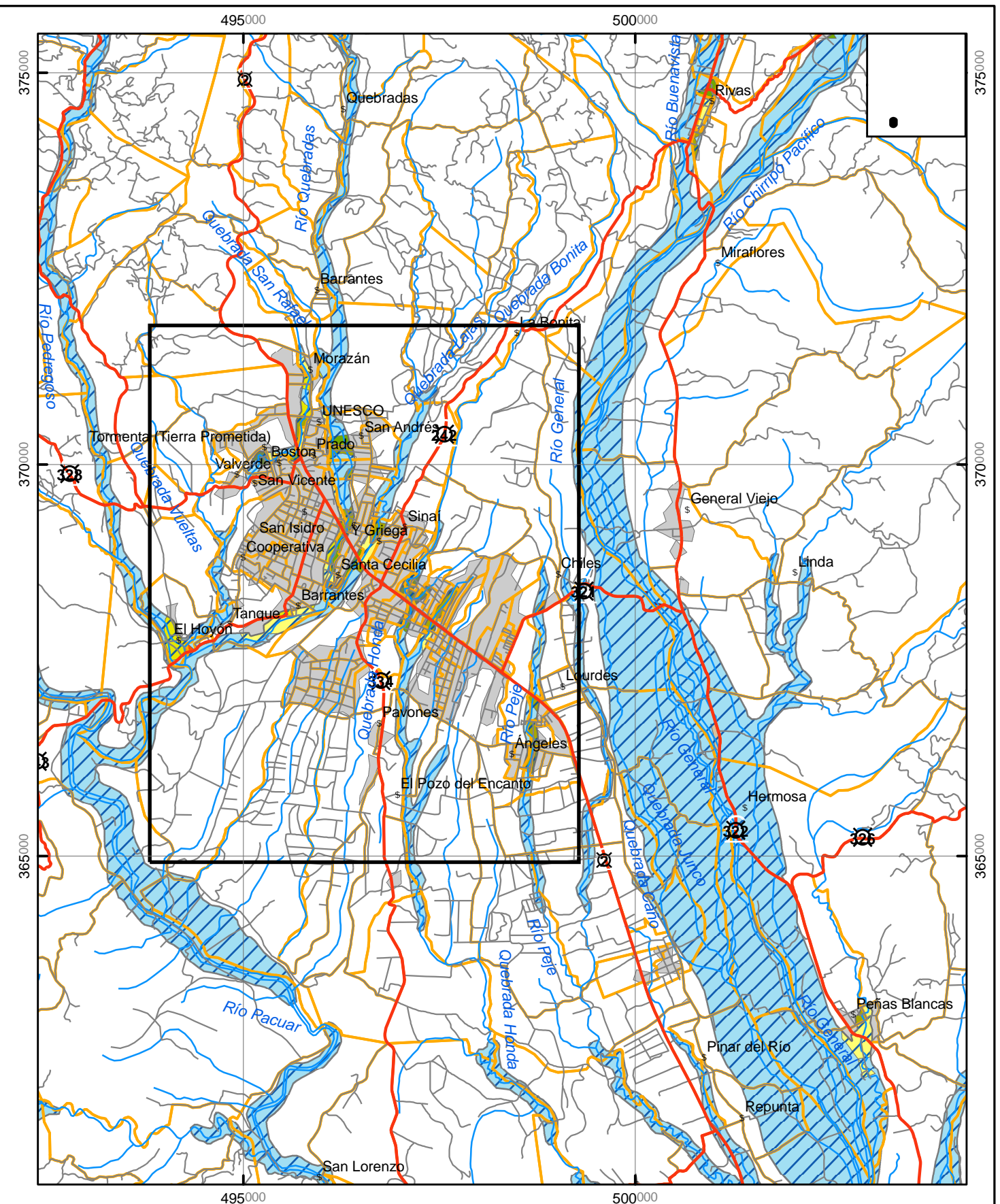
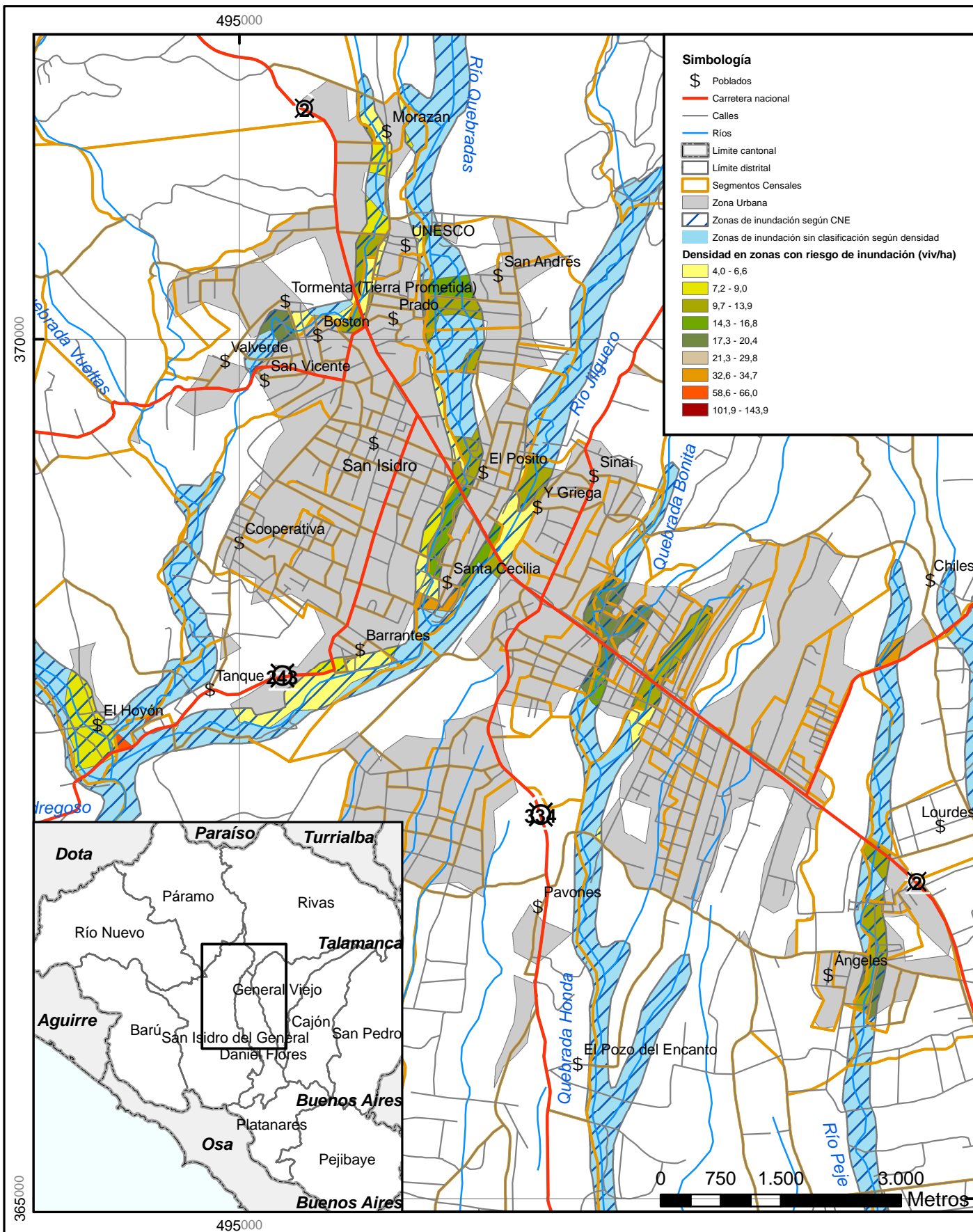
**Mapa 4.2-1 Zonas de Inundación según la CNE al año 2006**



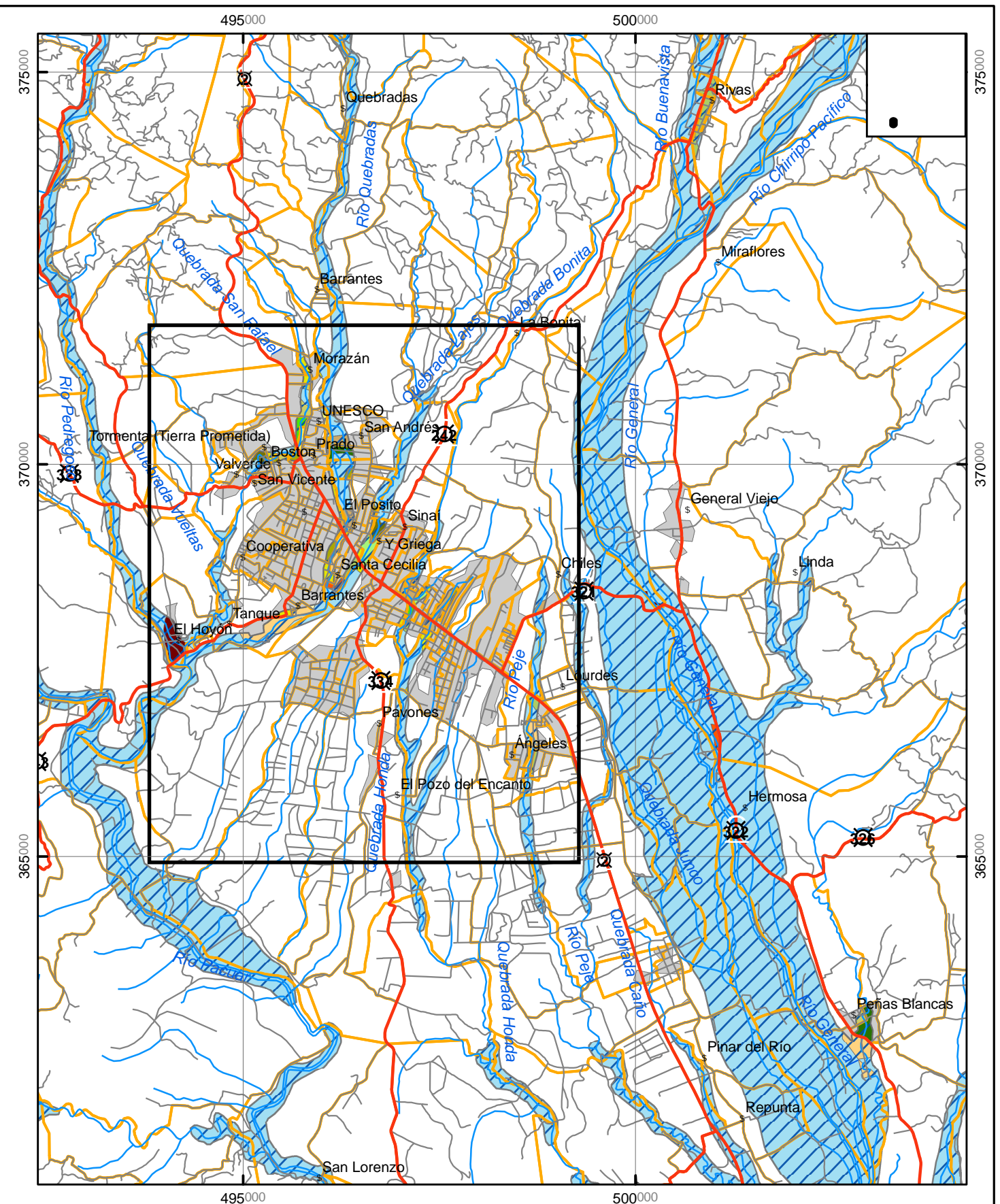
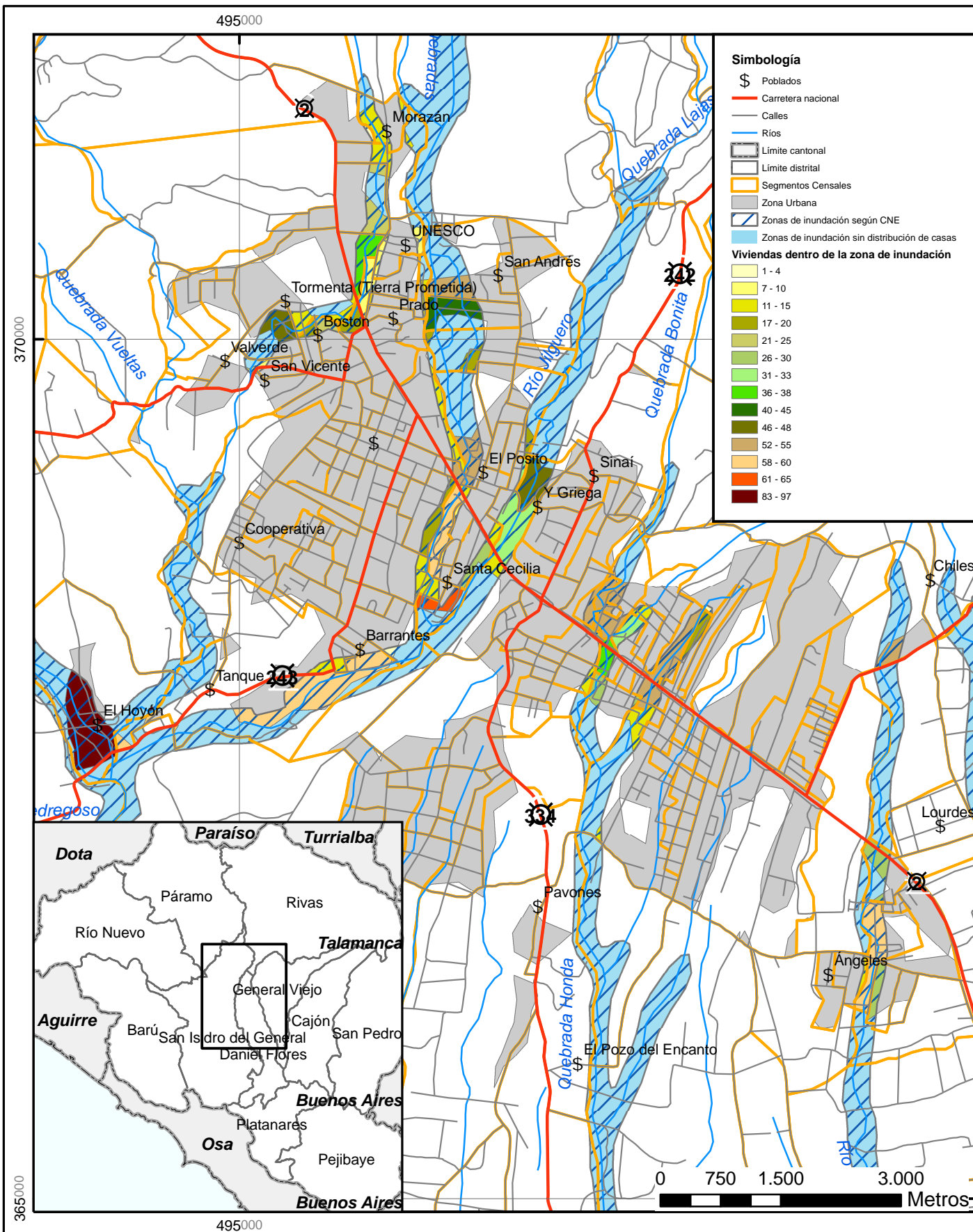
**Mapa 4.2-2 Comparación entre zonas de inundación CNE 1996 y zonas de inundación CNE 2006**



**Mapa 4.2-3 Zonas de Inundación según el Plan Regulador actual**

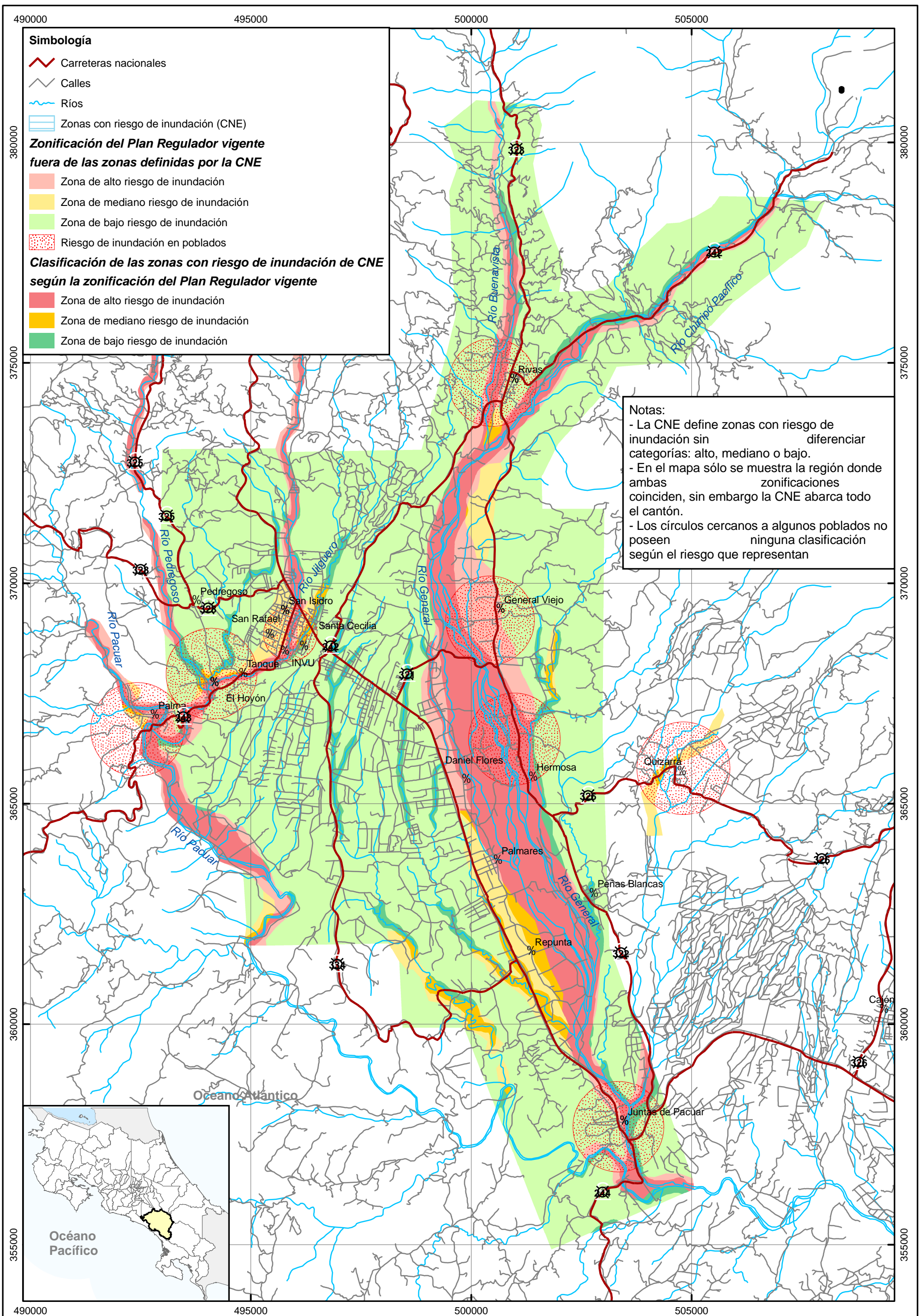


**Mapa 4.2-4 Densidad por segmento censal en zonas de inundación según CNE (viv/Ha)**



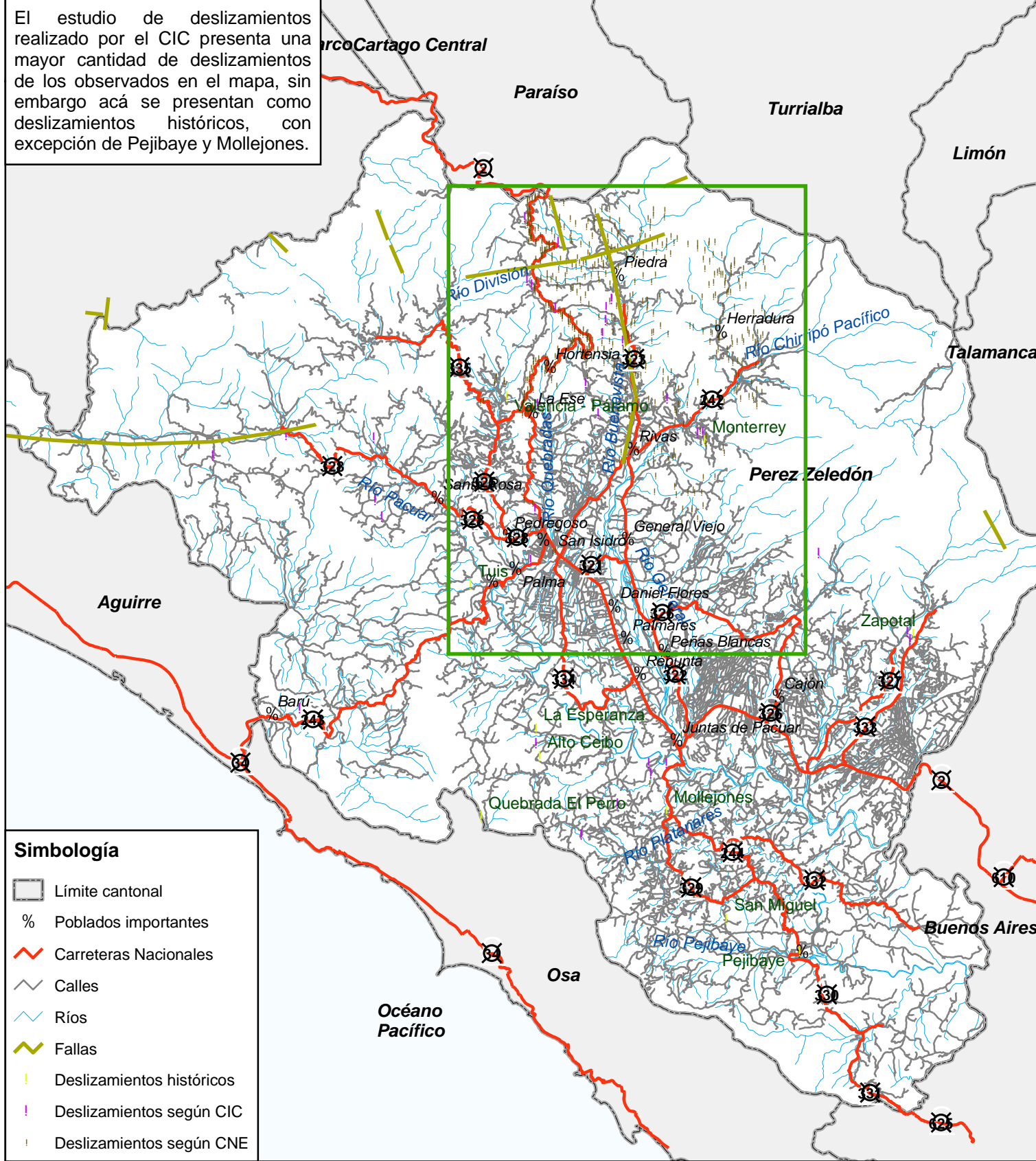
**Mapa 4.2-5 Distribución de casas en zonas de inundación según CNE**





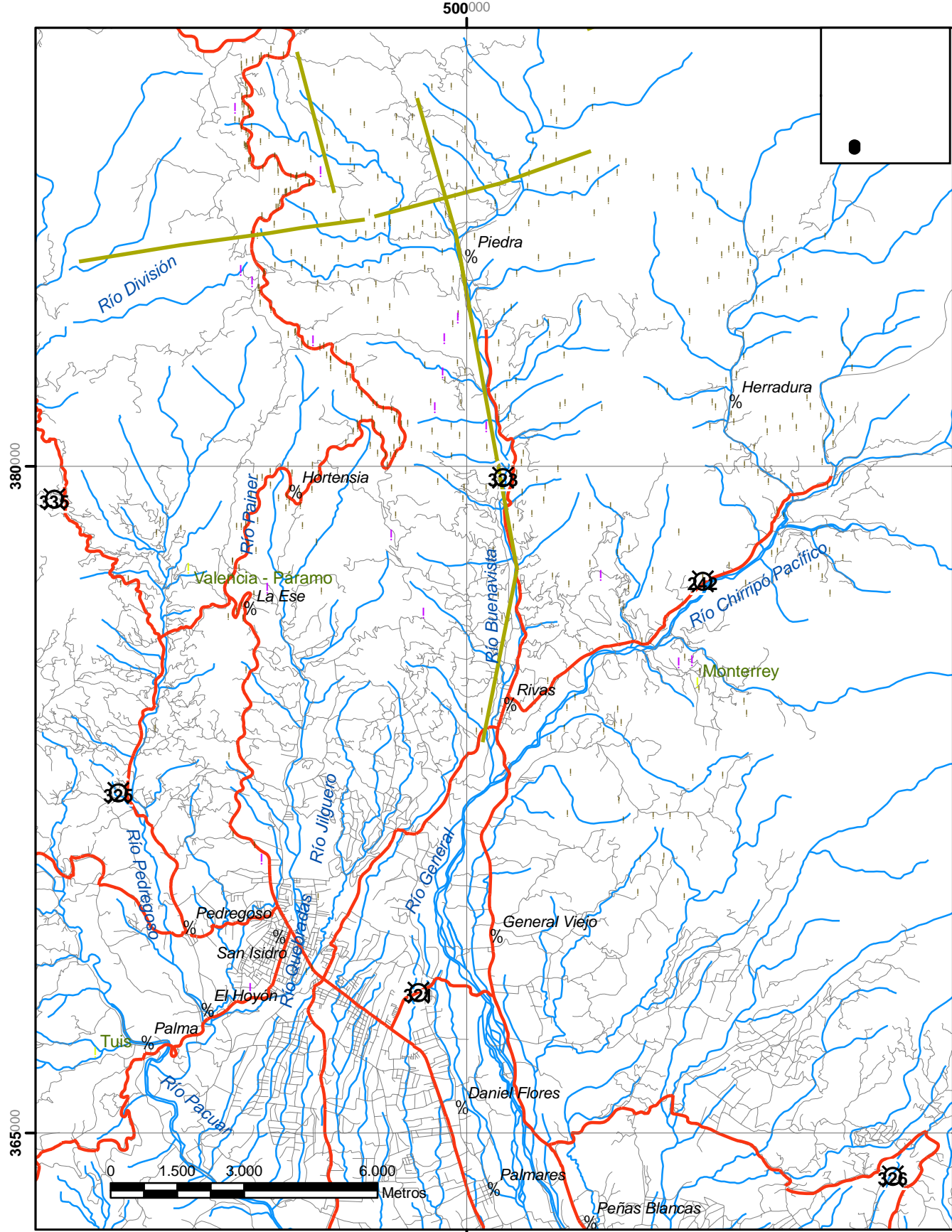
**Mapa 4.2-6 Comparación entre las zonas con riesgo de inundación según CNE y la zonificación del plan regulador actual**

El estudio de deslizamientos realizado por el CIC presenta una mayor cantidad de deslizamientos de los observados en el mapa, sin embargo acá se presentan como deslizamientos históricos, con excepción de Pejibaye y Mollejones.



**Simbología**

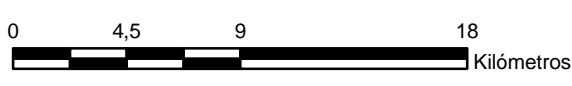
- Limite cantonal
- % Poblados importantes
- Carreteras Nacionales
- Calles
- Ríos
- Fallas
- Deslizamientos históricos
- Deslizamientos según CIC
- Deslizamientos según CNE



**Mapa 4.2-7 Deslizamientos y fallas en el cantón de Pérez Zeledón**

Plan Regulador de Pérez Zeledón

Fuente: Mapas de amenazas naturales, CNE, 2006  
IGN, Hojas topográficas 1:50 000.  
Colegio de Ingenieros Civiles, 2005



TEMÁTICA	<i>Erosión en el cantón de Pérez Zeledón</i>	PRPZ 4.3	
<p><b>Objetivo:</b></p> <p><i>Realizar un diagnóstico la susceptibilidad a erosión en el cantón de Pérez Zeledón, así como las principales consecuencias que ha causado a nivel local y regional, estableciendo los principales motivos causantes de la erosión en el cantón.</i></p>			
<p><b>a. <u>Relevancia para el Plan Regulador</u></b></p> <p>Dentro del esquema de un Plan Regulador, es importante conocer cuál es el impacto que han causado las actividades antrópicas sobre el entorno natural de la región (en particular, en términos erosión), para buscar medidas que ayuden a reducir los impactos que puedan recibir los sistemas naturales de la zona en el futuro.</p>			
<p><b>b. <u>Inventario de los datos e información recopilada</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coberturas geográficas de uso del suelo (CARTA, 2005), características del suelo (MAG, 1991), intensidad de lluvia (Orozco, 2007) y curvas de nivel (cartografía nacional)</li> </ul>			
<p><b>c. <u>Metodología aplicada</u></b></p> <p>Se estimó la susceptibilidad a la erosión con base en la ecuación universal de pérdida de suelos (USLE), a partir de coberturas geográficas de información secundaria. Las limitaciones de la metodología en la estimación del impacto de la erosión fueron analizadas en el texto. En particular, se señala la importancia de técnicas de conservación del suelo en cultivos como el café y la piña, que pueden reducir significativamente la erosión hídrica.</p>			
<p><b>d. <u>Fuentes de información</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denuncias de deforestación: MINAE</li> <li>- Uso del suelo: Misión CARTA, 2005</li> <li>- Mapa de suelos de Costa Rica, escala 1:200 000 (MAG)</li> <li>- Intensidades de lluvia: adaptación del Atlas climático hecha por Orozco, 2007</li> <li>- Otras fuentes bibliográficas</li> </ul>			
<p><b>e. <u>Observaciones</u></b></p> <p>Los impactos antrópicos representan un reto de sostenibilidad importante en el territorio del cantón de Pérez Zeledón. Los análisis hechos permiten una visión parcial de algunos de los principales impactos que amenazan el entorno natural del cantón. Sin embargo, deben interpretarse con precaución, sobre todo porque los métodos se fundamentan en gran medida en información secundaria (lo cual a su vez es necesario porque, aunque un factor muy importante, los impactos ambientales directos son consecuencia de la operación de actividades humanas en el sector agrícola, por lo cual son difíciles de controlar a través de regulación territorial).</p> <p>No se incluyó la erosión generada por caminos en zonas montañosas, que puede ser muy significativa en un cantón como Pérez Zeledón (dada la gran cantidad de kilómetros de vía por unidad de área y el relieve sumamente quebrado de muchas zonas del cantón).</p>			

## 4.3 Erosión

### 4.3.1 Introducción

La erosión es un fenómeno natural que contribuye a la distribución de suelo y nutrientes en distintos territorios. Pero puede intensificarse en forma inconveniente si las intervenciones humanas crean condiciones en las cuales las capas de suelo son más propensas a erosión.

Existen diversos agentes erosivos, como el viento, ríos o el océano. Pero en el cantón de Pérez Zeledón, posiblemente el más importante es la lluvia (erosión hídrica). Dos tipos de lluvia están relacionados con erosión (López, 2001): tormentas intensas y de corta duración (se supera la capacidad de infiltración del terreno y el agua escurre por la superficie) y lluvias de larga duración y baja intensidad (el suelo se satura y como consecuencia se genera escorrentía superficial).

En esta sección se analiza el efecto potencial de lluvias intensas a partir del modelo USLE (*Universal Soil Loss Equation*). En un primer apartado, se describe el método de estimación; seguidamente, se discuten limitaciones y adaptaciones hechas. Finalmente, se presentan los resultados y su análisis.

### 4.3.2 Método de estimación

La ecuación universal de la pérdida de suelos estima la cantidad de erosión por unidad de área, según un modelo multiplicativo que incluye el efecto de distintos factores determinantes de esta erosión. La ecuación 1 muestra su estructura:

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad \text{ecuación 1}$$

Donde:

A: es la pérdida media anual de suelo en toneladas por hectárea por año (ton/unidad de área/año)

R: factor de lluvia y escurrimiento. Corresponde al índice medio anual de la erosividad de la lluvia, en función del producto de la energía total de una tormenta y la máxima intensidad en 30 minutos.

El factor R se estima según las ecuaciones 2 y 3 (López, 2001):

$$R = E \cdot i_{30} \quad \text{ecuación 2}$$

Donde:

E: es la energía cinética de la tormenta e  $i_{30}$  la intensidad de la lluvia para una duración de 30 minutos con un periodo de retorno de por lo menos 10 años. E se estima de acuerdo con la ecuación 3:

$$\begin{aligned} E &= 916 + 331 \cdot \log I & \forall I \leq 3 \text{ pul/h} \\ E &= 1074 & \forall I \geq 3 \text{ pul/h} \end{aligned} \quad \text{ecuación 3}$$

E está en pie-ton/(pulg-acre) e I está en pulg/h.

K: factor de susceptibilidad del suelo a la erosión o erodabilidad. Representa la influencia de las propiedades físicas y químicas del suelo en la facilidad de erosión. Existen tres formas de estimar el factor K: a partir de mediciones directas, que es la más exacta; a partir de modelos de simulación de lluvias y mediante estimaciones empíricas (Renard et al., 1996) según la granulometría del suelo. Aunque este

último método tiene una mayor incertidumbre, se ha adoptado en razón de la información disponible. El factor K fue estimado según la ecuación 4:

$$100 \cdot K = 10^{-4} \cdot 2,71 \cdot M^{1,14} \cdot (12 - a) + 4,20 \cdot (b - 2) + 3,23 \cdot (c - 3) \quad \text{ecuación 4}$$

M: representa la textura de la capa según el porcentaje de partículas de arcilla, limo y arena fina en el suelo

a: porcentaje de materia orgánica en la capa de suelo

b: factor del tamaño medio de las partículas

c: factor relacionado con la permeabilidad o drenaje

LS: factor topográfico que relaciona la longitud de las pendientes y el gradiente de la misma. La capa perdida es proporcional a ambas constantes. Si la longitud aumenta pero la pendiente disminuye ambos parámetros deberían compensarse. El factor LS se estima de acuerdo con la ecuación 5 (Ministerio de Medio Ambiente, 1998):

$$LS = \left( \frac{\lambda}{22,13} \right) \cdot (65,41 \cdot \sin^2 \theta + 4,56 \cdot \sin \theta + 0,065) \quad \text{ecuación 5}$$

C: factor del uso de suelo. Compara la relación entre la erosión de la parcela tipo (una parcela agrícola, arada y expuesta a la lluvia de 22,1 m de largo) con otros tipos de cobertura del suelo (usos urbanos, bosques, pastos, etc.)

P: factor de protección, representa un ajuste en caso de la utilización de algún método de control o recuperación del suelo. Actividades tales como modificar los patrones de cultivo, la dirección y tasa de escorrentía pueden mitigar el efecto de la erosión en el terreno.

El factor R fue estimado a partir del mapa de intensidad de lluvia para Costa Rica, elaborado por Orozco (2007). Las intensidades reportadas son para lluvias de una hora, con un periodo de retorno de 10 años. El mapa incluye rangos de intensidad; se asignó a cada área el promedio del límite superior e inferior del rango.

El factor K (de erodabilidad) fue estimado a partir del mapa de suelos de Costa Rica, escala 1:200 000, versión mejorada por Acón y Asociados para el MAG en 1991 (Acón y Asociados, 1991). Este mapa incluye una estimación del tipo de suelo; sin embargo, las zonas protegidas al norte del cantón no fueron incluidas en él, por lo cual fueron excluidas del análisis de vulnerabilidad final.

Los factores L y S fueron estimados a partir de un modelo de elevación digital basado en curvas de nivel cada 20 metros. A partir de ellas se estimó (a) la pendiente en grados y (b) la distancia de cada superficie.

El factor C se asignó para cinco usos del suelo, según el cuadro adjunto:

Tabla 4.3-1. Coeficiente C para usos del suelo seleccionados

Uso del suelo	Coeficiente C
Urbano	0
Bosque	0,003
Cultivos	0,1
Pasto	0,15
Suelo desnudo	1

Fuente: A partir de ProDUS, 2006

Los usos del suelo utilizados fueron estimados a partir de imágenes de la misión CARTA 2005, complementado en algunos sectores con fotografía.

En cuanto al factor P, se supuso que no existen prácticas de mitigación de la erosión.

