

**CAPÍTULO III**

**DIAGNÓSTICO FÍSICO AMBIENTAL**

## RESUMEN

En este capítulo se hace una descripción y se analiza una serie de variables del ámbito biofísico y ambiental cuya influencia y determinismo geográfico es relevante en la construcción de una propuesta de planificación territorial. La diagnosis de estas variables permitió establecer las condiciones actuales del componente físico-ambiental del cantón de Santa Ana y con ello llegar a propuestas de intervención territorial certeras que procuren el equilibrio entre los recursos naturales y desarrollo urbano.

En términos generales, este cantón se encuentra dividido en dos unidades definidas básicamente por el relieve:

- i- la unidad de relieve plano-ondulado ubicada en la porción norte, que comprende la planicie volcánica y el área de relleno aluvial. En ella se asienta la mayor parte del desarrollo urbano;
- ii- la unidad de relieve montañoso situada en la sección sur del cantón, que incluye las subunidades cerros de Escazú y loma del Alto de Las Palomas. Sobre ella se evidencian rasgos de carácter urbano, especialmente de tipo residencial (Ver apartado 3.5.3 de Geomorfología).

Las particularidades topográficas del territorio en estudio, se deben a los procesos geológicos que le dieron origen, específicamente el levantamiento orogénico de los cerros de Escazú y su posterior intrusión en la sección sur y la actividad volcánica que se encargó de conformar la sección norte del cantón (Ver apartado 3.5.1 de Geología).

El territorio que abarca el cantón de Santa Ana, se presenta como un territorio geológica y geo-morfológicamente muy complejo, con una geo-dinámica externa muy activa expresada en múltiples procesos naturales del modelado terrestre que afectan y determinan de manera directa la actividad humana. La variabilidad y condición litológica de la unidad montañosa, en asocio con otros factores naturales, como las fuertes pendientes y marcada estacionalidad climática, favorecen una alta inestabilidad de los terrenos,

manifestada en procesos de acumulación que afectan tanto *in situ* como *ex situ*, esto debido a que prácticamente toda el área forma parte de un mismo sistema hidrográfico (Ver apartado 3.5.5 de Hidrografía). Los deslizamientos y, en general, todos los movimientos de remoción en masa que aquí se presentan, responden a una condición natural de este territorio y son parte del proceso normal del modelado terrestre. Sin embargo, la intervención antrópica, reflejada en deforestación y avance de la frontera agropecuaria hacia las partes altas, ha acelerado la ocurrencia de estos eventos (Ver apartado 3.5.7 sobre Riesgo, Amenaza y Vulnerabilidad).

Un caso particular de relevancia por la amenaza que representa es el deslizamiento del Cerro Tapezco. Los expertos han señalado que la masa deslizante se desprenderá, producirá una represa sobre el Río Uruca y cuando ésta se rompa se generará una avenida torrencial de lodo y materiales, que en función de su volumen y la proporción de agua acumulada, podría arrasar todo lo que encuentre a lo largo del cauce del río y áreas aledañas inundables, especialmente sobre el abanico aluvial de este río, que incluye la mayor parte del centro poblado Salitral. Hasta la ciudad de Santa se vería afectada por estar ubicada sobre esta área de relleno aluvial (Ver apartado 3.5.7 sobre Riesgo, Amenaza y Vulnerabilidad). No es posible precisar fecha de ocurrencia ni magnitud del evento, lo que sí es cierto es que factores de disparo como precipitaciones intensas que saturen el suelo o movimientos sísmicos, a los cuales no está exento el territorio de Santa Ana, podrían ser el detonante para que ocurra.

Este potencial de avenidas torrenciales está también presente en el Río Oro y el Río Corrogres, por lo que poblados como Barrio España, Calle Chimba, Calle Cebadilla, algunos sitios de Santa Ana Centro, Chispa y Pozos también se podrían ver afectados por este tipo de eventos (Ver apartado 3.5.5 de Hidrografía).

El riesgo en general se ha suscitado por la ocupación urbana de sitios no aptos para este uso, como áreas con inestabilidad de terrenos, terrazas fluviales y taludes de erosión, denotando debilidad en el control institucional sobre el crecimiento urbano.

Respecto a este tema, Santa Ana ha experimentado un crecimiento urbano del 518,64% en los últimos 28 años, en los cuales se ha consumido cerca de la mitad del área urbanizable. Al ritmo de crecimiento actual este cantón se quedaría sin tierra con potencial para este uso en el año 2014 (Ver apartado 3.6 Análisis del Proceso de Expansión Urbana). Este fenómeno ha traído consigo impactos ambientales que se manifiestan territorialmente en problemas de contaminación y degradación de los recursos naturales. Entre los primeros destaca la contaminación al recurso hídrico con descargas directas de aguas servidas y desechos sólidos directamente a los cauces. Adicional a esto se presenta contaminación sónica y atmosférica debido al aumento del flujo vehicular, especialmente en sectores aledaños a las principales vías (Ver apartado 3.5.16 de Contaminación Ambiental).

En cuanto a la degradación de recursos se encontró pérdida de biodiversidad y cobertura vegetal lo que resulta en una afectación a la calidad del paisaje natural (Ver apartado 3.5.14 Flora y Fauna); pérdida del recurso suelo debido a los procesos erosivos que se aceleran por aprovechamiento del mismo en condiciones de sobreexplotación (Ver apartado 3.5.11 sobre Condición de Uso de la Tierra), alteración del paisaje natural por la introducción de elementos que rompen con la fisonomía del mismo (Ver apartado 3.5.16 sobre Contaminación Ambiental).

La temática en general ha sido abordada desde la óptica sistémica debido a la interacción existente entre los diferentes componentes. No obstante, para efectos de organización de la información, ésta se presenta estructurada en secciones o apartados que contienen la caracterización correspondiente a temas como Geología, Geomorfología, Hidrografía, Clima, Riesgo, Amenaza, Vulnerabilidad, Suelos, Contaminación Ambiental, entre otras. Al final del documento se presenta un análisis que integra en un único apartado las condiciones territoriales físico-ambientales relevantes para el ordenamiento del territorio de este cantón.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>3. DIAGNÓSTICO FÍSICO AMBIENTAL .....</b>	<b>8</b>
3.1 INTRODUCCIÓN .....	8
3.2 OBJETIVOS.....	11
3.2.1 Objetivos Generales .....	11
3.2.2 Objetivos Específicos .....	11
3.3 METODOLOGÍA EMPLEADA.....	12
3.4 UBICACIÓN LOCAL Y REGIONAL ÁREA DE ESTUDIO .....	13
3.5 CARACTERIZACIÓN FÍSICO – AMBIENTAL.....	16
3.5.1 Geología .....	16
3.5.1.1 Caracterización Regional .....	16
3.5.1.2 Caracterización Local .....	21
3.5.2 Hidrogeología .....	35
3.5.2.1 Pozos y nacientes .....	35
3.5.2.2 Uso del agua subterránea .....	37
3.5.2.3 Acuíferos y zonificación hidrogeológica.....	38
3.5.2.4 Áreas de recarga y zonas de protección a pozos y manantiales.....	42
3.5.3 Geomorfología.....	43
3.5.3.1 Caracterización Regional .....	43
3.5.3.2 Caracterización Local .....	48
3.5.4 Análisis de Pendientes .....	54
3.5.5 Hidrografía.....	58
3.5.5.1 Caracterización Regional .....	58
3.5.5.2 Caracterización Local .....	61
3.5.6 Clima .....	67
3.5.6.1 Caracterización Regional .....	67
3.5.6.2 Caracterización Local .....	72
3.5.7 Riesgo, Amenaza y Vulnerabilidad .....	77
3.5.7.1 Amenazas Naturales .....	78

3.5.7.2 Amenazas Socio – naturales .....	96
3.5.7.3 Amenazas Antrópicas.....	97
3.5.8 Suelos.....	100
3.5.8.1 Caracterización Regional .....	101
3.5.8.2 Caracterización Local .....	105
3.5.9 Capacidad de Uso de la Tierra .....	110
3.5.9.1 Caracterización Regional .....	111
3.5.9.2 Caracterización Local .....	113
3.5.10 Uso de la Tierra.....	118
3.5.10.1 Caracterización Regional .....	118
3.5.10.2 Caracterización Local .....	121
3.5.11 Condición de Uso de la Tierra.....	135
3.5.12 Áreas Protegidas.....	141
3.5.12.1 Caracterización Regional .....	142
3.5.12.2 Caracterización Local .....	144
3.5.13 Zonas de Vida .....	147
3.5.13.1 Caracterización Regional .....	147
3.5.13.2 Caracterización Local .....	152
3.5.14 Flora y Fauna .....	156
3.5.14.1 Caracterización local de la Flora .....	156
3.5.14.2 Caracterización local de la Fauna .....	160
3.5.15 Ecodinámica de los Paisajes Naturales .....	169
3.5.16 Contaminación Ambiental .....	175
3.5.16.1 Contaminación atmosférica .....	176
3.5.16.2 Contaminación hídrica.....	178
3.5.16.3 Contaminación Visual.....	180
3.5.16.4 Contaminación sónica .....	182
3.6 ANÁLISIS DEL PROCESO DE EXPANSIÓN URBANA.....	187
3.6.1 Crecimiento Urbano.....	188
3.6.2 Categorías de Ordenamiento .....	193

3.6.2.1	Área Urbanizada.....	193
3.6.2.2	Área No Urbanizable .....	196
3.6.2.3	Área Urbanizable.....	199
3.6.3	Tendencia de Crecimiento.....	203
3.7	ANÁLISIS INTEGRAL.....	205
3.7.1	Condiciones Naturales.....	205
3.7.2	Uso de la tierra .....	208
3.7.3	Riesgo, amenaza y vulnerabilidad.....	210
3.7.4	Degradación ambiental y del paisaje.....	212
3.8	CONCLUSIONES.....	214
3.9	ANÁLISIS FODA .....	219
3.10	RECOMENDACIONES .....	222
3.11	BIBLIOGRAFÍA .....	225
3.12	ANEXOS .....	233

### 3. DIAGNÓSTICO FÍSICO AMBIENTAL

#### 3.1 Introducción

Tal y como se indicara en la páginas previas, en este informe denominado Diagnóstico Físico Ambiental, se hace una exposición detallada de los distintos componentes que se estudian para determinar la caracterización de las condiciones físico ambientales del cantón de Santa Ana, como parte del trabajo necesario para darle asidero científico a la propuesta de ordenamiento territorial, objeto final del proyecto. Este diagnóstico está basado en los postulados teórico-prácticos del concepto de Ordenamiento Territorial, que en nuestro medio proceden de los estudios y planteamientos metodológicos realizados en América Latina por J. Tricart y sus discípulos de la Escuela de Geografía de Estrasburgo. Los aportes de la geografía francesa relativos a ordenamiento territorial forman parte de la cultura y legislación costarricense.

Las experiencias y conceptualizaciones sobre ordenamiento territorial en el mundo, permiten colegir que se trata de una política de Estado y un proceso planificado de naturaleza política, técnica y administrativa, cuyo objeto central es el de organizar, armonizar y administrar la ocupación y uso del espacio, de modo que éstos contribuyan al **desarrollo humano ecológicamente sostenible, espacialmente armónico y socialmente justo.**

En Costa Rica el Ordenamiento Territorial está concebido como "un proceso dinámico, interactivo e iterativo de diseño de cambios integrales en las políticas públicas para la clasificación y el uso racional, eficiente y estratégico del territorio, de acuerdo con criterios económicos, culturales y de capacidad de carga ecológica y social" (Costa Rica, Ministerio de Planificación Nacional, 1998, p. 3).



Respecto a este tópico, Jorge Manuel Dengo, Jorge Cotera, Oscar Lücke, Daniel Orlich y Adela Chavarría (1999) expresan lo siguiente:

*“El concepto de ordenación u ordenamiento del territorio es esencialmente un término geográfico. Caracteriza los procesos de investigación y análisis de los espacios territoriales para facilitar la identificación y la clasificación de los componentes morfológicos y ambiental-ecológicos que integran físicamente un espacio regional definido. Esto permite establecer relaciones concretas entre el territorio y sus recursos y las actividades de la población que se ubica en ellos o que en una forma u otra los utiliza o aprovecha”.*

De la obra de estos mismos autores se extraen, además, los siguientes conceptos, los cuales se han considerado fundamentales para los lineamientos teóricos de esta investigación. En sus palabras, Ordenamiento Territorial:

“Es la forma de utilizar la geografía aplicada para relacionar las actividades de la población con las características de la región que ocupa. Tiene dos modalidades especialmente importantes:

1. El estudio sistemático de los elementos que constituyen cada región o espacio geográfico (geología, morfología, geomorfología, clima y dotación de recursos naturales, ya sean de origen biológico o de origen mineral). Esto permite diferenciar los recursos renovables de los no renovables y orientar las políticas de desarrollo sostenible para garantizar, según las definiciones de la Agenda 21 de las Naciones Unidas, la calidad de vida de las presentes generaciones y asegurar el disfrute de las generaciones futuras.
2. El estudio de las regiones rurales con sus diferentes características, tales como áreas agrícolas, áreas forestales, parques, reservas y zonas vulnerables.

Este último es especialmente para producir información básica para los usuarios de las mismas que deben tomar decisiones inteligentes respecto a sus actividades, por ejemplo, los estudios de suelos, de aguas y de cuencas, bosques y otros recursos naturales, etc. En esta forma la geografía aplicada, combinada con otras disciplinas, contribuye a orientar el desarrollo racional y sostenible de la plataforma física y las actividades que en ella se realizan”.

El estudio del componente físico – ambiental es importante porque determina las características físicas del territorio y las condiciones ecológicas y ambientales que prevalecen en el área de estudio. Su revisión permite establecer la capacidad soportante del terreno para el desarrollo de distintos usos de la tierra, pone de manifiesto las restricciones aplicables de acuerdo con la legislación vigente, alerta de la presencia de condiciones de riesgo por la existencia de amenazas naturales que pueden afectar el área a ser planificada, identifica las potencialidades de aprovechamiento de los recursos, entre otras

El conocimiento de tales condiciones permite orientar la adecuada distribución territorial de las distintas actividades de uso de la tierra, lo que supone un mejor aprovechamiento y utilización de los recursos naturales.

La temática en general ha sido abordada desde la óptica sistémica debido a la interacción existente entre los diferentes componentes. No obstante, para efectos de organización de la información, ésta se presenta estructurada en secciones o apartados que contienen la caracterización correspondiente a temas como Geología, Geomorfología, Hidrografía, Clima, Riesgo, Amenaza, Vulnerabilidad, Suelos, Contaminación Ambiental, entre otras. Al final del documento se presenta un análisis que integra en un único apartado las condiciones territoriales físico-ambientales relevantes para este cantón.

## **3.2 Objetivos**

### **3.2.1 Objetivos Generales**

- Diagnosticar desde la óptica retrospectiva y prospectiva la situación actual del componente físico-ambiental del cantón de Santa Ana.
- Orientar desde la perspectiva de las condiciones físico-ambientales actuales la formulación de una adecuada propuesta de distribución territorial de usos de la tierra en el marco del proyecto de actualización del plan regulador vigente.

### **3.2.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar las distintas variables del componente físico-ambiental del cantón de Santa Ana.
- Analizar los problemas, potencialidades y limitaciones que presenta el cantón a partir de las condiciones que presentan las diferentes variables que conforman el componente físico-ambiental.
- Establecer lineamientos generales y específicos que orienten la elaboración de la propuesta de zonificación de usos de la tierra para el cantón de Santa Ana.

### **3.3 Metodología Empleada**

Cada una de las variables consideradas se aborda primeramente desde la perspectiva regional o área de influencia. El tratamiento a este nivel es muy general y pretende introducir al lector en el tema. Paulatinamente se llega al nivel local que corresponde al cantón, donde se analiza con más detalle el tema tratado.

El desarrollo de los temas expuestos incluyó, en un primer momento, la consulta exhaustiva de fuentes bibliográficas secundarias. Posteriormente se hizo comprobación y levantamiento de datos en campo para verificar y completar la información existente.

Otros datos fueron originados durante el desarrollo del presente estudio mediante trabajo de campo empleando Global Positional System (GPS), procesamiento de fotografías aéreas y cartografía digital, utilizando para ello Sistemas de Información Geográfica cuyas herramientas facilitan el análisis de información geoespacial.

### 3.4 Ubicación Local y Regional Área de Estudio

El espacio geográfico que ocupa la atención del presente estudio corresponde administrativamente al territorio del cantón N° 09 Santa Ana, de la provincia N° 01 San José. Se compone de seis distritos cuya dimensión territorial se muestra en el cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1: Distritos del Cantón Santa Ana.  
Octubre – 2005**

<b>CÓDIGO</b>	<b>DISTRITO</b>	<b>ÁREA (km<sup>2</sup>)</b>
10901	Santa Ana	5,17
10902	Salitral	20,37
10903	Pozos	13,42
10904	Uruca	6,96
10905	Piedades	12,22
10906	Brasil	3,28
<b>TOTAL</b>		<b>61,42</b>

**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según División Territorial Administrativa de Costa Rica, Decreto No. 29 267, 2001.

La posición media del cantón está dada por las coordenadas locales del Sistema Lambert Costa Rica Norte **514 917 E / 211 342 N** en la hoja topográfica N° 3345-I ABRA del Instituto Geográfico Nacional a escala 1:50 000.

Este cantón se ubica en el rango altitudinal que va desde los 630 hasta 2 360 msnm (CENIGA, Cartografía Digital 1:25 000), con una altitud en su posición media de 904 msnm. Su dimensión longitudinal máxima es de 13 kilómetros en dirección Norte – Sureste, desde el Puente de Mulas hasta los cerros de Escazú <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Tomado de <http://www.santaana.go.cr/informaciongeneral-datos.shtml>. Consultado el 05 de julio de 2005.

Según la División Político-Administrativa de Costa Rica, Santa Ana limita al Norte con el cantón Primero de la provincia de Alajuela, separado de forma natural por el Río Virilla. Hacia el Sur y Oeste limita con el cantón Mora de la provincia de San José. Por el lado Este colinda con el cantón Escazú de la misma provincia. En ambos casos el límite natural corresponde a divisorias de aguas donde sobresalen los cerros Pacacua y Tapezco respectivamente.

De acuerdo con la Regionalización Oficial de Costa Rica promulgada por el Ministerio de Planificación y Política Económica (MIDEPLAN), Santa Ana pertenece a la Región Central ubicada precisamente en la parte central del país.

En términos físicos, este cantón se encuentra localizado en la Depresión Tectónica Central de Costa Rica, cuya altitud media se sitúa en los 1 000 msnm (Bergoeing, 1998), "...y se presenta como una depresión E – W que separa la cordillera Volcánica Central (al norte) de la cordillera de Talamanca (al sur) se transforma así en el límite septentrional natural de la última" (Bergoeing, 1998, p. 251). Esta depresión se encuentra dividida en dos vertientes distintas, separadas por la cordillera volcánica – sedimentaria de la Carpintera (Malavassi y Suárez, 1953; T. Meza, 1979 citados por Bergoeing, 1998): Depresión Tectónica Central Oriental y Depresión Tectónica Central Occidental.

Respecto a esta subdivisión, el cantón de Santa Ana se ubica en la Depresión Tectónica Central Occidental, unidad natural que para efectos de este capítulo será considerada el área de influencia del presente proyecto de planificación urbana.

**MAPA 3.1 UBICACIÓN ÁREA DEL PROYECTO Y ÁREA DE INFLUENCIA**

### 3.5 Caracterización Físico – Ambiental

#### 3.5.1 Geología

##### 3.5.1.1 Caracterización Regional

El cantón de Santa Ana se encuentra en el flanco norte de la serranía conocida como Cerros de Escazú o Cedral, cadena montañosa que sirve de límite a la Depresión Tectónica Central de Costa Rica y que se extiende hacia el norte. Es posible ubicar los tipos litológicos en cuatro grupos, que mencionados de más antiguo a más reciente son: rocas volcánicas cretácicas, rocas sedimentarias terciarias, rocas ígneas del terciario y las unidades cuaternarias. El mapa 3.2 muestra la distribución de estas unidades litológicas. Las características generales de cada una de ellas se comentan en los siguientes párrafos, siguiendo el mismo orden en que se mencionaron. La descripción se basa principalmente en el trabajo de Denyer y otros (1983) y Denyer y Arias (1984).

##### 3.5.1.1.1 Rocas volcánicas cretácicas

Se trata de basaltos originados en erupciones submarinas y que se ubican estratigráficamente dentro del Complejo de Nicoya. Son las rocas más antiguas de la región y constituyen los Cerros de Turrubares, Altos del Aguacate y las filas Cangreja, Zoncuaco y Agua Buena. En general son basaltos sanos y masivos, de una coloración gris oscuro, que presenta comúnmente un horizonte de meteorización de pocos metros de espesor.

##### 3.5.1.1.2 Rocas sedimentarias terciarias

Originadas en el Eoceno y Oligoceno, estas rocas comprenden areniscas, lutitas, brechas y calizas de la cuenca Candelaria, que tuvo su límite oeste en el cerro Turrubares. La parte sur del cantón de Santa Ana está formada por algún tipo de estos materiales, los que



se verán con más detalle en el capítulo de geología local. Comprende las siguientes formaciones:

- **Formación Parritilla**

Formada por calizas grises de origen bioclástico. Formada durante el Eoceno Superior sobre los basaltos del Complejo de Nicoya. Aflora cerca de Parritilla, San Francisco y en la base del Cerro Caraigres.

- **Formación Caraigres**

Formada por areniscas y brechas intercaladas, tiene espesores de entre 600 y 120 m. Sobreyace al Complejo de Nicoya y se depositó entre finales del Oligoceno y principios del Mioceno en un ambiente de variación energética.

- **Formación Pacacua**

Comprende brechas, areniscas, tobas y lutitas, con una coloración característica de rojo a morado. Se depositó en un ambiente marino somero con influencia de un vulcanismo pulsante, en el que la subsidencia y el aporte sedimentario fueron rápidos y constante. Es originada en el Mioceno Inferior y en algunos sitios alcanza espesores de hasta 2 000 m.

- **Formación Peña Negra**

Formada por areniscas y lutitas sedimentadas en una cuenca parcialmente cerrada en la plataforma marina en un período de relativa calma tectónica y volcánica con subsidencia constante. Su espesor puede llegar hasta los 1 100 m y fue depositada en el Mioceno Medio.

- **Formación Turrúcares**

Areniscas con abundancia de fósiles, con ocasionales capas de conglomerados y tobas. Su espesor máximo es de 500 m y su extensión se limita a las cercanías de la población de Turrúcares. Depositada en el Mioceno Medio a Superior.

- **Formación San Miguel**

Presente en las cercanías de Patarrá, Higuito y el sur de la ciudad de Cartago con espesores de entre 15 y 100 m. Está formada por calizas bioclásticas. Originada en el Mioceno Inferior a Medio.

- **Formación Coris**

Formada principalmente por ortocuarcitas intercaladas con capas de conglomerados, tobas, lutitas y lignito. Se le puede ver entre Cartago y Aserrí. Tiene un espesor total de 390 m y representa la época en que emergió lo que hoy es el sureste de la ciudad de San José y sur de Cartago. Originada en el Mioceno Medio a Superior.

- **Depósitos paralíticos a la Formación La Cruz**

Conglomerados y areniscas lenticulares que están sobre las lavas de la formación La Cruz. Originadas en el Mioceno Superior a Tardío.

#### 3.5.1.1.3 Rocas ígneas del terciario

Esta unidad comprende un grupo importante de andesitas, basaltos, flujos de piroclastos y lahares, originado durante el Plioceno. En el mapa geológico regional puede verse que se presenta una franja con orientación de noroeste a sureste que va por San Ramón de Alajuela, San Pablo de Turubares, Santiago de Puriscal, San Ignacio, y El Empalme.

Se le conoce como Grupo Aguacate y se originó como un arco volcánico cortado por intrusivos y extrusivos, así como por diques basálticos que van desde Tilarán a Puriscal (Kussmaul, 2000).

Dentro del área de influencia comprende las formaciones La Cruz y Grifo Alto, además de algunas intrusiones.

- **Formación La Cruz**

Principalmente se trata de basaltos con algunas intercalaciones de tobas de coloración rojiza y violeta originados en el Mioceno Superior. Sobreyace concordantemente a las formaciones Complejo de Nicoya, Peña Negra, Coris, Turrúcares y Pacacua.

- **Formación Grifo Alto**

Lavas basálticas calco alcalinas, andesita-basálticas y tefríticas. Afloran principalmente en los Montes del Aguacate entre San Ramón y Puriscal.

- **Rocas intrusivas**

Representan el límite noroeste de los cuerpos plutónicos de la Cordillera de Talamanca. Los bordean aureolas de metamorfismo de contacto. Comprende principalmente dioritas, monzogabros y gabros.

#### 3.5.1.1.4 Unidades cuaternarias

Forman la parte baja y plana de la Depresión Tectónica Central y los edificios volcánicos de la Cordillera Volcánica Central. Presentes en la parte norte del cantón de Santa Ana. Comprende las formaciones Lavas de Intracañón, también conocida como Formación Colima (lavas y piroclastos alternadas en capas), Formación Avalancha Ardiente o Formación Tiribí (tobas e ignimbritas sanas y grises), Formación Lavas Post Avalanchas (basaltos y andesitas originadas presumiblemente en efusiones fisurales) (Kussmaul, 2000) y por último, depósitos de lahares.

**MAPA 3.2 GEOLOGÍA REGIONAL**

3.5.1.2 Caracterización Local

3.5.1.2.1 Litología

Los tipos litológicos en el cantón de Santa Ana se pueden agrupar en dos categorías bien diferenciadas por sus características topográficas. En primer lugar, las rocas terciarias ocupan el relieve montañoso que se observa hacia el suroeste, el sur y el sureste del cantón y en segundo lugar, las rocas de edad cuaternaria que ocupan las partes media y norte del cantón, en donde el relieve es suave y las elevaciones del terreno son menores. El mapa 3.3 muestra la distribución de las unidades rocosas y el cuadro 3.2 presenta la columna litológica típica en el cantón. En la figura 3.1 se muestra un perfil longitudinal a través del cantón con dirección noroeste a sureste. Este perfil va desde el Río Virilla en el noroeste del cantón al cerro Tacuotarí que es parte de los Cerros de Escazú. Este perfil fue elaborado con base en la información brindada por el mapa geológico local y por los datos tomados de algunos pozos (archivo SENARA), sobre todo en la parte noreste del perfil.

**Cuadro 3.2: Columna Litológica Típica en el Cantón de Santa Ana.  
 Octubre - 2005**

Cuaternario		Qal	Depósitos aluviales y coluviales
		Qv-aa	F. Avalancha Ardiente (tobas e ignimbritas)
		Qv-li	F. Lavas de Intracañón (lavas)
		TQ-ga	F. Grifo Alto (lavas y piroclastos)
Terciario	Plioceno		
	Mioceno	Tmp-c / Tmp-ce	Intrusivo (granodioritas) y Cornubianitas de Escazú
		Tm-pn	F. Peña Negra (Areniscas y lutitas)
		Tm-p	F. Pacacua (areniscas, lutitas, volcanoclásticas)

Fuente: Denyer y Arias, 1990.

Las principales características de cada uno de los grupos ahí diferenciados se comentan a continuación, siguiendo un orden cronológico, de lo más antiguo a lo más reciente.

- **Formación Pacacua**

Se ha definido (Castillo, 1979) como una secuencia compuesta por interestratificaciones de conglomerados brechosos y areniscas conglomeráticas, areniscas, limolitas y lutitas,

todas de naturaleza tobácea, con espesores de más de 1 100 m, con una sección tipo en el flanco norte del cerro Pacacua. Por lo complejo de sus rocas, Rivier (1979) la divide en dos unidades: inferior y superior. La unidad inferior se caracteriza por vulcanoruditas, vulcarenitas, conglomerados y wacas varicolores con algunas lutitas negras. Es posible verlas en la zona norte y noreste del cerro Pacacua, cerro Palomas y Alto Tapezco. Su edad se atribuye al Mioceno Medio y su espesor es de unos 1 200 m. La ilustración 3.1 presenta un afloramiento de esta formación en la margen oeste de Calle Matinilla, entre Salitral y Matinilla (coordenadas 516 920 E / 209 190 N), en la que las rocas presentan un color violeta muy característico. La unidad superior limita gradualmente con la inferior. Ésta segunda contiene areniscas arcillosas finas, con intercalaciones de lutitas y tobas metamorfizadas a cornubianitas por el Intrusivo de Escazú. Dentro del cantón hay afloramientos de las partes no metamorfizadas al sur del Alto Tapezco. Su edad se fija del Mioceno Medio al Superior y su espesor es del orden de los 350 m. Dentro del cantón, forman el cerro Pacacua y sus flancos al norte de Piedades, además de los Altos Palomas, Raicero, Granadilla y Tapezco al sur y este de Salitral.

**Ilustración 3.1. Afloramiento de rocas de la formación Pacacua en Calle Matinilla, (coordenadas 516 920 E / 209 190 N).  
Octubre – 2005**



**Fuente:** Ecoplan Ltda., según visita de campo en junio del 2005

- **Formación Peña Negra**

Formada principalmente por areniscas y lutitas calcáreas, de coloración gris oscuro con moldes de bivalvos y ocasionalmente con pirita, además de estratos de arenisca y conglomerados con fuerte influencia volcánica. Se depositaron sobre la Formación Pacacua durante el Mioceno Medio (Linkimer y Aguilar, 2000). Como puede verse en la figura 3.1, forma parte de los cerros de muy alta pendiente de una parte de la vertiente oeste del Río Uruca en las áreas inmediatamente más altas que Matinilla, además de la cuenca alta del Río Oro. La ilustración 3.2 muestra un afloramiento de estas rocas en el cauce del Río Uruca, aproximadamente a 500 m al noroeste de la escuela de Matinilla.

**Ilustración 3.2. Lutitas de la formación Peña Negra en el cauce del Río Uruca, calle a Matinilla.  
Octubre – 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visita de campo en julio del 2005

- **Intrusivo de Escazú**

Castillo (1969) se refiere a esta unidad como un cuerpo ígneo intrusivo, formado por dioritas, granodioritas, monzonitas, gabros y basalto-andesitas que tiene afloramientos discontinuos en los Cerros de Escazú. Ha producido un fuerte metamorfismo de contacto del que han resultado cornubianitas además de mineralizaciones de galena, blenda, calcosina y otros minerales como resultado de la acción hidrotermal en las proximidades del intrusivo. En el cantón de Santa Ana se tiene un afloramiento al este de Matinilla y un área considerable en el flanco oeste del Pico Blanco y oeste del Cerro Tacuotal, casi en el extremo superior de la cuenca del Río Uruca.

- **Cornubianitas de Escazú**

Son rocas originadas por el metamorfismo de contacto ocasionado por el Intrusivo de Escazú, tal y como se mencionó anteriormente. Dentro del cantón se tiene un área localizada muy cerca del vértice superior de la cuenca del Río Uruca.

- **Formación Grifo Alto**

Lavas basálticas, andesita-basálticas y tefríticas, rocas piroclásticas y depósitos de bloques y de ceniza. En el cantón de Santa Ana se identifican tres afloramientos aislados (ver Mapa 3.3 Geología Local). Uno de ellos en el área del Cerro Minas, otro al este de San Rafael y otro de menor elevación en la parte norte del Cerro Palomas.

En la ilustración 3.3 que aparece a continuación, se puede apreciar un corte considerable en el terreno producido por una cantera existente en el Cerro Minas en la que se expone y se explota las lavas de la formación Grifo Alto.



**Ilustración 3.3. Exposición de las lavas de la formación Grifo  
Alto en una cantera en el Cerro Minas.  
Octubre – 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visita de campo en julio del 2005

- **Formación Lavas de Intracañón**

También conocida como Formación Colima. Formada por al menos siete coladas de lava andesítica (Echandi, 1982) con intercalaciones de piroclastos. Los únicos afloramientos en el cantón de Santa Ana se encuentran en el cañón del Río Virilla, en su margen izquierda. El espesor puede llegar a 100 m. De acuerdo con Marshall y Idleman (1999), dataciones radiométricas dieron edades de entre 787 000 y 340 000 años, lo que las ubica cronológicamente dentro del Cuaternario.