Las estimaciones de material erosionado por unidad de área fueron utilizadas para crear una zonificación de susceptibilidad a la erosión de acuerdo con el siguiente cuadro:

Tabla 4.3-2. Clasificación de la severidad de la erosión

Clase	A (ton/Ha-año)
Tolerable	0-10
Moderada	11-50
Severo	51-200
Muy Severo	>200

Fuente: Dercksen, 1991, citado en ProDUS, 2006

Debe señalarse que, aunque las cantidades de material erosionado son estimaciones muy groseras, debido a las limitaciones que se discuten, las relaciones entre zonas más y zonas menos erosionables debería de mantenerse hasta cierto punto (pues los supuestos son físicamente determinantes de la erosión hídrica, tanto en el trópico como en el clima más templado de Estados Unidos, para el cual se calibró el modelo).

#### 4.3.3 Limitaciones de estimaciones

El modelo USLE presenta limitaciones inherentes muy significativas. Algunas han sido superadas con el modelo RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*), pero este no se ha aplicado porque requiere de información muy detallada, fuera de los alcances (y necesidades) del estudio.

Algunos de los principales problemas de la aplicación del USLE son:

- Solo ha sido calibrado para Estados Unidos, y el método de calibración se fundamenta en mediciones de parcelas agrícolas relativamente pequeñas (de 22,1 m de largo). El método se centra en cultivos y "rangeland" (grandes espacios abiertos en Estados Unidos, algunos dominados por pastos y otros por bosques y sujetos a variaciones importantes de temperatura, con relativamente poca lluvia a lo largo del año).
- El factor R (asociado a intensidad de lluvia) no depende de la pendiente, aunque el efecto de lluvias intensas en zonas de baja pendiente es menor. RUSLE permite ajustar este coeficiente (Renard et al., 1996). Sin embargo, esta corrección no se ha aplicado porque exige la calibración de la relación entre pendiente y R.
- La estimación del factor K se ha hecho a partir de una aproximación al nomograma de Wischmeier et al., 1971 (citado en Renard et al., 1996), que es apropiada para suelos poco cohesivos típicos del "Mid-West" de Estados Unidos. La relación recomendada por Renard et al. (1996) para suelos tropicales de origen volcánico no fue aplicada por ausencia de información sobre granulometría.
- La estimación hecha, a partir de la ecuación USLE, no incluye el efecto del uso del suelo anterior al actual ni las variaciones estacionales del uso del suelo en la erosión.

Adicionalmente, las limitaciones de información han implicado algunos cambios en los métodos de estimación de algunos factores del USLE:

- En principio, el factor R (que representa el efecto de la lluvia y escurrimiento) se estima a partir de la energía cinética de la gota de agua, aproximada a partir de la intensidad

de lluvia, y de esta misma intensidad de lluvia. El modelo USLE recomienda una intensidad para lluvias con duración de 30 minutos pero solo estaban disponibles las intensidades para lluvias con duración de 1 hora. En principio, las intensidades de lluvias con periodos de duración menores deberían tener intensidades mayores. Sin embargo, debe tomarse en consideración que las ecuaciones para estimar la energía cinética y el factor R (López, 2001) limitan la intensidad máxima a 3 pulgadas/hora. Solo el norte de Pérez Zeledón tiene intensidades (para una hora) menores a este máximo, por lo cual considerar intensidades mayores en el peor de los casos convierte al factor R en irrelevante desde el punto de vista relativa (pues probablemente todo el cantón tenga intensidades mayores a 3 pulgadas/h, por lo cual R sería uniforme). En todo caso, la erosión para gran parte del norte del cantón no fue estimada por falta de información en otras capas necesarias (en particular, tipo de suelo).

- El mapa de tipo de suelo es una aproximación hecha a partir del mapa de suelos de Costa Rica, escala 1:200 000. Esto introduce un error de estimación propio de esta metodología de extrapolación y de la escala. Las zonas protegidas al norte del cantón no fueron incluidas dentro de la estimación de tipo de suelo, por lo cual no fueron evaluadas.
- Solo se han incluidos cuatro categorías de uso del suelo. Existen mediciones más precisas de algunos cultivos pero el objetivo último es manejo del territorio y no análisis de prácticas agrícolas, por lo cual esta simplificación en realidad permite una comparación más clara entre distintas opciones de uso. Sin embargo, han debido excluirse áreas para las cuales las imágenes (a partir de las cuales se elaboró la cobertura de uso del suelo) incluían nubes o sombras.
- No se han tomado en consideración prácticas agrícolas que mitiguen la erosión. Aunque el manejo de los suelos puede tener un impacto significativo en la reducción de la erosión hídrica, desde el punto de vista de regulación territorial, este instrumento no está disponible para el control del uso del suelo por parte de las autoridades municipales. Al no ser incluido este factor, implícitamente se analiza el efecto sobre el territorio de prácticas agrícolas inconvenientes, en particular aumentando el riesgo relativo de erosión en zonas con cultivos o pastos.

#### **4.3.4 Análisis de patrones de susceptibilidad de erosión**

La mayor susceptibilidad a erosión se registra en el flanco norte de la Cordillera Costeña y en las laderas de la Cordillera de Talamanca, que se han formado en parte por erosión de la cordillera misma. Debe señalarse la Cordillera Costeña está compuesta por rocas de origen sedimentario (lutitas, areniscas y calizas), que tienden a formar pendientes grandes cuando se erosionan.

En cuanto a la Cordillera de Talamanca (por oposición a sus laderas, donde se ha detectado gran parte de la susceptibilidad a la erosión), los efectos de su formación en la erosión son significativos, pues la gran cantidad de pliegues y fallas sumado a un clima muy lluvioso favorecen la erosión y meteorización del material rocoso, por estar expuesta en pendientes relativamente abruptas gran parte de la roca. Estas condiciones contribuyen a explicar la formación de laderas relativamente suaves y con gran potencial erosivo al pie de la cordillera. Tómese en consideración que para la zona ocupada por la Cordillera de Talamanca, no hay información de suelos disponibles por lo cual no fue evaluada la susceptibilidad de erosión. Pero sería de esperar que el potencial erosivo fuera alto, sobre todo tomando en consideración que ya se ha meteorizado una cantidad importante de la roca por las condiciones del clima.

En los abanicos aluviales del río General y las terrazas formadas por este, la susceptibilidad a erosión es muy baja porque son básicamente planos.

Debe señalarse que la susceptibilidad de erosión es naturalmente alta por causa del clima y las características geológicas del cantón. Sin embargo, las actividades humanas pueden haber contribuido significativamente al problema. El cuadro 3 muestra el porcentaje de área según susceptibilidad a la erosión y uso del suelo:

Tabla 4.3-3. Área según uso de suelo y susceptibilidad de erosión (hectáreas)

Uso del suelo	Susceptibilidad de erosión							
	Tolerable		Moderada		Alta		Muy alta	
Urbano	1.423	4,0%	164	0,5%	112	0,7%	96	0,2%
Cultivos	2.341	6,6%	6.354	19,0%	4.332	27,4%	1.139	2,9%
Pastos	1.807	5,1%	1.463	4,4%	2.027	12,8%	5.537	14,3%
Pastos y árboles dispersos	2.710	7,7%	3.890	11,6%	7.643	48,4%	17.059	44,1%
Bosques	26.050	73,6%	21.069	62,9%	880	5,6%	2.613	6,8%
Desnudo y árboles dispersos	815	2,3%	267	0,8%	453	2,9%	9.654	25,0%
Desnudo	224	0,6%	265	0,8%	112	0,7%	96	0,2%
<b>Total general</b>	<b>35.371</b>	<b>100%</b>	<b>33.472</b>	<b>100%</b>	<b>4.332</b>	<b>27,4%</b>	<b>1.139</b>	<b>2,9%</b>

El 74% del área con susceptibilidad tolerable y el 63% del área con susceptibilidad a la erosión moderada está ocupada por bosques. Por contraste, la mayoría del área con susceptibilidad a la erosión alta o muy alta está compuesta por pastos (con y sin árboles dispersos) y suelos desnudos. Es notable que el 27% del área con alta susceptibilidad a la erosión esté ocupada por cultivos, lo cual sugiere que se ha utilizado mal el territorio, promoviendo y tolerando actividades agropecuarias en zonas donde causan impactos ambientales potencialmente significativos sobre el recurso suelo.

Metodológicamente, se ha despreciado el efecto de prácticas moderadoras de la erosión en cultivos. Sin embargo, para algunos cultivos (piña, por ejemplo) se han encontrado siembra en a lo largo de curvas de nivel y otros métodos que reducen la erosión. Aunque se aplica maquinaria con cada ciclo de cultivo, el follaje es relativamente poco y las raíces poco profundas (factores que pueden contribuir a la erosión), aún así las condiciones son menos críticas que la parcela tipo. Debe recordarse que la parcela tipo está definida como suelo mecanizado, expuesto a la lluvia y arado en la dirección de la pendiente.

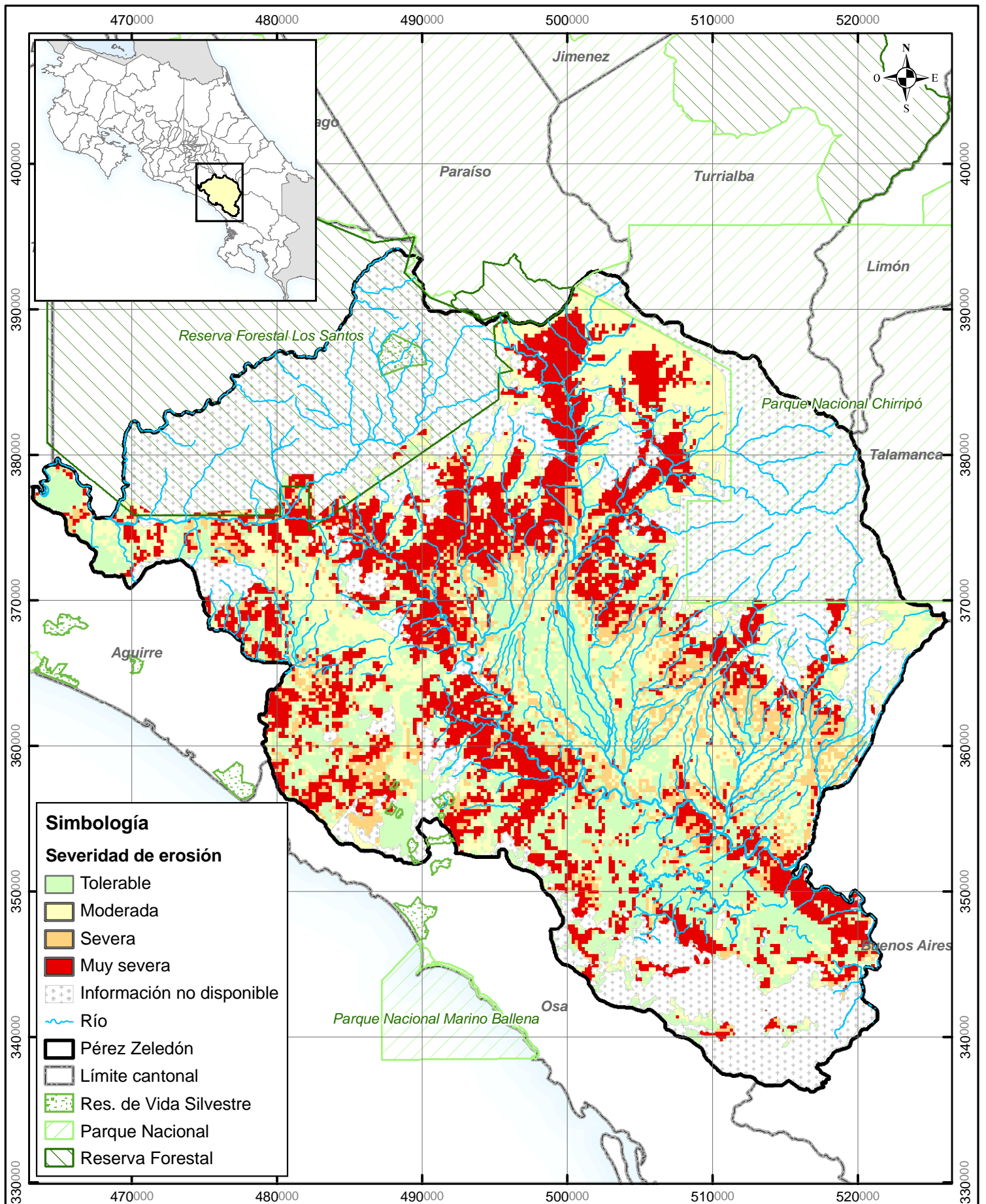
El café es un cultivo típicamente ubicado en zonas no aptas (de alta pendiente) pero por otra parte, las prácticas agrícolas no parecieran tan críticas como la parcela utilizada para calibrar la ecuación (la parcela tipo). Por ejemplo, el café es un cultivo permanente y por lo tanto, no requiere la mecanización del suelo. Por tanto, en general existe una sobreestimación del potencial erosivo para el uso de suelo de cultivos.

En general, por lo tanto, al no aplicarse el factor de manejo de suelos a los cultivos agrícolas, el análisis supone que este tipo de uso tiene una susceptibilidad a la erosión mayor que otros tipos de uso. Probablemente, las diferencias entre cultivos agrícolas y otros usos del suelo sean, en la realidad, menores a las supuestas.



#### 4.3.5 Bibliografía

- Acón y Asociados, S.A. (1991). *Manual descriptivo de la leyenda del mapa de asociaciones de subgrupos de suelos en Costa Rica, escala 1:200.000*. San José, Costa Rica: Acón y Asociados para el MAG
- López, J.C. (2001). *Análisis de la producción de sedimentos en la cuenca del Río Bananito y la estabilidad lateral del río. Informe de proyecto de graduación*. San José, Costa Rica: Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica
- Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría General de Medio Ambiente (1998). *Guía para la elaboración de estudios del medio biofísico*. Madrid, España: el Ministerio
- Orozco, E.G. (2007). *Zonificación climática de Costa Rica para la gestión de infraestructura vial. Informe de proyecto de graduación*. San José, Costa Rica: Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica
- ProDUS-UCR (2006). *Plan Regulador de Pococí*.
- Renard, K.G., G.R. Foster, G.A. Weesies, D.K. McCool y D.C. Yoder (1996). *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. Agriculture Handbook Number 703. Tucson, AZ, Estados Unidos: Agricultural Research Service, USDA



**Simbología**

**Severidad de erosión**


- Tolerable
- Moderada
- Severa
- Muy severa
- Información no disponible
- Río
- Pérez Zeledón
- Límite cantonal
- Res. de Vida Silvestre
- Parque Nacional
- Reserva Forestal

**Mapa 4.3-1. Severidad de erosión en Pérez Zeledón**

Plan Regulador de Pérez Zeledón

Fuente: Diagnóstico PR Pococí, 2006; Orozco, 2007; MIDEPLAN, 1992; Misión CARTA, 2005; CENIGA, 1998



TEMÁTICA	<i>Deforestación en el cantón de Pérez Zeledón</i>	PRPZ 4.4	
<p><b>Objetivo:</b></p> <p><i>Realizar un diagnóstico del estado de la deforestación en el cantón de Pérez Zeledón, así como las principales consecuencias que ha causado a nivel local y regional, estableciendo los principales motivos causantes de la deforestación en la zona.</i></p>			
<p><b>a. <u>Relevancia para el Plan Regulador</u></b></p> <p>Dentro del esquema de un Plan Regulador, es importante conocer cuál es el impacto que han causado las actividades antrópicas sobre los ecosistemas de la región, para buscar medidas que ayuden a minimizar los impactos que puedan recibir los sistemas naturales de la zona en el futuro.</p>			
<p><b>b. <u>Inventario de los datos e información recopilada</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Información sobre denuncias recibidas en el MINAE por motivo de deforestación.</li> <li>- Mapas de uso del suelo de varias instituciones.</li> <li>- Datos sobre áreas deforestadas existentes en documentos.</li> </ul>			
<p><b>c. <u>Metodología aplicada</u></b></p> <p>La investigación bibliográfica, seguida de la realización de cuadros resumen sobre áreas deforestadas, posteriormente utilizar herramientas como los mapas para representar la problemática de la tala en la zona.</p>			
<p><b>d. <u>Fuentes de información</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MINAE (Ministerio de ambiente y energía).</li> <li>- FONAFIFO (Fondo nacional de financiamiento forestal).</li> <li>- Trabajos del programa centroamericano de población.</li> <li>- Informes Fundación CECROPIA.</li> <li>- Informes del INBIO.</li> <li>- Cámara forestal.</li> <li>- FUNDECOR (Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central)</li> <li>- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura)</li> <li>- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza)</li> </ul>			
<p><b>e. <u>Observaciones</u></b></p> <p>Se cumplió con el objetivo planteado, sin embargo la falta de información sobre el tema limitó el trabajo realizado, pues no fue posible determinar la posición exacta de todas las denuncias de deforestación que se habían realizado ante el MINAE.</p>			

## 4.4 La Deforestación en el Cantón de Pérez Zeledón

### 4.4.1 Introducción

La siguiente investigación se realizó basándose en trabajo de campo y mediante el análisis de información obtenida de diversas fuentes como el MINAE, y bases de datos bibliográficas. Dentro del esquema de un Plan Regulador, es importante conocer cuál es el impacto que han causado las actividades antrópicas sobre los bosques de la región, para buscar medidas que ayuden a minimizar los impactos que puedan recibir las áreas boscosas de la zona en el futuro.

La deforestación (pérdida de bosque por acción humana) ha sido uno de los principales problemas derivados de las prácticas agrícolas y pecuarias de todo el país, estas incluían la corta de montaña para abrir espacios de siembra, actualmente la mayor parte de los cultivos (plátano, piña, raíces y tubérculos entre otros) y actividades pecuarias (ganadería) de la región se ubican en suelos que fueron bosques.

Las zonas bajo la mayor amenaza son aquellas que se encuentran en los bordes de propiedades o cercanas a la actividad humana, por ejemplo los caminos, que en muchos casos incrementan la posibilidad de un área de perder área de cobertura arbórea.

Actualmente además de las causas tradicionales (actividades agropecuarias) la deforestación se realiza para la apertura de caminos para realizar proyectos urbanísticos o turísticos, generando una nueva fuente de presión en los bosques de la región, que acarrea otros problemas como la erosión y alteración de ecosistemas acuáticos y terrestres.

Se recomienda observar la sección 3 sobre Biodiversidad, en la que se estudia parte de la historia de la deforestación en el cantón.

### 4.4.2 Estado actual

#### 4.4.2.1 ¿Cuánto se ha deforestado en el cantón de Pérez Zeledón?

A través de la interpretación de imágenes satelitales se ha facilitado la determinación de las zonas que han sido deforestadas, el Ministerio de Ambiente y Energía utilizó esta herramienta para elaborar un mapa de uso del suelo del año 2005 (ver Mapa 5.1-1 de la sección 5.1 Evaluación general de uso del suelo).

Según este mapa de uso del suelo del MINAE, las zonas deforestadas de algunos cantones de la Región Brunca se resumen a continuación:

Tabla 4.4-1. Resumen de las áreas deforestadas en el período 2000-2005, en algunos cantones de la Región Brunca

Deforestación detectada por el MINAE en el periodo 2000-2005 (Ha /cantón)	
Osa	1253
Pérez Zeledón	679
Corredores	472
Golfito	76
<b>Total</b>	<b>2480</b>

Fuente: MINAE,2005.

En 5 años (2000 al 2005) se deforestaron en Pérez Zeledón al menos 679 hectáreas, lo que causa gran preocupación sobre el futuro de los bosques del cantón.

#### 4.4.3 Problemas asociados a la deforestación

##### 4.4.3.1 La deforestación como causante de erosión en la zona

Uno de los principales problemas relacionados con la deforestación es la erosión que se ocasiona al eliminar la cobertura vegetal, en los bosques el sistema se encuentra en equilibrio y cualquier cambio afecta al resto del sistema (teoría de sistemas), en este caso la erosión es una de las principales consecuencias.

Los problemas de arrastre de sedimentos se complican en una zona con altas pendientes, y en aquellas que colindan con áreas de gran importancia ecológica y económica, como lo es el Parque Nacional Marino Ballena.

En esta zona las interacciones ecológicas están siendo afectadas por el arrastre de sedimentos, y se llevan a cabo investigaciones (por parte del CIMAR Centro de investigaciones marinas de la UCR) para determinar cuáles son las posibles consecuencias de la deposición de partículas de suelo sobre las áreas de arrecife.

Tabla 4.4-2. Datos de erosión en trochas madereras encontrados en la Península de Osa.

Pendiente de la trocha	Erosión en ton/ha/año	
	Mínima	Máxima
0-4 %	82	262
5-9%	147	1195
10-14%	133	267
15-19%	188	540
20-24%	161	1030
>25%	138	3215

Fuente: Barrantes et al, 2002.

La erosión que se causa debido a la apertura de trochas o caminos, depende de la pendiente del terreno y del ancho de la misma, así como de las condiciones del suelo y de la época del año en que se presente la apertura, en invierno las precipitaciones aumentan las probabilidades de arrastre de partículas.

La erosión máxima se presenta en las siguientes condiciones:

- Meses de máxima precipitación (casi siempre octubre).
- Máxima pendiente.
- Y especialmente, en trochas más largas. Cuando el camino es sinuoso disminuye un poco la erosión, pero en sectores más largos y rectos aumenta.

Barrantes et al (2002) establece que la erosión en un área de bosque natural en condiciones similares es prácticamente nula, y que la erosión producida por una de las actividades agrícolas de mayor potencial erosivo (cultivos anuales), no supera la erosión mínima producida por una trocha maderera de 10% de pendiente.

La Tabla 4.5-2 presenta un ejemplo de una finca en la que se realizaría una extracción de madera por medio de 4 trochas y un cargadero de madera que sería representado por un claro en el bosque (en la fotografía 2 se aprecia una zona de apertura de trocha).

Tabla 4.4-3. *Pronósticos de erosión para trocha y un claro maderero en una finca de la Región Brunca.*

Trocha	Área de la trocha (ha)	Pendiente (%)	Erosión (toneladas /año)		Erosión (m3 /año)	
			Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
1	0,025	5	3,68	29,88	3,23	26,29
2	0,054	9 a 28	7,49	173,61	6,99	152,78
3	0,063	19 a 30	11,84	202,55	10,42	178,24
4	0,082	5 a 35	6,72	263,63	5,92	231,99
Claro del cargadero	1,85	10	246,05	493,95	216,52	434,68
<b>Total de erosión</b>			<b>275,78</b>	<b>1163,62</b>	<b>243,08</b>	<b>1023,98</b>

Fuente: Barrantes et al, 2002.

Para un proyecto que se considera promedio, se presentaría una erosión mínima de 275,78 toneladas de suelo al año, y máxima de 1163,62 toneladas al año; todos esos sedimentos se moverán a favor de la pendiente, y probablemente terminen en algún cauce y finalmente en las costas.

Considerando que uno de los principales atractivos naturales de la zona son las costas y todos los ecosistemas que se desarrollan en ellas, es muy importante entender que los proyectos (constructivos, agropecuarios, etc) que se desarrollen en las partes montañosas incidirán directamente sobre la salud de los ecosistemas de las partes bajas (positiva o negativamente).

#### 4.4.4 La tala legal

La ley forestal 7575 sustenta un tipo de servicios (servicios forestales) cuya función es promover un manejo sostenible de los recursos forestales de Costa Rica. Esta ley confiere al Ministerio del Ambiente y Energía la Administración Forestal del Estado, otorgándole la responsabilidad de velar por el uso responsable de los recursos forestales, así como fomentar la conservación de los mismos y el establecimiento de plantaciones forestales y sistemas agroforestales.

Para velar por el adecuado manejo de los recursos forestales se han definido una serie de permisos para su aprovechamiento, permisos para madera caída, inventarios forestales, planes de manejo (ver detalles en Anexo1).

La legislación forestal determina que para la extracción de madera en áreas de bosque se debe presentar un plan de manejo forestal ante las oficinas forestales locales del Estado. Estos planes son documentos técnicos elaborados por un ingeniero forestal contratado por el empresario maderero o el dueño de la propiedad.



**Fotografía 4.4-1.** Trocha para la extracción de madera en los bosques de la Región Brunca, 2006.

En el plan de manejo se determina el área donde se realizará la extracción (área de manejo) y áreas que por su pendiente y proximidad (< 50 m) a zonas de recarga acuífera no son sometidas a extracción de madera y se denominan áreas de protección. En el área de manejo se determina la densidad de individuos mayores a 50-60 cm dap (diámetro a la altura del pecho) de cada especie maderable (censo comercial), y en algunos casos se definen una docena de parcelas de 100 x 30 m para determinar la distribución diamétrica de individuos < 30 cm dap de todas las especies arbóreas (inventario forestal).

- **Certificados de origen:** Es la fórmula oficial diseñada por la Administración Forestal del Estado (AFE) en la cual el regente, el responsable Municipal o del Consejo Regional Ambiental, cuando corresponda, por una única vez, certifique que en determinada finca existe una plantación forestal o sistema agroforestal que puede ser cosechado libremente. La Ley 7575 define plantación forestal como: terreno de una o más hectáreas, cultivado de una o más especies forestales cuyo objetivo principal, pero no único, será la producción de madera. El sistema agroforestal se define como: Forma de utilizar la tierra que implica la combinación de especies forestales en tiempo y espacio con especies agronómicas, en procura de la sostenibilidad del sistema.

#### **4.4.5 La tala ilegal**

Las políticas gubernamentales del pasado estimulaban a los agricultores a talar la montaña, con el fin de abrir tierras para fines agropecuarios, a las personas se les obsequiaba todo el terreno que pudieran limpiar (cortar el bosque), a pesar de que hoy no se fomenta este tipo de actividad, aun persiste el peligro sobre los bosques, ya sea para la extracción de madera o para realizar proyectos urbanísticos.

En el caso de las maderas preciosas, estas en muchos casos se extraen buscando satisfacer las demandas de los inversionistas de la zona, que desean colocar en sus nuevas casas o sitios de hospedaje laminas o piezas de las más finas maderas, sin tener en cuenta el daño que realizan al ecosistema cuando estas son extraídas sin ninguna planificación.

Sobre el tema de las denuncias por corta ilegal de árboles en el cantón, la Lic. Ingrid Campos Leiva; Jefe Subregión de Perez Zeledón del MINAE expresa lo siguiente:

- Existe un proceso de tala para la construcción de caminos y apertura de claros para construcciones de alojamientos turísticos, o para extracción de madera
- Las zonas con el mayor riesgo de sufrir procesos de tala son aquellas de borde, que se encuentran cerca de caminos o de asentamientos humanos, o en las partes altas donde existe una mayor presión por construir alojamientos debido a la vista que se puede obtener desde el sitio, o los parches boscosos que se encuentran en medio de zonas de pastizales
- La deforestación puede ser la causante de varios trastornos a los sistemas naturales de la zona, por causa de la erosión que se produce cuando los suelos quedan desnudos y las partículas son arrastradas y en la mayor parte de los casos llegan hasta los cauces de agua
- Se debe observar sistemáticamente el problema de la deforestación, las soluciones para detener este problema saldrán de las mismas comunidades y de organizaciones externas que se preocupen por la situación , el principal elemento que conforma la solución es concientizar a toda la población de la existencia del problema, y de lo grave que puede ser el continuar con las prácticas actuales
- La presión continuara debido al auge del turismo, por lo que el tipo de turismo que se fomenta en la zona será en gran parte uno de los principales protagonistas en los temas ambientales



Diagnóstico Físico - Ambiental

## Capítulo 5 Uso de suelo



TEMÁTICA	<i>Evaluación del uso del suelo en el cantón de Pérez Zeledón</i>	PRPZ 5.1	
<p>Objetivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Elaborar la cobertura de uso de suelo a partir de imágenes multiespectrales y fotografías aéreas.</i></li> <li>- <i>Evaluar el uso de suelo de acuerdo a su capacidad.</i></li> <li>- <i>Identificar zonas frágiles o vulnerables que requieran de regulaciones especiales en el Plan.</i></li> </ul>			
<p>a. <u>Relevancia para el Plan Regulador</u></p> <p>El conocer la distribución del uso del suelo permite establecer regulaciones que promuevan la utilización sostenible de los recursos naturales y eviten el deterioro irreversible o fenómenos dañinos para el medio natural y para las actividades humanas.</p>			
<p>b. <u>Inventario de los datos e información recopilada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fotografías aéreas Terra 1998 en color verdadero. Escala 1:40000.</li> <li>- Fotografías aéreas Misión Carta 2003 y 2005 en infrarrojo. Escala 1:45000 y 1:33000 respectivamente.</li> <li>- Imágenes multiespectrales Misión Carta 2003 y 2005. Tamaño píxel 50x50 y 10x10 respectivamente.</li> <li>- Mapa Capacidad de Uso de la Tierra, Clases Forestales, en escala 1:50000. Fundación Neotrópica 1994.</li> <li>- Mapa Capacidad de Uso de la Tierra, en escala 1:50000. Ministerio de Agricultura y Ganadería, proyecto en ejecución continua.</li> </ul>			
<p>c. <u>Metodología aplicada</u></p> <p>Mediante el Paquete de computo ERDAS se realiza el siguiente procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rectificar las imágenes multiespectrales.</li> <li>- Elaborar un mosaico con todas las imágenes multiespectrales.</li> <li>- Clasificar los diferentes espectros comunes que se encuentren en las imágenes multiespectrales.</li> <li>- Generar imágenes en color verdadero, falso color e infrarrojo (RGB) a partir de tres bandas del espectro.</li> </ul> <p>Utilizando el Sistema de Información Geográfica conocido como ArcGIS se realiza el siguiente procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Generar la cobertura de uso a partir de la clasificación realizada.</li> <li>- Calibrar y completar las coberturas con las imágenes "RGB" del 2005 y el 2003 y las fotografías aéreas.</li> </ul> <p>Sobreponer las capas de información de uso del suelo y capacidad de uso para determinar incompatibilidades de uso (sobreuso, subuso).</p>			

d. Fuentes de información

- Imágenes multiespectrales de la Misión Carta 2005; administradas por el Programa Nacional de Investigaciones Aerotransportadas Sensores Remotos del Centro Nacional de Alta Tecnología.
- Fotografía aérea infrarrojo de la Misión Carta 2005; administradas por el Programa Nacional de Investigaciones Aerotransportadas Sensores Remotos del Centro Nacional de Alta Tecnología.
- Imágenes multiespectrales de la Misión Carta 2003; administradas por el Programa Nacional de Investigaciones Aerotransportadas Sensores Remotos del Centro Nacional de Alta Tecnología.
- Fotografías aéreas Terra 1998 del Centro Nacional de Investigación GeoAmbiental.
- Mapa Capacidad de Uso de la Tierra, Clases Forestales, en escala 1:50000. Fundación Geotrópica Costarricense, 1994.
- Mapa Capacidad de Uso de la Tierra, en escala 1:50000. Ministerio de Agricultura y Ganadería, proyecto en ejecución continua.

e. Observaciones

A partir de la información recopilada se realizó el análisis de capacidad potencial de uso de la tierra, en el cual se encontró que cerca del 50% del cantón tiene potencial para protección, sin incluir las áreas ya protegidas (ASP).

Se encontraron complicaciones al construir la cobertura de capacidad pues los mapas del MAG no abarcan toda la región de estudio, como solución se decidió, combinarlos con la información de la Fundación Neotrópica Costarricense.

Se trabajaron dos coberturas de uso del suelo 1998-2003 y 2005. Si bien se obtuvieron dos coberturas de uso, la alta presencia de nubes en la cobertura 2005 impidió que se pudiera realizar una comparación exhaustiva entre las coberturas. Sin embargo fue posible ubicar zonas de riesgo, donde se está sobre-utilizando el suelo y cuales distritos poseen vocación agropecuaria o de protección.

## 5.1 Evaluación General del Uso del Suelo

### 5.1.1 Capacidad Potencial de Uso del Suelo

“El suelo es un conjunto de unidades naturales que ocupan las partes superficiales terrestres que soportan las plantas y en general todo tipo de infraestructura construida para uso del hombre, y cuyas propiedades se deben a los efectos combinados del clima y de la materia viva sobre la roca madre, en un periodo de tiempo y en un relieve determinado“(Aguilo y &, 1998).

Con un conocimiento amplio de las características de los suelos es posible advertir sus capacidades y debilidades, combinándolo con el efecto que provoca cada uso se puede lograr un desarrollo armónico con la naturaleza. Este podría aprovechar al máximo las capacidades de la superficie terrestre además de evitar el deterioro y los fenómenos perjudiciales para el ambiente o las actividades humanas.

Se define la Capacidad Potencial de Uso de Suelo como el uso mas intensivo que una unidad territorial puede soportar sin deterioro o pérdida de su capacidad productiva. A partir de esta definición se construyeron las categorías de capacidad de uso, inicialmente aplicadas en el Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra de Costa Rica en escala 1:200000, realizado en 1991 por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG.

Las categorías se determinan de acuerdo a la aptitud agrícola y forestal, la cual esta condicionada por las características físico-químicas, el relieve y las pendientes. Se definieron ocho categorías y se representan con números romanos.

“Las clases I, II y III incluyen todas las tierras que son adecuadas para el cultivo regular, y la clase IV, las tierras que se pueden cultivar sin riesgos solo de vez en cuando, es decir, de modo limitado. Las clases V, VI y VII comprenden las tierras que no son adecuadas para cultivarlas, pero que son propias para pastos y bosques. La clase VIII comprende las tierras que no son adecuadas para cultivos, pastos ni bosques...” (MAG, 1991)

La Fundación Neotrópica en 1994 realiza una campaña para mejorar el nivel de detalle de el Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra de Costa Rica en escala 1:200000, en la cual emite los mapa Capacidad de Uso de la Tierra, Clases Forestales, en escala 1:50000. En estos mapas se agruparon las primeras cinco categorías, reuniendo todos los suelos con aptitudes agropecuarias (agropecuario, A).

Actualmente el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) cuenta con mapas en escala 1:50000, que emplean las mismas categorías, estos forman parte de un proyecto en ejecución continua, por lo tanto aún no cubren todo el territorio nacional.

Para la elaboración del mapa de capacidad se emplearon ambos mapas, los de la Fundación Neotrópica y los del MAG, adicionalmente se incluyen las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) declaradas por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). La combinación de estas capas se realizo de tal manera que se maximizaran las fortalezas de ambas investigaciones de acuerdo a la siguiente lista por orden de jerarquía:

1. Áreas Silvestres Protegidas.
2. Protección (VIII), de acuerdo al MAG, zonas de inundación, peligro o ciudades establecidas.
3. Protección y Regeneración forestal (VIII y VII respectivamente), de acuerdo a la Fundación Neotrópica.

4. Agrícola (II y III), Pastizales (IV y V) y Cultivos Permanentes (VI), de acuerdo al MAG.
5. Las zonas restantes donde aun no hay cobertura, se tomaron del mapas de la Fundación Neotrópica.

De acuerdo a la metodología expuesta, se construyó la cobertura de capacidad potencial de uso del suelo, presentada en el mapa 5.1-1. En la tabla 5.1-1 se incluyen las áreas correspondientes para cada capacidad por el distrito. En la tabla 5.1-2 se muestran los porcentajes de área de cada capacidad por distrito.

En el cantón de Pérez Zeledón se destina el 22,7% del territorio a Áreas Silvestres Protegidas (ASP), entre las que se encuentran el Parque Nacional Chirripó, el Parque Nacional Tapantí macizo cerro de la Muerte, la Reserva Forestal Los Santos, Reserva Forestal Río Macho, y dos Refugios de Vida Silvestre de carácter privado. Estas ASP se localizan hacia el norte del distrito, sobre la Cordillera de Talamanca, solamente el Refugio de Vida Silvestre Boracayán se ubica al sur, entre el distrito de San Isidro del General y Barú.