- **Formación Avalancha Ardiente**

Se le conoce también como Formación Tiribí. Se trata de tobas e ignimbritas que presentan una típica coloración gris a gris claro, en las partes menos soldadas se muestran como tobas brechosas y en las partes más soldadas se presentan como una facie ignimbrítica. Aparentemente componen un sólo flujo piroclástico y que presenta

diferentes facies de soldamiento. Se encuentran sobre las Lavas de Intracañón, por lo que las erupciones que las originaron ocurrieron hace menos de 400 000 años (Kussmaul, 2000), ubicándose cronológicamente también en el Cuaternario. Dentro del cantón de Santa Ana, forman la parte plana y de menor elevación que colinda con el Río Virilla, incluyendo el sur de Brasil, norte de Piedades, Pozos y la parte baja de Honduras.

La ilustración 3.4 muestra un afloramiento de estas rocas en un sitio junto a la autopista a Colón. Se observan edificaciones hechas directamente sobre estas rocas, las cuales presentan una alta estabilidad. En la ilustración 3.5 se puede ver un detalle de esta formación, aquí se presenta como una ignimbrita tobácea que engloba fragmentos rocosos de tamaño y forma irregular. Se aprecian también algunas fracturas que la afectan. La ilustración 3.6 presenta un contacto horizontal de las rocas de Avalancha Ardiente directamente sobre rocas de la formación Pacacua. Se observa claramente el plano de contacto inclinado hacia la esquina inferior derecha de la fotografía. La fotografía fue tomada junto a la autopista a Colón, en la intersección a Piedades y en este sitio no existen rocas intermedias entre estas formaciones, por lo que se dice que en este tipo de casos el contacto es discordante.

**Ilustración 3.4 Rocas de la formación Avalancha Ardiente con construcciones sobre ellas. Inmediaciones de la autopista a Colón. Octubre – 2005**



**Fuente:** Ecoplan Ltda., según visita de campo en julio del 2005

**Ilustración 3.5 Detalle de las rocas de la formación Avalancha Ardiente. Ignimbrita tobácea con fragmentos irregulares. Junto a la autopista a Colón. Octubre – 2005**



**Fuente:** Ecoplan Ltda., según visita de campo en julio del 2005

**Ilustración 3.6 : Contacto entre la formación Avalancha Ardiente (color oscuro con el piso inclinado hacia la esquina inferior derecha de la fotografía) y la formación Pacacua (materiales marrón junto a la carretera).  
Octubre – 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visita de campo en julio del 2005

- **Depósitos coluviales y lahares**

Es la unidad más reciente del cantón, formada por la depositación de materiales acarreados por los ríos o caídos de sitios más alto y trasladados por la fuerza de la gravedad (depósitos coluviales) o por coladas de lodo (lahares). Ocupa el sector en donde se encuentra la ciudad de Santa Ana, Río Oro, Chimba, una parte de Piedades y Salitral.

Se trata de un material de matriz arcillo limoso que engloba fragmentos rocosos de granulometría heterogénea. Es la unidad geológica más joven. En la ilustración 3.7 se puede ver un afloramiento de esta unidad en la comunidad de Salitral, en la que se ve una matriz arcillo limosa de coloración marrón a rojizo que engloba fragmentos rocosos de tamaño y forma irregular.

**Ilustración 3.7. Materiales de la formación Depósitos Coluviales.  
Bloques rocosos irregulares en una matriz limo arcillosa. Salitral.  
Octubre – 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visita de campo en julio del 2005

**MAPA 3.3 GEOLOGÍA LOCAL**

FIGURA 3.1 PERFIL GEOLÓGICO

#### 3.5.1.2.2 Estructura

Los principales rasgos estructurales que se presentan en el área del cantón son las fallas señaladas en el mapa geológico local y en el perfil geológico. La más notoria es la llamada Falla Pacacua, que es la que se encuentra más cerca de Salitral (ver mapa geológico local), tiene una longitud cercana a los 11 km, y se extiende desde Quitirrisí hasta Mirador de Escazú. Atraviesa el cantón de Santa Ana y tiene un movimiento siniestral (el bloque norte se mueve hacia el oeste en relación con el bloque sur, según lo indican las flechas en el mapa geológico), además, el bloque sur se ha levantado en relación con el norte (signos “+” y “-” en el mapa geológico).

La segunda falla es de menor longitud. Tiene un rumbo similar al de la falla Pacacua pero una longitud visible de 1 500 m. Es posible que se extienda un poco hacia el noreste en las rocas de la formación Grifo Alto debajo de los materiales coluvio aluviales del Río Uruca.

#### 3.5.1.2.3 Sismicidad

Se tiene registro de sismos en la Depresión Tectónica Central desde 1772. Algunos se han producido en la parte norte de esta depresión y otros en la parte sur (Moya y otros, 2000). Se considera que todos estos eventos pueden tener relación con el cantón de Santa Ana en mayor o menor medida. El cuadro 3.3 resume las principales características de los sismos más importantes registrados. Entre ellos sobresale el sismo de Piedras Negras de 1990 como el más cercano e impactante sobre el cantón.



**Cuadro 3.3: Sismos Históricos en la Depresión Tectónica Central y sus Alrededores  
Octubre - 2005**

Nombre	Fecha o año	Magnitud Ms	Daños
Barva	1772	5,5	Daños en la iglesia de Barva
Alajuela	1835	5,4	Pocos daños en Alajuela
Cartago	02/09/1841	6,0 – 6,5	Primera destrucción de Cartago, 38 personas fallecidas
Alajuelita	21/03/1842	5,0 – 5,5	Daños en Alajuelita
Fraijanes	1851	5,5	Daños importantes en Alajuela, San José y Cartago
Fraijanes	1888	5,8	Fuerte afectación a Alajuela, Heredia y San José
Tablazo	1910	5,2	Daños en San José
Tablazo	13/04/1910	5,8	Daños en Desamparados y San José
Cartago	04/05/1910	6,4	Severa destrucción de Cartago, 600 personas fallecidas
Tres Ríos	21/02/1912	5,0 – 5,5	Daños en Tres Ríos
Piedras Negras	22/12/1990	6,0	Daños en Piedras Negras, tres fallecidos
Piedras Negras (réplica)	1990	5,1	Daños en La Guácima de Alajuela

**Fuente:** Moya y otros, 2000; Fernández y Montero, 2002.

#### 3.5.1.2.4 Recursos minerales en explotación

De acuerdo con DGM (2005) en el cantón de Santa Ana se registran 7 tajos o canteras para la explotación de minerales no metálicos. La explotación de minerales está regulada por el Código de Minería, bajo la tutela de la Dirección de Geología y Minas del Ministerio del Ambiente y Energía (DGM), que es el ente encargado de otorgar las concesiones de explotación.

Las áreas concesionadas se muestran en el mapa 3.4, en donde se identifica cada concesión con el número de expediente que ocupa en la DGM. En el cuadro 3.4 se presenta un resumen de cada una de esas concesiones, indicándose el número de expediente, concesionario, mineral autorizado a explotar, área concesionada, fecha de otorgamiento de la concesión y plazo otorgado.



**Cuadro 3.4: Resumen de las Concesiones para la Explotación de Tajos o Canteras.  
Octubre - 2005**

<b>No. Expediente</b>	<b>Concesionario</b>	<b>Mineral</b>	<b>Área</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Plazo otorgado</b>
1 727	Tajo Ramírez Crespo	Toba, brechas	11 ha 675 m <sup>2</sup>	16/07/1985	20 años (1)
1 962	Quebrador Cerro Minas	Lava	48 ha 1 805 m <sup>2</sup>	15/09/1989	25 años
2 357	Tajo Lindora	Toba, ignimbrita	7 ha 9 998 m <sup>2</sup>	08/04/1994	15 años
2 366	Meco	Toba, ignimbrita	5 ha	26/06/1995	25 años
2 410	Eladio Ramírez G.	Toba, ignimbrita	2 ha	No otorgado aún	
2 420	Tajo Fecoci		47 614 m <sup>2</sup>	Cerrado	---
2 479	EDM de Costa Rica	Toba, ignimbrita, lava	15 ha 3 811 m <sup>2</sup>	10/07/1997	20 años

(1) Se solicitó prórroga el 15 de junio de 2005, en setiembre de 2005 aún no había sido respondida.

**Fuente:** archivos DGM, 2005.

MAPA 3.4 EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES

### 3.5.2 Hidrogeología

#### 3.5.2.1 Pozos y nacientes

El marco legal vigente que regula y define los procedimientos administrativos para la construcción de pozos y el uso de las aguas subterráneas (pozos o aprovechamiento de manantiales), está en el Reglamento de Exploración y Explotación de Aguas Subterráneas. En los archivos del SENARA se tienen registrados 484 pozos dentro del cantón de Santa Ana. Los datos existentes indican profundidades que van de 10 a 200 m, aunque estas últimas magnitudes son sólo alcanzadas por una minoría de pozos. El rango en que están la mayoría de las profundidades va de 30 a 100 m. La mayoría de los pozos se localizan, de forma general, en una franja de terreno de unos 2 km de ancho que va de Brasil a Obando y en una franja de 1 km de ancho que corre al lado este de la radial a Belén. La cantidad de pozos decrece considerablemente en las partes altas, de manera que a elevaciones mayores que Salitral casi no hay perforaciones.

El mapa 3.5 muestra la ubicación de todos los pozos registrados y en el Anexo 3.1 se incluye el listado de los pozos, en el que se pueden apreciar las características generales de cada uno de ellos como número de registro, propietario, profundidad, nivel estático, coordenadas, caudal reportado y uso del agua. Debe mencionarse nuevamente que para una cantidad considerable de los pozos no se tiene información relevante. De los 484 pozos mencionados, una cantidad de 63 perforaciones son catalogadas por el SENARA como “ilegales”, lo que significa que fueron construidos sin obtener el permiso de perforación que se requiere según la legislación vigente. Estas últimas perforaciones tienen la sigla “ILG” en la lista del Anexo 3.1. En relación con los manantiales o nacientes, se registran 13 en los archivos del SENARA, y se incluyen igualmente en el Anexo 1 después de los pozos. Los caudales reportados para éstos son relativamente bajos. Todos los manantiales ahí registrados brotan de áreas de relieve montañoso y de rocas sedimentarias.

**MAPA 3.5 POZOS Y MANANTIALES REGISTRADOS EN SENARA**

### 3.5.2.2 Uso del agua subterránea

El Departamento de Aguas del MINAE cuenta con un registro de las concesiones otorgadas para el uso del agua subterránea. En el contexto del presente trabajo se considera como agua subterránea los pozos y los manantiales. Se revisaron y procesaron los datos obtenidos en ese Departamento y se encontró un total de 198 concesiones. Los usos reconocidos son agropecuario, riego, consumo humano (doméstico), industria, turismo y acueducto rural. En el Anexo 3.2 se incluye una lista con las concesiones activas registradas en el MINAE, indicándose el número de expediente en esos archivos y el caudal en l/s (litros por segundo) otorgado. No se consideraron las concesiones ya vencidas o en trámite.

El caudal total concesionado alcanza la cifra de 121,79 l/s, distribuidos por categorías de la siguiente manera:

**Cuadro 3.5: Distribución por Categoría del Caudal de Agua Subterránea Concesionada en el Cantón. Octubre - 2005**

<b>Categoría</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
Agropecuario	3,47 l/s
Riego	55,10 l/s
Consumo Humano	46,89 l/s
Industria:	13,48 l/s
Turismo	2,43 l/s
Acueducto Rural	0,51 l/s

**Fuente:** Dpto. de Aguas, MINAE, 2005.

Como puede verse, la mayoría la representa el riego, seguido por el consumo humano a nivel doméstico y bastante atrás se tiene el uso industrial en tercer lugar. En el rubro de acueducto rural no se incluyen las fuentes de agua subterránea del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados ya que esta institución no requiere de la concesión y por lo tanto no aparece registrada en el MINAE. Sin embargo, se conoce de al menos un pozo

(pozo AB803) ubicado en los terrenos que se destinarían al Parque Zoológico y que puede producir un caudal de 10 l/s.

Se hace la aclaración de que en el Anexo 1, lista de pozos y manantiales, se reportan también caudales, sin embargo, los caudales ahí indicados son los que potencialmente podría usarse de la fuente, sin que necesariamente se esté utilizando. Por eso no tiene que haber necesariamente una coincidencia entre las cantidades presentadas en estos dos Anexos.

### 3.5.2.3 Acuíferos y zonificación hidrogeológica

De acuerdo con la información recolectada, prácticamente en todas las formaciones geológicas existen acuíferos. La diferencia entre ellas está principalmente en las características hidráulicas, lo que a su vez incide directamente sobre la producción de agua subterránea. La figura 3.2 presenta un perfil hidrogeológico entre pozos que ilustra la relación entre las formaciones y los acuíferos presentes en la parte norte central del cantón. La ubicación de la línea de perfil se muestra en el mapa 3.5 de Pozos y Manantiales.

En ese perfil hidrogeológico se aprecia la existencia de la formación Pacacua como basamento regional del área. Las formaciones de origen volcánico (Lavas de Intracañón y Avalancha Ardiente) alcanzan un espesor máximo aproximado de 140 m, en las cercanías del Río Virilla y sus espesores disminuyen hacia el sur (lado derecho de la figura).

Se nota que el nivel del agua subterránea en la unidad de Depósitos Coluviales y Lahares se encuentra a poca profundidad, marcadamente más somera que en las formaciones volcánicas. El agua de los Coluvios y Lahares está descargándose muy probablemente a los ríos del área como el Uruca y Corrogres. El agua de los acuíferos volcánicos presenta una inclinación hacia el Río Virilla, en donde se deben estar dando descargas.

Se ha hecho un análisis de las características de los pozos registrados en los archivos del SENARA, y se han confrontado con las condiciones físicas de las formaciones geológicas que captan dichos pozos. Con base en ese análisis se hizo una zonificación de acuíferos en la que se definieron cinco categorías o zonas cuya distribución se muestra en el mapa 3.6. Las características de cada zona son las siguientes.

**Cuadro 3.6: Zonificación Hidrogeológica.  
02 – octubre - 2005**

<b>Zona</b>	<b>Características</b>
<b>Zona I</b>	Acuíferos en rocas volcánicas de alta producción y nivel estático relativamente profundo. Están formados en rocas volcánicas fracturadas, con una profundidad del nivel del agua de hasta 46 m. Las producciones reportadas por pozo pueden alcanzar los 10 l/s. Corresponde con acuíferos constituidos en las formaciones volcánicas cuaternarias y están ubicados en el subsuelo de la parte norte y más baja del cantón.
<b>Zona II</b>	Acuíferos en rocas volcánicas de media a baja producción. Su nivel estático está a profundidades similares los de la Zona I pero los caudales esperados por pozo son menores, con máximos del orden de los 4 l/s. Están formados en las lavas del Terciario – Cuaternario y ocupan terrenos de pendiente pronunciada.
<b>Zona III</b>	Acuíferos en rocas sedimentarias de baja producción. En nivel estático se encuentra alrededor de los 20 m y los caudales reportados por pozo son del orden de los 2 l/s como máximo. Formados en rocas sedimentarias del Terciario, en terrenos de topografía abrupta y de más altitud del cantón.
<b>Zona IV</b>	Acuíferos en sedimentos de lahares y coluvios, de relativa baja producción. En nivel estático en general se muestra a poca profundidad y la producción esperada por pozo no supera 2 l/s. Ocupan la parte de pendiente suave y uniforme en donde se asientan las poblaciones de Santa Ana, Río Oro, parte de Piedades y Salitral.
<b>Zona V</b>	Áreas con acuíferos prácticamente ausentes. Rocas intrusivas o metamórficas masivas de poca fracturación. Se encuentran en el extremo sureste del cantón, en donde están las tierras más altas y de más difícil acceso.

**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según investigación de campo durante mayo – octubre , 2005.

**MAPA 3.6 ZONIFICACIÓN HIDROGEOLÓGICA**



FIGURA 3.2 PERFIL HIDROGEOLÓGICO

#### 3.5.2.4 Áreas de recarga y zonas de protección a pozos y manantiales

Se ha visto que existen pozos en prácticamente todos los sitios del cantón en los que se ha requerido la construcción de estas obras para obtener agua subterránea. También se ha visto la existencia de manantiales o nacientes en diversos sitios (ver mapas de pozos y de manantiales). Esto demuestra que se cuenta con acuíferos en casi todo el cantón.