El Parque Nacional Chirripó, se ubica al noreste del cantón, ocupando 17.505 Ha equivalentes a un 9,2% del cantón. Se extiende sobre cuatro distritos, pero principalmente el de Rivas donde ocupa el 33,9% del distrito. La Reserva Forestal Los Santos se localiza hacia el noroeste del cantón y se extiende hacia Dota. Incluye 24.963 Ha en el cantón de Pérez Zeledón, y se extiende sobre tres distritos, principalmente Páramo y Río Nuevo. Las cuatro restantes ASP ocupan un 0,5% del Cantón.

La categoría II corresponde a suelos de pendientes suaves, bien irrigados, pero con limitaciones leves tales como erosión, profundidad efectiva baja, y climas desfavorables, se encuentra en todos los distritos, menos en Río Nuevo y Páramo. El distrito con la mayor extensión en esta categoría es Daniel Flores con 1.983 ha, ubicados en los linderos de la ruta 2 y alrededor del casco principal de la ciudad hacia el norte hasta el límite con Rivas y hacia el sur por el límite con San Isidro del General.

En el distrito de General Viejo se encuentran 1.324 Ha de suelo con categoría II, se ubican alrededor de la ruta 322 en el sur del distrito y hacia el centro del mismo. Hacia el este sobre la ruta 2 y junto al río San Pedro se encuentra una concentración de suelos con categoría II, con una extensión de 1.008 Ha repartidas entre los distritos de Cajón y San Pedro. Un poco más al este sobre la ruta 2 se encuentra otra franja de terreno en esta categoría.

Cerca de la ruta 243, en el distrito de Barú se concentra otra extensión importante de suelos con categoría II, irrigada por el río Diamante y la quebrada Quebrador, abarca 435 Ha. En el sur del Cantón y alrededor del río General se encuentran pequeños terrenos con esta capacidad.

La categoría III comprende suelos moderadamente buenos para el cultivo, con pendientes moderadamente fuertes, alta susceptibilidad a la erosión, problemas asociados a humedad o inundaciones, entre otros. Un 5,5% de los suelos del cantón se encuentran en esta categoría, se distribuyen por toda la superficie, principalmente al margen de los terrenos de categoría II. Los distritos con mayor extensión en esta categoría corresponden a Pejibaye, San Isidro del General y San Pedro, con 2.441 Ha, 2.263 Ha y 2.137 Ha respectivamente. La mayor parte de estas tierras se ubican en los linderos de las rutas nacionales o cerca de ellas.

La categoría IV comprende suelos con severas limitaciones, tales como fuertes pendientes, baja capacidad de retención de humedad, frecuentes inundaciones y moderados efectos

adversos del clima. Se localizan desde el centro, cerca del casco urbano hasta el sureste del cantón, comprende laderas y montañas irregulares. Ocupa un área de 18.417 Ha, equivalentes a un 9,7% del cantón. El distrito de mayor cobertura en esta capacidad es Pejibaye con 5.554 Ha.

Para el distrito de Cajón sus 3.928 Ha con categoría IV equivalen al 33% del mismo y se ubican en la mitad sur del distrito. En los distritos restantes no se encuentran concentraciones importantes. Por el contrario en general las manchas restantes conforman tiras serpenteantes que suelen compartirse entre los distritos, sin embargo apenas cuatro de ellos tiene menos de 1.000 Ha en esta categoría.

La categoría V se puede describir como: “En esta clase se incluyen terrenos que no poseen o solo tienen en pequeña escala problemas de erosión. Sin embargo, poseen otras limitaciones imprácticas de remover suelos casi que restringen su uso principalmente para pastos o bosque. Generalmente se incluyen planos pero con limitaciones solas o combinadas...” (MAG, 1991). Estos suelos ocupan una proporción muy baja en el cantón, apenas un 1,2%.

La Categoría VI comprende suelos con severas limitaciones agronómicas, en los que se recomienda usos de bosques o pastizales, sin embargo es capaz de sostener cultivos permanentes, tales como café o frutales, entre las principales limitaciones se encuentran las fuertes pendientes, alta susceptibilidad a la erosión o ya muy erosionados, alta pedregosidad, suelos superficiales, excesiva humedad, factores climáticos adversos. En el cantón se encuentran 21.644 Ha de suelos con esta capacidad,(11,4% del cantón). Se distribuyen a lo largo de todo el cantón sobre las laderas de la cordillera de Talamanca hacia el norte, y sobre las pequeñas y quebradas laderas de la Fila Costeña. En cuatro de los distritos se superan las 3.000 Ha, estos son San Isidro del General, Pejibaye, Platanares y Barú.

Las siguientes tres categorías se tomaron de la información contenida en los mapas de la Fundación Neotrópica, la primera categoría, A, comprende suelos con capacidad agropecuaria, es decir con cualidades que van desde suelos muy buenos para los cultivos hasta aquellos en donde el suelo no es capaz de soportar cultivos normales, pero si cultivos permanentes o pastizales. Esta categoría apenas abarca un 0,9% del cantón, pues en la mayoría de lo terrenos se encontró un mayor detalle con las categorías anteriores.

La categoría VII comprende tierras con limitaciones tan variadas y severas que solamente tienen capacidad para manejo de bosque natural. Dentro de esta categoría se encuentra el 20,6 % del cantón.

En el extremo norte de la Fila Costeña, se concentra una gran extensión de la categoría VII, cerca de una tercera parte de toda la encontrada en el cantón, justo en medio de esta zona la divisoria de aguas es tomada como límite distrital, para San Isidro del General y Barú, los distritos con mayor extensión en esta categoría.

En los restantes distritos la extensión de suelo con capacidad para manejo de bosque natural, varía desde 746 Ha en Daniel Flores hasta 5.281 Ha en Rivas.

En la categoría VIII se incluyen los terrenos que deben ser destinados a protección, estos tienen tantas y tales limitaciones que cualquier alteración a los ecosistemas puede causar daños irreparables. Las tierras de esta clase, tienen utilidad solo como zonas de preservación de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica. (Mapas de capacidad de uso de la tierra,1994). Esta categoría comprende el 21,6% del cantón, siendo la categoría de mayor cobertura después de las Áreas Silvestres Protegidas(22,7% del cantón).

Los terrenos con categoría VIII, protección se ubican principalmente hacia el norte sobre las faldas de la cordillera de Tamanca, donde las montañas se elevan con fuertes pendientes y en estrechos valles. Hacia el este se encuentra una unidad extensa que se extiende sobre las faldas occidentales en el extremo norte de la Fila Costeña. A lo largo de la Fila Costeña hacia el sur se encuentran pequeñas ramificaciones de terrenos en esta categoría.

En el distrito de Rivas se encuentran 13.544 Ha de suelos con capacidad para protección, una tercera parte de todo el suelo presente en el cantón con esta categoría. Rivas cuenta con pocas tierras disponibles para actividades agropecuarias o humanas, apenas un 2,9% del mismo, mientras que entre Áreas Silvestres Protegidas, manejo de bosque natural y protección se encuentran el 97,1%. En este distrito se encuentra cerca del 20% del Parque Nacional Chirripó y incluye gran parte de la concentración de suelos con capacidad de protección ubicados en las faldas de la Cordillera, dentro del cantón.

**Fotografía 5.1- 1** Suelos con capacidad VII y VIII en San José de Rivas.



Fuente: ProDus, 2006-2007.

Después del distrito Rivas, sobresalen los distritos de San Pedro y Barú, en terrenos con categoría VIII, con 6.437 Ha y 6.319 Ha respectivamente. Barú comprende la concentración oeste y San Pedro reúne las laderas del este, al sur del Parque Nacional Chirripó. Otros cuatro distritos abarcan áreas que rondan por las 3.000 Ha y estos son Río Nuevo, Páramo, Pejibaye y San Isidro del General, estos abarcan las zonas esparcidas por la Fila Costeña y la convergencia con la cordillera de Tamanca.

En contraste con Rivas se encuentra el distrito de Daniel Flores, principalmente de carácter agropecuario(72,4%) y especialmente agrícola(57,5%), pues se encuentra dentro del valle

del río General, sin embargo este distrito es el más pequeño del cantón, ocupando menos del 4% del área total.

La última categoría, la VIII(MAG), comprende extensiones con serias limitantes de cambio de uso del suelo. Incluye tres casos particulares, zonas de inundación, el casco urbano principal y zonas de fuertes pendientes, tales como escarpadas, acantilados, fuertes laderas entre otros.

El casco central urbano se compone por la ciudad de San Isidro y Daniel Flores. Específicamente esta zona incluye más de 20 pueblos cercanos a la ruta 2, desde Durán Picado hasta Daniel Flores. Esta zona comprende pueblos densos donde no es posible encontrar terrenos extensos donde se logre realizar alguna actividad agropecuaria de manera eficiente.

**Fotografía 5.1- 2** Vista de la ciudad de San Isidro del General.



Fuente: ProDUS, 2006-2007.

Las zonas de inundación corresponden con las definidas por la Comisión Nacional de Emergencias, para los ríos San Ramón, Chirripó Pacífico, Buenavista, General, Peñas Blancas, San Pedro y Pejibaye.

La zona de fuertes pendientes aplica en tres casos, una pequeña ubicada cerca de la reserva Forestal los Santos. Otra de 403 Ha cerca del pueblo Tumbas. La mayor concentración se encuentra cerca del pueblo Morete, en el distrito de San Isidro del General y corresponde con una fuerte depresión, que comprende pendientes desde los 0% hasta 100% y valores máximos de hasta 230%; con elevaciones entre los 280 msnm y los 840 msnm; se extiende por 844 Ha.

Cabe recordar que la información en la cual se base este análisis se encuentra en escala 1:50000 y representa un punto de partida en la estimación de la capacidad productiva de un



terreno, por lo tanto en aquellos terrenos en los que se desee hacer una explotación intensiva es necesario apoyarse con otros análisis que contemplen la factibilidad y el costo ambiental del proyecto.

### 5.1.2 Uso del suelo en 1998-2003

La cobertura de uso de suelo se generó a partir de las imágenes multiespectrales de la Misión CARTA 2003, que rondan desde el color verdadero hasta el infrarrojo térmico, en escala 1:100000. Esta Misión fue realizada por el Programa Nacional de Investigaciones Aerotransportadas Sensores Remotos del Centro Nacional de Alta Tecnología. En algunos lugares para aumentar el nivel de detalle o debido a problemas de nubosidad o interpretación se utilizaron las fotografías de la Misión TERRA en escala 1:40000 propiedad de CENIGA. (1998).

El uso urbano se encontraba concentrado en los distritos de San Isidro, Daniel Flores y San Pedro, con el 37,7%, 19,6% y 11,5% del área del cantón destinada a este uso. Lo anterior representaba tan solo 1000 Ha lo cual es solamente un 0,5% de la superficie total del cantón. Ver tablas 5.1-2 a 5.1-4.

Los distritos con mayor cobertura boscosa correspondían a Rivas, Río Nuevo y Páramo con 20.017 Ha, 15.225 Ha y 14.988 Ha de extensión respectivamente, para un 64,5%, 63,4% y 73,4% de su área. Gran parte de este uso se concentraba en los sectores correspondientes a al Parque Nacional Chirripó, en el caso de Rivas, y la Reserva Forestal Los Santos en los otros dos. Barú, San Pedro, Platanares y Cajón tenían coberturas boscosas que cubrían cerca del 55% de su territorio. San Isidro y Daniel Flores eran los distritos con la menor cantidad de su superficie cubierta por bosques, siendo 7.391 Ha y 1.914 Ha respectivamente, para un 38,6% y 29,8%, esta cobertura en ambos casos se localizaba principalmente en las zonas montañosas del sur, aunque no son áreas concentradas si no más bien dispersas (ver mapa 5.1-2). Este uso es muy importante en el cantón, ya que representa el 55% de la superficie total.

El cultivo de pasto para el ganado ha sido una actividad importante en Pérez Zeledón, lo cual se refleja en el hecho de un 29,2% de su superficie, al 2003, estaba destinado a Pastos y árboles dispersos, siendo los distritos que más contribuyen a ese porcentaje Rivas (con un 15%), San Isidro (con 14,8%), y Barú (con 11,4%), seguidos por San Pedro Pejibaye y Río Nuevo con cerca de 11% cada uno. Este tipo de uso se encontraba en general bastante disperso por todo el cantón, salvo en las zonas noreste y noroeste que concuerdan con las zonas de reserva, ocupadas por bosques.

El siguiente uso en importancia era el de cultivos, entre los cuales destacaban la piña, el café y la caña, el cual representa el 6,4% de la superficie del cantón.

En el cantón era posible observar terrenos catalogados como suelo desnudo, los cuales representaban el 6,3% del área, este tipo de cobertura podría representar terrenos preparados para iniciar la siembra de algún cultivo o la construcción de viviendas. En el distrito de Pejibaye y Platanares no se encontraron grandes

**Fotografía 5.1- 3** Cultivo de café en San Isidro.



Fuente: Produs. 2006-2007.

extensiones de cultivos. Sin embargo de acuerdo a los datos incluidos en el capítulo 9.1 en estos distritos se encuentran 6.921 Ha cultivadas en Pejibaye y 2.001 Ha cultivadas en Platanares, entre los cuales se encuentran el café, cítricos, tiquisque y frijol. Sin embargo, la información existente no es suficiente para distinguir si serán destinados a cultivos.

El uso urbano era muy limitado (0,8% del área total), y se concentraba en los distritos de San Isidro y Daniel Flores, los cuales sumaban el 57% de esta área.

En algunos casos las nubes suelen interponerse en la imagen provocando un efecto combinado con las sombras proyectadas sobre el terreno. Las zonas afectadas por este fenómeno se encontraban en general dispersas por todo el cantón, y en total sumaban el 0,7% del área del mismo. Ver mapa 5.1-2.

### 5.1.3 Uso del suelo en 2005

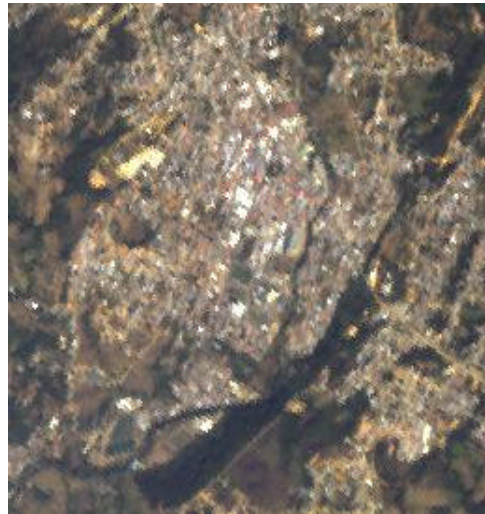
El mapa de uso del suelo se generó a partir del análisis fotogramétrico; se corroboró y afinó con la ayuda de las giras de campo. Las imágenes multiespectrales empleadas son propiedad del Centro Nacional de Alta Tecnología y fueron capturadas en marzo del 2005 durante la Misión Carta 2005, estas imágenes abarcan el espectro electromagnético desde color verdadero hasta infrarrojo térmico en escala 1:38000. Las diferentes bandas se combinan para generar tres mosaicos con los cuales se realiza la calibración, estos mosaicos corresponden con color verdadero, infrarrojo cercano y falso color. Las coberturas corresponden al uso observado en la imagen. En aquellos casos donde se desea mejorar la escala de los datos se recurrió a las fotografías aéreas en infrarrojo tomadas durante la campaña Misión Carta 2005 en los mismos meses. Estas fotografías se encuentran a escala 1:8000, fueron empleadas en la parte baja de la cuenca del río General en la zona de concentración de cultivos y en la mayor parte de la cuenca del río Pacuar en la zona donde se encontró grandes extensiones en la categoría desnudo y árboles dispersos.

**Fotografía 5.1- 4** Imágenes multiespectrales Carta 2005, Pejibaye



Fuente: ProDUS, 2006-2007.

**Fotografía 5.1- 5** Imágenes multiespectrales Carta 2005, San Isidro



Fuente: ProDUS, 2006-2007.

En el mapa 5.1-3 se muestra la distribución de estos usos a lo largo del Cantón, en este se distinguen la localización y agrupación de las diferentes categorías. Este mapa presenta el uso obtenido a partir del análisis fotogramétrico y pretende reflejar el uso que se le daba al suelo en el año del 2005, pese a la variación en el tiempo que este haya podido tener, este mapa en conjunto con el del 2003 son una herramienta de análisis poderosa para comprender el comportamiento de el Cantón durante los últimos años. En la tabla 5.1-6 se incluyen las áreas que ocupa cada uso dentro de cada distrito y las dos siguientes el porcentaje de acuerdo al total de área del distrito y al total de la cobertura de uso dentro del cantón.

El uso predominante en el Cantón son los bosques con 80.100 Ha, distribuidos en las faldas de la Cordillera de Tamanca, y sobre la Fila Costeña. Los bosques representan un 42,1% del área total del cantón. El distrito con mayor superficie boscosa es Rivas con 19.167 Ha equivalentes a un 23,9% del bosque presente en el cantón. Le siguen los distritos de Río Nuevo y el Páramo con 13.368 Ha y 10.266 Ha respectivamente. Estos tres distritos concentran su cobertura boscosa en la periferia hacia la cordillera de Tamanca en el norte y hacia el oeste en el valle del río Savegre.

Todos los distritos presentan algún nivel de cobertura boscosa, desde Rivas hasta Daniel Flores con 1.338 Ha. Pese a la variación en el área boscosa dedicada en cada distrito en porcentaje el área boscosa para la mitad de los distritos es superior al 50% y porcentaje mínimo es de 20,8% en Daniel Flores.

La categoría pastos y árboles dispersos corresponde a aquellas extensiones de suelo donde se observa cobertura vegetal y pequeños grupos de árboles. En el Cantón se encuentran 34.218 Ha en esta categoría, se ubican a lo largo de todo el cantón especialmente en los valles a los pies de las montañas y cerca de las riberas de los ríos. Los distritos con mayor cobertura en esta categoría son Río Nuevo y San Isidro del General con 6.159 y 5.750 hectáreas respectivamente. Esta categoría puede asociarse con potreros, lotes baldíos o terrenos con cultivos de escaso tamaño o tipo arbustivo, tales como frijoles y mora.

Los pastos comprenden terrenos donde no se distingue cobertura boscosa y la superficie se observa lisa o heterogénea. En el cantón cubren un 6,2% equivalente a 11.860 Ha. Este uso se concentra como una franja cercana al río Chirripo Pacífico y El río General hasta antes de la confluencia con el río Pacuar alcanzando una extensión total de 2.944 Ha, atravesando tres distritos. El resto se localiza en secciones menores en todo el Cantón. El distrito con mayor cobertura de pastos es Barú ubicado en la parte baja del valle y en las laderas orientales. De igual manera a la anterior categoría esta puede ser asociada con potreros, lotes baldíos y cultivos bajos.

Es posible distinguir extensiones de terreno donde no se reconoce ninguna cobertura vegetal, por lo cual el suelo se encuentra expuesto, estos terrenos se catalogaron como desnudo, en esta categoría se tienen 3.506 Ha equivalentes a un 1,8%. El distrito de mayor cobertura es Rivas con 1.333 Ha (38,0% del total de categoría en el cantón), se ubican en la parte alta de los ríos Blanco y Páramo, en las faldas de los cañones. En el resto de distritos esta categoría se ve muy disminuida y usualmente se ubica entre zonas dedicadas a la agricultura.

**Fotografía 5.1- 6** Deslizamiento en San José de Rivas

Fuente: ProDUS, 2006-2007.

En algunos terrenos desnudos se encontraron pequeños grupos de árboles dentro, para estos casos se incluyó la categoría desnudo y árboles dispersos, la cual cubre 11.492 Ha del Cantón equivalentes a un 6%. El distrito con mayor cobertura en esta categoría es San Isidro del General, con el 30,9% de toda la cobertura en el cantón. Este uso se concentra al sur del distrito entre los pueblos de Rosario y Aguas Buenas, al este de la ruta 243.

El distrito de Pejibaye presenta una importante extensión de área en esta categoría, con 2.944 Ha, concentradas en las cercanías del poblado Pejibaye y el extremo noreste del distrito. De manera similar está el distrito de Rivas con 2.300 Ha ubicadas en la parte norte hacia el inicio de los cañones del río Blanco y Páramo. En los distritos restantes las áreas van desde 900 Ha hasta nada.

El uso urbano comprende aquellos terrenos donde se observe algún tipo de superficie artificial, tales como techos y azoteas de edificios, casas o bodegas; en esta categoría no se incluyen instalaciones con zaranes, como los viveros. En el Cantón se encontraron 1.802 Ha destinadas al uso urbano, estas se distribuyen por todo el cantón. Las actividades productivas en la zona han condicionado el desarrollo, generando un sistema de ciudad central-periferia donde la mayor concentración de servicios se da en una urbe central, en este caso San Isidro; mientras que el resto del territorio se destina a protección y cultivos provocando, ciudades largas que se despliegan a lo largo de los caminos principales con pequeños centros, donde se concentran los servicios básicos. El capítulo 5.2 se describe como se hayan distribuidos los servicios en el cantón y el capítulo 9 incluye la localización de las principales actividades productivas.

En el distrito de San Isidro se encontró 846 Ha de cobertura urbana, equivalente a un 46,9% del total del Cantón, esta mancha se muestra como un conglomerado central rodeando la ruta 2 y extendiéndose hacia los costados, principalmente hacia el suroeste como se muestra en el mapa 5.1-3. Mientras que en el distrito de Daniel Flores se encontraron 581 Ha correspondientes a un 32,3 % del Cantón. En este caso el distrito reúne varios ciudades menores como, Daniel Flores y Palmares.

En el resto de los distritos el reconocimiento de centros urbanos fue complicado pues la mayor parte de ellos se basa en un crecimiento lineal en los linderos de las calles, escapando de la precisión de las herramientas empleadas. Sin embargo se logró reconocer algunos pequeños centros dentro del cantón tales como General Viejo, Juntas de Pacuar, Cajón, Rivas y Pejibaye, estos y otros centros se ven reflejados en la tabla 5.1-6.

La categoría cultivos comprende aquellos terrenos donde de acuerdo a la textura y las diferencias observadas en las imágenes fue posible distinguirla de pastos o bosques. Además gracias a la calibración de campo y el uso de información adicional fue posible separar dos de los cultivos principales que se dan en la zona, el café y la piña. Estos dos cultivos se incluyen como categorías adicionales en el mapa de cobertura de uso así como en las tablas. Como ya se menciono anteriormente algunos cultivos debido a sus dimensiones pueden ser confundidos con pastos, por esto es probable que la extensión cultivada incluida en el mapa 5.1-3 sea menor a la realidad en el año 2005.

En el Cantón en total se encontraron 14.176 Ha (7,5% del Cantón) destinadas a cultivos, estos se concentran al este, sobre el fondo del Valle del General y en las laderas orientales de la cordillera de Talamanca. En otras regiones se encuentran manchas de menor tamaño, sobre las laderas de la cordillera de Talamanca, en los alrededores de la ciudad de San Isidro y en las colindancias de las rutas principales.

En el caso de la piña esta se ubica alrededor del pueblo Ingenio sobre la ruta 322 y se extiende por 1.318Ha. Como se muestra en la tabla 5.1-8 la mayor parte de la Piña se encuentra el distrito de Cajón, un 79,4%. El café se incluye en la mancha este y se ubica sobre terrenos de poca pendiente hasta las laderas de la Cordillera de Talamanca, abarca 6.193 Ha en tres distritos. Es posible que dentro de la categoría otros cultivos se encuentren cafetales o piñales, pero no fue posible separarla del mismo debido a la falta de información.

**Fotografía 5.1- 7** Vista aérea de la piña. Imágenes multiespectral Carta 2005, falso color.

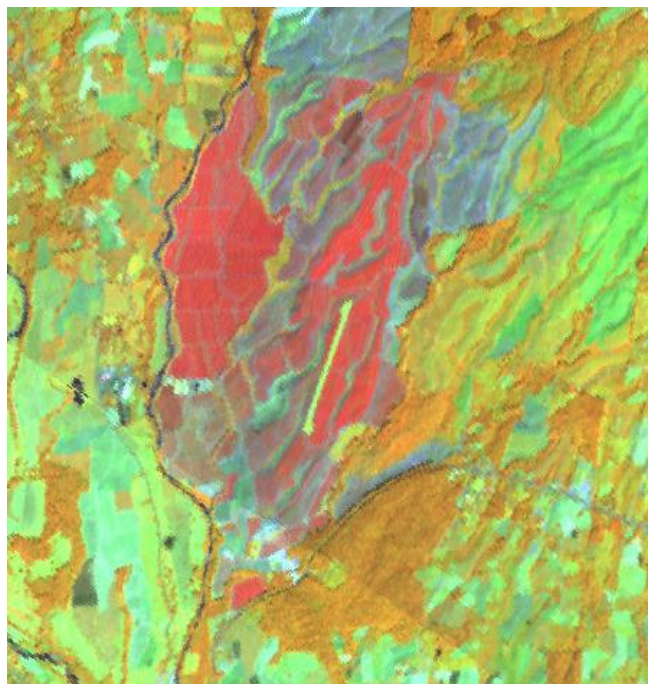


Imagen en falso color, a partir de las imágenes multiespectrales de la Misión Carta 2005. Las manchas rojas corresponden con cultivos de piña y las naranja con textura a bosques.

Fuente: ProDUS, 2006-2007.

**Fotografía 5.1- 8** Piñeras en el distrito Cajón.



Fuente: ProDUS, 2006-2007.

El distrito con mayor área destinada a otros cultivos es San Pedro, en el mapa 5.1-3 se puede observar como de la mancha este, al menos el 30% esta incluida dentro de este distrito. El resto de la concentración este se ubica en los distritos de Cajón y General Viejo, donde la categoría otros cultivos ocupa 1.143 Ha y 866 Ha respectivamente.

Dadas las condiciones climáticas del país es posible que en la imagen se observen nubes que se interponen. En estos casos no es posible reconocer el uso que se da justo debajo de la nube y algunas veces la sombra proyectada de la nube aumenta la superficie desconocida. Los casos en donde se dio este fenómeno se incluyeron dentro de la categoría nubes y sombras. Este fenómeno abarcó 33.094 Ha, un 17,4% del Cantón, y se ubica principalmente a las elevaciones de 500 a 1000 msnm en el sur donde la Fila Costeña atrapa las nubes provenientes del pacífico y al norte a los 2200 msnm donde la Cordillera de Talamanca retiene la nubosidad remanente.

#### **5.1.4 Evaluación del uso del suelo**

El comportamiento eficiente de las actividades agropecuarias y las diferentes coberturas naturales está sujeto a la capacidad y las características del suelo, sin embargo, son pocos los casos en los que se realiza algún análisis que optimice el uso que se le dará al suelo. Esta falta de planificación provoca problemas como erosión, pérdida de fertilidad o situaciones riesgosas para la infraestructura y la población.

Para evaluar el comportamiento del suelo ante el uso que se le esta dando se definieron tres categorías de evaluación: *sobreuso*, *uso correcto* y *subuso*. En algunos casos la información existente no es concluyente y no fue posible establecer el comportamiento que

tendría el suelo, para estos casos se definieron dos categorías auxiliares; *indeterminado* y *fuera de estudio*.

Cuando un uso sobrepasa la capacidad potencial agropecuaria de la unidad territorial, se entiende un **sobreuso**, en general en estos casos se produce deterioro de la capa superficial, esto se refleja con erosión, pérdida de la capa efectiva o pérdida de la fertilidad. Por el contrario si el uso es congruente con la capacidad agropecuaria, se define como **uso correcto**, y el suelo será capaz de sustentar este uso siempre que se le realicen las respectivas prácticas de conservación. Mientras que si el uso demanda menor capacidad de la residente en la unidad territorial, se tiene un **subuso**, en cuyo caso el terreno posee una capacidad remanente. Cabe recordar que sin importar el caso en el que se encuentre, toda actividad agropecuaria debería mantener prácticas de conservación aun cuando se encuentre en *subuso*. Se recomienda evitar los *sobreusos* e incentivar los *usos correctos* y *subusos* para mantener la capacidad potencial del suelo.

Para evaluar la capacidad potencial de uso del suelo se empleo la cobertura de capacidad presente en el mapa 5.1-1, el cual se conformo como se explica en el apartado 5.1.1 a partir de los mapas de capacidad de suelo del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), y los mapas de Capacidad de Uso de la Tierra, Clases Forestales de la Fundación Neotrópica, ambos en escala 1:50000. Se emplearon las coberturas de uso de suelo correspondientes con el año 2005 y 1998-2003.

Para realizar el análisis y generar la cobertura de evaluación de uso del suelo, se contemplaron las características y limitaciones de cada una de las coberturas empleadas en la información base, adicionalmente se tienen las siguientes consideraciones de acuerdo a la interacción entre las coberturas.

- ❖ Con base en las descripciones de las categorías de capacidad de uso del suelo, la cobertura de uso y las características de cada uso, se definió la evaluación del uso del suelo, como se muestra en la tabla 5.1-9.
- ❖ La infraestructura, reflejada en el uso urbano se aceptara como *uso correcto* cuando coincida con unidades territoriales con capacidad agropecuaria, pues las características morfológicas de estas categorías son adecuadas para el desarrollo de la vida humana.
- ❖ El suelo desnudo a sí como el desnudo y árboles dispersos no son analizados, pues corresponden a estados transitorios en un cambio intensivo de uso, y no es posible determinar con certeza que uso era anteriormente ni para que se destinará en el futuro. En algunos casos podrían ser deslizamientos naturales que exponen repentinamente la superficie del suelo.
- ❖ En el caso en que se encuentre nubes dentro de las coberturas de uso, no es posible distinguir cual es el uso, por lo tanto estas zonas se definen como **fuera de estudio**.
- ❖ En caso que el mapa contenga alguna categoría referente a los espejos de agua, tales como ríos, lagunas o canales; estas extensiones se definen como **fuera de estudio**.
- ❖ Para la combinación capacidad agrícola y uso bosques se indico *subuso*, según un enfoque productivo de acuerdo a las capacidades físico-químicas del suelo. Sin embargo desde un enfoque ambiental en la mayor parte de los casos esta combinación correspondería con un *uso correcto*.

- ❖ El café se considera un cultivo permanente por lo tanto se asume como *uso correcto* en las capacidades desde la I hasta la VI. La piña tiene una duración de cosecha de un año sin embargo es capaz de adaptarse a casi cualquier tipo de suelo por esto se considera en *uso correcto* en unidades con categorías del I hasta la IV.
- ❖ Para analizar los territorios dentro de las Áreas Silvestres Protegidas (ASP), se divide en dos grupos los Parques Nacionales y el resto de ASP. En los Parques Nacionales los bosques se consideran *uso correcto* y cualquier otro en *sobreuso*, pues estos terrenos deben estar destinados únicamente a protección. En el resto de las ASP de igual manera se asumen correctos los bosques, pero al resto de usos se le asigna la categoría *indeterminado*, pues en algunos casos los planes de manejo permiten pastizales o algunos tipos de cultivos.

#### 5.1.4.1 Evaluación del uso del suelo, cobertura de uso de suelo: 1998-2003.

En la tabla 5.1-10 se presentan las áreas por distrito para cada categoría de evaluación para el uso 1998-2003, mientras que en la tabla 5.1-11 se incluyen el peso porcentual de cada categoría dentro del distrito. La categoría **uso correcto** predomina en el cantón con 125.244 Ha, equivalentes a un 66% del cantón. En la tabla 5.1-14 se presentan las áreas para cada combinación de uso y capacidad analizada en el cantón, para el uso 1998-2003, en esta tabla es posible ver como el 73% de los terrenos que se encuentran en *uso correcto* corresponden con bosques, la cobertura principal en el cantón.

En todos los distritos la categoría *uso correcto* abarca más del 50%, en el distrito de Rivas se tiene la mayor cantidad de *uso correcto*, este distrito se caracteriza por grandes extensiones de bosques y suelos con poca capacidad. El distrito con mayor porcentaje de área con uso correcto es Cajón con 81%, esta representatividad de *uso correcto* se puede atribuir a la presencia de bosques hacia el norte y los cultivos hacia el sur del distrito; concordante con las capacidades del distrito.

La categoría de **subuso** tiene poca presencia en el cantón, apenas un 6%, equivalentes a 10.819 Ha. Cerca de la mitad de esta categoría se compone de bosques en zonas con capacidades agrícolas distribuidas en las zonas marginales al casco central, la parte baja del valle del General, en la intersección de la ruta 2 con la ruta 333 y en Barú. Otro aporte importante corresponde a pastos en una zona agrícola al este del distrito Pejibaye. Los distritos con mayor extensión de suelo en esta categoría son Pejibaye y San Pedro.

Un 19% del cantón se encuentra en *sobreuso*, este se distribuye por todo el cantón especialmente en la periferia donde predominan los suelos con capacidad para protección. Entre esta categoría se encuentran 2.493 Ha de pastos y charrales ubicados dentro del Parque Nacional Chirripó.

En la tabla 5.1-14 se observa que 462 Ha de suelo urbano se encuentran en la categoría VIII del MAG, la cual reúne zonas de inundación, laderas con fuertes pendientes y el casco central urbano, localidades donde no deberían realizarse mas intervenciones antrópicas, sin embargo esta extensión debe ser corregida pues cerca de 300 Ha corresponden con el casco urbano, dejando el resto a las zonas de peligro (zonas de inundación y laderas).

Un 15% del cantón corresponde con pastos y charrales en suelos con capacidad forestal de protección o manejo de bosque natural, combinación que provoca **sobreuso**. El distrito de Rivas posee la mayor extensión de suelo en *sobreuso*, 9.317 Ha, un 30% del distrito. Especialmente comprende pastos en la parte alta de los márgenes de los ríos Chirripópacífico y Buenavista, hasta antes de su confluencia.



**Fotografía 5.1- 9** Pueblos y pastos en la zona norte del distrito de Rivas, cerca de San José.



Fuente: ProDUS, 2006-2007.

Para este caso (1998-2003) fue posible analizar la mayor parte del cantón, solamente un 7% del mismo se encuentra en la categoría ***fuera de estudio***. De las 13.796 Ha en esta categoría, 11.907 Ha corresponden con suelos sin cobertura vegetal, es decir suelo desnudo. Cabe recordar que los suelos desnudos no son evaluados, por ser un uso transitorio que se puede dar tanto por la intervención humana como por efectos naturales.

La mayor concentración de *fuera de estudio* se da en los distritos de Pejibaye y Platanares, con 5.329 Ha y 2.313 Ha respectivamente. Al comparar estos valores con los niveles de suelo desnudo parece haber una correspondencia, en efecto para el distrito de Pejibaye se tiene que 5.272 Ha corresponden a suelos desnudos como se muestra en la tabla 5.1-3, mientras que en Platanares toda el área en categoría *fuera de estudio* corresponde con suelos desnudos.

La categoría de evaluación *indeterminado* se extiende por 3.760 Ha, un 2% del cantón. Principalmente se encuentran pastos y árboles dispersos dentro de esta categoría.

#### **5.1.4.2 Evaluación del uso del suelo, cobertura de uso de suelo: 2005.**

En la tabla 5.1-12 se presentan las extensiones de cada categoría de evaluación por distrito para la cobertura de uso de suelo 2005, mientras que en la tabla 5.1-13 se muestran los porcentajes de área de cada categoría en cada distrito. En la tabla 5.1-15 se muestran las áreas para cada combinación de capacidad y uso del suelo evaluado en la cobertura del 2005.

En comparación con la evaluación a la cobertura 1998-2003, en la evaluación realizada a la cobertura del 2005, se encontró una menor extensión de terrenos en **uso correcto**, esto parece concordar con la expansión de la barrera agropecuaria, donde se sustituyen los bosques por cultivos, pastos y suelos desnudos, tanto en suelos con capacidad agrícola, como en suelos con características de protección. Sin embargo la categoría de **sobreuso** disminuyó, esto parece contradictorio con el comportamiento del **uso correcto**. Al observar los mapas de uso del suelo se puede ver que en la cobertura 2005 se encuentran grandes concentraciones de nubes especialmente en las zonas más problemáticas como al norte del distrito de Rivas, al sur del cantón sobre la Fila Costeña, en concordancia se puede ver como la categoría **fuera de estudio** aumento súbitamente pasando de un 7% en la cobertura 1998-2003 a un 25% en la cobertura 2005.