Ahora bien, el término “acuífero” debe ser entendido como un término relativo, ya que puede ser que lo que para un sistema de abastecimiento público o industrial sea un acuífero pobre o insuficiente, para un sistema de abastecimiento doméstico o de riego a pequeña escala sea un acuífero adecuado. Desde este punto de vista, todas las zonas de agua subterránea definida en el apartado anterior, con excepción de la Zona V tienen potencial para el abastecimiento de agua subterránea dependiendo de la actividad.

La recarga se lleva a cabo a partir de la infiltración del agua de lluvia, por lo que en ese sentido, prácticamente todo el cantón es área de recarga, y por lo tanto, todo el terreno merecería ser objeto de protección a las aguas subterráneas. Sin embargo, se sabe que hay procesos en el subsuelo capaces de eliminar o reducir el efecto de los potenciales contaminantes, tales como dilución, mezcla, retardación, absorción y otros.

Estos mecanismos son efectivos en lo que a contaminantes bacteriológicos se refiere, pero no tendrán la misma eficiencia frente a compuestos químicos perdurables. Por esta razón, se recomienda evitar el uso de productos agroquímicos en las áreas destinadas a un uso agrícola, sobre todo si esos terrenos se localizan aguas arriba y a corta distancia de fuentes de agua. En relación con el aspecto bacteriológico, se considera que se emplee en principio la normativa vigente (Ley Forestal) para guardar una distancia de protección a los pozos y manantiales. Casos individuales podrían analizarse de acuerdo con las condiciones específicas.

### 3.5.3 Geomorfología

La geomorfología es la ciencia que se encarga de estudiar las formas del terreno, describirlas y explicarlas de acuerdo a la litología y estructura que las sostienen, los procesos que han actuado en su modelado y las etapas que han sufrido en su evolución.

Las diferentes formas que se aprecian sobre la superficie terrestre son el resultado de la acción conjunta de factores endógenos como el tectonismo y el vulcanismo (geodinámica interna) con factores externos como el clima, acción antrópica y acción marina (geodinámica externa). Su interacción da como resultado una amplia gama de geoformas las cuales a su vez ofrecen diversidad de paisajes y condiciones específicas para su ocupación desde la perspectiva humana. De ahí que sea importante el estudio de las mismas en este tipo de proyectos de ordenación del territorio.

El estudio de este componente en la práctica de la planificación es relevante porque permite señalar los sitios más adecuados para el emplazamiento urbano e industrial, pues indica los sitios riesgosos, susceptibles a inundaciones e inestables.

Por lo anterior se presenta en este apartado una breve descripción del ámbito geomorfológico regional para posteriormente enfatizar en el análisis de aspectos más locales, referidos específicamente al cantón de Santa Ana.

#### 3.5.3.1 Caracterización Regional

La Depresión Tectónica Central Occidental se considera una cuenca tecto-volcánica por su origen asociado al de la Cordillera de Talamanca, Montes del Aguacate y al vulcanismo del Cuaternario. Está drenada por las aguas del Río Virilla y por sus numerosos afluentes que se sitúan principalmente en el pie de monte volcánico norte.

Las vertientes de esta depresión confluyen hacia una meseta volcánica conocida geológicamente como “lavas de intracañón”. Estas secciones o unidades geomórficas presentan contrastes importantes, según se expone en adelante.

#### 3.5.3.1.1 Meseta Volcánica

Es una vasta extensión que se eleva progresivamente de oeste a este, pasando de 500 a 1 000 m de altitud (entre el sector de confluencia de los ríos Grande y Virilla y el sector de San José, o sea, una distancia de 40 km). La parte superior de la planicie está constituida por ignimbritas, algunas coladas de andesitas y depósitos de lahares y lavas torrenciales (Bergoeing, J. P., 1998, p. 281)

De acuerdo con William (1952) y Echandi (1981) citados por Bergoeing (1998) la parte intermedia de la meseta está constituida por coladas basalto-andesíticas alternando con depósitos de ignimbritas.

Dicha meseta se encuentra cortada en el sector sur por el cañón del Río Virilla separándola de la vertiente sur de la Depresión Tectónica Central Occidental.

#### 3.5.3.1.2 Vertiente Norte

Emplazada en las faldas de la Cordillera Volcánica Central, está formada por lavas que alternan con cenizas, lahares y depósitos de vertientes, terminando en un escarpe importante al pie del cual se ha edificado las ciudades de Alajuela y Heredia (Madrigal, R. 1979, citado por ECOPLAN, 2003).

Aguas abajo de esta vertiente, el pie de monte entra en contacto con la meseta de lavas, mediante una serie de conos de deyección muy entallados y disectados por la erosión, y formados por depósitos de lahares y lavas torrenciales. El sector de contacto se

caracteriza por un escarpe de falla este-oeste que entalla las coladas volcánicas basalto-andesíticas de la base de los conos modernos (Bergoeing, J. P., 1998).

De acuerdo con lo que plantea Bergoeing (1998), el pie de monte volcánico ha sido deforestado de manera sistemática por el hombre desde el siglo anterior. Según afirma, esto ha contribuido a aumentar los efectos de reptación de los suelos, de deslizamiento en masa y de cicatrices de desprendimiento.

#### 3.5.3.1.3 Vertiente Sur

Esta unidad es la de mayor interés pues en ella se localiza el área de estudio. Contrasta con la vertiente norte tanto por su morfología como por la diversidad litológica. Son montañas bajas muy entalladas por la erosión y casi completamente deforestadas. De acuerdo con Bergoeing (1998) esta vertiente puede subdividirse en tres sectores en función de su litología y de su modelado:

- **Sector Este, entre la Carpintera y Escazú**

Se trata de un sistema de colinas sedimentarias del terciario. Son la prolongación de la cordillera La Carpintera. Este sistema plegado se sitúa al sur de San José. El contacto con los cañones fluviales afluentes del Virilla se establece por la extensión de potentes conos glacis coalescentes (Rojas, 1978 citado por Bergoeing, 1998). Son probablemente el resultado de crisis climáticas repetidas. Durante la estación lluviosa son muy activos inundando vastos sectores urbanizados en forma precaria y donde hay una fuerte densidad de población.

- **Sector Escazú – Santa Ana**

Éste es el sector central del contacto sur entre la vertiente sur de la depresión tectónica central y la meseta volcánica descrita anteriormente. La parte más elevada está

representada por los Cerros de Escazú, constituidos en su mayoría por granodioritas. Las vertientes de este sector se componen fundamentalmente de granodioritas, monzo – gabros y rocas volcánicas y sedimentarias del terciario medio. Las rocas intrusivas, muy alteradas en superficie, favorecen una acción fuerte de la erosión. Esto se traduce en una serie de deslizamientos en masa de terrenos, ayudados por la tectónica y la actividad sísmica. Un ejemplo de ello se tiene en el Alto Tapezco en la vertiente oeste.

El contacto entre las granodioritas y las areniscas de la formación Pacacua ha dado, por metamorfismo de contacto, nacimiento a cornubianitas que se destituyen bajo el efecto de una fuerte actividad química y por gravedad. La cumbre está constituida por cornisas de 20 a 40 m y en esa base se escalonan conos de derrubio y coluvios. Los ríos que descienden por estas fuertes pendientes se expanden en el sector de Santa Ana y crean un vasto cono de deyección el cual progresa hacia abajo hasta ser cortado por el cañón del Río Virilla (Bergoeing, J. P., 1998).

- **Sector del Río Jarís**

Caracterizado por la presencia del Río Jarís, afluente poco importante del Virilla, pero que entalla una falla de cizalla que separa las unidades sedimentarias (formación Térraba) de las unidades volcánicas (formación Aguacate).

#### 3.5.3.1.4 Vertiente Oeste

Esta unidad se halla separada de la meseta volcánica por la imponente presencia del cañón del Río Grande. Se encuentra formada por material volcánico de la formación Aguacate. Su parte noroeste está representada por la caldera de Palmares que tiene un diámetro de 4 a 6 km.

**MAPA 3.7 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL**

### 3.5.3.2 Caracterización Local

Ubicado en la vertiente sur de la Depresión Tectónica Central Occidental, específicamente en el sector central de dicha vertiente denominado por Bergoeing (1998) como sector Escazú – Santa Ana, se encuentra el cantón de Santa Ana.

La morfología de esta área está íntimamente ligada a la geodinámica interna, evidenciada por la estructura geológica, y a la geodinámica externa. Constituye un territorio bastante complejo en el que se manifiestan condiciones de contacto entre los materiales sedimentarios marinos del Terciario, solevantados, plegados, afallados e intruidos, con materiales volcánicos de dos épocas; un vulcanismo terciario (Formación Aguacate) y un vulcanismo Plio-Pleistocénico propio de la Cordillera Volcánica Central (Aguilar, H. 1977).

Con base en lo expuesto por este autor, se distinguen cinco unidades geomórficas principales:

#### 3.5.3.2.1 Cañón del Río Virilla

Esta unidad se debe a la acción erosiva del Río Virilla que fluye a través de las coladas de lava del Plioceno y a través de la zona de contacto entre los materiales sedimentarios del Terciario y los volcánicos Plio-Pleistocénicos. El río ha cortado las densas coladas de lava, formado gargantas y cañones en algunas secciones de su cauce.

La unidad se localiza en el límite norte del cantón y presenta laderas casi verticales, que alcanzan en ocasiones alturas superiores a los 100 metros. En el cañón se pueden apreciar afloramientos de los materiales sedimentarios y de los volcánicos.



**Ilustración 3.8. Sección del cañón del Río Virilla en el sector de Las Mesas de Brasil. Se presentan paredes casi verticales de gran altura con exposición de material sedimentario y volcánico.  
02- octubre – 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visita de campo en julio del 2005

#### 3.5.3.2.2 Planicie Ignimbrítico – Aluvional

La sección norte del cantón de Santa Ana está dominada por una gran planicie que tiene una pendiente media de 5% orientada hacia el noroeste. El origen de esta planicie está directamente ligado a la historia geológica de la Depresión Tectónica Central; corresponde a una zona de hundimiento que posteriormente fue colmatada por materiales volcánicos (tobas, piroclastos, cenizas) y fluvio – aluvionales.

La planicie también ha sido influida por la acción del Río Uruca formando en ella una subunidad denominada abanico aluvial o cono de deyección de Santa Ana. Dicha subunidad es producto de la geodinámica externa manifiesta a través de los activos procesos de erosión y depositación fluvial. Para Bergoeing (1998) el cono de deyección del valle de Santa Ana es interesante puesto que nos enseña un poco más sobre el pasado de este sector. Tal como lo afirma este autor, la ciudad de Santa Ana, durante las

lluvias torrenciales excepcionales, sufre inundaciones ya que los ríos se vuelven muy caudalosos y pueden transportar bloques de piedra hasta incluso gruesos troncos de árboles.

#### 3.5.3.2.3 Lomeríos Sedimentarios

Se trata de un conjunto de plegamientos (lomas) colaterales al Intrusivo de Escazú con dirección S-N ubicadas en el límite Este del cantón. Estos plegamientos que sirven de interfluvio occidental a la cuenca del Río Uruca, se presentan como una sucesión de cerros o lomas de variable altitud entre los que destacan el Cerro Real de Pereira, Cerro Coyote, Cerro Palomas, Alto Palomas, Alto, Raicero, Alto Granadilla, Alto Tapezco y Cerro Bandera.

Las laderas occidentales de estos cerros, las cuales forman parte del territorio santaneño, presentan un fuerte gradiente con pendientes arriba del 15%, llegando incluso en algunos sectores a ser superiores al 60%.

Esta unidad corresponde a la formación Pacacua, cubierta hacia los flancos bajos de las laderas por ignimbritas recientes. Dentro de las rocas se encuentran areniscas tobáceas muy meteorizadas y algo afectadas por la acción hidrotermal de intrusiones locales. Es frecuente la presencia de zonas muy arcillificadas que tienen problemas de estabilidad por lo que se debe tener precaución al urbanizar estos sitios, especialmente si presentan pendientes fuertes. Su forma se ha originado por la acción que la erosión ha ejercido sobre rocas volcánico – sedimentarias de la citada formación, afectadas por distintos grados de efectos intrusivos.

Las condiciones anteriores han dado lugar a la formación de una subunidad manifiesta por el deslizamiento del Alto de Tapezco, el cual se encuentra en un sector al sureste del poblado Matinilla. Se caracteriza por una marcada cicatriz en la parte superior donde se inicia el movimiento de tierras, grietas longitudinales siguiendo aproximadamente curvas

de nivel y que generalmente marcó diferencias de relieve, terracitas, e irregularidades en forma de montículos y depresiones. Los desplazamientos verticales son en algunos sitios de siete metros, producto del hundimiento del terreno.

Las rocas de esta subunidad corresponden a la formación Pacacua encontrándose areniscas, conglomerados y lutitas; todo en un alto grado de meteorización. El origen de este deslizamiento está en una capa arcillosa, que se encuentra en algunos lugares a profundidades de diez metros y en otros a veinte metros. La alta humedad dentro de estas rocas es factor primordial que favorece el movimiento de la masa del terreno.<sup>2</sup>

**Ilustración 3.9. Detrás de la ciudad de Santa Ana se observa la unidad de lomerío sedimentario. Sobre ésta, cerca del cerro Real de Pereira, se ha edificado el condominio Eco-Residencial.  
02 - Octubre – 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visita de campo en julio del 2005

---

<sup>2</sup> Tomado de <http://www.santaana.go.cr/informaciongeneral-datos.shtml> Consultado el 05 de julio de 2005.

#### 3.5.3.2.4 Intrusivo de Escazú

El marco geomórfico del sector sur del cantón está dominado por la unidad conocida como Intrusivo de Escazú. Está formada por cerros de origen sedimentario – marino, sollevantados, plegados, fallados e intruidos. Se caracteriza por presentar laderas de fuerte pendiente, las divisorias son redondeadas pero muy escarpadas.

Esta unidad se compone propiamente de rocas ígneas intrusivas y volcánicas con escamas o intercalaciones de sedimentos, las cuales en superficie se encuentran muy meteorizadas lo que provoca el desprendimiento de las mismas. Se observan evidencias de la acción hidrotermal y neumatolítica a consecuencia de la vecindad en el subsuelo de masas intrusivas, manifestadas con calinización de las rocas, hilillos de sílice y silicificación en general.

#### 3.5.3.2.5 Anticlinal de Pacacua

Esta unidad domina el límite oeste del cantón y está determinada geomorfológicamente por el Anticlinal de Pacacua. Corresponde a una topografía elevada con pendientes bastante fuertes.

El eje del anticlinal se orienta con una dirección SE – NW del cerro Pacacua, bajando con una pendiente de unos 25°. El flanco sur del anticlinal fue destruido por el Intrusivo de Escazú y el flanco norte se sumerge por debajo de los materiales volcánicos del Plio – Pleistoceno (Cordillera Volcánica Central).

**MAPA 3.8 GEOMORFOLOGÍA LOCAL**

#### **3.5.4 Análisis de Pendientes**

Con base en la clasificación de pendientes propuesta por Sheng (1982) para países tropicales montañosos como Costa Rica, se ha elaborado para el cantón de Santa Ana un mapa de pendientes que muestra las distintas categorías de relieve según la descripción brindada por este autor.

De acuerdo con los resultados obtenidos se tiene que la mayor extensión corresponde a un relieve que va desde plano hasta ondulado representado principalmente por el abanico aluvial de Santa Ana. Esta unidad de relieve es especialmente importante ya que reúne condiciones topográficas óptimas para el desarrollo urbano.

En el extremo opuesto y ocupando el segundo lugar en extensión, se encuentra la categoría de relieve montañoso con pendientes que superan el 60%. Esta condición de contraste es relevante para el proceso de planificación, porque además, se trata de unidades de relieve con una distribución espacial bien definida: relieve plano-ondulado al norte y noroeste, relieve montañoso al sur, suroeste y sureste del territorio.

La distribución porcentual de cada una de las categorías de pendiente definidas para este estudio se muestra en el cuadro 3.7. La distribución espacial de las mismas puede apreciarse sobre el mapa 3.9.

**Cuadro 3.7: Distribución Porcentual de las Categorías de Pendiente Según la Clasificación de Sheng.  
02 – octubre - 2005**

<b>PENDIENTE</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>ÁREA (ha)</b>	<b>%</b>
0 - 12%	Plano hasta Ondulado	2 079,2	33,9
12 - 25%	Muy Ondulado	647,3	10,6
25 - 40%	Ligeramente Escarpado	1 351,7	22,1
40 - 50%	Escarpado	83,7	1,4
50 - 60%	Muy Escarpado	2,9	0,1
> 60%	Montañoso	1 963,6	32,0
<b>TOTAL</b>		<b>6 128,43</b>	<b>100,0</b>

**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según el IGN, Hojas topográficas escala 1:10 000. CENIGA, Cartografía digital escala 1:25 000

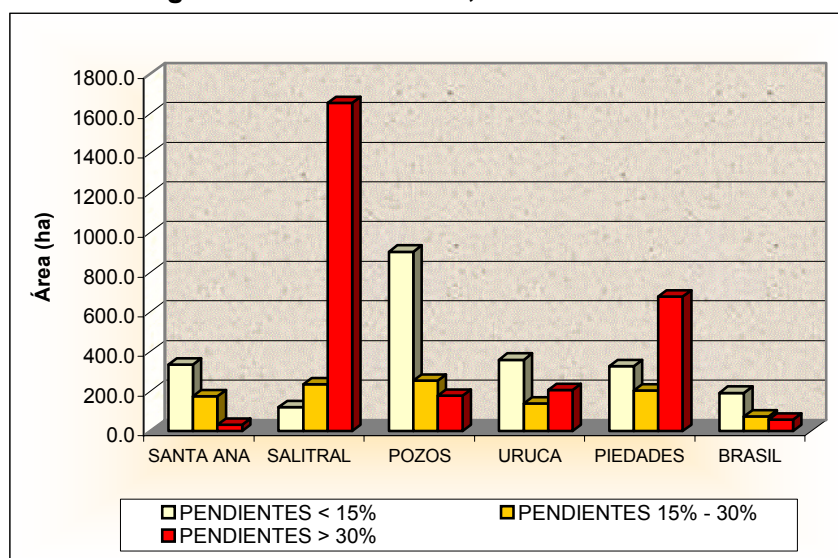
Considerando las disposiciones del Código Urbano, específicamente lo que dicta el Reglamento para el Control Nacional de Fraccionamiento y Urbanizaciones en su sección III.3.2.9, se generó otra clasificación del mapa de pendientes con base en los criterios que allí se establecen. El análisis se efectuó a nivel de distrito lo que permite comparar espacialmente las posibilidades topográficas de aprovechamiento urbano que presentan estas unidades administrativas. Según este reglamento en terrenos mayores al 15% de pendiente se tiene que presentar estudios preliminares de suelos y terraceo para determinar el tamaño de los lotes y sus taludes. Además indica que en terrenos con pendientes superiores al 30% se deberá presentar el estudio respectivo de estabilidad del terreno para tal efecto (Moisés Solano: Código Urbano, p. 70). Según afirma el experto Luis Guillermo Brenes (2005) “todos aquellos terrenos con pendientes superiores al 30% presentan potencialmente cierto grado de inestabilidad”.

Con base en estos criterios y los resultados obtenidos, se demuestra que Pozos es el distrito que presenta menos restricciones de carácter topográfico, y por tanto, mayores posibilidades para la expansión urbana de mayor densidad. No obstante, tal como se revisará más adelante, este distrito posee una tendencia de ocupación urbana de tipo

residencial que se caracteriza en algunos sectores por ser de baja densidad, pero que aún cuenta con espacio suficiente para albergar el desarrollo urbano futuro del cantón de Santa Ana, ya que el distrito central, aunque ocupa el segundo lugar con condiciones óptimas de pendiente, no ostenta suficiente espacio disponible para tal fin. Caso contrario ocurre con el distrito Salitral, el cual contiene la mayor extensión de terrenos con condiciones topográficas adversas para el emplazamiento urbano. Adicionalmente cabe recordar que debido a las fuertes pendientes asociadas a otros factores de carácter litológico, en este distrito se presentan procesos de remoción en masa importantes. A pesar de eso, es notorio el crecimiento urbano que ha tenido este distrito en los últimos años, pasando de 32,93 ha en 1992 a 83,4 ha en el año 2005, para un crecimiento del 153,3%, ocupándose el poco espacio disponible, precisamente sobre el relleno aluvial del Río Uruca, exponiéndose la población a riesgos de carácter natural producto de inundaciones, avenidas torrenciales y deslizamientos.

En el gráfico 3.1 se presenta la distribución en hectáreas de las categorías de pendiente según criterios urbanos por distrito.

**Gráfico 3.1: Distribución de las Categorías de Pendiente por Distrito Según Criterios Urbanos, 02- octubre - 2005**



**Fuente:** Ecoplan Ltda., según el IGN, Hojas topográficas escala 1:10 000. CENIGA, Cartografía digital escala 1:25 000



MAPA 3.9 PENDIENTES ÁREA DE ESTUDIO

### 3.5.5 Hidrografía

#### 3.5.5.1 Caracterización Regional

La Depresión Tectónica Central Occidental está conformada fundamentalmente por dos cuencas hidrográficas pertenecientes a la Vertiente Pacífica: Cuenca del Río Virilla y Cuenca del Río Grande. La primera ocupa la sección sur y este de dicha depresión y la segunda se localiza en la sección norte y oeste de esta depresión tectónica. La confluencia de ambos ríos da origen al Río Grande de Tárcoles y sus cuencas constituyen la parte alta de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles cuyos afluentes drenan toda la Depresión Tectónica Central Occidental del país.

El Río Virilla, principal colector de aguas de las ciudades San José, Heredia y Alajuela, presenta altos niveles de contaminación producto de la descarga de residuos sólidos y líquidos que generan las distintas actividades económicas que se dan en esta región<sup>3</sup>.

Este río constituye el límite noroeste del cantón de Santa Ana y por consiguiente la población de este territorio mantiene una responsabilidad compartida con el resto de la población de la Depresión Tectónica Central Occidental sobre las condiciones ambientales de este río.

Al respecto es importante considerar en la propuesta de plan regulador, elementos y condiciones de restricción y aprovechamiento del recurso suelo que ayuden a controlar y disminuir la contaminación de este importante río. Algunas acciones inmediatas pertinentes son por ejemplo detener el crecimiento urbano que se da prácticamente sobre el cauce o en el área de protección de algunos afluentes que recorren el cantón de Santa Ana; también es prioritario la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario ya que

---

<sup>3</sup> Para ampliar detalles sobre este tema verifíquese la dirección electrónica [http://www.nacion.com/ln\\_ee/2005/septiembre/09/pais1.html](http://www.nacion.com/ln_ee/2005/septiembre/09/pais1.html). Consultada el 02 de noviembre de 2005.

las densidades de ocupación actuales no permiten una disposición adecuada de las aguas residuales.

El Río Virilla es un recurso natural que forma parte del territorio santaneño, y como tal podría ser aprovechado racionalmente para actividades recreativas y/o turísticas.

MAPA 3.10 HIDROGRAFÍA REGIONAL

### 3.5.5.2 Caracterización Local

#### 3.5.5.2.1 Cuencas Hidrográficas

De acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior, el cantón de Santa Ana forma parte de la cuenca del Río Virilla. Pero, internamente este territorio es drenado casi en forma completa (90,3%) por la cuenca del Río Uruca, que a su vez es una subcuenca del Río Virilla. La cuenca del Río Uruca posee un área de 55,49 km<sup>2</sup>. La red de drenaje o avenamiento alcanza, según la cartografía del CENIGA a escala 1:25 000, una longitud de 302,5 km. La relación entre estos dos valores nos permite obtener la densidad de drenaje que se calcula dividiendo la longitud total de los cauces entre el área de la cuenca. Para esta cuenca dicho índice alcanza un valor de 5,45 km/km<sup>2</sup>. Saborío (1977), basándose en una clasificación hecha por Strahler la ubica como una cuenca con densidad de drenaje intermedia, de baja a media densidad.

Respecto al Río Uruca, éste nace en los Cerros de Escazú y desciende por fuertes pendientes en forma encajonada a lo largo de un valle en “v” hasta alcanzar la planicie ignimbrítica donde se ubica el abanico aluvional de Santa Ana que él mismo ha formado. La orientación de los ríos de esta cuenca está determinada por la estructura geológica, siguiendo la mayor parte de ellos una dirección SE-NW que coincide con la pendiente general de la cuenca. Estos ríos aprovechan planos de falla para discurrir, los cuales han sido ampliados por erosión lateral y de fondo (Aguilar, H, 1977, p. 20). De acuerdo con Aguilar (1977), los afluentes del Río Uruca descienden de los lomeríos sedimentarios del Este, del Intrusivo de Escazú y del Anticlinal de Pacacua. Atraviesan gargantas y cañones de laderas bastante pronunciadas presentando angostos depósitos de aluviones que forman terrazas. Estos tributarios atraviesan la planicie ignimbrítico – aluvional para avenar posteriormente en el colector principal. Según este mismo autor, el patrón de drenaje se puede clasificar como un patrón de tipo paralelo determinado por fallas secundarias, en el que los ríos principales corren por planos de fallas. Tal es el caso del Río Oro, Uruca, Carañas y Quebrada Canoas.

Los principales tributarios del Río Uruca son los ríos Oro, Corrogres y la Quebrada Cruz. Cada uno de ellos forma una microcuenca cuya demarcación se hizo a partir de la confluencia con el colector principal. La delimitación respectiva puede ser verificada en el mapa 3.10. En el cuadro 3.8 se presentan los principales tributarios de cada una de estas microcuencas.

**Cuadro 3.8: Hidrografía de la Cuenca del Río Uruca**

02 – octubre - 2005

Microcuenca Río Uruca	Microcuenca Río Corrogres	Microcuenca Río Oro	Microcuenca Quebrada Cruz
Río Uruca	Río Corrogres	Río Oro	Queb. Cruz
Queb. Azul	Queb. Cabañas	Río Caraña	Queb. Cedral
Queb. Canoa	Queb. Coyote	Queb. Caraña	Queb. San
Queb. Cañón	Queb. Lajas	Queb. Guapinol	Marcos
Queb. Chirracal	Queb. Palomas	Queb. Huitite	
Queb. Cubillo	Queb. Perico		
Queb. Navajas	Queb. Rodríguez		
Queb. Pilas			
Queb. Pitier			
Queb. Pozón			
Queb.			
Quebradilla			
Queb. Tapezco			

**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según el IGN, Hojas Topográficas Oficiales a escala 1:10 000 y 1:50 000

Algunas porciones del cantón, específicamente en el sector norte y noroeste, no pertenecen a la cuenca del Río Uruca. Se trata por ejemplo de la microcuenca de la quebrada Muerte, en el extremo noroeste, que tiene una vertiente dentro de territorio santaneño, específicamente en el distrito Brasil. El cauce principal de esta quebrada es límite natural entre Santa Ana y el cantón de Mora.

Los drenes localizados en una franja territorial que va desde la confluencia del Río Uruca con el Río Virilla y hasta Puente de Mulas, desaguan directamente en el Río Virilla. El cañón que forma este río es límite natural entre Santa Ana y los cantones de Alajuela y Belén.

**Cuadro 3.9: Hidrografía del Sector Norte y Noroeste  
Cantón de Santa Ana (Fuera de la Cuenca del Río Uruca).  
02 – octubre – 2005**

**Ríos y Quebradas**

Río Virilla  
Quebrada El Cangrejal  
Quebrada La Máquina  
Quebrada La Cal  
Quebrada Pizoteco  
Quebrada Los Albinos  
Quebrada Cariblanco  
Quebrada Perlas  
Quebrada de la Muerte

**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según el IGN, Hojas Topográficas Oficiales a escala 1:10 000 y 1:50 000

3.5.5.2.2 Aprovechamiento

La mayoría de los ríos y quebradas son utilizados en las partes altas para riego de cultivos, por ejemplo, en Matinilla y Salitral se utilizan las aguas del Río Uruca para la irrigación de hortalizas y granos básicos.

Pero más importante es la utilización del recurso hídrico para abastecer de agua potable a la población de Santa Ana. Este elemento es razón suficiente para que los habitantes de este cantón procuren el fortalecimiento y conservación de la Zona Protectora Cerros de Escazú. Actualmente existe una enorme presión agrícola y urbana sobre esta categoría de manejo, que ha visto reducida su cobertura boscosa para dar lugar a pastos y otros cultivos permanentes como el café.

Por otro lado, el avance urbanístico que se presenta a lo largo del Río Uruca y en otros afluentes importantes, se caracteriza por la ocupación de espacios pertenecientes al lecho fluvial de los ríos, irrespetándose visiblemente la zona de protección que dicta la ley

forestal. Esta situación se convierte en un grave problema ya que los drenes son utilizados como depósitos de aguas servidas y desechos sólidos, con lo cual se contaminan sus aguas y con ello se reducen las posibilidades de aprovechamiento para otros usos.

**Ilustración 3.10. Parte del Cauze del Río Uruca cerca de Salitral, cargado con desechos sólidos y aguas servidas provenientes de las viviendas próximas al río.  
02 – octubre - 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visitas de campo en junio – setiembre 2005.

Tal como lo reitera Sánchez, et. al. (2002), en el caso del Río Uruca, su agua se utiliza para abastecer a la población de Matinilla y Salitral mediante distribución a partir de tanques de abastecimiento, y tanques de tratamiento de Acueductos y Alcantarillados. En la parte alta y parte de la media alta, se utiliza para regar cultivos. Las zonas altas aún conservan algo de pureza en el agua. En las zonas medias y bajas se inicia la contaminación con desechos de cultivos, desechos de cría de animales, aguas servidas, desechos sólidos y otros.<sup>4</sup> Algunos de estos ríos y quebradas presentan en su recorrido caídas de agua las cuales podrían ser explotadas como un atractivo turístico adicional a los que ya ofrece este cantón. Sin embargo, la persistencia de un desarrollo desordenado pone en peligro este potencial de aprovechamiento.

---

<sup>4</sup> Olga Sánchez et. al.: Diagnóstico Cantonal y de Gestión Municipal Santa Ana.



**Ilustración 3.11: Caída de Agua en las partes Altas del Cantón.  
02 – octubre – 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visitas de campo en junio – setiembre 2005.

**Cuadro 3.10: Caídas de Agua de la Red Hidrográfica Cantón Santa Ana.  
02 – noviembre - 2005**

---

**Caídas de Agua**

Salto La Cal  
Salto Lázares  
Cascada del Perico  
Catarata del Río Uruca  
Salto de la Peña  
Salto de la Petronila  
Salto del Aguacate  
Catarata El Brasil

**Fuente:** Tomado de <http://www.santaana.go.cr/informaciongeneral-datos.shtml>  
Consultado el 05 de julio de 2005.

**MAPA 3.11 HIDROGRAFÍA LOCAL**

### 3.5.6 Clima

Conocer y comprender las características del clima de un espacio geográfico, es una labor muy importante, ya que se constituye en una herramienta para la planificación de las actividades socioeconómicas de dicho espacio. Así, determinar el tipo de régimen pluviométrico, es decir el comportamiento de las lluvias en el año, es fundamental para la planificación de las labores agrícolas. Igual ocurre con cualquiera de los otros elementos meteorológicos como la temperatura, el brillo solar y otros, sea para buscar cultivos que resisten las condiciones, o bien, que necesiten de ellas para su pleno desarrollo.

Pero no sólo en las labores propias de la agricultura es necesario, sino en otras actividades, por ejemplo para los ingenieros, o arquitectos en los diseños de vivienda o infraestructura, para recrear o diseñar espacios en que se aprovechen las características de los elementos meteorológicos, o bien, para los profesionales en turismo, para promocionar sitios según temporadas o tipos de actividades. Lo anterior permite comprender con más claridad la importancia del estudio de esta variable en un proyecto de planificación del uso del suelo.

#### 3.5.6.1 Caracterización Regional

En Costa Rica la variación altitudinal es un factor climático determinante. A partir de ella se han definido cinco regiones climáticas, dos en la Vertiente Caribe y tres en la Vertiente Pacífica. A esta última pertenece la Región Climática Valle Central de la cual forma parte la Depresión Tectónica Central Occidental.