El **subuso** también disminuyó en cerca de 2.000 Ha, esto se refleja en la reducción de la cobertura boscosa y los pastizales, Al comparar los datos de las tablas 5.1-14 y 5.1-15 se observa que de un año al otro solo 500 Ha pasaron a ser cultivos, mientras que unas 200 hectáreas se reparten entre el suelo desnudo y el suelo urbano, sin embargo el mayor incremento se da en la categoría nubes. Dado que las nubes se encuentran en la cobertura 2005 justo encima de donde se daban alrededor de 1.400 Ha de **subuso** en la cobertura 1998-2003, solo se pueden corroborar 600 Ha de disminución del **subuso**.

La categoría **indeterminado** igualmente muestra un pequeño aumento inferior a las 1.000 ha.

Como se puede ver no es posible comparar el comportamiento de ambas coberturas de uso con certeza, debido a la interrogante que plantea el incremento en la nubosidad observada en la cobertura 2005, sin embargo algunas categorías de uso muestran aumentos que pueden asociarse con un crecimiento de la población y una expansión de los poblados. La escasa cantidad de nubes dentro de la cobertura de uso 1998-2003 se debe a que el uso de los dos años se complementaron.

En el análisis de evaluación a la cobertura de uso de 2005, se encontró que predominan los **usos correctos** con 54% del cantón, equivalentes a 103.351 Ha. En general todos los distritos poseen más del 50% de su territorio en uso concordante con las capacidades del suelo. Sin embargo el distrito de Pejibaye sobrepasa con apenas un 29% de sus terrenos en **uso correcto**, esto se debe a que en esta zona se encontró un cúmulo importante de nubes que complicó el reconocimiento del uso del suelo, provocando que el 59% del distrito se encontrara en categoría **fuera de estudio**. En el distrito de Rivas se encuentra la mayor extensión de suelo en uso correcto con 19.827 Ha, en este distrito predominan los bosques y los suelos con capacidades no agrícolas.

La categoría de **subuso** en la cobertura 2005 alcanzó un 5%, 9.055 Ha en el cantón, principalmente se debe a pastos ubicados en unidades territoriales con capacidades agrícolas. Los distritos con mayor área en esta categoría son San Isidro del General, con 1.822 Ha, Daniel Flores y Pejibaye con 1.633 Ha y 1.562 Ha respectivamente.

El **sobreuso** de acuerdo a la cobertura 2005 se extiende sobre 25.560 Ha, un 13% del cantón, de las cuales 20.981 corresponde con pasto ubicados en zonas con capacidad para protección.

En la tabla 5.1-15 se observa que existen 696 Ha de uso urbano en la categoría VIII(), sin embargo esta categoría también incluye el casco central urbano dentro de el cual se ubican cerca de 650 Ha de uso urbano que forman parte de ese casco, por lo tanto casi 50 Ha se encuentran en zonas de peligro.

La categoría ***fuera de estudio*** para la cobertura 2005, se extiende por 48.390 Ha y comprende principalmente terrenos cubiertos por nubes (33.382 Ha). El resto de esta categoría la componen suelos desnudos (o desnudos y árboles dispersos), a lo largo de 15.000 Ha.

La extensión de suelos desnudos encontrados en la cobertura 2005 supera a la registrada en la cobertura 1998-2003. Además en el valle de Pejibaye donde se encontraba la mayor concentración de suelo desnudo, en la cobertura 2005 se encuentra cubierto por una espesa nube, debajo de la cual podría encontrarse nuevamente suelo desnudo, pastos o cultivos.

En ambas evaluaciones se encontró una gran preponderancia de ***uso correcto***, especialmente por el mantenimiento de bosques, sin embargo es notable al ambas coberturas de uso, el crecimiento que se da en el cantón, extendiendo la barrera agropecuaria hacia nuevos terrenos, cubiertos por bosques y con suelos de escasa a nula capacidad agropecuaria.

Tabla 5.1-1. Capacidad potencial de uso del suelo por distrito para el cantón de Pérez Zeledón.

Categorías de Capacidad Potencial		Distritos										Total Cantón	
		San Isidro del General	General Viejo	Daniel Flores	Rivas	San Pedro	Platanares	Pejibaye	Cajón	Barú	Río Nuevo		Páramo
		Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	
<b>Parque Nacional</b>	<b>Chirripó</b>		927		10.506	3712			2360				17.505
	<b>Tapantí-Macizo Cerro la Muerte</b>				14							71	84
<b>Reserva Forestal</b>	<b>Los Santos</b>				12						11.845	13.106	24.963
	<b>Río Macho</b>				1							2	3
<b>Refugio de Vida Silvestre</b>	<b>Páramo (privado)</b>											569	569
	<b>Boracayán (privado)</b>	99								124			223
<b>MAG</b>	<b>II</b>	890	1.324	1.983	15	902	558	470	708	435			7.286
	<b>III</b>	2.263	1.000	680	80	2.137	768	2.441	594	358	230		10.551
	<b>IV</b>	1.478	1.623	1.033	249	849	1.725	5.554	3.928	1.001	879	97	18.417
	<b>V</b>	280		314		446		768	280		164	14	2.265
	<b>VI</b>	3.527	745	643	453	2.164	3.104	3.217	1.254	3.210	2.179	1.148	21.644
<b>Fundación Neotrópica</b>	<b>A</b>	14	33		104	19	2	24	58	878	556		1.689
	<b>VII</b>	6.451	925	746	5.281	3.659	2.371	4.751	1.689	6.856	4.156	2.445	39.331
	<b>VIII</b>	2.744	373	180	13.544	6.437	356	3.052	758	6.319	3.949	3.434	41.147
<b>MAG</b>	<b>VIII( )</b>	1.411	684	851	775	238	44	521	269	41	74	113	5.019
<b>Total general</b>		19.158	7.634	6.430	31.034	20.565	8.929	20.797	11.898	19.222	24.033	20.998	190.696

Fuente: Fundación Neotrópica, 1994, MAG y ProDUS-UCR, 2006.

Tabla 5.1-2. Capacidad potencial de uso del suelo, porcentajes por distrito para el cantón de Pérez Zeledón.

Categorías de Capacidad Potencial		Distritos										Total Cantón	
		San Isidro del General	General Viejo	Daniel Flores	Rivas	San Pedro	Platanares	Pejibaye	Cajón	Barú	Río Nuevo		Páramo
		%Dist	%Dist	%Dist	%Dist	%Dist	%Dist	%Dist	%Dist	%Dist	%Dist	%Dist	%Cant
<b>Parque Nacional</b>	<b>Chirripó</b>		12,10		33,90	18,10			19,80				9,20
	<b>Tapantí-Macizo Cerro la Muerte</b>				0,00							0,30	0,00
<b>Reserva Forestal</b>	<b>Los Santos</b>				0,00						49,30	62,40	13,10
	<b>Río Macho</b>				0,00							0,00	0,00
<b>Refugio de Vida Silvestre</b>	<b>Páramo (privado)</b>											2,70	0,30
	<b>Boracayán (privado)</b>	0,50								0,60			0,10
<b>MAG</b>	<b>II</b>	4,60	17,30	30,80	0,00	4,40	6,20	2,30	6,00	2,30			3,80
	<b>III</b>	11,80	13,10	10,60	0,30	10,40	8,60	11,70	5,00	1,90	1,00		5,50
	<b>IV</b>	7,70	21,30	16,10	0,80	4,10	19,30	26,70	33,00	5,20	3,70	0,50	9,70
	<b>V</b>	1,50		4,90		2,20		3,70	2,30		0,70	0,10	1,20
	<b>VI</b>	18,40	9,80	10,00	1,50	10,50	34,80	15,50	10,50	16,70	9,10	5,50	11,40
<b>Fundación Neotrópica</b>	<b>A</b>	0,10	0,40		0,30	0,10	0,00	0,10	0,50	4,60	2,30		0,90
	<b>VII</b>	33,70	12,10	11,60	17,00	17,80	26,60	22,80	14,20	35,70	17,30	11,60	20,60
	<b>VIII</b>	14,30	4,90	2,80	43,60	31,30	4,00	14,70	6,40	32,90	16,40	16,40	21,60
<b>MAG</b>	<b>VIII( )</b>	7,40	9,00	13,20	2,50	1,25	0,50	2,50	2,30	0,20	0,30	0,50	2,60
<b>Total general</b>		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Fundación Neotrópica, 1994, MAG y ProDUS-UCR, 2006.

Tabla 5.1-3. Uso del suelo en el cantón de Pérez Zeledón (1998-2003), área total por distrito

<b>Distrito</b>	<b>Suelo urbano</b>	<b>Suelo desnudo</b>	<b>Cultivos</b>	<b>Pasto y árboles dispersos</b>	<b>Bosque</b>	<b>Charral</b>	<b>Nubes</b>	<b>No hay dato</b>	<b>Total</b>
San Isidro	548	152	2.717	8.189	7.391	160	14		19.171
General Viejo	62	43	2.300	2.107	3.121	1			7.633
Daniel Flores	286	109	2.074	2.048	1.914	2	1		6.433
Rivas	105	1.170	1.156	8.318	20.017	228	12	43	31.048
San Pedro	167	990	1.326	6.586	11.375	13	134	45	20.637
Platanares	27	2.312	34	1.582	4.904	57	1		8.918
Pejibaye	71	5.272	3	6.345	8.850	185		57	20.782
Cajón	121	106	1.774	3.646	6.167		12		11.826
Barú	8	242	144	6.905	10.696	1.157		63	19.215
Río Nuevo	22	1.191	193	6.220	15.225	384	582	201	24.018
Páramo	38	297	493	3.542	14.988	379	579	101	20.417
<b>Total</b>	<b>1.455</b>	<b>11.885</b>	<b>12.213</b>	<b>55.487</b>	<b>104.649</b>	<b>2.565</b>	<b>1.334</b>	<b>511</b>	<b>190.099</b>

Fuente: Fotografías aéreas 1998 CENIGA, 2003 Misión Carta. ProDUS-UCR, 2006.

Tabla 5.1-4. Uso del suelo en el cantón de Pérez Zeledón (1998-2003), porcentaje del área por distrito

<b>Distrito</b>	<b>Suelo urbano</b>	<b>Suelo desnudo</b>	<b>Cultivos</b>	<b>Pasto y árboles dispersos</b>	<b>Bosque</b>	<b>Charral</b>	<b>Nubes</b>	<b>No hay dato</b>	<b>Total</b>
San Isidro	2,9%	0,8%	14,2%	42,7%	38,6%	0,8%	0,1%		100%
General Viejo	0,8%	0,6%	30,1%	27,6%	40,9%	0,01%			100%
Daniel Flores	4,4%	1,7%	32,2%	31,8%	29,8%	0,02%	0,01%		100%
Rivas	0,3%	3,8%	3,7%	26,8%	64,5%	0,7%	0,04%	0,1%	100%
San Pedro	0,8%	4,8%	6,4%	31,9%	55,1%	0,1%	0,6%	0,2%	100%
Platanares	0,3%	25,9%	0,4%	17,7%	55,0%	0,6%	0,01%		100%
Pejibaye	0,3%	25,4%	0,01%	30,5%	42,6%	0,9%		0,3%	100%
Cajón	1,0%	0,9%	15,0%	30,8%	52,1%		0,1%		100%
Barú	0,04%	1,3%	0,7%	35,9%	55,7%	6,0%		0,3%	100%
Río Nuevo	0,1%	5,0%	0,8%	25,9%	63,4%	1,6%	2,4%	0,8%	100%
Páramo	0,2%	1,5%	2,4%	17,3%	73,4%	1,9%	2,8%	0,5%	100%
<b>Total</b>	<b>0,8%</b>	<b>6,3%</b>	<b>6,4%</b>	<b>29,2%</b>	<b>55,0%</b>	<b>1,3%</b>	<b>0,7%</b>	<b>0,3%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Fotografías aéreas 1998 CENIGA, 2003 Misión Carta. ProDUS-UCR, 2006.

Tabla 5.1-5. Uso del suelo en el cantón de Pérez Zeledón (1998-2003), porcentaje del área por tipo de uso

<b>Distrito</b>	<b>Suelo urbano</b>	<b>Suelo desnudo</b>	<b>Cultivos</b>	<b>Pasto y árboles dispersos</b>	<b>Bosque</b>	<b>Charral</b>	<b>Nubes</b>	<b>No hay dato</b>
San Isidro	37,7%	1,3%	22,3%	14,8%	7,1%	6,2%	1,0%	0,0%
General Viejo	4,2%	0,4%	18,8%	3,8%	3,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Daniel Flores	19,6%	0,9%	17,0%	3,7%	1,8%	0,1%	0,1%	0,0%
Rivas	7,2%	9,8%	9,5%	15,0%	19,1%	8,9%	0,9%	8,4%
San Pedro	11,5%	8,3%	10,9%	11,9%	10,9%	0,5%	10,0%	8,9%
Platanares	1,9%	19,5%	0,3%	2,9%	4,7%	2,2%	0,1%	0,0%
Pejibaye	4,9%	44,4%	0,0%	11,4%	8,5%	7,2%	0,0%	11,1%
Cajón	8,3%	0,9%	14,5%	6,6%	5,9%	0,0%	0,9%	0,0%
Barú	0,5%	2,0%	1,2%	12,4%	10,2%	45,1%	0,0%	12,4%
Río Nuevo	1,5%	10,0%	1,6%	11,2%	14,5%	15,0%	43,7%	39,4%
Páramo	2,6%	2,5%	4,0%	6,4%	14,3%	14,8%	43,4%	19,8%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Fotografías aéreas 1998 CENIGA, 2003 Misión Carta. ProDUS-UCR, 2006.

Tabla 5.1-6. Uso del suelo en el cantón de Pérez Zeledón (2005), área total por distrito

<b>Distrito</b>	<b>Bosques</b>	<b>Pastos y árboles dispersos</b>	<b>Pastos</b>	<b>Desnudo y árboles dispersos</b>	<b>Desnudo</b>	<b>Urbano</b>	<b>Cultivos</b>	<b>Café</b>	<b>Piña</b>	<b>Cuerpos de Agua</b>	<b>Nubes y Sombras</b>	<b>Total general</b>
San Isidro	4466	5750	1292	3554	466	846	1195				1603	19171
General Viejo	1851	1012	1693		311	89	866	854	253		705	7633
Daniel Flores	1338	1907	1087	346	147	581	1021		2	0		6429
Rivas	19167	3223	1676	2300	1333	88	10				3269	31065
San Pedro	6393	2646	378	793	74	62	2062	3015		2	5221	20647
Platanares	4609	1412	84	886	346	24	3			1	1550	8915
Pejibaye	6544	1644	193	2944	256	26			17	11	9167	20802
Cajón	2639	2275	452		151	33	1143	2323	1047	3	1828	11893
Barú	9459	4860	2309	355	86		0				2167	19237
Río Nuevo	13368	6159	1833	281	123	17					2256	24037
Páramo	10266	3330	863	33	215	35	365				5328	20436
<b>Total</b>	<b>80100</b>	<b>34218</b>	<b>11860</b>	<b>11492</b>	<b>3506</b>	<b>1802</b>	<b>6665</b>	<b>6193</b>	<b>1318</b>	<b>17</b>	<b>33094</b>	<b>190264</b>

Fuente: Imágenes multiespectrales y fotografías en infrarrojo, Misión CARTA 2005. ProDUS-UCR, 2007.

Tabla 5.1-7. Uso del suelo en el cantón de Pérez Zeledón (2005), porcentaje del área por distrito

Distrito	Bosques	Pastos y árboles dispersos	Pastos	Desnudo y árboles dispersos	Desnudo	Urbano	Cultivos	Café	Piña	Cuerpos de Agua	Nubes y Sombras	Total general
San Isidro	23,3	30,0	6,7	18,5	2,4	4,4	6,2				8,4	100
General Viejo	24,3	13,3	22,2		4,1	1,2	11,3	11,2	3,3		9,2	100
Daniel Flores	20,8	29,7	16,9	5,4	2,3	9,0	15,9		0,0	0,0		100
Rivas	61,7	10,4	5,4	7,4	4,3	0,3	0,0				10,5	100
San Pedro	31,0	12,8	1,8	3,8	0,4	0,3	10,0	14,6		0,0	25,3	100
Platanares	51,7	15,8	0,9	9,9	3,9	0,3	0,0			0,0	17,4	100
Pejibaye	31,5	7,9	0,9	14,2	1,2	0,1			0,1	0,1	44,1	100
Cajón	22,2	19,1	3,8		1,3	0,3	9,6	19,5	8,8	0,0	15,4	100
Barú	49,2	25,3	12,0	1,8	0,4		0,0				11,3	100
Río Nuevo	55,6	25,6	7,6	1,2	0,5	0,1					9,4	100
Páramo	50,2	16,3	4,2	0,2	1,1	0,2	1,8				26,1	100
<b>Total</b>	<b>42,1</b>	<b>18,0</b>	<b>6,2</b>	<b>6,0</b>	<b>1,8</b>	<b>0,9</b>	<b>3,5</b>	<b>3,3</b>	<b>0,7</b>	<b>0,0</b>	<b>17,4</b>	<b>100</b>

Fuente: Imágenes multispectrales y fotografías en infrarrojo, Misión CARTA 2005. ProDUS-UCR, 2007.

Tabla 5.1-8. Uso del suelo en el cantón de Pérez Zeledón (2005), porcentaje del área por tipo de uso

Distrito	Bosques	Pastos y árboles dispersos	Pastos	Desnudo y árboles dispersos	Desnudo	Urbano	Cultivos	Café	Piña	Cuerpos de Agua	Nubes y Sombras	Total general
San Isidro	5,6	16,8	10,9	30,9	13,3	46,9	17,9				4,8	10,1
General Viejo	2,3	3,0	14,3		8,9	4,9	13,0	13,8	19,2		2,1	4,0
Daniel Flores	1,7	5,6	9,2	3,0	4,2	32,3	15,3		0,1	1,9		3,4
Rivas	23,9	9,4	14,1	20,0	38,0	4,9	0,1				9,9	16,3
San Pedro	8,0	7,7	3,2	6,9	2,1	3,4	30,9	48,7		12,3	15,8	10,9
Platanares	5,8	4,1	0,7	7,7	9,9	1,4	0,0			3,3	4,7	4,7
Pejibaye	8,2	4,8	1,6	25,6	7,3	1,5			1,3	67,2	27,7	10,9
Cajón	3,3	6,6	3,8		4,3	1,8	17,1	37,5	79,4	15,4	5,5	6,3
Barú	11,8	14,2	19,5	3,1	2,4		0,0				6,5	10,1
Río Nuevo	16,7	18,0	15,5	2,4	3,5	1,0					6,8	12,6
Páramo	12,8	9,7	7,3	0,3	6,1	2,0	5,5				16,1	10,7
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: Imágenes multispectrales y fotografías en infrarrojo, Misión CARTA 2005. ProDUS-UCR, 2007.



Tabla 5.1-9. Designación de la evaluación de las capacidades y usos encontrados en el distrito de Pérez Zeledón.

		Bosques	Pastos y árboles dispersos	Charral	Desnudo y árboles dispersos	Urbano	Cultivos	Café	Piña	Cuerpos de Agua	Nubes y Sombras
<b>SINAC</b>	<b>Parque Nacional</b>	uso correcto	sobreuso	sobreuso	Fuera de Estudio	sobreuso	sobreuso	sobreuso	sobreuso	Fuera de Estudio	Fuera de Estudio
	<b>Reserva Forestal y Refugio de Vida Silvestre</b>	uso correcto	indeterminado	indeterminado	Fuera de Estudio	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Fuera de Estudio	Fuera de Estudio
<b>MAG</b>	<b>II</b>	subuso	subuso	subuso	Fuera de Estudio	uso correcto	uso correcto	uso correcto	uso correcto	Fuera de Estudio	Fuera de Estudio
	<b>III</b>	subuso	subuso	subuso	Fuera de Estudio	uso correcto	uso correcto	uso correcto	uso correcto	Fuera de Estudio	Fuera de Estudio
	<b>IV</b>	uso correcto	uso correcto	uso correcto	Fuera de Estudio	uso correcto	uso correcto	uso correcto	uso correcto	Fuera de Estudio	Fuera de Estudio
	<b>V</b>	uso correcto	uso correcto	uso correcto	Fuera de Estudio	uso correcto	sobreuso	uso correcto	sobreuso	Fuera de Estudio	Fuera de Estudio
	<b>VI</b>	uso correcto	uso correcto	uso correcto	Fuera de Estudio	uso correcto	sobreuso	uso correcto	sobreuso	Fuera de Estudio	Fuera de Estudio
<b>Fundación Neotrópica</b>	<b>A</b>	uso correcto	uso correcto	uso correcto	Fuera de Estudio	uso correcto	uso correcto	uso correcto	uso correcto	Fuera de Estudio	Fuera de Estudio
	<b>VII</b>	uso correcto	sobreuso	sobreuso	Fuera de Estudio	sobreuso	sobreuso	sobreuso	sobreuso	Fuera de Estudio	Fuera de Estudio
	<b>VIII</b>	uso correcto	sobreuso	sobreuso	Fuera de Estudio	sobreuso	sobreuso	sobreuso	sobreuso	Fuera de Estudio	Fuera de Estudio
<b>MAG</b>	<b>VIII( )</b>	uso correcto	sobreuso	sobreuso	Fuera de Estudio	sobreuso	sobreuso	sobreuso	sobreuso	Fuera de Estudio	Fuera de Estudio

Fuente: ProDUS-UCR, 2007.

Tabla 5.1-10. Evaluación del uso del suelo (1998-2003) para el cantón de Pérez Zeledón, área(Ha) total por distrito.

Evaluación	Distritos											Total Cantón
	San Isidro del General	General Viejo	Daniel Flores	Rivas	San Pedro	Platanares	Pejibaye	Cajón	Barú	Río Nuevo	Páramo	
subuso	1.594	1.077	1.011	68	2.078	858	2.501	641	788	203		10.819
uso correcto	11.181	5.279	4.198	20.438	12.381	4.925	10.752	9.592	13.105	17.084	16.309	125.244
sobreuso	6.186	1.235	1.114	9.317	5.007	831	2.205	1.475	4.959	2.758	2.001	37.087
fuera de estudio	166	43	110	1.224	1.170	2.313	5.329	118	305	1.976	1.042	13.796
indeterminado	46			3					58	2.010	1.643	3.760
<b>Total general</b>	<b>19.173</b>	<b>7.633</b>	<b>6.433</b>	<b>31.049</b>	<b>20.637</b>	<b>8.927</b>	<b>20.787</b>	<b>11.826</b>	<b>19.215</b>	<b>24.030</b>	<b>20.996</b>	<b>190.706</b>

Fuente: Fotografías aéreas 1998 CENIGA, 2003 Misión Carta. ProDUS-UCR, 2006.

Tabla 5.1-11. Evaluación del uso del suelo (1998-2003) para el cantón de Pérez Zeledón, porcentaje del distrito.

Evaluación	Distritos											Total Cantón
	San Isidro del General	General Viejo	Daniel Flores	Rivas	San Pedro	Platanares	Pejibaye	Cajón	Barú	Río Nuevo	Páramo	
subuso	8	14	16	0	10	10	12	5	4	1		6
uso correcto	58	69	65	66	60	55	52	81	68	71	78	66
sobreuso	32	16	17	30	24	9	11	12	26	11	10	19
fuera de estudio	1	1	2	4	6	26	26	1	2	8	5	7
indeterminado	0			0					0	8	8	2
<b>Total general</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: Fotografías aéreas 1998 CENIGA, 2003 Misión Carta. ProDUS-UCR, 2006.

Tabla 5.1-12. Evaluación del uso del suelo (2005) para el cantón de Pérez Zeledón, área(Ha) total por distrito.

Evaluación	Distritos											Total Cantón
	San Isidro del General	General Viejo	Daniel Flores	Rivas	San Pedro	Platanares	Pejibaye	Cajón	Barú	Río Nuevo	Páramo	
subuso	1.822	1.005	1.633	68	1.128	730	1.562	306	657	144		9.055
uso correcto	7.623	4.425	3.340	19.827	10.328	4.955	6.041	7.935	11.771	15.531	11.575	103.351
sobreuso	4.102	1.187	964	4.245	3.080	447	816	1.670	4.179	3.175	1.696	25.560
fuera de estudio	5.621	1.016	493	6.902	6.085	2.782	12.363	1.982	2.604	2.658	5.883	48.390
indeterminado	2								53	2.518	1.841	4.414
<b>Total general</b>	<b>19.170</b>	<b>7.633</b>	<b>6.429</b>	<b>31.041</b>	<b>20.621</b>	<b>8.915</b>	<b>20.782</b>	<b>11.893</b>	<b>19.264</b>	<b>24.025</b>	<b>20.995</b>	<b>190.770</b>

Fuente: Imágenes multiespectrales y fotografías en infrarrojo, Misión CARTA 2005. ProDUS-UCR, 2007.

Tabla 5.1-13. Evaluación del uso del suelo (2005) para el cantón de Pérez Zeledón, porcentaje del distrito.

Evaluación	Distritos											Total Cantón
	San Isidro del General	General Viejo	Daniel Flores	Rivas	San Pedro	Platanares	Pejibaye	Cajón	Barú	Río Nuevo	Páramo	
subuso	10	13	25	0	5	8	8	3	3	1		5
uso correcto	40	58	52	64	50	56	29	67	61	65	55	54
sobreuso	21	16	15	14	15	5	4	14	22	13	8	13
fuera de estudio	29	13	8	22	30	31	59	17	14	11	28	25
indeterminado	0								0	10	9	2
<b>Total general</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: Imágenes multiespectrales y fotografías en infrarrojo, Misión CARTA 2005. ProDUS-UCR, 2007.

Tabla 5.1-14. Área para cada uso del suelo(1998-2003) según la capacidad potencial del suelo, en el cantón de Pérez Zeledón.

		Bosques	Pastos y árboles dispersos	Charral	Desnudo	Urbano	Cultivos	Nubes y Sombras
SINAC	<b>Parque Nacional</b>	<sup>1</sup> 13.942	2.331	162	1.130			19
	<b>Reserva Forestal y Refugio de Vida Silvestre</b>	20.150	3.298	83	1.005	19	360	838
MAG	<b>II</b>	2.096	1.907	15	480	220	2.578	8
	<b>III</b>	3.096	3.648	57	962	219	2.577	25
	<b>IV</b>	7.337	6.586	175	2.134	186	1.991	16
	<b>V</b>	524	803	10	539	46	338	3
	<b>VI</b>	9.112	8.097	610	1.935	186	1.651	70
Fundación Neotrópica	<b>A</b>	584	922	29	78	10	13	53
	<b>VII</b>	18.595	15.461	872	2.346	100	1.565	382
	<b>VIII</b>	27.984	10.513	467	1.236	7	413	474
MAG	<b>VIII( )</b>	1.757	1.934	84	62	462	727	

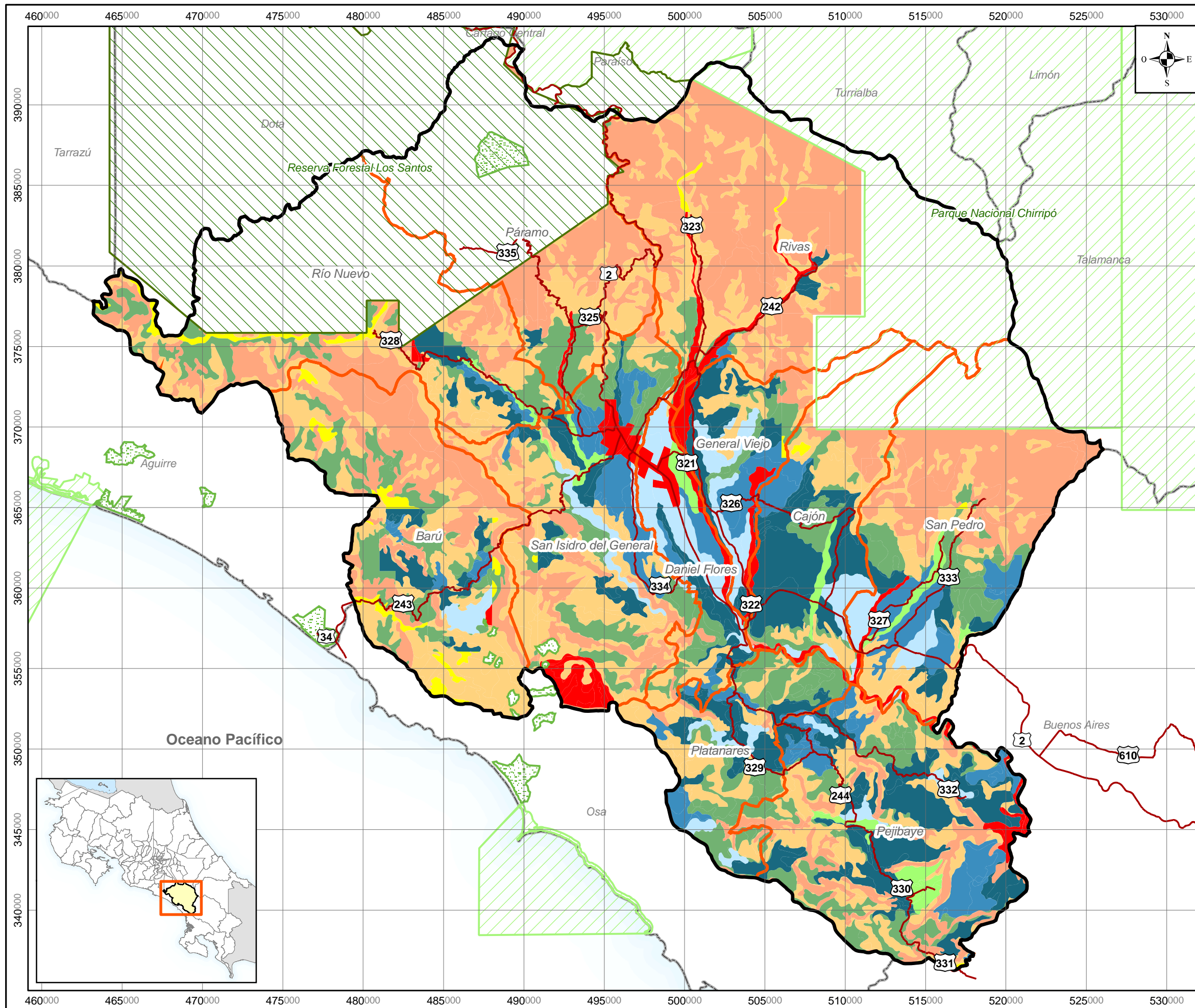
Fuente: Fotografías aéreas 1998 CENIGA, 2003 Misión Carta. ProDUS-UCR, 2006.

Tabla 5.1-15. Área para cada uso del suelo(2005) según la capacidad potencial del suelo, en el cantón de Pérez Zeledón.

		Bosques	Pastos y árboles dispersos	Desnudo y árboles dispersos	Urbano	Cultivos	Café	Piña	Cuerpos de Agua	Nubes y Sombras
SINAC	<b>Parque Nacional</b>	13.684	31	275						3.657
	<b>Reserva Forestal y Refugio de Vida Silvestre</b>	16.639	4.407	140	6					4.538
MAG	<b>II</b>	906	2.779	515	353	1.486	865	90	1	293
	<b>III</b>	2.130	3.241	708	280	1.491	1.285	9	6	1.398
	<b>IV</b>	5.300	4.616	1.841	170	1.140	1.522	990		2.837
	<b>V</b>	64	847	277	55	62	375			585
	<b>VI</b>	6.455	8.215	1.912	124	1.074	1.163	61	4	2.627
Fundación Neotrópica	<b>A</b>	332	1.001	94	4	0	17		0	239
	<b>VII</b>	13.346	12.910	4.632	111	965	662	0	2	6.753
	<b>VIII</b>	20.612	5.913	3.948	2	136	148		1	10.395
MAG	<b>VIII( )</b>	819	2.157	649	696	310	154	169	2	59

Fuente: Imágenes multispectrales y fotografías en infrarrojo, Misión CARTA 2005. ProDUS-UCR, 2007

<sup>1</sup> Sobreuso
Uso correcto
Subuso
Fuera de estudio
Indeterminado



**Simbología**

- Carreteras Nacionales
- Pérez Zeledón
- Límite cantonal
- Parque Nacional
- Reserva Forestal
- Reserva de Vida Silvestre

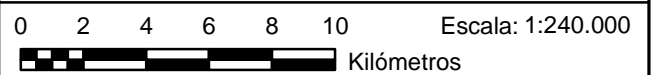
**Capacidad Potencial del Suelo**

- II
- III
- IV
- V
- VI
- A
- VII
- VIII
- VIII(\*)

**Nota:**  
 Las categorías del II al IV corresponden con suelos agrícolas, V y VI son para pastizales, bosques y cultivos permanentes. (Establecidas por el MAG)  
 La categoría A corresponde con terrenos agropecuarios. (De acuerdo a la Fundación Neotrópica)  
 Las categorías VII y VIII comprenden extensiones con capacidad para protección (Fundación Neotrópica)  
 La categoría VIII(\*) contiene zonas con barreras físicas que impiden la ocupación de las mismas; (zonas de inundación, fuertes laderas) y el casco central urbano.

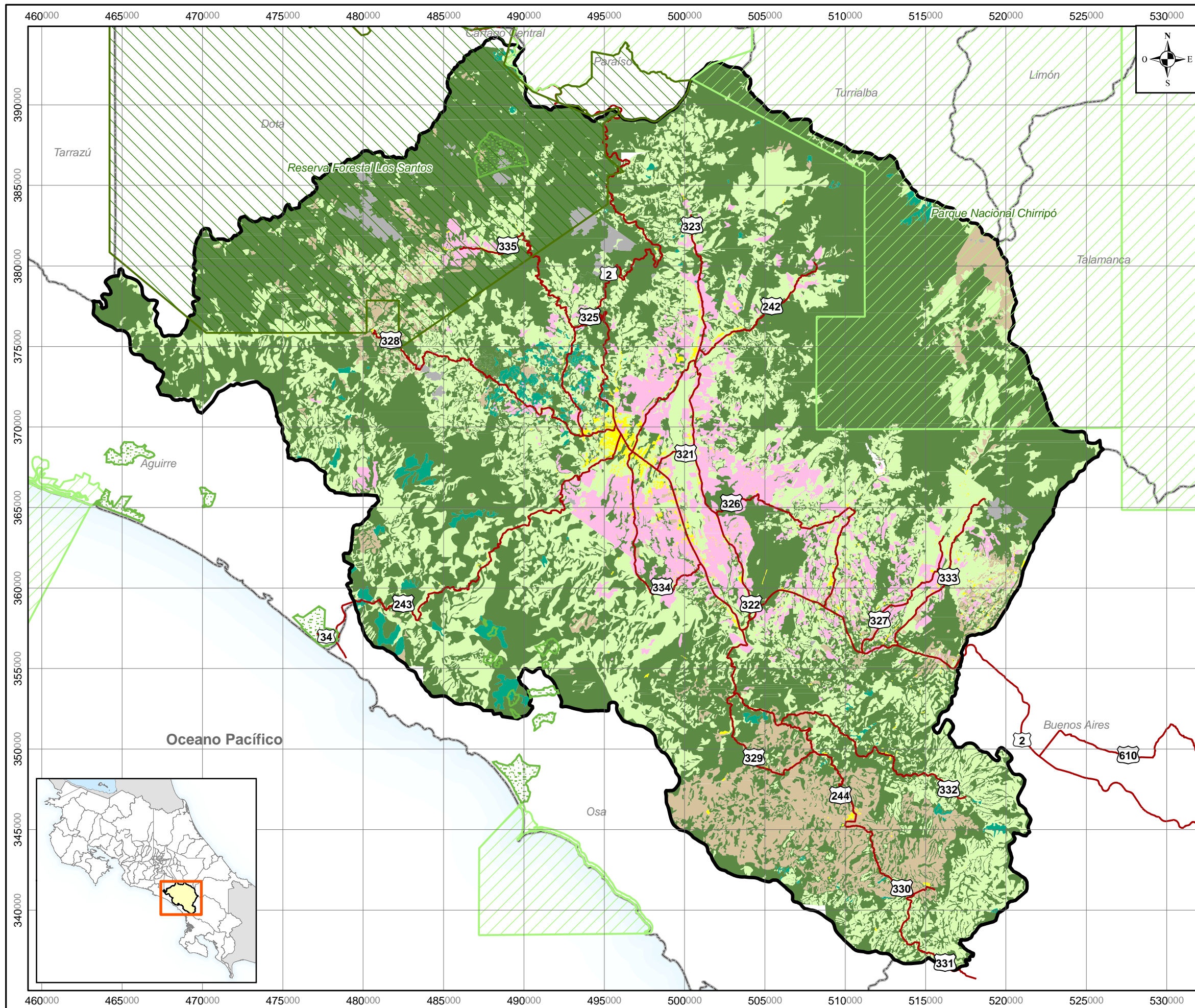
**Mapa 5.1-1. Capacidad de uso del suelo de Pérez Zeledón**

*Plan Regulador de Pérez Zeledón*



Fuente: Fundación Neotrópica, 1994.  
 MAG, IGN, SINAC  
 ProDUS-UCR, 2006.