El clima de la Depresión Tectónica Central se clasifica como húmedo y de acuerdo con Herrera (1985) presenta cuatro variaciones espacialmente diferenciadas: subhúmedo seco; subhúmedo húmedo; húmedo; muy húmedo.

Los factores que determinan las condiciones climáticas de esta región son principalmente la posición latitudinal y la condición ístmica del país, el rango altitudinal en el que se ubica, el sistema orográfico que la delimita así como las variaciones en la circulación general de la atmósfera en medios tropicales debido al movimiento rotacional y traslacional de la Tierra.

Dichos factores alteran los elementos climáticos de esta región produciendo condiciones particulares según se explica a continuación.

#### 3.5.6.1.1 Precipitación

Este elemento define para la Depresión Tectónica Central dos épocas bien definidas: una época seca y una época lluviosa. La primera se prolonga desde el mes de diciembre hasta abril, destacando enero y febrero como los meses más secos con valores promedio de 9,1 mm y 5,4 mm respectivamente (Valerio y Vega, 2002).

Durante el mes de mayo se da un incremento significativo en las precipitaciones, marcando el inicio de la época lluviosa que se extiende hasta noviembre. Un período relativamente seco se presenta generalmente a inicios de la tercera semana de junio y hasta principios del mes de agosto. Éste puede dividirse en tres partes: “El Veranillo de San Juan” que abarca la segunda mitad del mes de junio; la “Primera Canícula”, que se presenta en julio; la “Segunda Canícula”, que se da a principios de agosto. Esta disminución de las lluvias es producto de la sucesión de los vientos Alisios y Oestes Ecuatoriales dándose una ligera predominancia de los primeros, generando condiciones relativamente secas (ECOPLAN LTDA, 2003).

De acuerdo con Valerio y Vega (2002), el mes más lluvioso es octubre con un promedio de 326 mm según registros de la estación meteorológica San José. ECOPLAN LTDA (2003) señala que en la Depresión Tectónica Central ocurren precipitaciones promedio anuales

que oscilan entre 1 200 mm y 2 200 mm, además indica que durante la época lluviosa se concentra el 90% de la precipitación total anual.

#### 3.5.6.1.2 Temperatura

Tomando como referencia los registros de temperatura de la estación meteorológica San José, se tiene que la Depresión Tectónica Central Occidental alcanza un valor promedio anual de 20,6 °C con una fluctuación térmica que no sobrepasa los 2,5 °C. De acuerdo con los datos históricos mensuales de dicha estación los meses más fríos corresponden a diciembre y enero. Mayo es el mes que reporta valores promedio de temperatura más altos (Valerio y Vega, 2002).

#### 3.5.6.1.3 Vientos

La Depresión Tectónica Central Occidental es afectada por dos sistemas sinópticos de vientos: los vientos alisios del noreste y los vientos oestes ecuatoriales. La influencia de los primeros define la época seca, mientras que los otros son los responsables de la época lluviosa a lo largo de toda la vertiente Pacífica del país a la cual pertenece el área en mención.

Los vientos alisios del noreste incursionan a la Depresión Tectónica Central Occidental por el paso intermontano La Palma, localizado entre los volcanes Barva e Irazú. Su influencia se da en el país a lo largo de todo el año con velocidades máximas de hasta 44 km/h, principalmente durante la época seca que ellos mismos producen (Ramírez, 1983).

Sin embargo, cuando la Zona de Convergencia Intertropical alcanza las latitudes medias de Costa Rica, la intensidad de estos vientos disminuye, y entonces los vientos oestes ecuatoriales pasan a ser dominantes, penetrando con dirección suroeste cargados de abundante humedad, produciendo a barlovento lluvias abundantes y torrenciales por las

tardes y primeras horas de la noche. Las mañanas se presentan sin lluvias y con nublados parciales (ECOPLAN LTDA, 2003).

Durante este período lluvioso se forman sistemas convectivos que aportan lluvias torrenciales de corta duración.

Otro sistema de vientos que afecta esta región, pero esta vez de origen local, son las brisas marinas provenientes del Océano Pacífico que incursionan a la Depresión Tectónica Central Occidental penetrando por la cuenca del Río Grande de Tárcoles, produciendo lluvias esporádicas principalmente en horas de la tarde. Estas brisas modifican el clima regional generando un microclima local de mayor confort por la sensación de frescura que se percibe en el ambiente.

#### 3.5.6.1.4 Brillo Solar

Este elemento climático se halla directamente relacionado con la presencia o ausencia de nubosidad. En ese sentido se tiene que los valores promedio de brillo solar para la Depresión Tectónica Central Occidental se ven considerablemente reducidos durante la época lluviosa ya que aumenta la formación de nubes. Los valores promedio anuales oscilan desde tres horas diarias en el sector este de la depresión (Coronado, Moravia y San Isidro de Heredia) y van aumentando gradualmente hacia el oeste en partes de San José, Escazú, Santa Ana, Mora, Alajuela y Grecia.

MAPA 3.12 CLIMATOLOGÍA REGIONAL

### 3.5.6.2 Caracterización Local

Las características climáticas del territorio santaneño no son diferentes a las condiciones ya expuestas para su área de influencia, la Depresión Tectónica Central Occidental. Sin embargo, es posible encontrar algunas variaciones mínimas especialmente en los valores promedio de algunos de los elementos climáticos como la precipitación y la temperatura. Para describir estas dos variables se han considerado los registros de tres estaciones meteorológicas ubicadas dentro del cantón. La primera de ellas corresponde a la estación Santa Ana (Lornesa) situada a una altitud de 909 msnm, que posee un período de registro de precipitación de 47 años que va desde 1941 hasta 1988. La temperatura también ha sido registrada por esta estación, sin embargo, en este caso el período es menor y va de 1970 a 1988. La estación Salitral a una altitud de 1 100 msnm, con registros de precipitación para el período 1964-1986. La otra estación es Matinilla, que a una altitud de 1 240 msnm, ha registrado datos únicamente de precipitación durante el período 1973-1995.

#### 3.5.6.2.1 Precipitación

Al igual que toda la vertiente Pacífica del país, este territorio se caracteriza por tener una época seca entre diciembre y abril, y una época lluviosa de mayo a noviembre, producto de la interacción entre los vientos alisios y los vientos oestes ecuatoriales. Con base en los registros de las estaciones mencionadas, la precipitación promedio anual del área de estudio es de 1 755,5 mm. Los meses que presentan mayor precipitación son setiembre, octubre y noviembre, mientras que febrero y marzo son los meses que poseen los valores pluviales más bajos (Aguilar, H., 1977). De acuerdo con Aguilar (1977) de esos datos se desprende que Santa Ana corresponde a un clima tropical con estación seca en el invierno hemisférico, y que por tanto, partiendo de la clasificación de Köppen-Geiger (1953) se puede definir como un clima tropical húmedo seco.



Para Morales (1976) citado por Saborío, F. (1977), el área de Santa Ana es relativamente más seca que la áreas aledañas, además, la época seca es bastante prolongada. Por ello se encontrará un menor volumen anual de lluvias. La incidencia estacional de las precipitaciones constituye un factor determinante para el desarrollo de múltiples actividades de uso de la tierra. Pero, en Santa Ana esta condición también representa la activación periódica de procesos naturales que se convierten en amenaza, como lo son los procesos de remoción en masa, principalmente en el distrito Salitral. La precipitación como tal es un agente erosivo muy importante. En Santa Ana esta tarea es facilitada primero por las características geológicas de la parte sur del cantón, pero más importante aún, por el tipo de uso de la tierra que prevalece en las laderas de fuerte pendiente, donde el bosque fue removido para dar paso a cultivos agrícolas y pastos.

Saborío (1977) afirma que “los meses de precipitación escasa hacen que la superficie de los suelos se poliganicen profundamente al estar desprovistos casi totalmente de vegetación arbórea. Como consecuencia en la estación lluviosa los ríos arrastran sedimentos finos como se observó en el Río Uruca”.

Por otro lado, según Mora (1981), “la precipitación en la parte alta de la cuenca, especialmente en la parte suroeste, ha de ser mayor que en la parte baja, por la presencia de un alto grado de nubosidad aún en la época seca. Se supone que ahí también se presenta la condensación directa o precipitación horizontal”. Sánchez, et. al. (2002) reitera que “los cerros atraen las lluvias por lo que la época lluviosa es muy pronunciada, es decir con mucha precipitación”. Partiendo de la afirmación anterior, el sector que hoy comprende la Zona Protectora Cerros de Escazú es un importante generador de recurso hídrico, con el cual se alimentan tanto los cursos fluviales como las reservas de agua subterránea del cantón. Esta es una fortaleza que los santaneños deben saber aprovechar y administrar adecuadamente para garantizarse la dotación futura del recurso que actualmente utilizan para consumo humano. Sin embargo, esta posibilidad se puede ver truncada si se continúa con la remoción de la cubierta vegetal natural de este sector.

Con la aplicación de una herramienta como lo es el plan regulador, se tiene la oportunidad de controlar tanto el proceso gradual de pérdida del recurso suelo como la disminución en la producción de recurso hídrico, en donde la precipitación es el agente principal en cada uno de estos procesos.

#### 3.5.6.2.2 Temperatura

De acuerdo con registros de la estación meteorológica Santa Ana<sup>5</sup>, la temperatura del cantón oscila entre 18,1 °C como mínima y 28,9 °C como máxima para un promedio anual de 23,5 °C. Aguilar (1977) propone que para las zonas altas (Cerros de Escazú, Pacacua, Tapezco) ese valor promedio se extrapole de acuerdo con el gradiente vertical de temperatura, que corresponde a un descenso de 0,6 °C por cada 100 m de altitud. Siguiendo este procedimiento se tendría para el sector de Pabellón, Matinilla y Alto Granadilla una temperatura media anual de 19,9 °C, 21,2 °C, 19,2 °C respectivamente.

En términos generales la temperatura en Santa Ana, a excepción de las partes altas, es más elevada que la media anual para la Depresión Tectónica Central Occidental. Internamente la variación que se da debido al gradiente vertical posibilita desde el punto de vista agrícola el desarrollo de diversos cultivos. Por ejemplo, hacia el sector de Salitral se desarrollan cultivos como el café, la cebolla y otras hortalizas. En la parte baja se dan las condiciones de temperatura requeridas por cultivos como los cítricos, actividad que en el año 2001 abarcaba un total de 217 hectáreas en todo el cantón (MAG/BNCR, 2002).

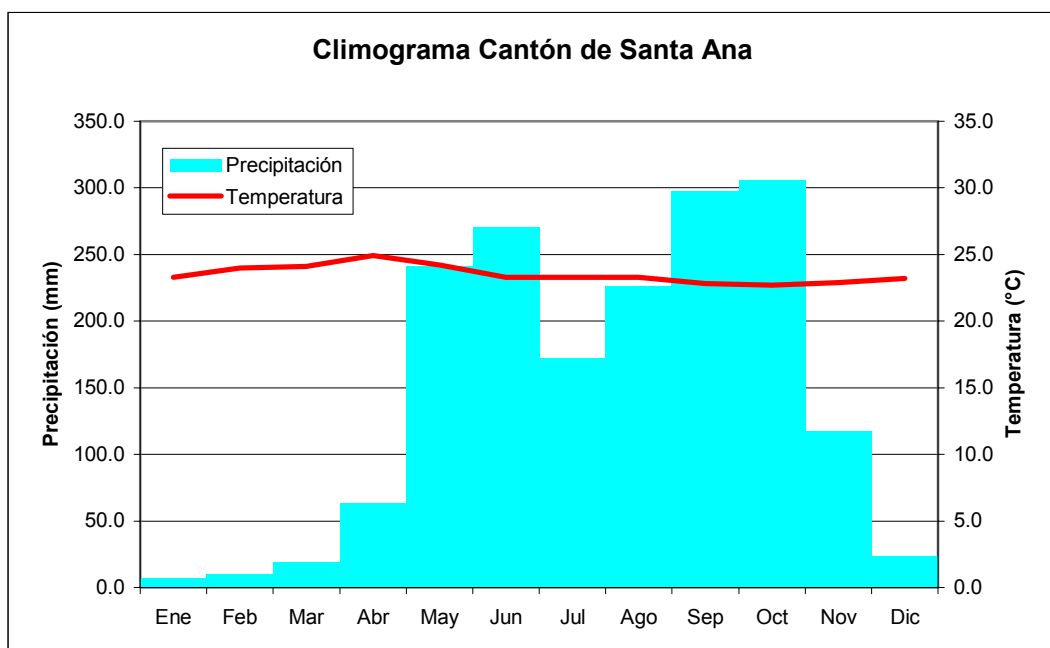
A pesar de estas condiciones favorables para la actividad agrícola, Santa Ana es un cantón en el que se dan una serie de presiones que tienden hacia otro tipo de actividades: residencia, comercio, servicios. Esta condición ha incrementado el precio de la tierra lo cual resulta atractivo para los agricultores quienes deciden vender y abandonar la actividad.

---

<sup>5</sup> Esta es la única estación meteorológica dentro del cantón que registra este elemento climático.

En el siguiente gráfico se muestra la precipitación media del cantón con base en los registros de las tres estaciones meteorológicas existentes, así como la temperatura mensual promedio según los datos de la estación Santa Ana. En el anexo 3.3 se presentan los datos de precipitación para cada una de las estaciones meteorológicas mencionadas. Este mismo anexo contiene los datos relativos al elemento temperatura aportados por la estación Santa Ana.

**Gráfico 3.2: Precipitación y Temperatura Promedio Mensual para el Cantón de Santa Ana.  
02 – noviembre – 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda, según datos de estaciones meteorológicas del Instituto Meteorológico Nacional.

MAPA 3.13 CLIMATOLOGÍA LOCAL

### 3.5.7 Riesgo, Amenaza y Vulnerabilidad

Se define riesgo como la probabilidad cuantificable de que ocurra un desastre. El riesgo resulta de la coexistencia en una localidad de al menos una amenaza y una población vulnerable. El desastre por su parte, es la manifestación de riesgos no manejados, es decir, que la población no puede resistirse y/o recuperarse de los daños, pérdidas y alteraciones en sus condiciones de vida causadas por un evento peligroso, de origen natural o antrópico (Zilbert, L. 1998).

La amenaza como tal es la probabilidad de que un fenómeno, de origen natural o humano, se produzca en un lugar y tiempo determinados. Mientras tanto, la vulnerabilidad se entiende como la debilidad o incapacidad de resistencia de las poblaciones frente a las amenazas y también involucra la incapacidad de recuperación cuando ocurre un desastre. La vulnerabilidad global de una población está compuesta de varios factores entre los que se citan: ecológicos o ambientales, económicos, físicos, sociales, políticos, educativos, ideológicos, institucionales y organizativos.

Las amenazas pueden ser de tres tipos:

- **Naturales:** tienen su origen en la dinámica propia de la Tierra, del planeta dinámico y en permanente transformación. Éstas se subdividen en dos grupos: amenazas geológicas e hidrometeorológicas. Las mismas se explicarán más adelante.
- **Socio-naturales:** se expresan a través de fenómenos de la naturaleza, pero en su ocurrencia o intensidad interviene la acción humana.
- **Antrópicas:** son atribuibles a la acción humana actuando sobre elementos de la naturaleza (aire, agua, tierra) o la población.

Las amenazas pueden presentarse por la ocurrencia de eventos aislados, o como múltiples en caso de que un evento desencadene otros que aumenten su intensidad, efectos e impactos por los múltiples factores que generan tal amenaza.

Costa Rica, debido a su posición geográfica, es un país expuesto a la incidencia de múltiples procesos y eventos naturales que constantemente afectan las actividades cotidianas de la población, constituyéndose por tanto en amenazas naturales. Algunos de estos fenómenos tienen influencia a nivel nacional como los sistemas de bajas presiones intertropicales y el fenómeno del Niño, otros tienden a afectar ámbitos más regionales como la actividad sísmica y volcánica, y algunos poseen un carácter local, entre los que cabe citar las inundaciones y los deslizamientos.

El cantón de Santa Ana, al igual que su área de influencia, la Depresión Tectónica Central Occidental, no escapa a esta realidad, y en los últimos años ha visto crecer su situación de riesgo ante amenazas, producto de la transformación urbana que ha sufrido la región, como resultado de los cambios económicos y sociales experimentados por el país a partir de mediados de la década del 70.

En el cantón de Santa Ana se presentan los tres tipos de amenazas mencionados anteriormente. Seguidamente se abordan cada uno de ellos.

#### 3.5.7.1 Amenazas Naturales

Tal como se indicó anteriormente, éstas pueden ser de dos tipos: amenazas geológicas, son aquellas referidas a la ocurrencia de eventos como sismos, erupciones volcánicas, maremotos, deslizamientos, avalanchas, hundimientos, erosión, etc.; amenazas hidrometeorológicas, que atañen a la influencia de huracanes, tormentas tropicales y eléctricas, tornados y trombas, granizadas, fenómeno de El Niño, temperaturas extremas, sequías, incendios espontáneos, inundaciones, desbordamientos, etc. (Zilbert, L. 1998).

#### 3.5.7.1.1 Amenazas Geológicas

- **Amenaza Sísmica**

Costa Rica es un país sísmicamente muy activo. La Depresión Tectónica Central y consecuentemente Santa Ana, se ven afectados por esta condición.

La actividad sísmica que aquí se registra procede fundamentalmente de dos fuentes principales. La primera de ellas corresponde al proceso de subducción de la placa tectónica marina Cocos bajo la placa tectónica continental Caribe que se lleva a cabo frente a las costas del Océano Pacífico de nuestro país. La otra fuente se relaciona con la presencia de sistemas de fallas locales a lo largo de todo el territorio nacional.

De acuerdo con la Comisión Nacional de Emergencias y para el caso específico de Santa Ana, los eventos generados hacia la costa pacífica, causados por el choque de las placas Cocos-Caribe, podrían causar daño significativo sin llegar a grados extremos.

Esta institución también expone en su página de internet, que el cantón de Santa Ana, ubicado al suroeste de la Depresión Tectónica Central Occidental, “se localiza muy cerca de una de las fuentes sísmicas locales más importantes de los últimos años, responsable del evento ocurrido el 22 de diciembre de 1990”.

Otra fuente local muy importante cercana a Santa Ana es la fuente sísmica del sur de la Depresión Tectónica Central Occidental, específicamente en el cantón de Alajuelita, cuya estructura principal es la falla Higuito.

Cerca de Pozos de Santa Ana se ubica la falla Bello Horizonte. También en los mapas de la CNE aparece el trazo de algunas fallas a lo interno del territorio santaneño, pero que según el Geol. Julio Madrigal (consulta verbal durante gira de campo, 2005) no representan mayor amenaza.

Los sismos generados por estos sistemas locales de fallas se conocen como sismos de intraplaca o de fallamiento local. Debido a la poca profundidad a la que se originan, estos sismos pueden ser muy destructivos.

Entre los efectos que este tipo de sismos podría causar al cantón de Santa Ana se puede recalcar las amplificaciones sísmicas hacia el norte del cantón, donde el tipo de suelo favorece esta clase de proceso (aluviones y suelos volcánicos poco compactos). Las poblaciones más afectadas serían Santa Ana y alrededores, Piedades, Honduras, Lindora. Es posible que también se presenten fracturas de terreno.

Otro efecto particularmente importante en Santa Ana es la activación de deslizamientos en las partes altas del cantón, especialmente si los suelos se encuentran saturados de agua.

Por lo anterior es preciso recordar que en el campo constructivo se debe aplicar rigurosamente el Código Sísmico de Costa Rica. Además, se debe regular adecuadamente la ocupación antrópica en las zonas altas y de pendiente fuerte para prevenir desastres de esta índole.

- **Amenaza por Deslizamientos**

El cantón de Santa Ana, al igual que otros cantones de la Depresión Tectónica Central del país, se ve afectado por procesos de remoción en masa que se dan en los cerros que lo rodean.

Estudios anteriores han enfocado la atención al aspecto de los deslizamientos (Molina, 1990; López, 1996) y como resultado de esas investigaciones se han identificado áreas críticas clasificándolas en dos categorías: deslizamientos activos o recientemente activos y deslizamientos antiguos reactivables. Estas áreas se presentan en el mapa 3.15.



Los factores que facilitan la ocurrencia de estos procesos en dicho territorio son los siguientes (Aguilar, H. 1977):

**Geología:** la composición geológica del área, así como la edad de los materiales es variada. Se encuentran materiales sedimentarios muy meteorizados de la formación Pacacua, en algunos casos intruidos, en la parte sur del cantón. La alternancia de estos estratos y sus discordancias facilita el movimiento gravitatorio del área.

**Topografía:** la topografía es sumamente abrupta en la sección sur de este territorio, lo cual favorece los desplazamientos de suelos, rocas y detritos. Cabe recordar que la fuerza de gravedad sobre las vertientes se ve favorecida por el incremento angular de la pendiente.

**Suelos:** los suelos por acción de la humedad se lixivian rápidamente y se arcillifican, con lo cual al humedecerse fomentan el resbalamiento a través del plano inclinado.

**Precipitación:** ésta es abundante durante la época de lluvias. Al alternar con temporadas secas se fomenta la reptación del suelo.

**Deforestación:** las zonas que han sido sometidas a una deforestación más intensa están expuestas mayormente a los procesos de remoción en masa.

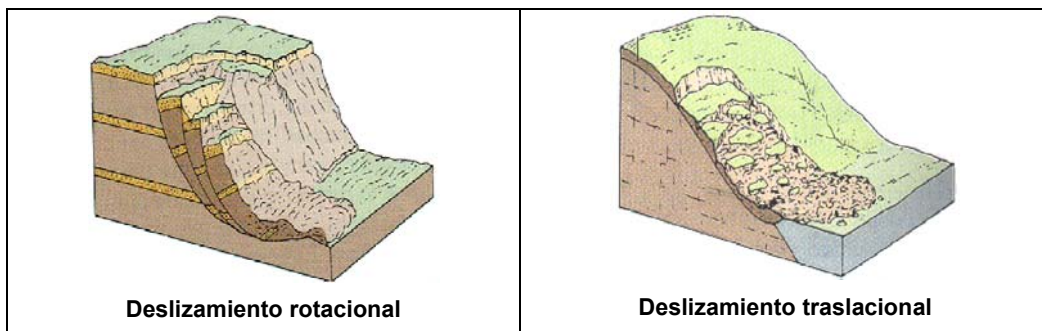
Como se ha mencionado la región más afectada es hacia el sur del cantón, principalmente en la parte alta de la microcuenca del Río Uruca, donde las características topográficas y geológicas favorecen la generación de deslizamientos. Algunos de los más importantes son los conocidos como Tapezco, Matinilla, Río Uruca y Cerro Palomas.

El deslizamiento activo más estudiado de la zona por la amenaza que representa, es el del cerro Tapezco. Se localiza en el flanco oeste de dicho cerro. Tiene una forma elíptica con el eje mayor en dirección este – oeste, con una longitud de 890 m y un ancho de 452 m. Se ubica a 350 m sobre el nivel del Río Uruca por lo que se le considera un deslizamiento

de tipo colgado. El área inestable es de 25,8 hectáreas, constituidas por un volumen de terreno desestabilizado de 12,9 millones de metros cúbicos que podría desprenderse en bloques, bajo la modalidad de flujos de lodo y/o desprendimiento de las partes altas, generando un efecto de empuje sobre las partes bajas y movilizándolo anualmente alrededor de 400 metros cúbicos de material hacia el Río Uruca (CNE, 2002).

El terreno inestable del Alto Tapezco se comporta como un deslizamiento de movimiento complejo, es decir, se comporta como un deslizamiento rotacional en sus sectores altos (corona) y traslacional en su parte más baja (CNE, 2002).

**Figura 3.3 Comportamiento esquemático del deslizamiento Tapezco.  
02 – noviembre - 2005**



**Fuente:** Álvarez, Sandra, et. al; 2003.

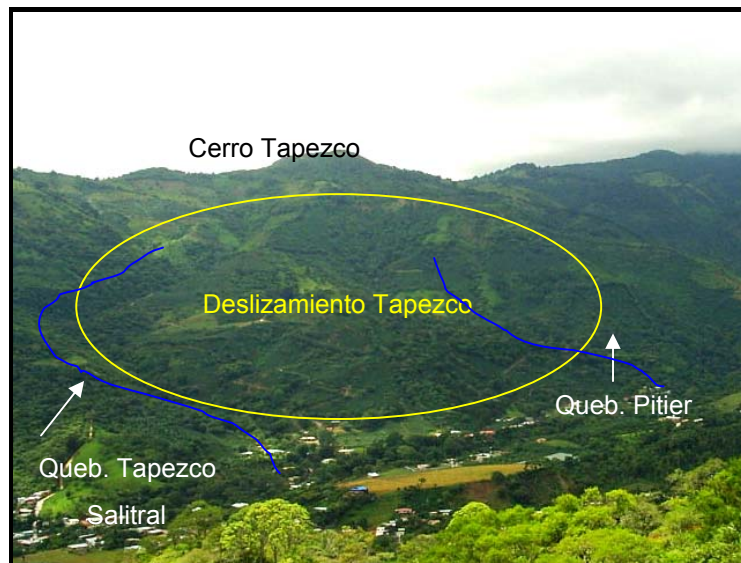
Es poco probable que toda la masa se deslice simultáneamente, sino que los movimientos se dan en la parte baja, haciendo que el frente del deslizamiento sea el área de mayor peligro.

Los materiales inestables son rocas de la unidad Inferior de la formación Pacacua y el inicio de su movimiento se remonta al año 1923 ó 1924 (Molina, 1990) posiblemente relacionado con el sismo de Orotina de 1924. El área inestable ha venido aumentando desde 1945. Según López (1996), es recomendable prohibir todo tipo de construcción en las márgenes del Río Uruca y reubicar a las familias que ya viven ahí. Los detonantes más

importantes son los sismos y las lluvias intensas, aunque Molina (1990) señala que aún con lluvias no extremadamente intensas podría darse la activación si estos eventos de lluvia presentan duraciones de varios días consecutivos.

Pero, la amenaza realmente no la constituye el deslizamiento en sí mismo, sino la posibilidad de represamiento del Río Uruca como consecuencia del material desplazado, el cual podría alcanzar los 1,9 millones de metros cúbicos (CNE, 2002). Esto produciría un taponamiento del Río Uruca, generándose un embalse que al romperse ocasionaría una avenida torrencial compuesta de piedras, lodo, árboles y agua, que correría aguas abajo por el cauce actual y sus áreas inmediatas hacia las poblaciones de Salitral y Santa Ana.

**Ilustración 3.12. Ladera Occidental del Cerro Tapezco donde se Ubica el Deslizamiento del mismo nombre. 02 – noviembre – 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visitas de campo en mayo – octubre , 2005

En este sentido, tormentas o lluvias fuertes en períodos de época lluviosa podrían ocasionar desprendimientos de una fracción importante de los materiales del Alto Tapezco, con lo cual podría ocurrir un flujo de lodo y otros materiales, causando el

represamiento de las quebradas Peter y Tapezco hacia el Río Uruca y su posterior colapso, lo que ocasionaría inundaciones y flujos de lodo que recorrerían por los poblados de Salitral principalmente, poniendo en peligro inminente a unas 450 familias ubicadas en dicho poblado (CNE, 2002).

Para el geólogo Julio Madrigal, hay sectores en Salitral que no se verían afectados por un evento natural como el descrito anteriormente, por cuanto no están expuestos a los efectos de una avenida torrencial o corriente de lodo dada su posición topográfica, es decir, que se encuentran a una altura y posición adecuada en relación con el cauce del río (Consulta verbal durante gira de campo, 2005).

**Ilustración 3.13 Sectores en Salitral fuera del alcance directo de los efectos de una avenida torrencial.  
02 – noviembre - 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visitas de campo en mayo – octubre , 2005

Jarquín (2001) realizó un cálculo de los sectores que se verían afectados por una eventual avenida torrencial producida por el rompimiento de una represa formada en el Río Uruca como consecuencia del deslizamiento. El cálculo lo realizó mediante un modelo de simulación del avance de la avenida ante los siguientes cuatro escenarios: con la totalidad

del material del deslizamiento (9 millones de m<sup>3</sup>), con un 75% del material (6,75 millones m<sup>3</sup>), con un 50% del material (4,5 millones m<sup>3</sup>) y con un 25% (0,9 millones m<sup>3</sup>).

Como se mencionó, es poco probable que ocurra un movimiento de la totalidad del material, pero en este estudio se encontró que para cualquiera de los cuatro escenarios, el caudal que se generaría al romperse la represa (caudal de rompimiento) superaría la capacidad del cauce, implicando desbordamientos e inundaciones de áreas por las que actualmente no discurre el Río Uruca.

En el mapa 3.14 se reproducen los distintos escenarios propuestos por esta autora indicando las áreas de inundación que se esperarían ante cada uno de ellos. Según este mapa, la mitad oeste de Salitral se inundaría en el escenario menos crítico (25% del total del volumen), y en el caso del 50% del material se inundaría totalmente. La razón para ello es que esa población se ubica a lo largo del cauce viejo del Río Uruca, que es utilizado por el agua cuando el cauce actual no tiene suficiente capacidad para transportarla.

La ciudad de Santa Ana se vería también seriamente afectada. En el mapa de estos escenarios se presentan unos diques inexistentes en la parte baja del área modelada, estos diques se “colocaron” durante las modelaciones para cumplir con las condiciones requeridas por el método de cálculo y están “reteniendo” la avenida. En el escenario real esos diques no existen, por lo que es probable que la avenida torrencial se ensanche en estos puntos, abarcando un sector más ancho de lo que realmente se muestra en dicho mapa.

**MAPA 3.14 ESCENARIOS DE AFECTACIÓN ANTE UNA AVENIDA TORRENCIAL**

De acuerdo con la Comisión Nacional de Emergencia (CNE), los eventos sísmicos de los años 1990-1991 generaron cambios importantes en el Cerro, que aumentaron su inestabilidad. El desplazamiento más reciente se registró el miércoles 6 de octubre de 1999 con un desprendimiento de 10 mil m<sup>3</sup> (CNE, 2002), sin embargo, el Cerro Tapezco está en constante movimiento generando deslizamientos<sup>6</sup>. Entre las causas de este problema, algunos autores citan la pérdida de cobertura vegetal por el tipo de uso del suelo que se ha desarrollado en la zona, el material del cerro, los problemas de flujos de lodo que se dan con lluvias intensas asociadas a fenómenos de orden local o regional, como huracanes, tormentas tropicales o terremotos, el relieve excesivamente escarpado y las quebradas que bajan por estos cerros (Fonseca, M. 2005).

Además de esto, se debe tener presente también que los deslizamientos constituyen un agente importante del modelado terrestre, ocurren con o sin bosque, cuando los materiales se saturan y se supera el ángulo de frotamiento interno de las partículas. El disparo del proceso puede ser únicamente evolutivo o provocado por acciones de pérdida de soporte de las laderas, por construcción de caminos, carreteras, canteras y otros.

El deslizamiento de Matinilla es reportado por López (1996) a 2,5 km al sureste de Matinilla. Se produjo en las primeras semanas de noviembre de 1993 en el costado oeste del cerro Quebradillas, los materiales llegaron a la quebrada Cariblanco, se formó un embalse en esa quebrada que se drenó a las pocas horas y de ahí llegaron hasta el Río Uruca. Según Julio Madrigal de la Comisión Nacional de Emergencias, este deslizamiento ya no representa ninguna amenaza puesto que el corte ya llegó al substrato rocoso y por tanto ya no se van a presentar movimientos importantes de tierra. Señala que aunque es evidente la corona del mismo, el proceso sucesivo es de lavado y erosión superficial de las paredes desprendidas, las cuales ya alcanzaron un cierto ángulo que permite la estabilidad de las mismas, y que independientemente de las precipitaciones que se den, ya no se va a dar ningún desplazamiento súbito porque éste ya se dio.

---

<sup>6</sup> Para ampliar detalles visítase la dirección electrónica [http://www.nacion.com/ln\\_ee/1999/octubre/07/pais9.html](http://www.nacion.com/ln_ee/1999/octubre/07/pais9.html). Consultada el 02 de noviembre de 2005.