**Simbología**

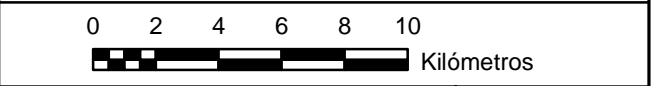
- ▲ Poblados
- ↗ Carreteras Nacionales
- ▭ Pérez Zeledón
- ▭ Límite cantonal
- ▨ Parque Nacional
- ▨ Reserva Forestal
- ▨ Reserva de Vida Silvestre

**Uso del suelo**

- Uso urbano
- Suelo desnudo
- Bosque
- Pastos y árboles dispersos
- Cultivos
- Charral
- Nubes

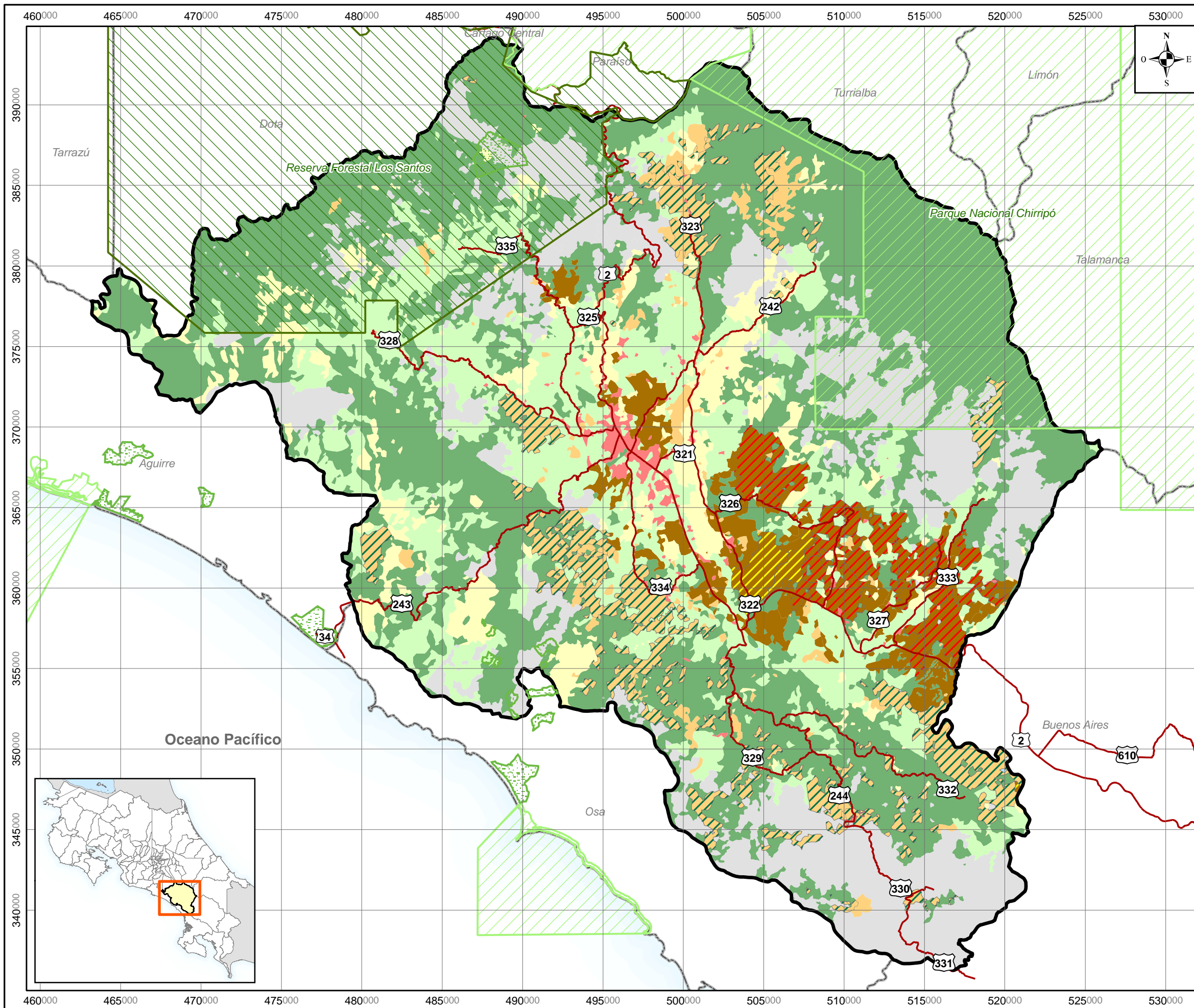
**Mapa 5.1-2. Uso del suelo de Pérez Zeledón (1998-2003)**

Plan Regulador de Pérez Zeledón



Fuente: Fotografías aéreas 1998  
CENIGA, 2003 Misión Carta. IGN  
ProDUS-UCR, 2006.





**Simbología**

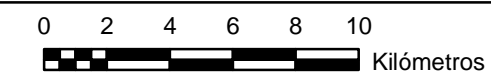
- Carreteras Nacionales
- Pérez Zeledón
- Límite cantonal
- Parque Nacional
- Reserva Forestal
- Reserva de Vida Silvestre

**Uso del Suelo**

- Bosques
- Pastos y árboles dispersos
- Pastos
- Desnudo y árboles dispersos
- Desnudo
- Urbano
- Cultivos
- Café
- Piña
- Agua
- Nubes y Sombras

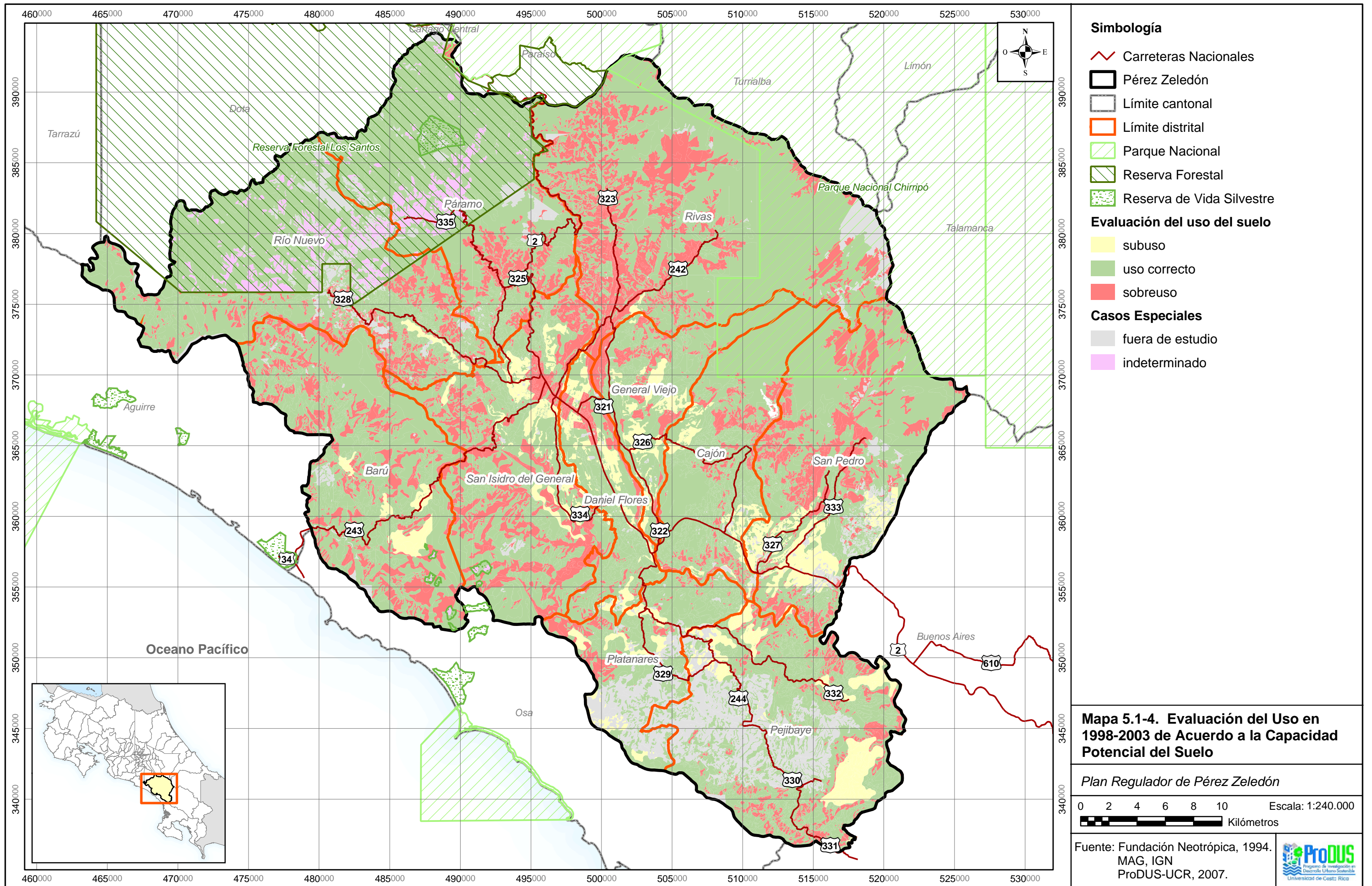
**Mapa 5.1-3. Uso del suelo de Pérez Zeledón (2005)**

*Plan Regulador de Pérez Zeledón*



Fuente: Imágenes multiespectrales y fotografías en infrarrojo, Misión CARTA 2005. IGN. ProDUS-UCR, 2007





**Simbología**

- Carreteras Nacionales
- Pérez Zeledón
- Límite cantonal
- Límite distrital
- Parque Nacional
- Reserva Forestal
- Reserva de Vida Silvestre

**Evaluación del uso del suelo**

- subuso
- uso correcto
- sobreuso

**Casos Especiales**

- fuera de estudio
- indeterminado

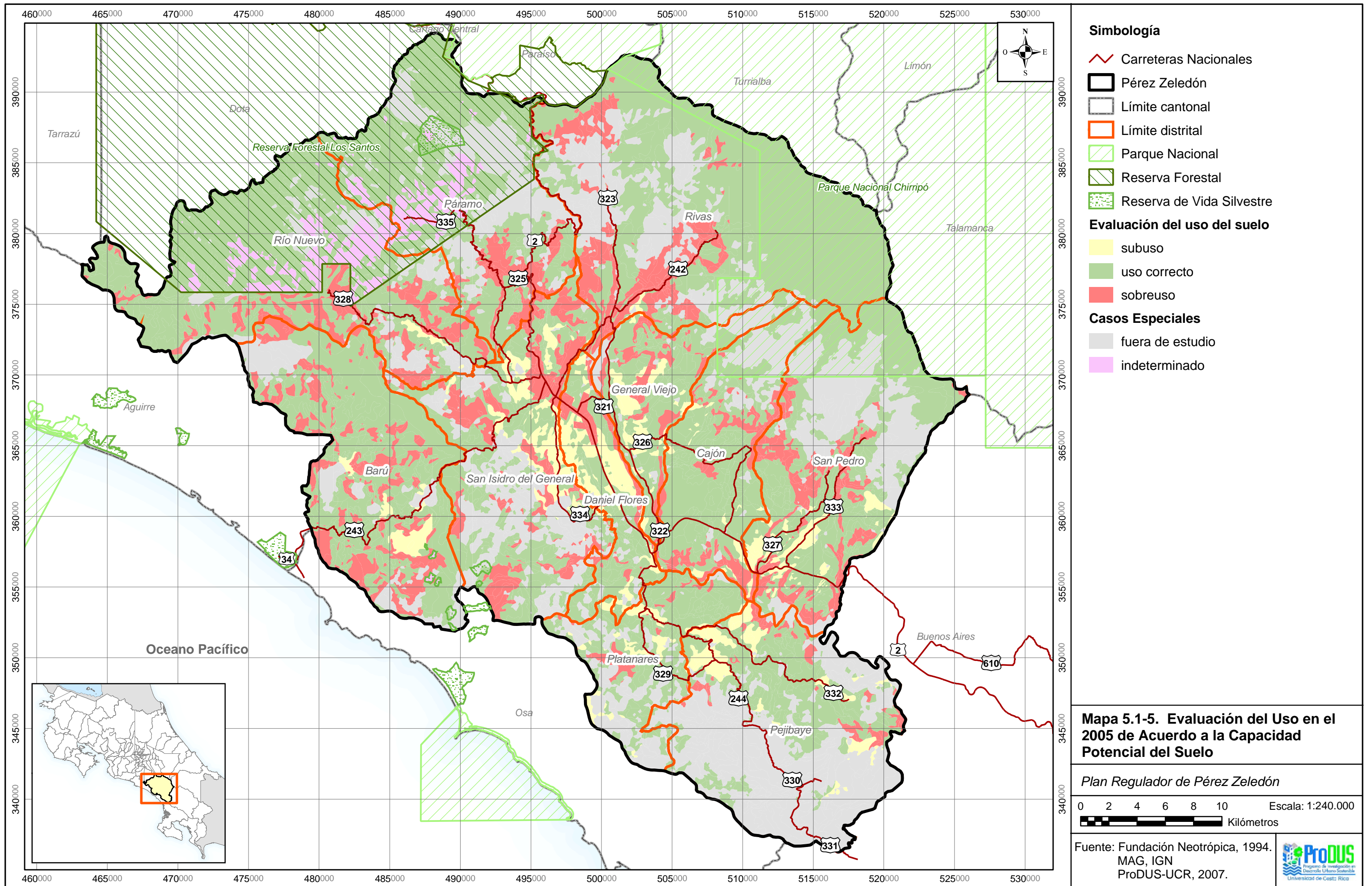
**Mapa 5.1-4. Evaluación del Uso en 1998-2003 de Acuerdo a la Capacidad Potencial del Suelo**

*Plan Regulador de Pérez Zeledón*

0 2 4 6 8 10 Escala: 1:240.000  
 Kilómetros

Fuente: Fundación Neotrópica, 1994.  
 MAG, IGN  
 ProDUS-UCR, 2007.





**Simbología**

- Carreteras Nacionales
- Pérez Zeledón
- Límite cantonal
- Límite distrital
- Parque Nacional
- Reserva Forestal
- Reserva de Vida Silvestre

**Evaluación del uso del suelo**

- subuso
- uso correcto
- sobreuso

**Casos Especiales**

- fuera de estudio
- indeterminado


**Mapa 5.1-5. Evaluación del Uso en el 2005 de Acuerdo a la Capacidad Potencial del Suelo**

*Plan Regulador de Pérez Zeledón*

0 2 4 6 8 10 Escala: 1:240.000  
 Kilómetros

Fuente: Fundación Neotrópica, 1994.  
 MAG, IGN  
 ProDUS-UCR, 2007.



TEMÁTICA	<i>Uso del suelo micro en el cantón de Pérez Zeledón</i>	PRPZ 5.2	
<p>Objetivos:</p> <p><i>Elaborar la cobertura de uso de suelo en los centros poblados más importantes del cantón a partir de trabajo de campo.</i></p> <p>Entre las principales tareas a realizar están:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamiento del uso del suelo micro en el centro de San Isidro y Palmares, a lo largo de la Ruta 2 y en otros centros poblados importantes del cantón.</li> </ul>			
<p>a. <u>Relevancia para el Plan Regulador</u></p> <p>El conocer la distribución del uso del suelo en los principales centros poblados y a lo largo de la carretera Interamericana permite establecer regulaciones que promuevan una adecuada zonificación en la cual se consideren las zonas comerciales, institucionales y residenciales ya existentes, así como las zonas mixtas que permitan una transición entre las tres anteriores.</p>			
<p>b. <u>Inventario de los datos e información recopilada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamiento del uso del suelo micro en el centro de San Isidro y de Palmares.</li> <li>- Levantamiento del uso del suelo micro en la carretera Interamericana para 7,5 kilómetros.</li> </ul>			
<p>c. <u>Metodología aplicada</u></p> <p>En el trabajo de campo se hace un levantamiento detallado del uso del suelo en cada una de las propiedades existentes, especificando el uso que se le da al inmueble, para posteriormente al procesar la información hacer una clasificación del tipo de uso y proceder al análisis de las actividades encontradas. En levantamiento se considera la posibilidad de que un mismo inmueble albergue varias actividades, y que las mismas se den en diferentes pisos del edificio.</p> <p>En el procesamiento de la información se asocia el trabajo de campo con el catastro municipal, de forma tal que se puedan hacer mapas detallados de los sitios trabajados.</p>			
<p>d. <u>Fuentes de información</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Base de datos levantada en campo</li> <li>- Catastro municipal.</li> </ul>			
<p>e. <u>Observaciones</u></p> <p>El objetivo se cumplió completamente al hacer un levantamiento del uso del suelo micro del centro de San Isidro y Palmares y la Ruta 2. El análisis se hizo detallando los usos presentes por lote, lo cual permite hacer una clasificación de los lotes y a la vez cada uno de los usos individuales registrados en los mismos.</p>			

## 5.2 Uso del Suelo Micro

### 5.2.1 Introducción

El análisis del uso del suelo micro es un complemento al análisis de uso del suelo abordado en la sección anterior, representando un acercamiento a la realidad referida a las actividades que componen el uso de la superficie del cantón en zonas específicas, en este caso de tipo urbano. El levantamiento y análisis del uso del suelo a nivel micro ofrece una visión más puntual y específica de las distintas actividades desarrolladas en el territorio, donde resulta útil y necesario tener el conocimiento de la distribución de las actividades humanas, que originan distintas dinámicas en el territorio (comercio, residencia, servicios, etc.), porque entre otras cosas permite:

- Identificar los patrones predominantes referentes al uso del suelo micro, caracterizando especialmente las zonas residenciales y las comerciales, así como las transiciones existentes entre las mismas.
- Localizar espacialmente incompatibilidades entre los distintos usos del suelo, ya sea que se den en la actualidad o que podrían llegar a darse, de seguir alguna tendencia identificada en relación con las actividades permitidas.
- Determinar externalidades negativas producidas por las actividades como por ejemplo contaminación sónica (generada por discotecas y/o bares) y congestión vial (por zonas de carga y descarga de supermercado o depósitos de materiales), entre otros.
- Observar las tendencias en relación a las restricciones urbanísticas (alturas, retiros y coberturas), exhibidas por las edificaciones en la actualidad, para las distintas zonas identificadas, así como predecir posibles variaciones a futuro en base a esas tendencias identificadas.
- Caracterizar la intensidad y diversidad de usos que se presentan en las zonas urbanas, a fin de comprender las dinámicas imperantes y las necesidades que en materia de regulación existen para el desarrollo futuro de las mismas, y de todos los poblados relacionados con estos centros.

El objetivo de hacer análisis de uso del suelo micro, dentro de un proceso de planificación, es considerar la realidad existente e incorporar ese conocimiento a fin de promover una distribución más apropiada y armoniosa de los distintos usos dentro del territorio, en función de los otros aspectos que atañen a la planificación (disponibilidad de los servicios básicos, transportes, criterios de expansión deseable de los centros poblados, entre otros). Ese trabajo llevará en el mediano y largo plazo a que las ciudades y poblados sean lugares más ordenados y propicios para la vida en comunidad, capaces de tener una mejor respuesta ante los cambios propios de la vida moderna, permitiendo a sus pobladores desenvolverse a plenitud.

Para el desarrollo del Plan Regulador, el uso del suelo micro representa una herramienta práctica que da la posibilidad de clarificar la existencia de zonas con una vocación específica (zona residencial comercial, etc) y a la vez establecer distintas clases de conflicto existente o potencial, a partir de un panorama más claro de la heterogeneidad de servicios y comercio existente. Lo anterior ayuda a diseñar las estrategias futuras de planificación y poder determinar una zonificación adecuada considerando las actividades predominantes ya existentes.

### 5.2.2 Metodología

Para realizar la recopilación y análisis del uso del suelo a nivel micro, el trabajo estuvo estructurado en las siguientes etapas:

1. Elaboración de mapas base para el levantamiento del uso del suelo en campo, utilizando el mapa de catastro facilitado por la Municipalidad de Pérez Zeledón.
2. Levantamiento detallado del uso del suelo en el centro de San Isidro, la carretera Interamericana (Ruta 2) y el poblado de Palmares.
3. Procesamiento de la información recolectada y generación de mapas para la zona de estudio.
4. Análisis de la información y elaboración de gráficos y tablas que condensan los resultados.

Todo el trabajo de campo se realizó entre enero y febrero del 2007, siendo posible actualizar algunos datos posteriormente. A continuación se presentan el análisis y los resultados del trabajo realizado con respecto al uso del suelo micro de Pérez Zeledón.

### 5.2.3 Análisis del uso de suelo a nivel micro

Como se ha mencionado, el análisis de uso del suelo micro se realizó para la ciudad de San Isidro y el poblado de Palmares y para el tramo de la Ruta 2 - Carretera Interamericana - comprendida entre ambas. Con el trabajo de campo realizado, y la posterior clasificación de los datos, se pudo catalogar el uso de cerca de 2.540 lotes del catastro; sin embargo, en la práctica se encontró que en muchos casos una misma propiedad alberga más de un uso o que más bien ha sido segregada, y esto no se ha registrado en el catastro, así, se obtuvieron alrededor de 3.522 usos en esos lotes.

Por lo anterior, se realizaron dos tipos de mapa distintos en base a la forma de procesar la información:

1. *Mapas por lotes*: en este tipo de procesamiento se procedió a clasificar cada una de las propiedades del catastro, de la zona seleccionada, con el tipo de uso. En los casos donde hay más de un uso en el mismo lote se dio una clasificación de uso mixto, donde se pueden dar varias combinaciones entre los usos existentes (comercial, residencial, servicios, industrial, sin uso, etc.)
2. *Mapa por usos presentes (puntos)*: para mostrar la diversidad e intensidad del uso del suelo micro se creó una cobertura de puntos, donde para cada uso existente hay un punto que lo representa. De esta forma una propiedad donde hay más de un punto, y cada uno representa actividades con distinta clasificación de uso, estaría clasificada como "Uso mixto" y los puntos mostrarían cada tipo de uso. Esta situación se puede apreciar en el detalle de la Imagen 5.2-1, donde los lotes catalogados como de uso "Mixto" aparecen en color anaranjado, y sobre ellos puede verse puntos que corresponden a los diferentes usos que se desarrollan en las mismas. Cuando uno de los usos incluidos en estas propiedades mixtas es catalogado como "Sin uso", lo cual significa que es un local vacío que no está en venta ni en alquiler, la clasificación de la propiedades es "Mixto disponible", que corresponde a las simbología de rayas anaranjadas.

La lista de la clasificación de uso del suelo, tanto por lotes como por usos presentes se muestra en la Imagen 5.2-1 y se explican a continuación:

### Clasificación por propiedades

- **Residencial (R):** viviendas.
- **Comercial (C):** locales donde se da la venta de productos de todo tipo.
- **Servicios (S):** son locales donde se da la prestación humana que satisface alguna necesidad social y que no consiste en la producción de bienes materiales. Incluye sodas, restaurantes, locales de videojuegos, terminales de buses, entidades financieras, gimnasios, entre otros.
- **Servicios profesionales (SP):** es la venta de un servicio brindado por un profesional de cualquier campo. Incluye consultorios médicos, bufetes de abogados, oficinas de topógrafos, entre otros.
- **Servicios institucionales y comunales:** incluye servicios brindados por instituciones públicas y organizaciones comunales. Incluye escuelas, oficinas de gobierno, iglesias, asociaciones varias, entre otros.
- **Estacionamientos (E):** pueden ser lotes destinados a este uso de tipo público o privado.
- **Industrial (I):** incluye el uso de elaboración de bienes de algún tipo para su posterior distribución y venta.
- **Agrícola (A):** se refiere a cualquier tipo de cultivo.
- **Deportivo (D):** incluye usos como piscinas, canchas de fútbol, baloncesto o instalaciones para la práctica de cualquier otro deporte.
- **Zona verde:** incluye parques y zonas de juegos infantiles abiertas al público.
- **Mixto:** esta clasificación aplica para lotes donde se desarrolla más de una actividad distinta, de las expuestas en esta clasificación.
- **En alquiler, en venta o en construcción:** son propiedades donde se encuentra una estructura con alguna de estas condiciones. También pueden tratarse de lotes baldíos que están en venta.
- **Mixto disponible:** esta es una edificación donde además de darse un uso mixto, descrito anteriormente, hay un local disponible, ya sea en venta, en construcción o remodelación o sin uso.
- **Lote baldío:** son lotes donde no hay ninguna construcción ni uso, los cuales tampoco tienen información de estar en alquiler o en venta.
- **Sin uso:** son propiedades donde hay una edificación vacía y donde no se registra una intención manifiesta de venta o alquiler.

La clasificación por usos presentes incluye la misma clasificación descrita antes pero no se presentan los usos mixto y mixto disponible, puesto que la idea es, con esta simbología, realizar la identificación de cada uno de los usos presentes en una misma propiedad por medio de puntos.

A continuación se presenta el análisis de los resultados obtenidos del trabajo de campo realizado para identificar el uso del suelo micro de San Isidro, Palmares y el tramo de la Ruta 2 comprendida entre ambos.

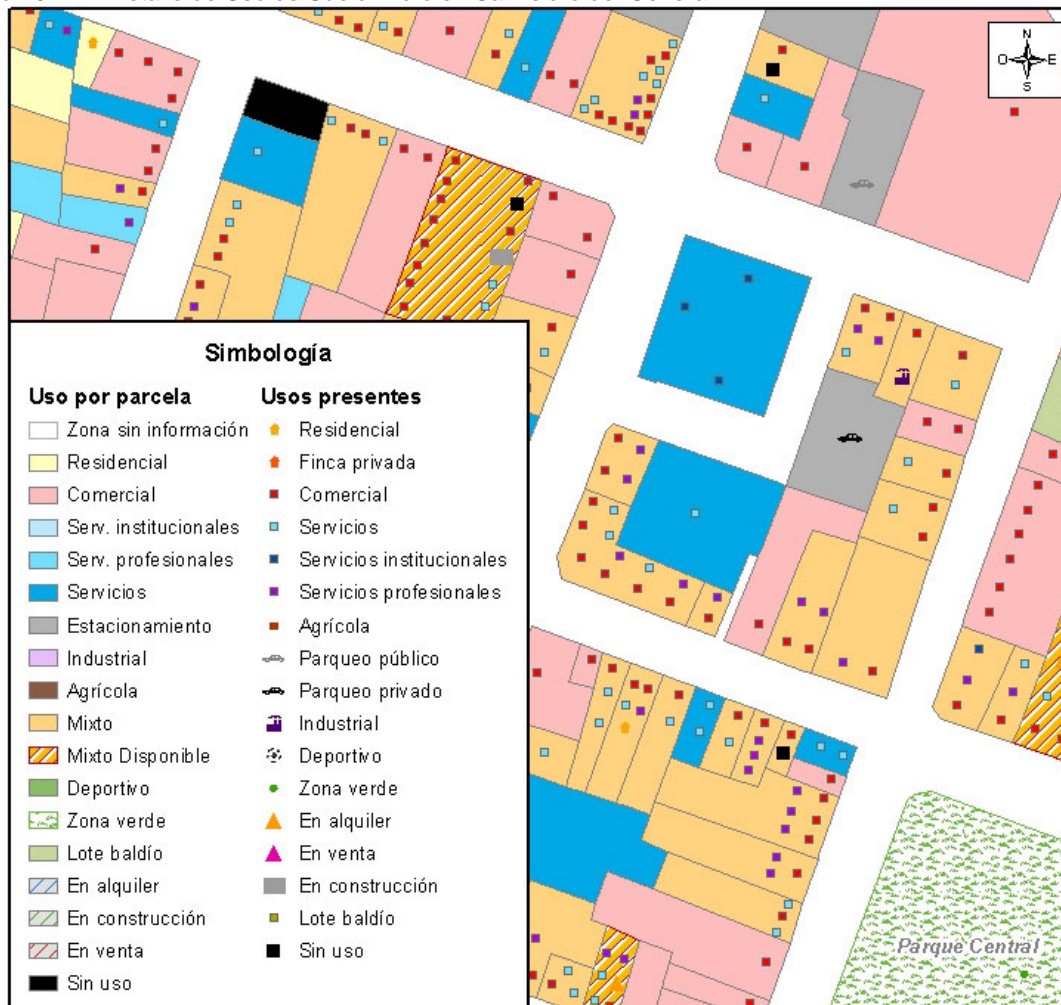
### San Isidro

La información generada del análisis a nivel de lotes tanto para el centro de San Isidro, como de Palmares y la Ruta 2 se resume en las Tablas 5.2-1 y 5.2-2 con la distribución de usos resultante, tanto en cantidad de lotes como por área total destinada a cada uso. Las tablas 5.2-3 y 5.2-4 muestran la misma información de uso micro del suelo pero según una clasificación más simple donde, por ejemplo, se agruparon todos los usos mixtos, salvo aquellos donde existía algún local vacío o disponible, los cuales se mantuvieron con la clasificación de “Mixto disponible”; esta diferenciación es importante ya que el análisis de los espacios vacantes en la trama urbana dicen mucho sobre el nivel de vitalidad de las ciudades, reflejado generalmente por el nivel de actividad comercial y la diversidad de servicios disponibles.

La Tabla 5.2-5 presenta el resumen de los datos del uso micro a nivel de usos presentes, representados por puntos en los mapas 5.2-2 y 3, y 5.2-7 a 5.2-10.

Es importante rescatar que el cálculo del área es aproximado, ya que si bien se basó en la información del catastro de Pérez Zeledón, en la práctica se observó que ha habido cambios respecto a ese catastro, por lo cual en algunos casos se modificó, lo cual al no hacerse con un procedimiento técnico apropiado implica siempre un error que podría reflejarse en el cálculo del área final de la propiedad.

**Imagen 5.2-1.** Detalle de Uso de Suelo Micro en San Isidro del General.



El trabajo realizado para San Isidro comprendió un total de 1.734 lotes y el resultado puede verse en los Mapas 5.2-1, 2 y 3. De hacer una rápida observación de la información mostrada los mapas es posible notar 3 cosas importantes del centro de San Isidro:

1. La presencia de un centro con una gran vocación comercial. Este sector muestra una diversidad de usos comerciales y de servicios, que entre ambos cubren el 31,4% del área comprendiendo poco más de 20% de las propiedades observadas.
2. La presencia de un sector residencial importante. En cantidad de lotes este uso representa casi el 55%, aunque en área corresponde al 30,6%.
3. La existencia de muchos lotes baldíos o desocupados, 137 lotes que representan el 7,9% de las propiedades observadas para un 19,4% del área total.

En la zona central de San Isidro es evidente una gran presencia de usos mixtos, de comercio y de servicios, particularmente en el sector comprendido por las cuadras ubicadas entre la Carretera Interamericana, el río Jilguero al Este, el estadio al Sur y la calle que pasa frente al ICE y a la Cruz Roja. Esta zona, que podría catalogarse como comercial se muestra delimitada en el Mapa 5.2-1 por la línea segmentada.

El uso mixto, que representa la utilización de una misma propiedad para desarrollar usos distintos, es el más representativo en San Isidro, concentrando 14,7% de los lotes y un 13,8% del área estudiada. Si se consideran los servicios institucionales y profesionales en forma conjunta con los demás servicios llegan a ser un 10,9% de las propiedades y un 22,7% del área, junto con esto el área comercial representa un 9% de las propiedades y un 7,9% del área. Tomando en cuenta que el uso mixto se compone básicamente de comercios y servicios se podría afirmar que estos dos usos predominan en el sector central y noreste de San Isidro como se observa en el Mapa 5.2-1.

Como ya se mencionó, la zona residencial es la más numerosa de San Isidro. La mayoría de las propiedades con esta clasificación se ubican desde la zona noroeste hasta el sur de San Isidro, en estos sectores también se ubican en gran cantidad los lotes baldíos.

Los servicios institucionales y comunales, es una clasificación que agrupa a las instituciones públicas, iglesias y otros usos destinados al servicio de la comunidad. Estos usos ocupan el tercer lugar en los que respecta al porcentaje del área, con un 15,7%, pero en cantidad de lotes solamente son un 2,8%, esto revela la característica física más importante de estos usos que es el gran tamaño de las propiedades que ocupan.

La presencia de estacionamientos en el centro de San Isidro es de 18 lotes, los cuales corresponden al 1,0% de los lotes y el 0,9% del área, sin embargo al ver la información por usos presentes el total es de 27 estacionamientos, entre públicos y privados. Al parecer, esta cantidad de propiedades no es suficiente, ya que se conocen ampliamente los problemas de vialidad que existen en el centro de San Isidro, tanto por una gran cantidad de vehículos que circulan por sus calles, como por el disminuido espacio para hacerlo debido a la práctica de estacionar sobre la vía pública. Sin embargo, sobre este punto es necesario resaltar que la viabilidad o éxito de una medida que promueva la aparición de nuevos estacionamientos está sujeta a la disponibilidad de las personas a pagar por estacionarse. Este tema ha sido motivo de preocupación en la Municipalidad de Pérez Zeledón, pero a la fecha no se le ha dado una solución efectiva (ver sección 17.3 Estacionamientos).

Tabla 5.2-1. *Uso del suelo micro, detalle del número de propiedades y al área por cada tipo de uso*

Uso	San Isidro		Ruta 2		Palmares		Total	
	Lotes	Área	Lotes	Área	Lotes	Área	Lotes	Área
Comercial (C)	123	75.500	42	135.901	16	14.730	181	226.130
Residencial (R)	908	319.346	183	314.924	240	192.540	1331	826.810
Servicios (S)	94	56.344	39	246.528	13	6.286	146	309.159
Serv. institucionales y comunales	49	175.229	15	418.335	8	19.325	72	612.889
Servicios profesionales	23	10.514			2	2.242	25	12.756
Estacionamiento	18	9.782			3	1.753	21	11.535
Industrial (I)			1	6.002			1	6.002
Agrícola (A)	1	671	5	254.174	1	1.247	7	256.091
Zona verde	3	6.957			2	17.922	5	24.878
Deportivo (D)	1	12.108	2	30.419	1	12.184	4	54.711
En alquiler	3	655	1	627			4	1.282
En venta	1	15.197					1	15.197
En construcción	9	8.140	3	4.163	2	591	14	12.893
Lote baldío	137	217.321	45	921.269	48	189.568	230	1.328.159
Mixto comercial	32	12.880	5	29.372			37	42.252
Mixto residencial	44	22.906	4	27.776	16	41.665	64	92.347
Mixto servicios	20	10.683	5	14.213			25	24.896
Mixto C-R	24	10.058	16	16.387	3	1.840	43	28.285
Mixto C-SU	4	784	1	2.006			5	2.791
Mixto R-A			2	49.761			2	49.761
Mixto C-I	1	152					1	152
Mixto R-I	1	303					1	303
Mixto R-SU	11	15.094	2	68.089	10	112.726	23	195.909
Mixto S-C	112	54.345	13	18.405	5	2.686	130	75.436
Mixto S-C-I	5	2.057					5	2.057
Mixto S-C-R	11	4.090	2	5.110	3	1.790	16	10.990
Mixto S-C-SU	8	5.758					8	5.758
Mixto S-I	2	2.744	1	17.831			3	20.575
Mixto S-R	51	46.094	32	90.827	3	3.291	86	140.211
Mixto S-R-C-SU					1	1.779	1	1.779
Mixto S-R-SU	2	2.583					2	2.583
Mixto S-SU	5	3.242	4	46.477	1	3.700	10	53.419
Mixto S-D-SU	4	890					4	890
Mixto S-C-D-SU	5	1.603					5	1.603
Mixto S-C-D	2	1.512					2	1.512
Mixto R-D-SU	5	1.626			2	857	7	2.483
Mixto R-S-D-SU	1	272					1	272
Mixto S-D	1	839					1	839
Sin uso (SU)	7	1.772	2	963	2	1.104	11	3.839
Sin clasificar	6	8.134	1	5.116	1	7.960	8	21.209
<b>Total</b>	<b>1.728</b>	<b>1.118.184</b>	<b>426</b>	<b>2.724.674</b>	<b>383</b>	<b>637.784</b>	<b>2.543</b>	<b>4.480.642</b>

Nota: En los usos mixtos las siglas indican la combinación de usos que lo integra, según se trate de Comercial (C), Residencial (R), Servicios (S), Industrial (I), Agrícola (A), Deportivo (D) y Sin uso (SU).



Tabla 5.2-2. *Uso del suelo micro, detalle de porcentaje correspondiente al número de propiedades y al área por cada tipo de uso*

Uso	San Isidro		Ruta 2		Palmares		Total	
	Lotes	Área	Lotes	Área	Lotes	Área	Lotes	Área
Comercial (C)	7%	7%	10%	5%	4%	2%	7%	5%
Residencial (R)	53%	29%	43%	12%	63%	30%	52%	18%
Servicios (S)	5%	5%	9%	9%	3%	1%	6%	7%
Serv. institucionales y comunales	3%	16%	4%	15%	2%	3%	3%	14%
Servicios profesionales	1,3%	0,9%			0,5%	0,4%	1,0%	0,3%
Estacionamiento	1,0%	0,9%			0,8%	0,3%	0,8%	0,3%
Industrial (I)			0,2%	0,2%			0,04%	0,1%
Agrícola (A)	0,1%	0,1%	1,2%	9,3%	0,3%	0,2%	0,3%	5,7%
Zona verde	0,2%	0,6%			0,5%	2,8%	0,2%	0,6%
Deportivo (D)	0,1%	1,1%	0,5%	1,1%	0,3%	1,9%	0,2%	1,2%
En alquiler	0,2%	0,1%	0,2%	0,0%			0,2%	0,03%
En venta	0,1%	1,4%					0,04%	0,3%
En construcción	0,5%	0,7%	0,7%	0,2%	0,5%	0,1%	0,6%	0,3%
Lote baldío	7,9%	19,4%	10,6%	33,8%	12,5%	29,7%	9,0%	29,6%
Mixto comercial	1,9%	1,2%	1,2%	1,1%			1,5%	0,9%
Mixto residencial	2,5%	2,0%	0,9%	1,0%	4,2%	6,5%	2,5%	2,1%
Mixto servicios	1,2%	1,0%	1,2%	0,5%			1,0%	0,6%
Mixto C-R	1,4%	0,9%	3,8%	0,6%	0,8%	0,3%	1,7%	0,6%
Mixto C-SU	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%			0,2%	0,1%
Mixto R-A			0,5%	1,8%			0,1%	1,1%
Mixto C-I	0,1%	0,01%					0,04%	0,00%
Mixto R-I	0,1%	0,03%					0,04%	0,01%
Mixto R-SU	0,6%	1,3%	0,5%	2,5%	2,6%	17,7%	0,9%	4,4%
Mixto S-C	6,5%	4,9%	3,1%	0,7%	1,3%	0,4%	5,1%	1,7%
Mixto S-C-I	0,3%	0,2%					0,2%	0,0%
Mixto S-C-R	0,6%	0,4%	0,5%	0,2%	0,8%	0,3%	0,6%	0,2%
Mixto S-C-SU	0,5%	0,5%					0,3%	0,1%
Mixto S-I	0,1%	0,2%	0,2%	0,7%			0,1%	0,5%
Mixto S-R	3,0%	4,1%	7,5%	3,3%	0,8%	0,5%	3,4%	3,1%
Mixto S-R-C-SU					0,3%	0,3%	0,04%	0,04%
Mixto S-R-SU	0,1%	0,2%					0,1%	0,1%
Mixto S-SU	0,3%	0,3%	0,9%	1,7%	0,3%	0,6%	0,4%	1,2%
Mixto S-D-SU	0,2%	0,1%					0,2%	0,02%
Mixto S-C-D-SU	0,3%	0,1%					0,2%	0,04%
Mixto S-C-D	0,1%	0,1%					0,1%	0,03%
Mixto R-D-SU	0,3%	0,1%			0,5%	0,1%	0,3%	0,1%
Mixto R-S-D-SU	0,1%	0,02%					0,04%	0,01%
Mixto S-D	0,1%	0,1%					0,04%	0,02%
Sin uso (SU)	0,4%	0,2%	0,5%	0,0%	0,5%	0,2%	0,4%	0,1%
Sin clasificar	0,3%	0,7%	0,2%	0,2%	0,3%	1,2%	0,3%	0,5%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Nota: En los usos mixtos las siglas indican la combinación de usos que lo integra, según se trate de Comercial (C), Residencial (R), Servicios (S), Industrial (I), Agrícola (A), Deportivo (D) y Sin uso (SU).

Una clase de las incluidas, en las tablas de uso micro, es la llamada “mixto disponible”. Esta clasificación hace referencia a las propiedades que están segregadas, y tienen uno o varios usos distintos pero también existe algún espacio vacante, o sin uso. En general la cantidad de lotes bajo esta clasificación es baja, ya que solamente hay 33, los cuales corresponden al 1,9% de las propiedades y el 1,5% del área, pero al adicionarle a este uso el de las obras en construcción, las edificaciones en alquiler y venta y aquellas sin uso, pasan a ser 53 lotes, lo que representa un 3,1% de las propiedades y el 3,8% del área. La existencia de esta cantidad de locales vacíos o disponibles, aunado a la conocida actividad del centro, refleja dos factores importantes:

- Una constante actividad del centro que hace que se genere una oferta de locales comerciales, algunos de los cuales son totalmente nuevos.
- La posibilidad de que se implementen nuevas actividades en el centro, dada la disponibilidad de locales.

La existencia de lotes baldíos tiene otras implicaciones para el cantón, ya que si bien por un lado permiten mantener una reserva de tierras para la realización de nuevos desarrollos futuros, por otro son espacios vacantes que pueden afectar la vitalidad de la ciudad. Una gran existencia de lotes baldíos podría significar que se estén limitando las posibilidades de realizar actividades necesarias para la ciudad, y por otro lado generan un vacío en la trama urbana que, en algunos casos cuando se trata de lotes baldíos sin mantenimiento, pueden ocasionar un sentimiento de inseguridad en los habitantes; en este sentido la percepción de inseguridad termina siendo más importante que la realidad misma, de ahí que cobren importancia aspectos relacionados con el ornato y el mantenimiento de la ciudad.

En muchos casos, la existencia de tierras vacantes obedece a un fenómeno de retención de las mismas con fines especulativos, en otros esa retención se debe a que los propietarios no tienen la capacidad de efectuar una inversión y así desarrollar otra actividad en su tierra. En los dos casos esa retención implica un costo social que paga el Municipio y la comunidad, ya que producto de las inversiones públicas, y el desarrollo mismo de la ciudad, esas tierras van incrementando su valor, aumento del cual los propietarios se adueñan al final, beneficiándose sin haber hecho ningún trabajo para ello.

Un uso importante en un centro poblado es el de áreas verdes, el cual en San Isidro es muy bajo, ya que solamente se cuenta con el parque central y otras dos pequeñas áreas, las cuales en total representan un 0,6% del área evaluada. La relación existente entre el área dedicada a zonas verdes y el área de uso residencial es muy baja, de tan solo 0,02, lo cual significa que las zonas verdes son solamente un 2% de las residenciales; esta relación es importante de conocer ya que en principio las zonas verdes están destinadas a servir principalmente a las zonas residenciales, si bien los otros usos presentes en la ciudad se benefician indirectamente de su existencia, principalmente por una externalidad positiva de las áreas verdes que incide en la calidad de vida de las ciudades y sus habitantes. Un análisis más detallado sobre este tema puede encontrarse en el Capítulo 15 Áreas verdes y recreativas del presente diagnóstico.

Tal como se mencionó al inicio, en el análisis de uso micro se trabajaron dos niveles, el de lotes o propiedades, explorado hasta ahora, y el de usos presentes por lote lo cual refleja más detalladamente la intensidad de uso del suelo en las zonas analizadas. Así, el total de propiedades observadas en San Isidro centro es de 1.734 y los usos son 2.529, como se puede observar en el Tabla 5.2-5, lo cual representa una diferencia de 795 actividades adicionales al número de lotes registrados en el catastro, la mayoría de estos casos corresponde a las propiedades clasificadas como de uso mixto.

Tabla 5.2-3. *Uso del suelo micro con clasificación simplificada, detalle del número de propiedades y área por cada tipo de uso*

<b>Uso</b>	<b>San Isidro</b>		<b>Ruta 2</b>		<b>Palmares</b>		<b>Total</b>	
	<i>Lotes</i>	<i>Área</i>	<i>Lotes</i>	<i>Área</i>	<i>Lotes</i>	<i>Área</i>	<i>Lotes</i>	<i>Área</i>
Comercial	155	88.380	45	157.597	16	14.730	216	260.707
Residencial	952	342.252	187	342.700	256	234.205	1395	919.157
Servicios	114	67.027	45	268.034	13	6.286	172	341.347
Serv. institucionales y comunales	49	175.229	15	418.335	8	19.325	72	612.889
Servicios profesionales	23	10.514			2	2.242	25	12.756
Estacionamiento	18	9.782			3	1.753	21	11.535
Agrícola	1	671	5	254.174	1	1.247	7	256.091
Industrial			1	6.002			1	6.002
Deportivo	1	12.108	2	30.419	1	12.184	4	54.711
Zona verde	3	6.957			2	17.922	5	24.878
En alquiler	3	655	1	627			4	1.282
En construcción	9	8.140	3	4.163	2	591	14	12.893
En venta	1	15.197					1	15.197
Mixto	222	137.717	74	315.275	25	126.033	321	579.025
Mixto Disponible	33	16.330			3	2.636	36	18.966
Sin uso	7	1.772	2	963	2	1.104	11	3.839
Lote baldío	137	217.321	45	921.269	48	189.568	230	1.328.159
Sin clasificar	6	8.134	1	5.116	1	7.960	8	21.209
<b>Total</b>	<b>1.734</b>	<b>1.118.184</b>	<b>426</b>	<b>2.724.674</b>	<b>383</b>	<b>637.784</b>	<b>2.543</b>	<b>4.480.642</b>

Como puede verse en la tabla, el uso residencial predomina en cantidad, siendo el 44,6% del total de actividades, seguido de lejos por el comercio que representa un 21,2% y los servicios que son el 14,9% del total de actividades registradas. Entre las actividades comerciales y de servicios encontradas en San Isidro destacan las tiendas de ropa y bazares, los salones de belleza, las sodas y restaurantes, los bufetes de abogados, los consultorios y clínicas dentales y las ventas de artículos para autos, entre otros.

Otra característica importante del uso micro en San Isidro es que las actividades se dan en altura, llegando en algunos casos hasta los 4 pisos, que es la altura máxima permitida por el Plan Regulador vigente, lo cual es una medida conveniente en virtud de que propicia las condiciones para aprovechar al máximo la centralidad para concentrar actividades en una amplia gama y con un nivel elevado de especialización, características deseables en una ciudad, que permite garantizar una vitalidad y vigencia de la misma.

Además de lo anterior, a fin de garantizar que la ciudad sea activa a lo largo de un amplio periodo, a través de todas las horas del día y días de la semana, es necesario lograr una adecuada integración entre las actividades diurnas (comercio y servicios profesionales e institucionales), nocturnas (restaurantes, bases y clubes nocturnos) y permanentes (viviendas y hoteles); esa integración permite que haya personas en la ciudad en un amplio periodo y que además se mantenga un ambiente más seguro y vital a través de esa presencia. Para esto debe procurarse diversidad de actividades pero además que las externalidades negativas de las mismas no provoquen conflictos graves, lo cual puede lograrse en gran medida mediante la aplicación de una regulación de uso del suelo apropiada y en ocasiones de horarios más recomendable para algunos de ellos.

Tabla 5.2-4. *Uso del suelo micro con clasificación simplificada, detalle del porcentaje correspondiente al número de propiedades y al área por cada tipo de uso*

Uso	San Isidro		Ruta 2		Palmares		Total	
	Lotes	Área	Lotes	Área	Lotes	Área	Lotes	Área
Comercial	8,9%	7,9%	10,6%	5,8%	4,2%	2,3%	8,5%	5,8%
Residencial	54,9%	30,6%	43,9%	12,6%	66,8%	36,7%	54,9%	20,5%
Servicios	6,6%	6,0%	10,6%	9,8%	3,4%	1,0%	6,8%	7,6%
Serv. institucionales y comunales	2,8%	15,7%	3,5%	15,4%	2,1%	3,0%	2,8%	13,7%
Servicios profesionales	1,3%	0,9%			0,5%	0,4%	1,0%	0,3%
Estacionamiento	1,0%	0,9%			0,8%	0,3%	0,8%	0,3%
Agrícola	0,1%	0,1%	1,2%	9,3%	0,3%	0,2%	0,3%	5,7%
Industrial			0,2%	0,2%			0,0%	0,1%
Deportivo	0,1%	1,1%	0,5%	1,1%	0,3%	1,9%	0,2%	1,2%
Zona verde	0,2%	0,6%			0,5%	2,8%	0,2%	0,6%
En alquiler	0,2%	0,1%	0,2%	0,0%			0,2%	0,0%
En construcción	0,5%	0,7%	0,7%	0,2%	0,5%	0,1%	0,6%	0,3%
En venta	0,1%	1,4%					0,0%	0,3%
Mixto	12,8%	12,3%	17,4%	11,6%	6,5%	19,8%	12,6%	12,9%
Mixto Disponible	1,9%	1,5%			0,8%	0,4%	1,4%	0,4%
Sin uso	0,4%	0,2%	0,5%	0,0%	0,5%	0,2%	0,4%	0,1%
Lote baldío	7,9%	19,4%	10,6%	33,8%	12,5%	29,7%	9,0%	29,6%
Sin clasificar	0,3%	0,7%	0,2%	0,2%	0,3%	1,2%	0,3%	0,5%
<b>Total</b>	<b>8,9%</b>	<b>7,9%</b>	<b>10,6%</b>	<b>5,8%</b>	<b>4,2%</b>	<b>2,3%</b>	<b>8,5%</b>	<b>5,8%</b>

Tabla 5.2-5. *Usos totales presentes por propiedades con clasificación simplificada*

Clasificación	San Isidro		Ruta 2		Palmares		Total	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Residencial	1.127	44,6%	247	46%	306	67%	1.680	48%
Comercial	535	21,2%	84	16%	30	6,6%	649	18%
Servicios	378	14,9%	104	19%	29	6,3%	511	15%
Servicios institucionales y comunales	76	3,01%	19	3,6%	10	2,18%	105	3,0%
Servicios profesionales	170	6,72%	5	0,93%	3	0,66%	178	5,1%
Estacionamiento	14	0,55%	2	0,37%			16	0,45%
Estacionamiento privado	13	0,51%			3	0,66%	16	0,45%
Industrial	1	0,04%	4	0,75%			5	0,14%
Agrícola	1	0,04%	8	1,50%	2	0,44%	11	0,31%
Deportivo	3	0,12%	4	0,75%	1	0,22%	8	0,23%
Zona verde	3	0,12%			2	0,44%	5	0,14%
Finca privada			2	0,37%			2	0,06%
En alquiler	16	0,63%	2	0,37%			18	0,51%
En construcción	16	0,63%	3	0,56%	4	0,87%	23	0,65%
En venta	1	0,04%					1	0,03%
Lote baldío	152	6,01%	49	9,2%	64	14,0%	265	7,5%
Sin uso	23	0,91%	2	0,37%	4	0,87%	29	0,82%
<b>Total</b>	<b>2.529</b>	<b>100%</b>	<b>535</b>	<b>100%</b>	<b>458</b>	<b>100%</b>	<b>3.522</b>	<b>100%</b>

La diversidad de usos, que actualmente se encuentra en San Isidro, refleja en gran medida la vitalidad y también es un indicador del nivel de dependencia que aún hay entre este centro y los pobladores de todo el cantón, que acuden al mismo para satisfacer desde sus necesidades esenciales, como pueden ser las referidas a la compra de los insumos más básicos para la vida, hasta la adquisición de insumos para la agricultura o servicios profesionales varios. Sin embargo, es posible notar que hay sectores que si bien de día se mantienen activos y muy visitados, en las noches ven disminuida su actividad casi en su totalidad, quedando muy vacíos, lo cual puede generar en las personas que por alguna razón los visitan una sensación de inseguridad que a la larga pudiera alejarlos. Este fenómeno de falta de vitalidad, especialmente en las noches, tiende a presentarse frecuentemente en las ciudades, como es en el caso de San José, lo cual es altamente contraproducente pues además de que implica una subutilización de infraestructura y servicios ya disponibles acarrea problemas reales y de percepción de inseguridad ciudadana, provocando un círculo vicioso donde las personas se alejan del centro y esto a su vez aleja a los comerciantes, haciendo cada vez mayores los vacíos existentes.

### **Ruta 2**

La Ruta 2 es una carretera de vital importancia para el país, pero en especial para el cantón de Pérez Zeledón, ya que es un eje importante que lo atraviesa y da conectividad entre los distintos barrios y centros poblados cercanos a San Isidro; esta situación se ve favorecida por los problemas de conectividad que hay en el cantón, los cuales no solamente son ocasionados por la inexistencia de caminos si no por la condición en que se encuentran muchos existentes (Ver sección 16.1 Topología e infraestructura vial del Capítulo de Vialidad). Dada la importancia de esta vía es necesario conocer el detalle del uso del suelo que se da a lo largo de la misma, al igual que se hizo para el centro de San Isidro, a fin de utilizar ese conocimiento en la elaboración del Plan Regulador, especialmente al nivel de propuestas y de zonificación.

A lo largo de los 7,5 kilómetros que se levantaron de la Ruta 2, se encontró una menor cantidad de lotes, comparando con San Isidro, pero el área total de las mismas resultó ser mucho mayor, lo cual evidencia un tamaño promedio de lote mayor que en San Isidro, 6396 m<sup>2</sup> contra 647 m<sup>2</sup>.

Hay una gran cantidad viviendas, ya que un 43% de los lotes son casas de habitación, lo cual corresponde a tan solo un 12% del área disponible lo cual significa que las mismas se constituyen en lotes pequeños principalmente. Lo sigue en cantidad de lotes el uso mixto con un 17,4% y los usos comercial y servicios con 10,6% de las propiedades cada uno; en la Tabla 5.2-4 se aprecia que el porcentaje de área para uso mixto es de 11,6% y para uso comercial es de 5,8% mientras que para servicios es de 9,8%. En cuarto lugar, por cantidad de lotes por uso, se encuentran los lotes baldíos, los cuales son un 10,6% de las propiedades existentes pero abarcan la mayor cantidad de área con un 33,8%, siendo el uso que por área tiene más presencia en la zona. Esta última situación pone de manifiesto la posibilidad de que se den en un futuro desarrollos importantes a lo largo de la Ruta 2. Es importante establecer en el Plan Regulador los lineamientos necesarios para que dichos emprendimientos se den de forma apropiada y sostenible para el cantón, de manera que se pueda prever y mitigar algunos problemas propios de la interacción entre el sistema de transportes (que incluye calles, puentes, semáforos, estacionamientos, flujos viales, entre otras variables) y la actividad humana; en este sentido vale la pena hacer notar que actualmente la Ruta 2 se ha convertido en una amenaza para el cantón por cuanto su existencia plantea dificultades para la vida en la ciudad: por un lado constituye una barrera en medio del conglomerado urbano, separando drásticamente a los barrios y poblados que se encuentran a ambos lados de la misma, y por otro el desarrollo que se ha dado es

apropiado solamente para personas que hacen uso del vehículo privado. Las características físicas de esta vía y el flujo vial hacen que sea peligroso atravesar esta vía, por lo cual muchas personas se abstienen de hacerlo generando la necesidad de desarrollar ambos lados de la calle (Ver sección 17.4 Choques viales)

El uso agrícola, exhibe una reducida cantidad de propiedades que representan un 1,2% del total, en este caso se agrupan a 6 cafetales y un cañal, los cuales tienen una presencia importante en la zona con un 9,3% del área disponible.

Sobre la Ruta 2 hay 426 propiedades pero para las mismas se registraron 535 usos, lo cual, al igual que en San Isidro, refleja un nivel de actividad más intenso que en este caso se caracteriza por una alta presencia de talleres mecánicos, ventas de artículos para autos y lubricentros, lo cual probablemente está directamente asociado al alto flujo vehicular que transita esta carretera.

El nivel de actividad observado sobre la Ruta 2 permite observar, o prever, que la relación de dependencia entre esta zona y el centro de San Isidro está disminuyendo, por cuanto sobre la Ruta 2 es posible encontrar supermercados, bancos, restaurantes, hoteles y estaciones de servicio, todo lo cual en el pasado podía resultar atractivo para quienes transitaban por Pérez Zeledón al dirigirse hacia el sur del país. Es importante reflexionar sobre lo que se quiere en el cantón respecto a esta relación, si se desea evitar que más personas visiten el centro o por el contrario se quiere atraerlas, y tomar las medidas pertinentes en materia de regulación de uso del suelo en la zona.

Los mapas 5.2-4 y 5 muestran el detalle del uso micro por propiedades, y los mapas 5.2-7, 8 y 9 presentan el desglose de las actividades presentes para la Ruta 2.

### **Palmares**

Tras estudiar la actividad urbana a lo largo de la Ruta 2, pude observarse como la misma se mantiene en un nivel más o menos similar hasta alcanzar la altura del poblado de Palmares, el cual se constituye como un potencial foco de desarrollo urbano para el cantón. Por lo anterior se decidió realizar un levantamiento de uso micro para el mismo, son los resultados que se muestran en el Mapa 5.2-6 y el 5.2-10, donde el primero presenta la información del uso del suelo micro por lotes y el segundo el detalle por usos presentes.

En Palmares al igual que en la Ruta 2, la clasificación que predomina es la residencial, en este caso representa un 66,8% de las propiedades y un 36,7% del área, le sigue los lotes baldíos que posee una pequeña cantidad de lotes 12,5%, pero un importante valor de porcentaje en área con un 29,7%.

La tercera categoría importante es la de uso mixto que presenta una pequeña cantidad de propiedades 6,5% pero un 19,8% del área, esto lo refleja la diferencia entre la cantidad de lotes registrados y la de usos observados, que en este caso es mucho menor que la observada en San Isidro y a lo largo de la Ruta 2, ya que hay 383 propiedades y 475 usos distintos en las mismas, esto es solamente un 20% más del total de lotes; estos usos adicionales se agrupan bajo la clasificación de usos mixtos.

Aunque a la fecha Palmares no se ha constituido como un centro urbano aun, tiene potencial pues se trata de una población físicamente bien constituida, según el esquema de cuadrantes (ver sección 16.1 Topología e infraestructura vial), que se encuentra desligada de San Isidro, pero a poca distancia de la misma, y por ende podría constituirse en un nuevo centro urbano que sirva a comunidades del este del cantón para satisfacer las necesidades que no pueden en sus propios poblados, y así no deban llegar hasta el centro de San Isidro.

### 5.2.4 Análisis de patentes

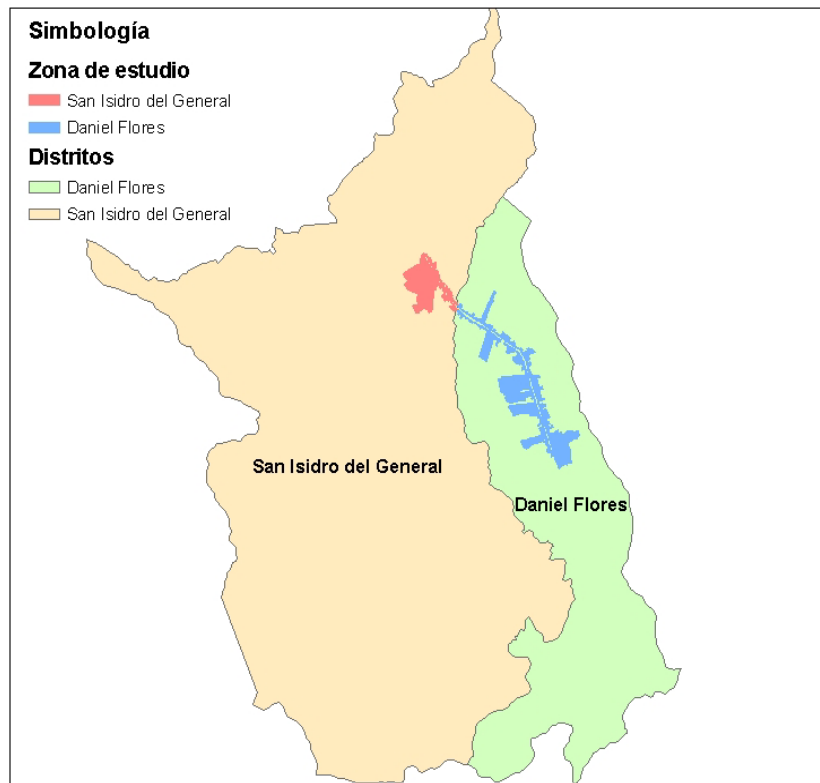
Con el objetivo de tener una idea de cuanto representa el levantamiento hecho para San Isidro, Palmares y la Ruta 2 en relación con la actividad comercial de todo el cantón, se procedió a revisar el registro de patentes suministrado por la Municipalidad de Pérez Zeledón, de donde se extrajo la información correspondiente a los distritos de San Isidro del General y Daniel Flores, en los cuales se realizó el levantamiento de uso micro. A dicha base se le realizó un trabajo de homogenización y clasificación de las diferentes patentes según los rubros establecidos anteriormente para poder hacer el análisis.

En la Tabla 5.2-6 se presenta la proporción del área de cada distrito que fue cubierta en el levantamiento de uso micro para los distritos de San Isidro y Daniel Flores, y la Imagen 5.2-2 muestra el detalle de esto. Tal como puede apreciarse, en términos de superficie la proporción cubierta de ambos distritos es muy baja, siendo menor en San Isidro por cuanto el área de este distrito es mucho mayor que la de Daniel Flores.

Tabla 5.2-6. Comparación de las Áreas del Distrito con la zona de estudio

<b>Distrito</b>	<b>Área del distrito (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área levantada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje levantado</b>
San Isidro	191.560.639	1.264.574	0,66%
Daniel Flores	64.295.050	3.378.267	5,25%
<b>Total</b>	<b>255.855.689</b>	<b>4.642.841</b>	<b>1,81%</b>

Imagen 5.2-2. Proporción de la zona de estudio del uso del suelo micro con respecto a los distritos



Con la información de patentes disponible se realizó el análisis considerando solamente los usos comercial y de servicios, ya que son los sectores que tienen mayor representatividad en el levantamiento de campo y que además pueden medirse con las patentes. Las Tablas 5.2-7 y 5.2-8 muestran la comparación de los datos de patentes, registradas por la Municipalidad del Pérez Zeledón, con los usos de suelo registrados en el sector comercial y de servicios respectivamente, para los dos distritos considerados.

En términos generales puede verse como la representatividad de los usos levantados en campo en relación con el total de patentes del distrito es bastante alta, siendo más representativo el caso de San Isidro. El total de usos comerciales registrados para San Isidro en el análisis de uso del suelo micro, representan el 45% del total de patentes entregadas por la Municipalidad, mientras que en el caso de Daniel Flores el porcentaje correspondiente es menor, 25%. Si se observa el total de patentes comerciales de los dos distritos y la cantidad de usos comerciales encontrados se obtiene que los segundos son el 40% de las primeras lo cual, considerando que en área la zona analizada es tan solo el 1,8% del total, significa que el centro del cantón, San Isidro, Ruta 2 y Palmares, realmente concentra la actividad comercial.

La situación en lo que respecta a las patentes de servicios es muy similar a la comercial, siendo un poco más representativos los usos levantados para Daniel Flores, con respecto al total de patentes entregadas en este distrito, y el total de toda la zona de estudio. Nuevamente esta situación refleja que el centro del cantón agrupa la mayor oferta de servicios, en un área muy reducida del mismo.

Tabla 5.2-7. Comparación de patentes comerciales y los usos levantados de uso micro

<b>Distrito</b>	<b>Patentes del distrito</b>	<b>Usos levantados</b>	<b>Porcentaje levantado</b>
San Isidro	1.220	551	45,16%
Daniel Flores	378	95	25,13%
<b>Total</b>	<b>1.598</b>	<b>646</b>	<b>40,43%</b>

Tabla 5.2-8. Comparación de patentes de servicios y los usos levantados de uso micro

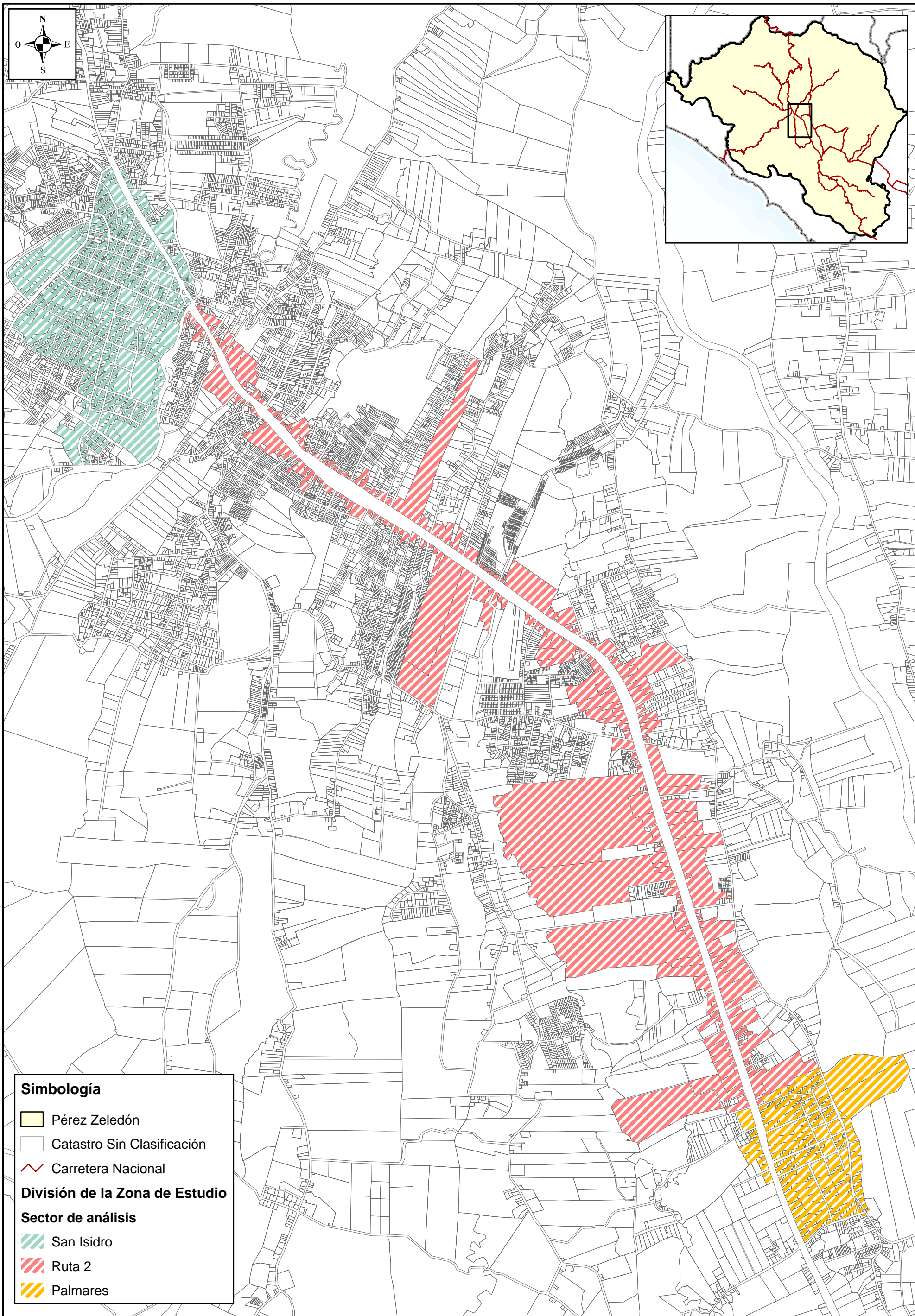
<b>Distrito</b>	<b>Patentes del distrito</b>	<b>Usos levantados</b>	<b>Porcentaje levantado</b>
San Isidro	924	401	43,40%
Daniel Flores	281	107	38,08%
<b>Total</b>	<b>1.205</b>	<b>508</b>	<b>42,16%</b>

De lo anterior es importante resaltar que este análisis supone que todas las actividades comerciales y de servicios existentes en las zonas estudiadas, en el análisis de uso micro, cuentan con patente, lo cual no necesariamente es correcto. La existencia de muchas actividades que no hayan solicitado patentes, dentro de la zona de estudio, significaría que la representatividad sería menor, o que el centro tiene un menor protagonismo en el cantón en cuanto a la concentración de usos comerciales y de servicios.



### 5.2.5 Conclusiones

- El uso residencial es el predominante en las tres zonas analizadas, lo cual refleja la vocación de éstos y la importancia que debe dársele a los temas de regulación urbana y planificación para garantizar la mayor calidad de vida para los ciudadanos del cantón. (Ver sección 14.2 Evaluación de barrios y urbanizaciones)
- La existencia de lotes baldíos y construcciones sin uso ofrece alternativas pero al mismo tiempo límites para el desarrollo urbano. Por un lado mantienen la posibilidad de realizar nuevas actividades pero por otro, paradójicamente, puede tratarse de tierras retenidas a propósito lo cual más bien constituye un obstáculo al desarrollo.
- Las actividades comerciales se dan en gran medida en San Isidro y en la Ruta 2, con vocaciones ligeramente distintas que reflejan la dinámica que cada uno de estos sitios desempeña en el cantón. Esta actividad comercial ofrece, para los habitantes del cantón, la posibilidad de satisfacer las necesidades para la subsistencia y a la vez es un reflejo de esas necesidades y la realidad de los ciudadanos en materia de demanda por bienes y servicios.
- Dada la alta actividad económica del centro de San Isidro, evidenciada por la diversidad y cantidad de locales comerciales existentes, es necesario hacer regulación para garantizar que el desarrollo de los mismo se de acorde con las aspiraciones que en términos de ordenamiento territorial y planificación urbana se proyecten para el cantón, los cuales deben considerar la interacción entre las personas y los sistemas económicos, de transportes, ambientales, sociales y urbanos en general.
- Palmares es el segundo centro poblado más importante de Pérez Zeledón, que tiene características suficientes para convertirse en un núcleo consolidado con mayor independencia de San Isidro, en función de su distribución física, ubicación relativa en el cantón y conectividad. Lo anterior permitiría que se convirtiera en un centro atractor alternativo, aunque complementario, a San Isidro, donde habitantes de otros poblados pudieran satisfacer necesidades de diversa naturaleza, especialmente las que sean con algún grado mayor de sofisticación o especialización.
- Dado que para el análisis de uso del suelo micro se utilizó la información del catastro de Pérez Zeledón, se encontró que la información catastral no coincide con la cartografía nacional, existiendo un desfase entre ambas de cerca de 225 metros en el eje “x”, longitud, y 150 metros en el eje “y”, latitud. Esta diferencia es importante por cuanto implica una dificultad para cruzar la información del catastro con otra proveniente de la cartografía nacional oficial del IGN, como calles, ríos, zonas de protección, entre otra, al hacer uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los mapas elaborados con estos programas son insumos fundamentales para realizar análisis espacial y posteriormente tomar decisiones determinantes en la fase de elaboración de propuestas y regulación.



**Simbología**

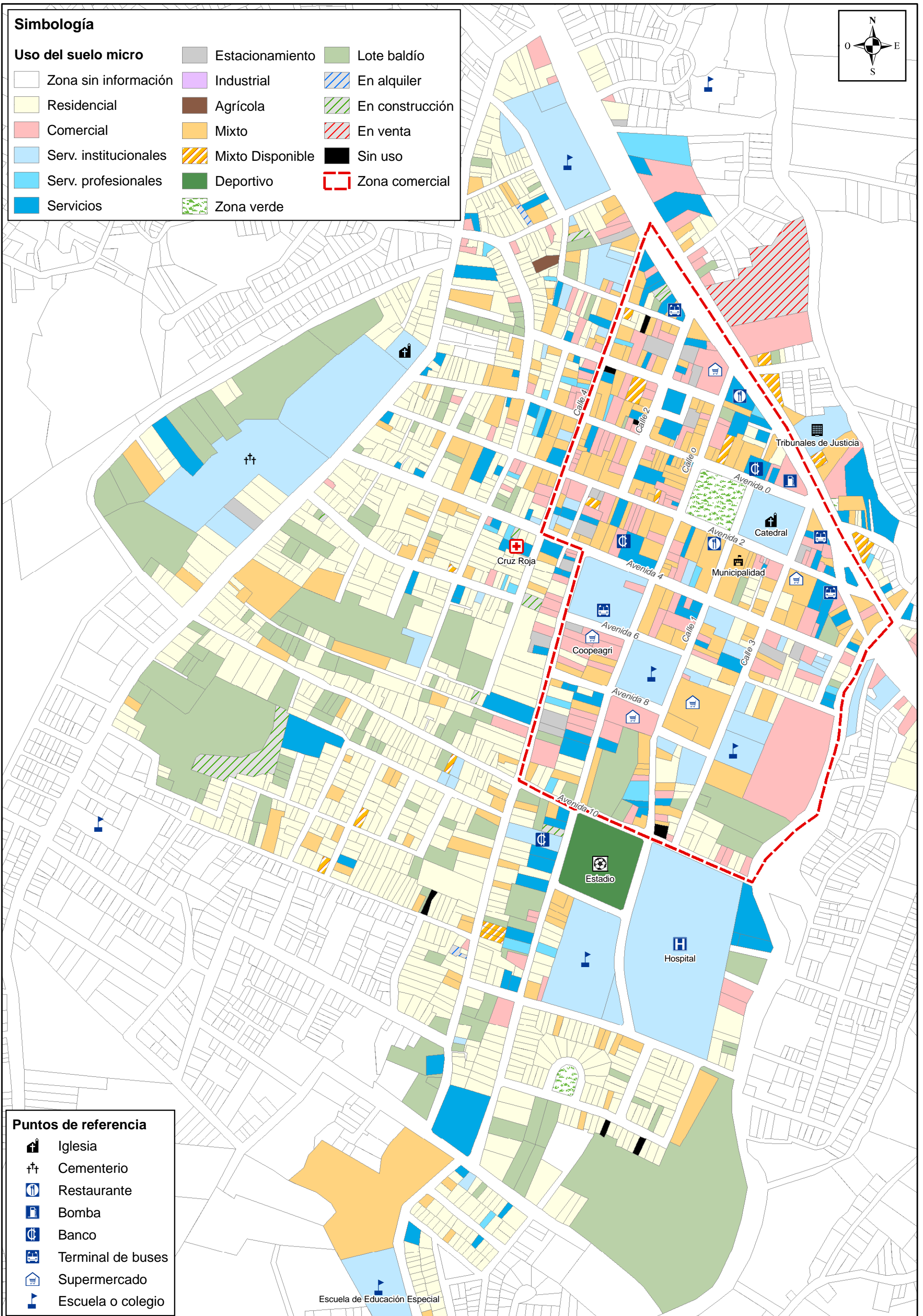
- Pérez Zeledón
- Catastro Sin Clasificación
- Carretera Nacional

**División de la Zona de Estudio**

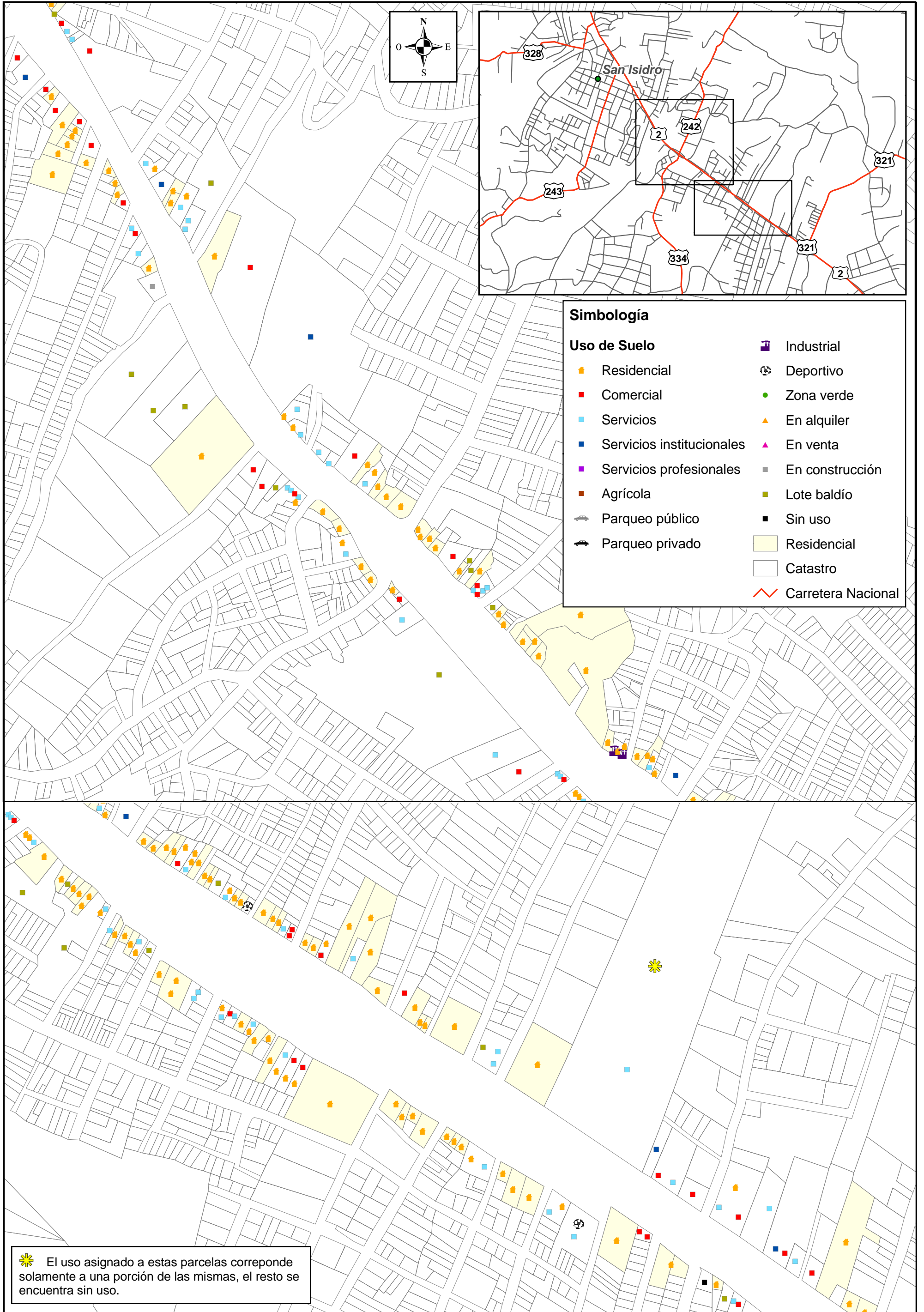
**Sector de análisis**

- San Isidro
- Ruta 2
- Palmares

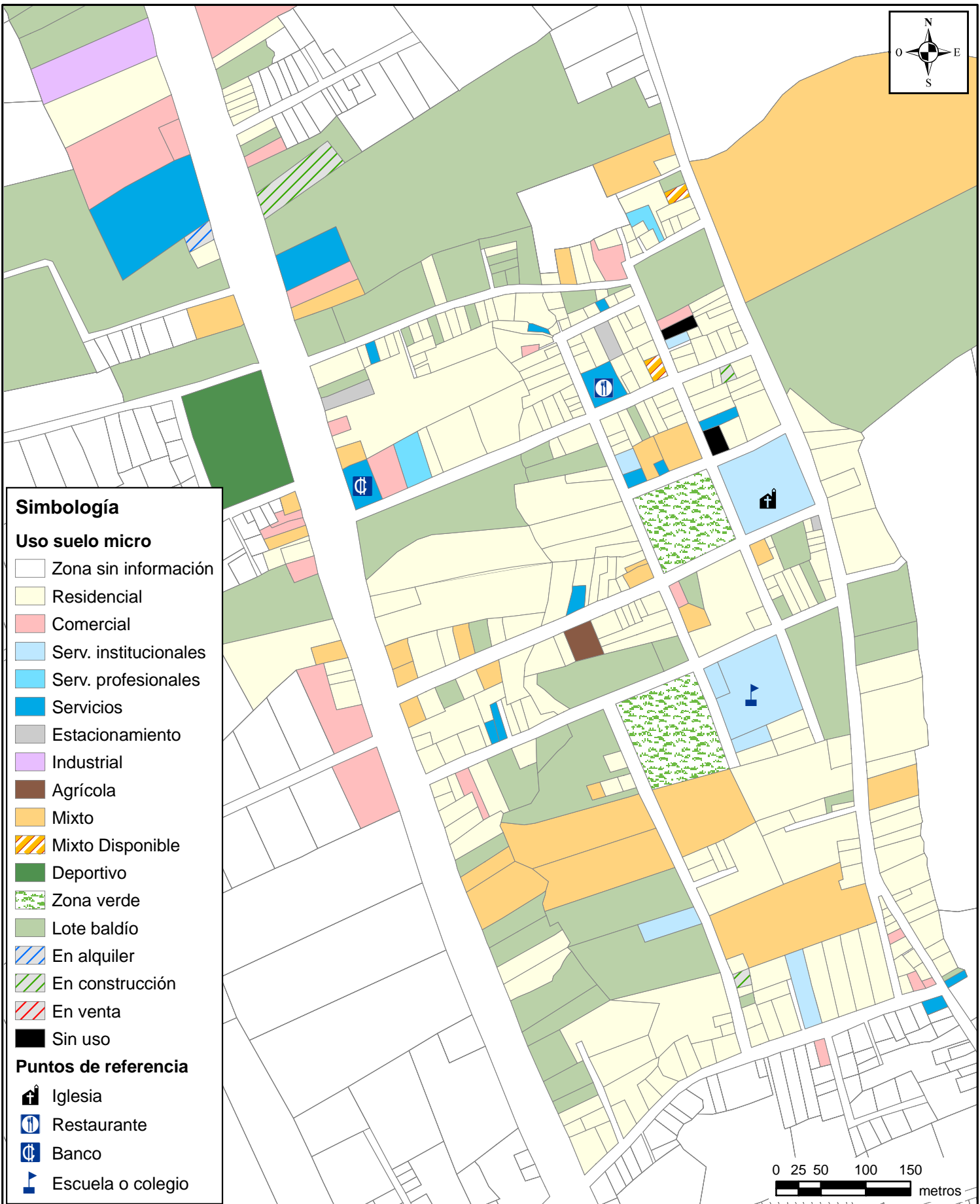
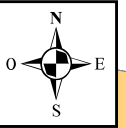
**Mapa 5.2-1. Zona de estudio para el análisis de uso de suelo micro**



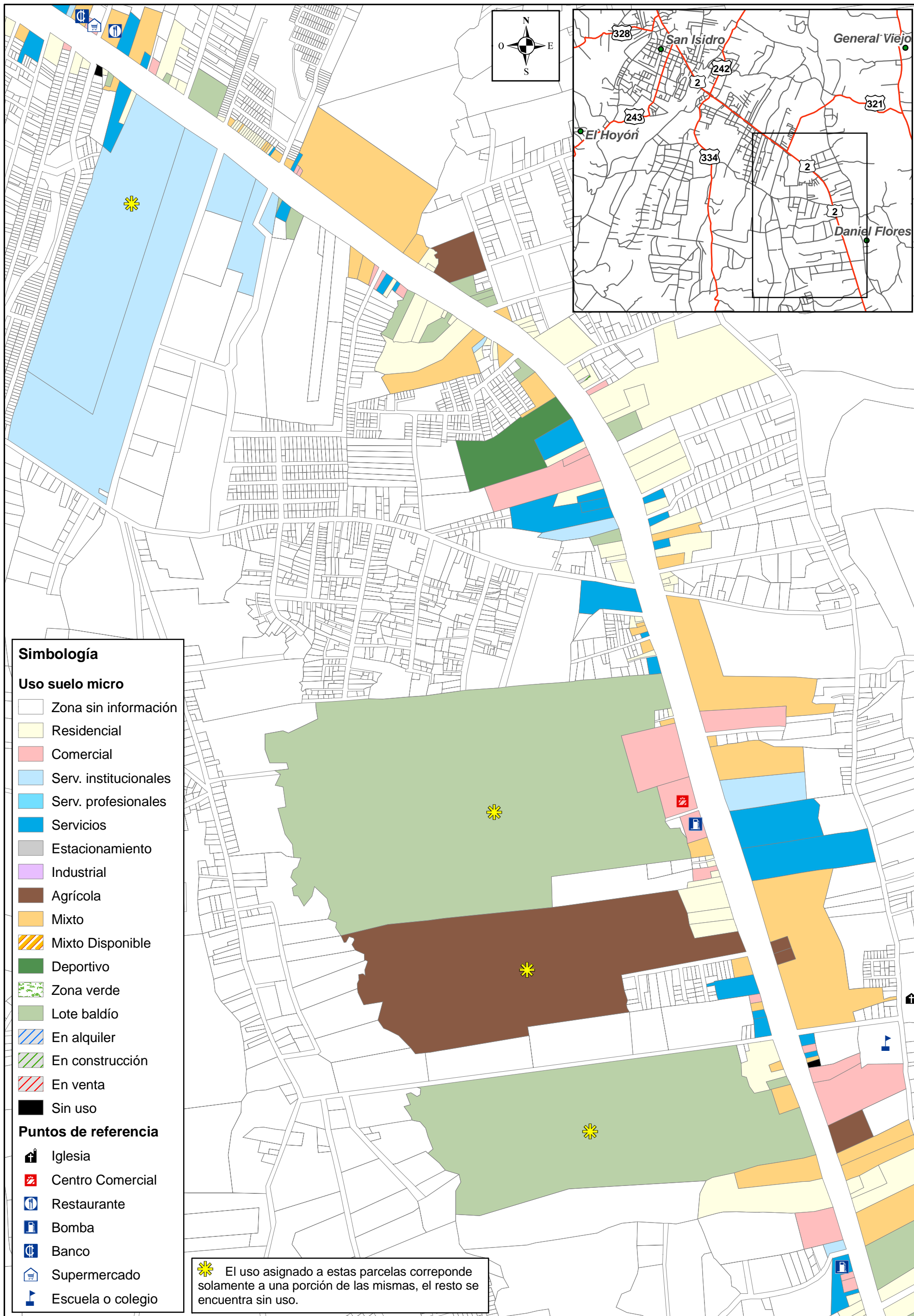
**Mapa 5.2-2. Uso de suelo micro en San Isidro, clasificado por parcelas**



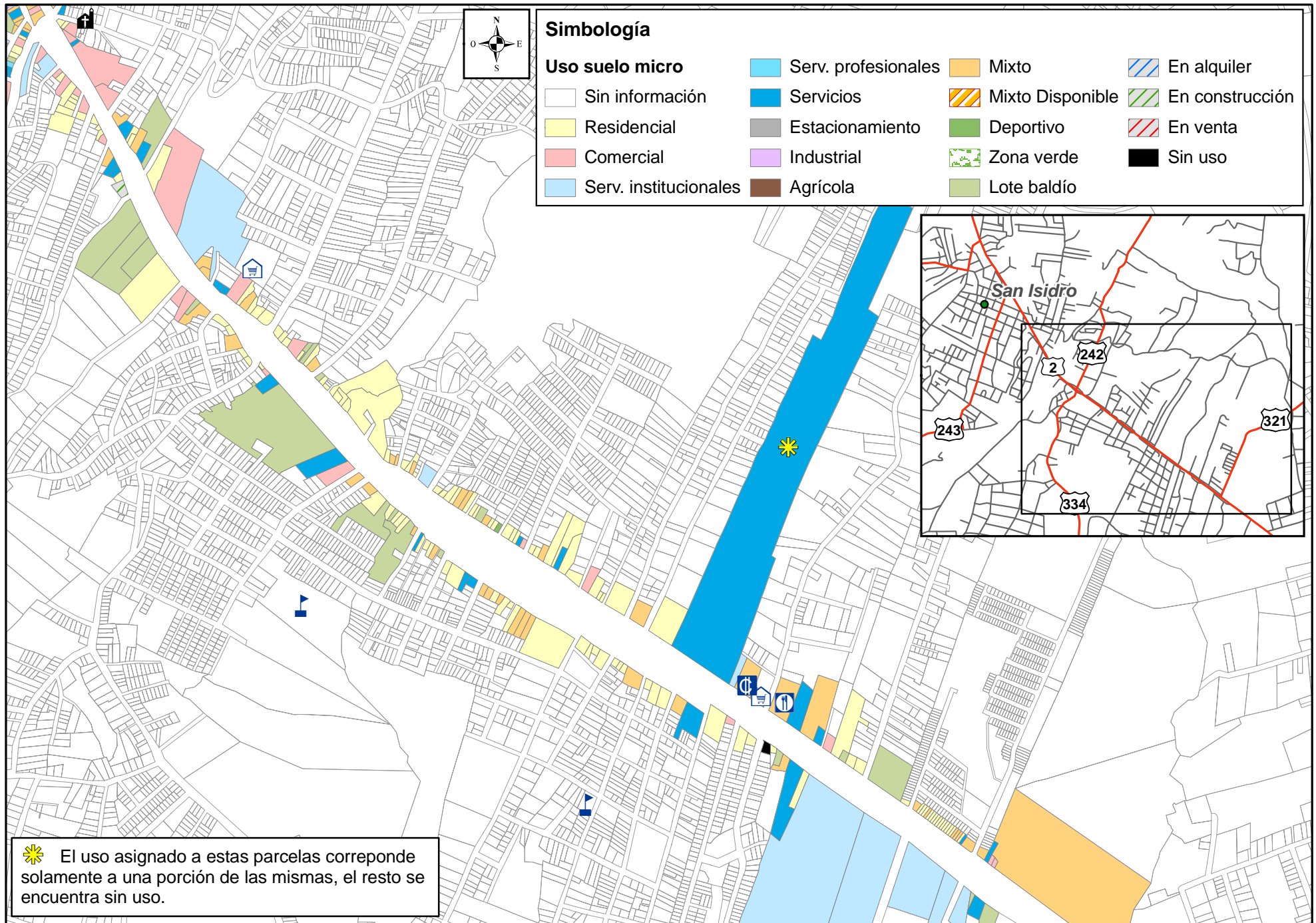
Mapa 5.2-8. Uso de suelo micro a lo largo de la Ruta 2, por usos presentes



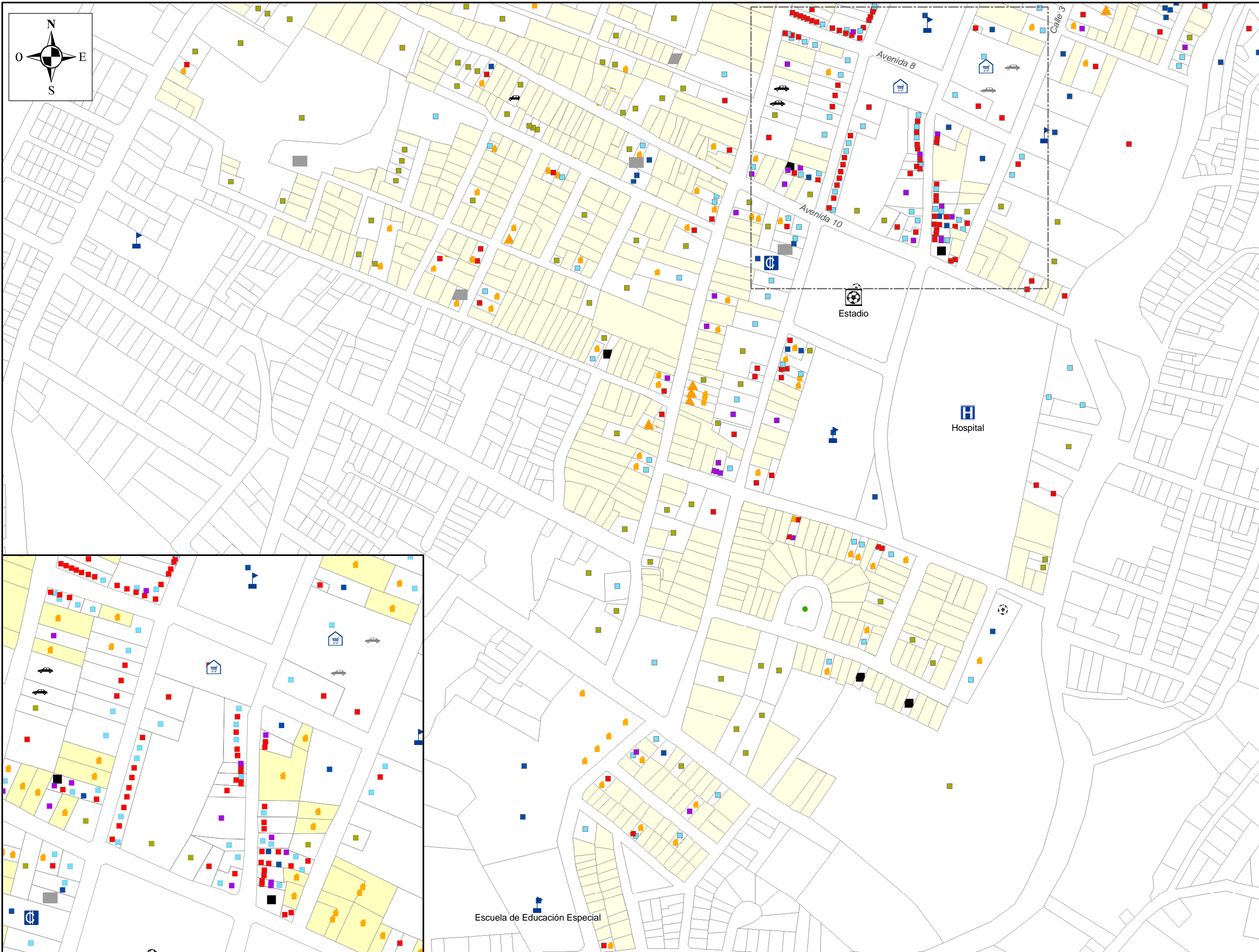
**Mapa 5.2-7 Uso de suelo micro en Palmares, clasificado por parcelas**



**Mapa 5.2-6. Uso de suelo micro a lo largo de la Ruta 2, clasificado por parcelas (continuación)**



**Mapa 5.2-5. Uso de suelo micro a lo largo de la Ruta 2, clasificado por parcelas**



**Simbología**

**Uso de Suelo**

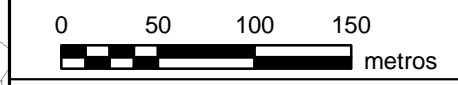
- Residencial
- ▲ Finca privada
- Comercial
- Servicios
- Servicios institucionales
- Servicios profesionales
- Agrícola
- Parqueo público
- Parqueo privado
- Industrial
- Deportivo
- Zona verde
- ▲ En alquiler
- ▲ En venta
- En construcción
- Lote baldío
- Sin uso
- Residencial
- Catastro

**Puntos de referencia**

- Iglesia
- Cementerio
- Banco
- Terminal de buses
- Supermercado
- Escuela o colegio

**Mapa 5.2-4. Uso de suelo micro en San Isidro, clasificado por usos presentes (sección sur)**

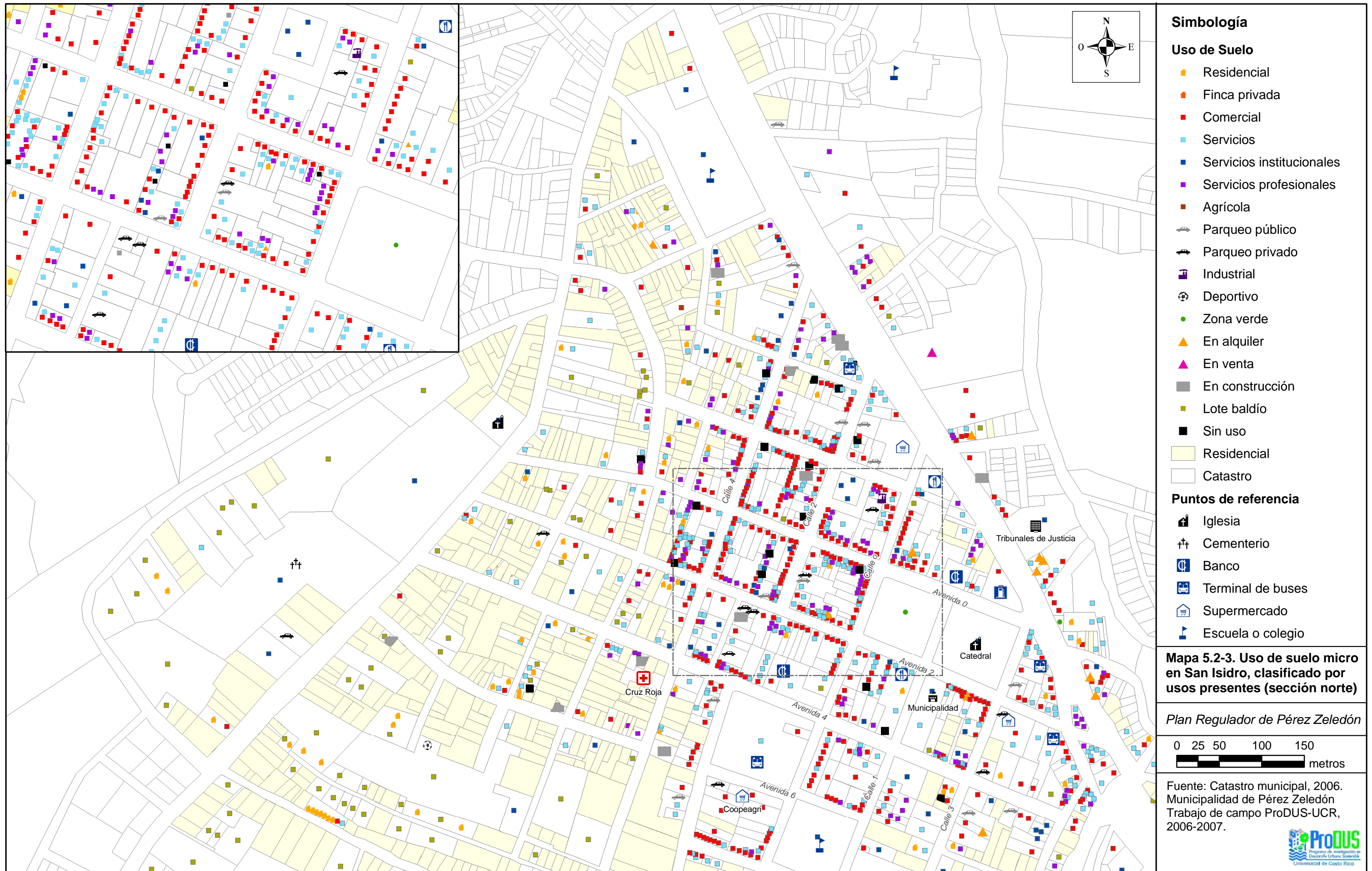
*Plan Regulador de Pérez Zeledón*



Fuente: Catastro municipal, 2006.  
Municipalidad de Pérez Zeledón  
Trabajo de campo ProDUS-UCR,  
2006-2007.







**Simbología**

**Uso de Suelo**

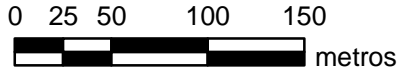
- Residencial
- Finca privada
- Comercial
- Servicios
- Servicios institucionales
- Servicios profesionales
- Agrícola
- Parqueo público
- Parqueo privado
- Industrial
- Deportivo
- Zona verde
- ▲ En alquiler
- ▲ En venta
- En construcción
- Lote baldío
- Sin uso
- Residencial
- Catastro

**Puntos de referencia**

- Iglesia
- Cementerio
- Banco
- Terminal de buses
- Supermercado
- Escuela o colegio

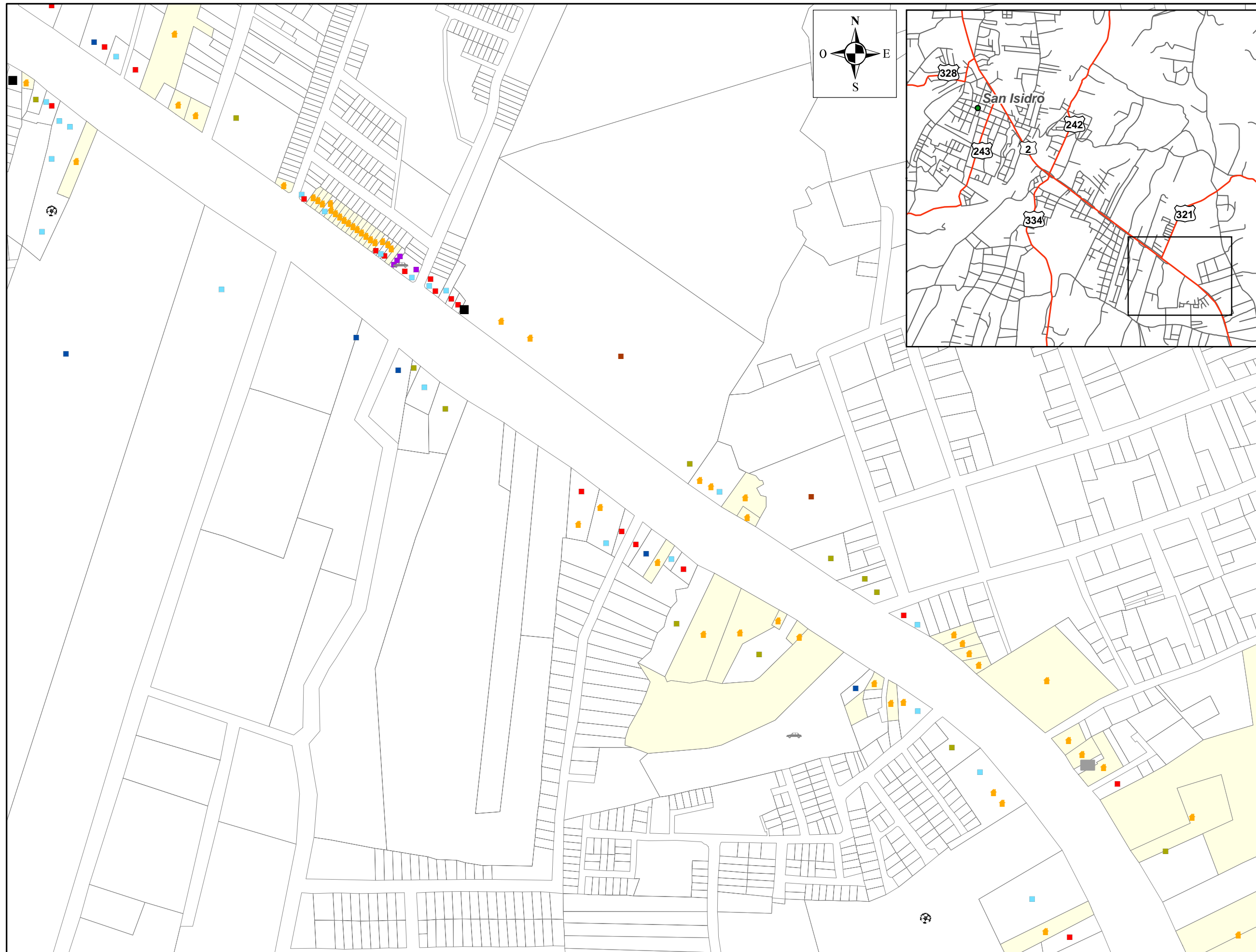
**Mapa 5.2-3. Uso de suelo micro en San Isidro, clasificado por usos presentes (sección norte)**

*Plan Regulador de Pérez Zeledón*



Fuente: Catastro municipal, 2006. Municipalidad de Pérez Zeledón Trabajo de campo ProDUS-UCR, 2006-2007.





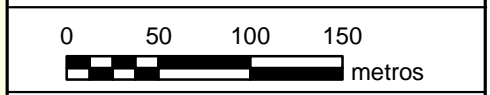
**Simbología**

**Uso de Suelo**

- Residencial
- ▲ Finca privada
- Comercial
- Servicios
- Servicios institucionales
- Servicios profesionales
- Agrícola
- Parqueo público
- Parqueo privado
- Industrial
- Deportivo
- Zona verde
- ▲ En alquiler
- ▲ En venta
- En construcción
- Lote baldío
- Sin uso
- Residencial
- Catastro
- Carretera Nacional

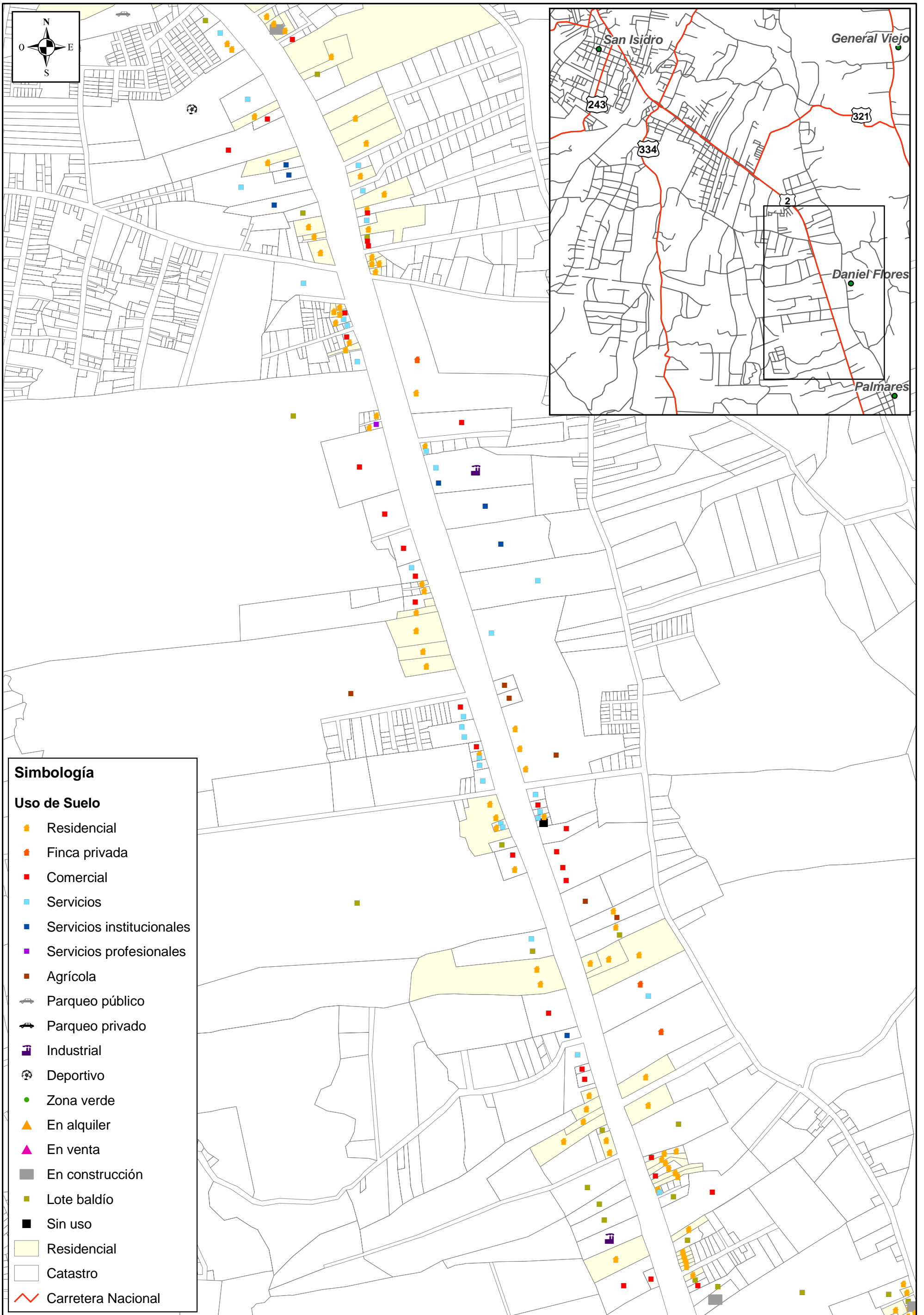
**Mapa 5.2-9. Uso del suelo micro en la Ruta 2, clasificado por usos presentes**

*Plan Regulador de Pérez Zeledón*

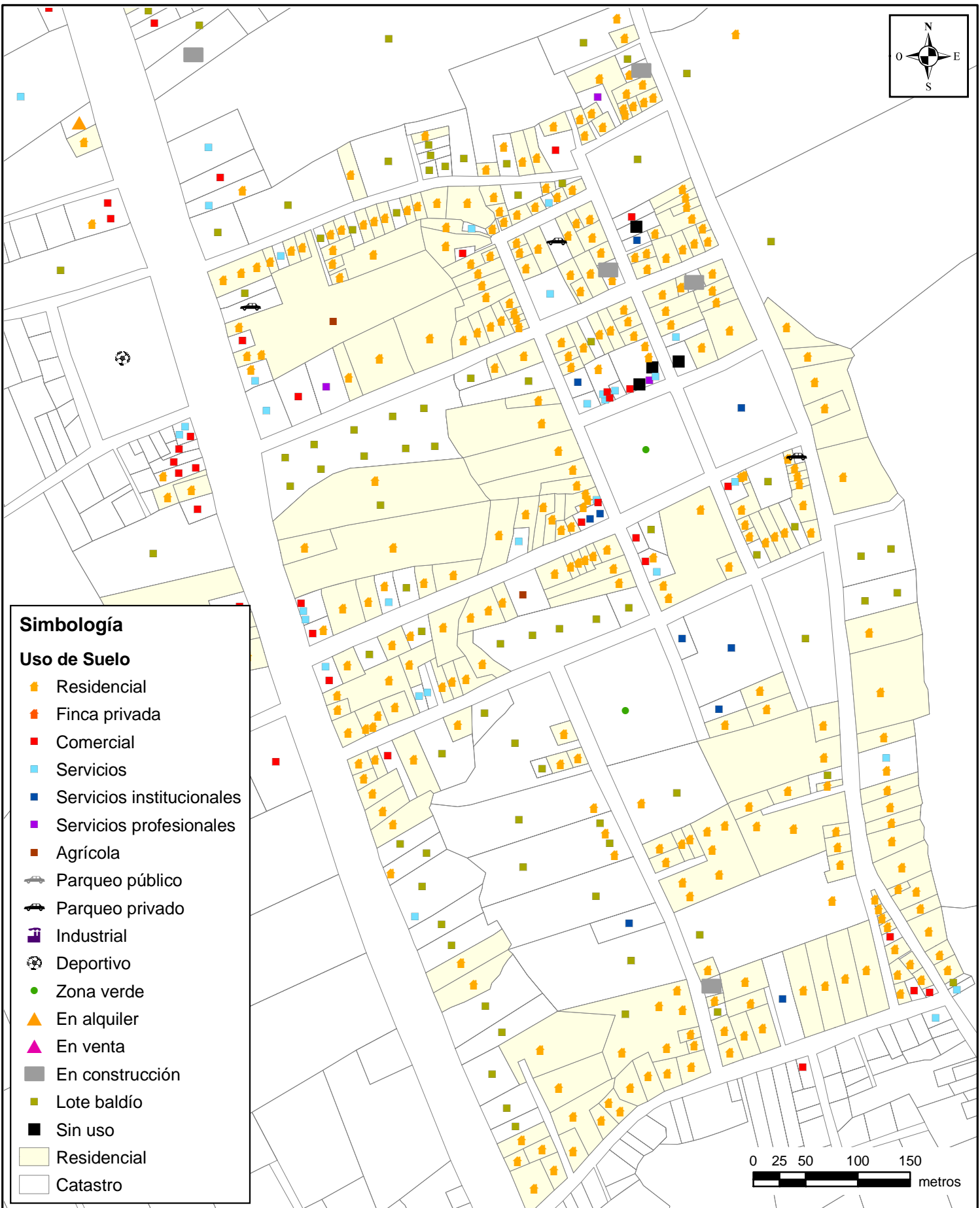
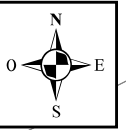


Fuente: Catastro municipal, 2006. Municipalidad de Pérez Zeledón Trabajo de campo ProDUS-UCR, 2006-2007.





**Mapa 5.2-10. Uso del suelo micro en la Ruta 2, clasificado por usos presentes (continuación)**



**Mapa 5.2-11 Uso de suelo micro en Palmares, clasificado por usos presentes**

Diagnóstico Físico - Ambiental

## Capítulo 6 Síntesis de Diagnóstico de Vulnerabilidad



## 6.1 Síntesis del Diagnóstico de Vulnerabilidad

### 6.1.1 Condiciones climáticas

El relieve, la humedad, la localización geográfica y la velocidad del viento son los factores más importantes que inciden en las condiciones de clima de una zona. En Pérez Zeledón hay tanto zonas bajas cercanas a la costa como sectores montañosos con elevaciones muy altas, que inclusive corresponden a la zona más alta del país, en las que los factores que definen el clima varían significativamente.

Debido a esto y a la extensión del territorio, se dan importantes diferencias en las condiciones de clima entre sectores dentro del mismo cantón, tanto en los niveles de precipitación como en los regímenes de temperatura.

Por ejemplo los sectores montañosos del Cerro Chirripó y el Cerro de la Muerte, donde se presentan temperaturas promedio inclusive menor a los 10 °C, lo que difiere mucho de la mayor parte del cantón, como la zona de Bosque muy Húmedo Premontano (28,1% del territorio) con temperaturas promedio que varían entre 21 y 24 °C.

Debido a la ubicación de algunas cuencas, estas pueden ser sometidas a mayor o menor humedad, la cual ingresa desde el océano Pacífico. Esto genera condiciones de precipitación orográfica con intensidades variables en elevaciones similares para cuencas diferentes.

Como ejemplo, en la estación Proyecto Savegre ubicada a 200 m.s.n.m se registran los mayores valores promedio y máximos de precipitación, mientras que en la estación Cristo Rey a 495 m.s.n.m los menores valores promedio y mínimos registrados durante los diferentes meses del año.

La cadena montañosa es la principal causa de la precipitación debido a las condiciones de lluvia orográfica. No obstante, las zonas bajas son las que se pueden ver afectadas por inundaciones debido a eventos de precipitación importantes.

En la época lluviosa se presenta una alta evapotranspiración, lo cual es la causa principal de la sensación de “bochorno” que se percibe en muchos de los asentamientos humanos del cantón. Esto se refleja en las mediciones de humedad relativa en promedio alrededor al 90% en esa época.

Los tipos, formas, materiales y métodos de construcción de las viviendas deben tomar en cuenta las condiciones naturales de cada lugar para lograr un ambiente interior adecuado.

### 6.1.2 Cuencas y red hídrica

En las cuencas de Pérez Zeledón predominan las formas alargadas o rectangularmente alargadas. Estas presentan mayores caudales picos para un área similar debido a que por lo general presentan una bifurcación menor, de forma que la escorrentía se va acumulando a lo largo del cauce principal. Esto aumenta el riesgo por inundación en las zonas bajas de la cuenca.

El cantón presenta altos valores de pendientes, a tal punto que el 50% del área tiene pendientes superiores a 30%. Las cuencas que descienden desde la cordillera de Talamanca, como las de Buenavista y Chirripó Pacífico, son las más empinadas, pues presentan diferencias de altitud superiores a los 3000 m.

El relieve escabroso limita el área que posee Pérez Zeledón para desarrollo urbano y agropecuario, lo que provoca que una parte importante de la población se asiente en las pocas zonas bajas y planas, aunque algunas de ellas pertenezcan a planicies de inundación. Tres cuartas partes del área urbana de Pérez Zeledón se concentran en tres cuencas, río Quebradas, río General y quebrada Honda, las cuales tienen zonas susceptibles a inundaciones.

Los bosques cubren el 42,5% (791km<sup>2</sup>) del cantón. Estos cumplen un importante papel para aumentar la infiltración y reducir la erosión, sobre todo en zonas con altas pendientes, frecuentes en el cantón. De ellos, 300 km<sup>2</sup> se encuentran dentro de áreas silvestres protegidas, especialmente la Reserva Forestal Los Santos y el Parque Nacional Chirripó.

La cuenca con el mayor número de concesiones de recurso hídrico es la de río Quebradas, donde se encuentra San Isidro de El General, con nueve concesiones, para un total de 246 l/s. En todo el cantón existen 72 concesiones otorgadas o inscritas. Tal número es pequeño en relación al tamaño del cantón, por lo que es probable que existan usos ilegales no registrados.

Entre las concesiones del MINAE, el 56% se da en nacientes; el 21%, en quebradas; el 18%, en quebradas; el resto se da en pozos y derivaciones. Sin embargo, al considerar el caudal concesionado, las proporciones cambian de forma importante, pues los ríos aportan el 98,2%; los nacimientos, el 0,94%; y las quebradas, el 0,50%.

Las concesiones que corresponden a Fuerza Hidráulica son un 4% del total de concesiones y se dan en las cuencas del Río Barú y Río General. La mayor de ellas es de un caudal de 17000 l/s en la subcuenca del Río Chirripó Pacífico.

Los datos del MINAE solo presentan tres concesiones en pozos. No obstante, el registro del SENARA considera 33 pozos, lo que alude a la explotación ilegal. Según SENARA, el abastecimiento público es el principal uso de los pozos (42,9 l/s). Le siguen el uso doméstico y para riego (20 l/s) y el industrial (14 l/s).

### **6.1.3 Hidrogeología**

A partir del estudio hidrogeológico realizado se proponen cuatro zonas de manejo geográficas y una zona de protección de fuentes de abastecimiento público, en el cantón de Pérez Zeledón:

- Zona de Protección Absoluta en Acuicludos y acuífugos en crestas y laderas muy empinadas de las montañas.
- Zonas de Protección y Uso del Suelo Regulado en Acuicludos y acuífugos en flancos de montañas.
- Zonas de Agua Potable, Protección y Uso Regulado del Suelo en Terrazas aluviales.
- Zona de Producción Económica en Abanicos coluviales en el Valle del General.
- Zona de Protección de fuentes de abastecimiento público en todo el cantón.

*Zona de Protección Absoluta en Acuicludos y Acuífugos en crestas y laderas muy empinadas de las montañas.*

Abarca las franjas y sectores entre las cimas de la cordillera de Talamanca y de la Fila Costeña, y sus flancos con pendientes en promedio superiores a 75%, que es una de las variables que utiliza la Metodología Oficial para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica, para definir un terreno de aptitud forestal, aunque en este

caso es para evitar actividades que produzcan erosión y/o sedimentos en las cuencas altas de los ríos y quebradas del cantón.

No se deben permitir: actividades contaminantes; el cambio del uso natural del suelo; actividades que compacten, remuevan o erosionen los suelos como carreteras, terracedos de montañas, infraestructuras turísticas o urbanas y el pastoreo; la descarga de desechos líquidos o sólidos al subsuelo o a los ríos y quebradas; la captación de aguas subterráneas en las zonas de captura, aguas arriba de manantiales existentes; el uso de agroquímicos y el almacenamiento de hidrocarburos, agroquímicos y otros químicos. Además, las letrinas y los tanques sépticos domésticos deben tener diseños modificados para mejorar la calidad del efluente.

Se puede captar agua de manantiales para uso potable de las comunidades locales aguas abajo y uso doméstico previa concesión; promover la reforestación con especies naturales; y hacer un plan de monitoreo sistemático de la cantidad y calidad de las aguas subterráneas.

*Zonas de Protección y Uso del Suelo Regulado en acuicludos y acuífugos en flancos de montañas.*

Abarca el resto de las Unidades Hidrogeológicas de Acuicludos y Acuífugos en los flancos de la cordillera de Talamanca y Fila Costeña, hasta alcanzar las Terrazas y abanicos del Valle del General; las de la cuenca alta y media del R. Savegre y cuencas altas de los ríos Barú e Higuerón.

No se deben permitir: actividades contaminantes; actividades que compacten, remuevan o erosionen los suelos como el pastoreo extensivo; la descarga de desechos líquidos o sólidos al subsuelo o a los ríos y quebradas; y el uso de agroquímicos persistentes.

Las actividades agrícolas y agropecuarias extensivas e intensivas deben presentar un estudio de impacto ambiental; las obras de infraestructura mayores que viviendas rurales deben presentar un plan de mitigación de impactos ambientales; y por ser zonas de topografía quebrada que abastecen de agua a las zonas de terrazas aluviales para abastecimiento público, se debe proteger una franja de 100 metros medida horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos y quebradas.

Se puede captar agua de manantiales, pozos o galerías para uso potable de las comunidades locales, promover la reforestación con especies naturales en toda la zona y especialmente en las márgenes de los ríos y quebradas, desarrollar actividades no contaminantes de baja densidad y que no compacten el suelo o lo erosionen, y utilizar el agua de los ríos para proyectos de energía hidráulica, locales o regionales previa concesión de aguas y estudio de impacto ambiental.

*Zonas de Potable, Protección y Uso Regulado del Suelo en Terrazas aluviales*

Abarca seis zonas en forma de lenguas o franjas en las partes superiores y/o medias de las terrazas aluviales de los ríos: Buenavista, Chirripó Pacífico, General, Peñas Blancas, Quebrada Cajón, San Pedro, Unión, Convento, y Pacuar.

Estas zonas de manejo, son la principal fuente de agua potable del cantón de Pérez Zeledón. Deben ser protegidas contra la contaminación y ser manejadas en forma integral para acueductos regionales.

Son aluviones gruesos a finos de “boulders” (bolones) de más de 1 m de diámetro hasta arenas medias de alta permeabilidad que los hacen muy susceptibles a la contaminación. Las zonas son susceptibles a inundaciones, y las captaciones, que pueden ser campos de



pozos de gran diámetro y/o galerías de infiltración bajo las terrazas, deben tomar en cuenta esa condición en su diseño y manejo.

No se deben permitir: actividades contaminantes; actividades que compacten, remuevan o erosionen los suelos como el pastoreo; la descarga de desechos líquidos o sólidos al subsuelo o a los ríos y quebradas, ya que su agua es la principal fuente de agua potable para el cantón; el uso de agroquímicos; actividades agrícolas, agropecuarias e industriales; más viviendas o urbanizaciones en estas zonas, y a las existentes, deben clausurarse sus letrinas y tanques sépticos, y recogerse sus aguas negras y tratarlas aguas abajo de posibles captaciones de agua futuras; y las extracciones de materiales en las terrazas aluvionales de los ríos deben limitarse en volumen, y ubicarse aguas abajo de posibles captaciones futuras.

Se puede captar agua de pozos o galerías de infiltración para uso potable de las ciudades y comunidades, construir acueductos regionales para manejo controlado e integrado de las aguas subterráneas en el cantón, promover la reforestación con especies naturales en las márgenes de estas zonas como áreas de amortiguamiento y protección ecológica, y desarrollar actividades no contaminantes de baja densidad y que no compacten el suelo o lo erosionen como actividades turísticas y deportivas acuáticas u otras.

#### *Zona de producción económica en Abanicos coluviales en el Valle del General.*

Abarca el resto de la Unidad hidrogeológica de acuíferos en terrazas y abanicos aluviales de la C. de Talamanca (Valle del General).

Es una franja que corre de NO a SE en la parte central del cantón de Pérez Zeledón, de aproximadamente 45 Km de largo por 10 a 14 Km de ancho, con excepción de las zonas de terrazas aluviales descritas anteriormente. En el Valle del General es donde se encuentra la ciudad de Pérez Zeledón y las principales poblaciones y donde se asientan las principales industrias y áreas agrícolas del cantón.

Se propone que el agua subterránea en esta zona en el Valle del General sea para uso productivo privado, y algunos pozos de abastecimiento público de poblaciones locales, siempre y cuando tengan un diseño adecuado y una zona protectora en contra la contaminación que puedan presentar las actividades económicas en la zona.

Los acuíferos en esta zona son de permeabilidad media y pueden ser captados por medio de pozos y/o galerías de infiltración, previa concesión del MINAE.

Las actividades potencialmente contaminantes deben ser controladas y monitoreadas. No se debe permitir: la descarga de desechos líquidos o sólidos al subsuelo o a los ríos y quebradas, y el uso de agroquímicos tóxicos y persistentes. Los pozos y/o galerías de infiltración para abastecimiento público, tienen que tener una zona protectora.

Se puede captar agua de manantiales, pozos o galerías para usos agropecuarios, riego, turístico, agroindustrial y potable de las comunidades bajo medidas de protección y control; promover la reforestación con especies naturales en las márgenes de los ríos y quebradas; y desarrollar actividades no contaminantes de mediana y alta densidad previo estudio de impacto ambiental.

#### *Zonas de protección de fuentes de abastecimiento público en todo el cantón.*

Aunque no se tienen todas las características y ubicaciones, existen fuentes de abastecimiento de agua potable para acueductos urbanos y rurales, tanto administrados por el ICAA como por ASADAS, además de fuentes de usos domésticos en casi todas las Zonas de Manejo propuestas para el cantón.

Estas fuentes pueden ser manantiales, pozos, galerías de infiltración o tomas superficiales. Se propone una zonificación y reglamentación para su protección según el tipo de fuente.

#### **6.1.4 Determinación de zonas de inundación**

Se lograron determinar los hidrogramas sintéticos para las cuencas más grandes del cantón de Pérez Zeledón. Con dichos hidrogramas y un análisis probabilístico se encontraron los caudales máximos instantáneos para las cuencas de los ríos que forman parte de la investigación, así como para las cuencas afluentes de éstas (subcuencas).

Los caudales máximos se muestran en el informe, los que se generaron por medio del traslado por área tributaria son los caudales de los ríos Jilguerillo, Quebradas Alto, Quebradas Bajo, San Pedro, Unión Alto, Pejibaye Alto, Platanar y Quebrada San Rafael. Cabe destacar que las áreas de las cuencas para las que se realizó el traslado por área tributaria no superan los 75 km<sup>2</sup>.

Las cuencas de las partes altas del cantón de Pérez Zeledón presentan en general una respuesta rápida, con tiempos de concentración que varían entre 5.3 horas (Pacuar Alto) a 6.1 horas (Chirrido Pacífico), y tiempos al pico de entre 1.6 horas (Quebradas) y 2.6 horas (Pacuar Bajo). Para la cuenca más grande, como lo es la del río General hasta la estación Remolino, tanto el caudal pico, como el tiempo de concentración y al pico aumentan, siendo estos últimos de 12 y 4 horas respectivamente.

En el informe se muestra la mancha de inundación calculada para la zona de estudio, la cual se compara contra la mancha de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE). En primera instancia ambas manchas de inundación son consecuentes una con la otra, sin embargo es posible notar como la mancha del CNE señala áreas de inundación aisladas (principalmente en las cuencas de la zona este), mientras que el resultado de la modelación hidráulica muestra que estas áreas son realmente parte de una mancha más amplia.

El siguiente punto importante es la identificación de la subcuenca del Río General como la zona donde la extensión de la mancha de inundación es mayor, particularmente entre los poblados de General Viejo y las Juntas de Pacuar. Esto se debe a que en esta zona el río se subdivide en varios cauces (con el propósito de disipar energía) de poca capacidad hidráulica por lo que se inundan con facilidad. Así mismo, la mancha de inundación afecta la zona de San Isidro, específicamente por el desbordamiento del río Quebradas, situación que debe ser analizada con el objetivo de planear a futuro opciones para la mitigación de los efectos de las inundaciones en dicha zona, que tiene el agravante de ser la más poblada del cantón.

Adicionalmente, se encontró una estrecha relación entre los depósitos de materiales aluviales con las llanuras de inundación del cantón de Pérez Zeledón, lo que implícitamente define desde el punto de vista morfológico a estas zonas como inundables y confirma los resultados expuestos en esta investigación.

#### **6.1.5 Amenazas naturales**

Durante las últimas dos décadas, el cantón de Pérez Zeledón ha sido afectado por sismos, inundaciones, deslizamientos, ruptura de terreno y flujos de lodos y detritos.

Las avenidas en los ríos Buenavista y General, causadas en 1996 por el huracán César, fueron las mayores avenidas observadas de los últimos 50 años en ambos cauces.

Luego de la avenida producida por el Huracán César en el año 1996, la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) modificó su zonificación de amenazas de riesgo por inundación. Además se estableció una zonificación para el Plan Regulador actual, sin embargo existen diferencias entre ambas zonificaciones tales como: zonas de inundación, según la CNE, que se encuentran definidas como zonas de bajo riesgo de inundación según el Plan Regulador actual.

Diversas comunidades se vieron afectadas debido a este huracán. Entre las comunidades afectadas, según la CNE, se encuentran: La Palma, El Hoyón, Santa Cecilia, Rivas, La Hermosa del General, Urbanización El Colegio de Pejibaye, San Rafael de Platanares, El Brujo de Savegre y Barú.

Según la CNE existen 18 poblados dentro de zonas clasificadas como regiones con posibles problemas de inundación. Los poblados son Bolivia, Bonitas, Buenavista, Daniel Flores, El Hoyón, Hermosa, Ingenio, Mercedes, Palma, Palmares, Rivas, Rosario, San Lorenzo, San Ramón Norte, San Ramón Sur, Santa Eduvigis y Santa Rosa.

La cuenca del río General es la que presenta más problemas dentro del cantón. Otros ríos que presentan amenazas de inundación para el cantón son el río Pedregoso y el río Quebradas, ubicados ambos al noroeste de San Isidro.

En San Isidro hay 3 zonas bien definidas con viviendas en zonas de inundación: al norte de San Isidro, abarcando poblados como Boston, Morazán y Valverde, entre otros; al oeste de San Isidro, desde UNESCO hasta Santa Cecilia, incluyendo El Posito, entre algunos otros; y al sur de San Isidro, entre Barrantes y El Hoyón. Adicionalmente hay cinco zonas dispersas en el cantón, las cuales son el poblado de Rivas, el poblado de Peñas Blancas, el poblado de Ángeles, en las márgenes de la Quebrada Bonita y en el poblado de Pejibaye.

Con la influencia del huracán César en 1996 se activaron algunos deslizamientos, produciendo daños en ciertas regiones. Entre estas se pueden mencionar los casos del sector Mollejones – Pejibaye, el deslizamiento de Zapotal de San Pedro y el sector de Valencia – Páramo.

Muchos deslizamientos se encuentran ubicados a las orillas de algunos de los caminos más importantes en el cantón. Algunas de estas vías afectadas son la Interamericana Sur (ruta 2), la ruta entre Rivas y el poblado de Piedra (ruta 323), la calle entre Rivas y Herradura (ruta 242), así como el camino entre La Palma y Barú (ruta 243).

Dentro del cantón se puede ver que al oeste del cantón se encuentra una falla, así como dos fallas perpendiculares que pasan justo en el medio de la zona del cantón donde se encuentran la mayoría de los deslizamientos.

El sismo de Buenavista es el más notable en la historia del cantón. Sucedió 1983, su magnitud fue de 6,1 en la escala de Richter. Su epicentro se ubicó a 14 kilómetros al norte de la ciudad de San Isidro de Pérez Zeledón, a una profundidad de 14 kilómetros. Este temblor causó la destrucción y colapso de diversas viviendas, así como daños considerables a la infraestructura vial y al Hospital de San Isidro.

#### **6.1.6 Agua potable**

Uno de los problemas encontrados, es la falta de organización de la información en el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA). Este problema se debe en parte a la limitada capacidad del ICAA-Región Brunca, dados sus escasos recursos de personal profesional, para cubrir toda la región. Además, el apoyo que pueden dar a las ASADAS es limitado.

Debido a la gran cantidad de problemas presentados en los acueductos y el déficit de abastecimiento de agua en muchas comunidades, que representan un importante sector de la red, es prioridad para ICAA invertir en la mejora de la red para lo cual cuenta con el plan propuesto por CONCESA.

#### *Mantenimiento de los acueductos*

En la mayor parte de los acueductos rurales no existe un programa de mantenimiento adecuado, por lo que se reportan problemas, tales como: fugas en la conducción o en las redes de distribución, así como problemas de escasez en época seca, altas presiones (tuberías reventadas), rebalses y filtraciones en tanques. Además, en la mitad de los acueductos rurales contactados no se posee un sistema de desinfección o tratamiento alguno.

En los acueductos rurales donde se tiene un programa de mantenimiento, este se da principalmente en las tomas por medio de limpieza de tanques y tuberías con cierta periodicidad, no se tiene un programa que incluya revisión de la red de distribución.

Se debe invertir en medidores para controlar más el consumo y que se pague de acuerdo con lo que se consume. Si los acueductos siguen cobrando tarifa fija, se fomenta el desperdicio de agua y se limita la posibilidad de que los acueductos inviertan tanto en mantenimiento como en infraestructura y, al mismo tiempo, el mal estado en el que están impide que la población esté dispuesta a pagar más por el servicio.

#### *Calidad del agua potable*

En la mayoría de los acueductos en los que se han realizado pruebas de calidad del agua, éstas indican que el agua es potable.

Una serie de situaciones en el cantón han provocado que los sistemas de acueductos sean vulnerables a la contaminación del agua. Dentro de los aspectos más importantes se pueden mencionar: los derrames de combustibles en la carretera Interamericana los cuales afectan en forma directa los cauces afluentes del río Quebradas aguas arriba de la Toma de El Dique; la agricultura extensiva en las cuencas (aguas arriba de las captaciones) que utilizan agroquímicos que son arrastrados por las lluvias hacia los ríos que alimentan las plantas y la vigilancia en las cuencas de acueductos rurales es mínima o no existe. La deforestación debida a la actividad agrícola afecta la protección de las cuencas y facilita la contaminación del agua o la baja producción en época seca.

Hay presencia de trazas de metales pesados en el agua cruda, tal es el caso de hierro, manganeso, plomo y cadmio en varios de los acueductos.

Aunque se realizan pruebas de calidad del agua potable (por parte del Laboratorio Nacional de Aguas), en muchos de los acueductos rurales se desconocen los resultados por lo que deben recurrir a contratar empresas privadas que realicen las pruebas, lo cual implica un gasto mayor para las ASADAS que cuentan con recursos limitados.

Es importante la inversión en protección de las fuentes de agua potable, mediante reforestación y mejora de la infraestructura.

### **6.1.7 Aguas residuales ordinarias y especiales**

#### *Uso de tanques sépticos*

Actualmente la disposición de las aguas residuales domésticas en el cantón de Pérez Zeledón se da principalmente mediante tanques sépticos (79,1% de las viviendas),

posiblemente en casi todos los casos con zonas de absorción debido a que es una práctica común. Sin embargo, su utilización está condicionada a que cada sitio donde se construyen tenga condiciones adecuadas para su funcionamiento y se evite la contaminación de mantos acuíferos.

#### *Alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento*

La ciudad de San Isidro cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario y de tratamiento de aguas residuales que ha superado el periodo de diseño. Existen algunos problemas aislados en los colectores y bajos rendimientos en el tratamiento final, debidos a conexiones ilícitas (vertido de aguas de lluvia en el sistema de alcantarillado sanitario), ausencia y mala utilización de algunos dispositivos en el sistema de tratamiento y caudales mayores para los que se diseñaron los diferentes componentes.

Las conexiones erradas o ilícitas que corresponden al vertido de aguas pluviales al sistema de alcantarillado sanitario conllevan problemas con la capacidad y desgaste del sistema, por lo que se debe ejercer un buen control sobre esas situaciones. Esto está respaldado por los artículos 37 y 38 del Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales, donde se establece como prohibido verter aguas pluviales o residuales con niveles de contaminación mayores a los permitidos en el alcantarillado sanitario.

El sistema de tratamiento de las aguas residuales colectadas por el alcantarillado sanitario de la ciudad de San Isidro no está funcionando adecuadamente. Desde hace varios años los resultados de pruebas de laboratorio han demostrado la excedencia de algunos parámetros respecto a los valores admisibles.

Existen diferentes propuestas para ampliar la cobertura del alcantarillado sanitario pero no existe una definitiva. Para cubrir el área de expansión prevista por el ICAA, según lo publicado en La Gaceta del 12 de enero de 2006, es necesario que la ampliación se realice por etapas.

Mientras no se definan las etapas y la construcción, se desperdicia la posibilidad de aprovechar los beneficios de esta inversiones, por ejemplo, cuando existe alcantarillado sanitario pueden permitirse lotes más pequeños pues no debe reservarse espacio para las obras de tratamiento de aguas residuales a nivel individual.

#### *Reportes operacionales*

El número de reportes operacionales presentados deja en evidencia falta de responsabilidad por parte de los entes generadores de aguas residuales y deficiencias en el control por parte del MINSA.

No es posible verificar los niveles de contaminación de las aguas residuales vertidas y podrían ser mayores que los permitidos por el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales. Por ende, las agua superficiales pueden estar siendo afectadas, eso perjudica a la flora y fauna acuáticas, la fauna terrestre y limita las posibilidades de explotación de las aguas de los cauces para recreación, consumo o reúso para actividades humanas.

Es posible que no todos los entes generadores descarguen a un río. Podría ser que muchos de ellos realicen un correcto manejo y tratamiento de sus aguas residuales pero deben demostrarlo por medio de los reportes.

No existe control sobre la calidad de las aguas residuales vertidas en el alcantarillado sanitario de San Isidro. A pesar que el Reglamento de Reúso y Vertido de Aguas Residuales establece que los entes generadores que vierten en alcantarillados sanitarios deben presentar reportes operacionales al ente administrador del alcantarillado sanitario, esto no sucede en el caso del ICAA y el alcantarillado sanitario de San Isidro del General.

### *Oportunidades para el cantón de Pérez Zeledón*

Un aspecto en el que se debe enfatizar mucho es la educación de la población, sobre la existencia de otras tecnologías para darle tratamiento a las aguas residuales, la necesidad del ahorro de agua y sobre la contaminación ambiental consecuencia de las actividades humanas.

Los accesorios de bajo consumo demandan una menor cantidad de agua que los utilizados tradicionalmente. Entre ellos se incluyen: grifería, duchas y sanitarios, Camacho (2005) determinó en una investigación que los accesorios de bajo consumo generan un ahorro de agua estimado en 38.9% y en igual proporción el volumen de aguas residuales para una familia de 4 personas sin disminuir el desempeño requerido. Algunas de las ventajas de utilizar dichos accesorios son:

- Permite explotar de una forma más racional las fuentes de agua que se tienen disponibles.
- Permite prolongar la vida útil de los acueductos y de las fuentes de agua
- Reduce la cantidad de aguas residuales, por lo que los sistemas de tratamiento necesarios para su tratamiento podrían requerir menos espacio y menos costos de inversión en construcción, operación y mantenimiento.

El costo de los accesorios de bajo consumo puede ser una limitación, pues mantienen precios elevados en el mercado, sin embargo, es posible recuperar su inversión con la reducción en el consumo de agua y por ende en los montos correspondientes a pagar por el servicio de agua potable.

En zonas donde el nivel freático se encuentra muy superficial, es necesario utilizar sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales diferentes a los tanques sépticos con zonas de infiltración, que además requieren bajos costos de construcción, operación y mantenimiento, como por ejemplo los humedales y filtros de arena. Adicionalmente, la puesta en práctica del saneamiento seco permite obtener beneficios adicionales.

Existen diferentes tecnologías para el tratamiento de las aguas residuales, y es responsabilidad de los ingenieros estar claros de la posibilidad de utilizarlas acorde con las condiciones de un sitio determinado.

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA) tiene previsto ampliar la cobertura del alcantarillado sanitario, sin embargo, este servirá solo a una parte de la población del cantón. Por lo que se mantiene la necesidad de utilizar sistemas de tratamiento individuales que permitan disponer las aguas residuales de una manera adecuada, sin afectar a la población ni al medioambiente.

#### **6.1.8 Recolección y disposición de desechos sólidos**

El servicio municipal de recolección de desechos sólidos se da únicamente en algunos sectores urbanos. Debido al gran tamaño del cantón, existe una gran cantidad de comunidades que no reciben el servicio y donde los desechos se pueden estar disponiendo de maneras inadecuadas para la salud pública y el medio ambiente.

Con el objetivo de mejorar esas condiciones, se debe trabajar en educar a la población sobre las oportunidades para el aprovechamiento de residuos sólidos, además de determinar mercados para su comercialización. Aspectos como tamaño de las propiedades en zonas rurales y presencia de cultivos favorecen en gran medida el compostaje y utilización de abono orgánico.

Para un buen manejo de residuos sólidos es indispensable que estos se mantengan separados desde la fuente de generación (viviendas principalmente). De modo que los residuos orgánicos se puedan aprovechar en las viviendas por medio de lombricultura o compostaje aerobio; mientras que los residuos reciclables deben ser trasladados a centros de acopio para luego recogerlos y comercializarlos.

La Municipalidad debe trabajar en reducir la morosidad (51% aproximadamente), lo que le permitiría invertir para mejorar el servicio de recolección y la disposición final y dar más educación ambiental a la población. Además de cerrar correctamente el botadero actual, que deberá someterse a un cierre técnico adecuado.

El sitio de disposición final de desechos sólidos en el cantón de Pérez Zeledón se encuentra en muy malas condiciones, pues no cuenta con componentes que permitan tener buenas condiciones de funcionamiento y reducir los impactos ambientales.

Brindar el servicio de recolección para residuos separados a viviendas incrementa los costos del servicio, por lo que deben utilizarse centros de acopio para productos reciclables en diferentes puntos de la ciudad para luego trasladarlos al nuevo sitio de acopio en el relleno sanitario, o bien a las empresas que los reciclan. La municipalidad podría llegar a acuerdos con organizaciones o escuelas para cooperar en el proceso de reciclaje, al menos en zonas urbanas.

Sin embargo, existen oportunidades importantes, pues hay condiciones favorables para la construcción de un relleno sanitario, entre ellas que existen planos y se cuenta con viabilidad ambiental por parte de la SETENA, los terrenos son propiedad de la Municipalidad y existe un préstamo aprobado para su construcción. Sin embargo, el desarrollo del proyecto depende en gran medida de que las autoridades municipales le den la importancia correspondiente.

El relleno sanitario incluiría un centro de acopio para compostaje y almacenamiento de desechos reciclables. Si se educa a la población y se estimula la separación de desechos en los hogares, es posible aprovechar ese espacio y reducir la cantidad de desechos que ingresan al relleno. Con ello se favorece al ambiente y la municipalidad tendría la oportunidad de extender la vida útil de la infraestructura y así obtener mayor provecho de las inversiones.

En el diseño del relleno no se contempla la ubicación de una celda para desechos especiales (desechos hospitalarios, químicos, etc.), por lo que se debe tener en consideración la construcción de una celda adicional para ello.

Tampoco se considera en la posibilidad de aprovechar el gas producido. Debido al tamaño del relleno, debe analizarse la opción de utilizar el gas, que en caso contrario debe quemarse, consideración que no se tuvo en el diseño del relleno ni en el estudio de impacto ambiental.

Es necesario prever lo que puede suceder con los “buzos” del botadero una vez que este se cierre. Podrían considerarse como mano de obra para el nuevo relleno, por ejemplo permitiéndoles trabajar en el centro de acopio que estará incluido en la infraestructura del relleno sanitario.

Es importante valorar las inversiones y organización requeridas para cumplir con el Reglamento autónomo de tratamiento integral de los desechos sólidos.