**Ilustración 3.14 Vista frontal del corte del deslizamiento Matinilla.  
02 – noviembre – 2005**



**Fuente:** Álvarez, Sandra, et. al; 2003

El deslizamiento del Río Uruca es también reportado por López (1996). Inició en 1994 evidenciado por las grietas en las fincas de café, las cuales fueron usadas como desagüe aumentando la factibilidad de los movimientos.

En el mapa 3.15 se da la ubicación de éstos y otros deslizamientos identificados en el cantón. Algunos de ellos no son activos pero igualmente indican áreas de inestabilidad.

Los deslizamientos son procesos de remoción en masa que pueden ser acelerados por factores como deforestación, lluvias intensas, sismos, erosión de ríos al pie de laderas y cortes de carreteras diseñados de manera inadecuada. Entre los posibles efectos están generación de avalanchas de lodo, personas sepultadas, destrucción de terrenos cultivables, destrucción de carreteras, caminos y puentes, daños a líneas vitales, etc. Los lugares más vulnerables son: San Rafael, Corrogres, Paso Machete, Chimba, Piedades, Brasil, Rincón San Marcos, Salitral Matinilla, además de las carreteras que comunican a cada una de estas poblaciones (CNE, 2005).



**MAPA 3.15 DESLIZAMIENTOS ACTIVOS O RECIENTEMENTE ACTIVOS**

- **Amenaza por Avenidas Torrenciales**

En el caso de Santa Ana, la amenaza por avenidas torrenciales se encuentra directamente relacionada con la presencia de deslizamientos activos y laderas inestables en la parte alta de la cuenca del Río Uruca, así como a la morfología de los ríos y quebradas en este sector, los cuales se presentan como valles en “v”, con vertientes de pendientes pronunciadas, presencia de gargantillas y un comportamiento torrencial. Un desprendimiento importante de tierra sobre alguno de estos cauces produciría un represamiento y posterior avenida torrencial. Ayuda a incrementar esta amenaza la ocupación antrópica de espacios propios del lecho mayor de los ríos, lo cual le imprime rugosidad al flujo, además se inhibe la descarga de sedimentos y, por el contrario, se aumenta la cantidad de materiales a ser arrastrados.

Según la Comisión Nacional de Emergencia, en caso de generarse una represa y posterior avenida de lodo, las poblaciones más vulnerables son las ubicadas en las partes bajas de los ríos Uruca, Oro y Corrogres.

Para minimizar los efectos posibles de esta amenaza, especialmente la que se asocia a la intervención del deslizamiento del cerro Tapezco y el Río Uruca, la Comisión Nacional de Emergencias, en conjunto con la Municipalidad de Santa Ana y la comunidad, pusieron en ejecución en el año 2000 el proyecto de Sistema de Alerta Temprana en el Cerro Tapezco (Ver mapa 3.16). Sin duda esto es una buena iniciativa. No obstante, la misma debe fortalecerse con la oportunidad que representa el plan regulador como una herramienta de planificación efectiva cuando se aplica adecuadamente.

**MAPA 3.16 PLAN DE EVACUACIÓN ANTE AMENAZA DEL CERRO TAPEZCO**

#### 3.5.7.1.2 Amenazas Hidrometeorológicas

Las amenazas hidrometeorológicas del cantón de Santa Ana están asociadas principalmente a las inundaciones producidas por la red fluvial, que cuenta con un grupo de ríos y quebradas que se pueden considerar el punto focal de este tipo de amenazas.

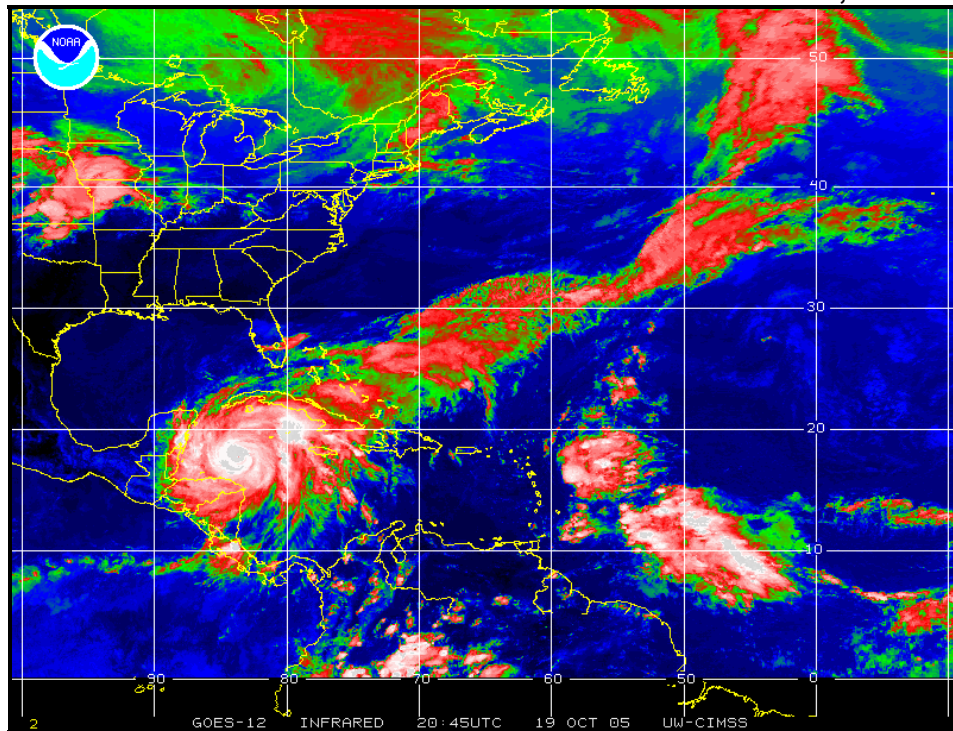
- **Amenazas por Inundaciones**

La mayoría de los problemas que se presentan en el cantón, relativos a inundaciones, están asociados a los siguientes elementos de la red hidrográfica: Río Uruca, Río Corrogres, Río Oro, Quebrada Cruz, Quebrada Lajas, Quebrada Rodríguez.

Las zonas o barrios más afectados y en alto riesgo por las inundaciones de los ríos y quebradas antes mencionados son respectivamente: Salitral, Santa Ana, Río Oro, Piedades, Pozos, Lajas, Concepción (ver mapa 3.17).

Estos ríos y quebradas han disminuido el período de recurrencia de inundaciones a un año, y algunos a períodos menores, lo anterior por causa de la ocupación de las planicies de inundación y el desarrollo urbano en forma desordenada y sin ninguna planificación (CNE, 2005). Tales desbordamientos pueden deberse al comportamiento habitual del clima o a eventos que son una amenaza para la región centroamericana, como las tormentas y huracanes.

**Figura 3.4 El Huracán Wilma a su paso por la región, afectando el comportamiento local del clima, y siendo causa de avenidas y desbordamientos en la red fluvial nacional. 02 noviembre, 2005**



**Fuente:** Tomado de <http://www.ssd.noaa.gov/PS/TROP/DATA/RT/float-vis-loop.html>. Consultado el 02 de noviembre de 2005.

Refiriéndose al Río Uruca, Madrigal y Brenes (2005), coinciden en que la ocupación por parte del ser humano de espacios pertenecientes al lecho mayor del río representa una problemática. Para Madrigal esos espacios no deben ser ocupados por ninguna circunstancia, ya que constituyen sitios de descarga de sedimentos del río durante las avenidas ordinarias. Por su parte, Brenes afirma que existe evidencia en campo y en registros históricos de caudales extraordinarios cuyo período de retorno ronda los 25 años (Consulta verbal durante gira de campo, 2005). De acuerdo con estos especialistas, la ocupación de dichas áreas con infraestructura residencial no sólo representa un peligro para las vidas humanas, sino que además obstruye el tránsito de la avenida, impidiendo la descarga de sedimentos y acrecentando la cantidad de materiales a ser arrastrados, esto permite con facilidad desbordamientos innecesarios hacia sectores como el centro poblado de Salitral. La actividad residencial en estos sitios aledaños a los ríos también trae

consigo el lanzamiento de desechos sólidos a los cauces, lo que reduce la capacidad de evacuación de la sección hidráulica, provocando el desbordamiento de ríos y quebradas.

A esta situación se une la ausencia de un programa permanente de limpieza de cauces. Según Brenes y Madrigal, para el caso del Río Uruca ésta es una tarea de vital importancia, ya que se aprecia sobre el cauce materiales que obstruyen el flujo. Esta labor es obligatoria y debería ser periódica, de tal manera que se mantenga bien definido el lecho menor del río sin alterar la dirección del mismo y evitar así el desbordamiento súbito por obstrucción del flujo (Brenes, consulta verbal durante gira de campo, 2005). Para este conocedor de este tipo de procesos, estos ríos en sitios montañosos y con una tectónica de levantamiento continuo, nunca van a alcanzar su coeficiente de equilibrio, es decir, que se comportan como torrentes, pero sí se puede perfilar el encauzamiento del mismo para reducir las constantes inundaciones que originan. Para amortiguar los efectos de este tipo de eventos, principalmente para el Río Uruca, Madrigal indica que se han hecho propuestas para generar a lo largo de éste un corredor de protección o zona con alto potencial de inundación para que de manera preventiva se restrinja el uso de dicha zona. Guillermo Brenes añade que esa zona o corredor a lo largo del río puede denominarse Zona de Parque Ribereño para que pueda ser aprovechada con otros usos conformes adicionales al de protección cuando no exista ningún peligro.

La iniciativa anterior es importante que se considere en el plan regulador, ya que particularmente en el Río Uruca los problemas por inundaciones se presentan con frecuencia, especialmente en el sector de Salitral. La representación de esta variada gama de procesos y eventos que se dan sobre este territorio se puede visualizar en el mapa 3.17, donde además se indica la susceptibilidad de ciertas áreas a los procesos generales de remoción en masa, de tal manera que no quede la menor duda que la mayor parte de estos eventos suceden por la combinación de diferentes factores como lo son litología, pendientes, humedad, entre otros, y que no son fenómenos aislados.

MAPA 3.17 AMENAZAS NATURALES Y SUSCEPTIBILIDAD A PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA.

### 3.5.7.2 Amenazas Socio – naturales

En Santa Ana puede afirmarse que tanto las inundaciones como los procesos de remoción en masa tienen un carácter socio-natural. En el caso de las inundaciones su origen obedece no sólo a las condiciones naturales propias de los efluentes, sino también a que la población se ha asentado sobre terrazas fluviales y espacios de descarga natural de sedimentos de los ríos, lo que provoca la obstrucción del flujo y consecuentemente el desbordamiento de los mismos.

Los deslizamientos, por su parte, se deben igualmente a condiciones naturales propias de este territorio, pero, su ocurrencia se ha visto acelerada gracias al proceso de deforestación que se llevó a cabo en la unidad montañosa de este cantón, asociado, hace algunos años, al avance de la frontera agrícola, y actualmente vinculada a la presión urbana que existe sobre estas áreas.

Generalmente este tipo de amenazas se da por ausencia de planificación territorial, o bien, por falta de controles en la planificación existente. Como consecuencia de ello se crean nuevas áreas residenciales, la mayor parte de ellas caracterizadas por una alta densidad habitacional y carentes de infraestructura y equipamiento de servicios básicos como alcantarillado sanitario o accesos adecuados. Su ubicación en terrenos de fuertes pendientes, sobre suelos con vocación forestal y de conservación, a la orilla o dentro del cauce de ríos y quebradas, incrementa la amenaza ante inundaciones y deslizamientos.

Para Santa Ana se puede mencionar casos como el de Salitral, Las Promesas, Barrio España, algunos sectores de Calle Chimba, Calle Cebadilla, Calle Mina, Paso Machete, Río Oro, Chispa y áreas aledañas a cerro Coyote.

Por ello es importante que la Municipalidad no sólo cuente con una herramienta de planificación como lo es el Plan Regulador, sino que además aplique la normativa bajo un estricto control de las distintas actividades de uso de la tierra que se dan en el cantón.



### 3.5.7.3 Amenazas Antrópicas

Como se anotó en líneas anteriores, las amenazas antrópicas son atribuibles a la acción humana sobre elementos de la naturaleza (aire, agua, tierra) o población. Tales acciones ponen en grave peligro la integridad física o la calidad de vida de las localidades. Las causas principales son la contaminación (vertimiento de sustancias peligrosas, químico-tóxicas y radioactivas, plaguicidas, residuos orgánicos y aguas servidas, derrames de petróleo, etc.) y la realización de actividades por falta de control u operación inadecuada, generando peligros. Para el caso de Santa Ana se han identificado algunos sitios con este tipo de amenazas, principalmente relacionadas con contaminación de ríos y quebradas.

**Ilustración 3.15 Descarga de Aguas Residuales sobre los Cauces Fluviales, esto Produce Contaminación y Degrada el Recurso Hídrico, 02 – octubre – 2005**



**Fuente:** Ecoplan Ltda., según visitas de campo en mayo – octubre , 2005

En Salitral la construcción de viviendas en las márgenes del Río Uruca, irrespetando visiblemente el área de protección que señala la Ley Forestal, facilita la deposición de desperdicios sólidos y de aguas residuales al mismo. Esta situación se manifiesta en el ambiente no sólo con la emanación de olores desagradables, sino también con la proliferación de plagas de insectos. La reducción de los niveles de oxígeno en el agua inhibe la vida acuática de estos ecosistemas. Pero además, se reducen las posibilidades de aprovechar el recurso para actividades recreativas.

Igual situación ocurre en otros sectores como Barrio España y Chimba donde se tiene ocupación residencial en las márgenes del Río Oro.

Aparte de esta amenaza producto de la contaminación que se da en ríos y quebradas, la Cruz Roja local advierte que en algunas industrias se manejan materiales y sustancias peligrosas sin controles adecuados, lo que representa una grave amenaza para sus trabajadores y la población vecina, debido a la potencial ocurrencia de un accidente de tipo industrial.

Otra situación que puede considerarse una amenaza de tipo antrópica es la utilización de gas cloro por parte del acueducto de Salitral, especialmente si no se toman en consideración las medidas preventivas para evitar cualquier accidente con esta sustancia, ya que en caso contrario, vecinos y trabajadores podrían resultar afectados ante la ocurrencia de un incidente.

**MAPA 3.18 AMENAZAS SOCIO - NATURALES Y ANTRÓPICAS**

### 3.5.8 Suelos

El suelo es la formación natural en superficie, de estructura blanda y de espesor variable, resultante de la transformación de la roca madre subyacente bajo la acción de diversos procesos físicos, químicos o biológicos. Está constituido por elementos minerales y orgánicos. En un corte vertical del suelo (perfil), desde la superficie hasta la roca no alterada, se distinguen varios horizontes, caracterizados por la posición que ocupan, su quimismo, su grado de desmigajamiento y su espesor. Los horizontes del suelo son el resultado de factores pedogénicos; como consecuencia de ellos, y, sobre todo, bajo el influjo del clima (precipitaciones, humedad, etc.), se originan diferentes tipos de suelos, cada uno con un determinado perfil.

La ciencia que estudia los suelos es la Edafología o Pedología, ocupándose de sus componentes, propiedades, clasificación, géneros, distribución y cultivo de los suelos. La mecánica del suelo o Geotecnia se interesa por las propiedades físicas de los suelos y de los efectos de acciones erosivas sobre los mismos (desplomes, desplazamientos, movimientos del agua subterránea, etc.). La física del suelo se sirve de medios físicos para estudiar los tipos de suelo, su humedad, su aireación, etc. Aparte de los análisis físicos, el suelo es objeto de análisis químicos (contenido en materias nutritivas, reacciones, etcétera) y de análisis biológicos (organismos del suelo, reproducción del ácido carbónico).

Aparte de la clasificación climática de suelos, la agricultura distingue entre suelos de arena, ligeros (permeables, frecuentemente pobres en materias alimenticias), y suelos de arcilla, pesados; entre ambos tipos generales son varios los suelos intermedios: de arena limosa, de limo arenoso, de limo arcilloso, etc. Los suelos que tienen un buen balance textural (combinación de arenas, limos y arcillas) se les denomina suelos francos. Según el contenido de bases, calcio, sodio, magnesio, potasio del suelo, la reacción es ácida, neutra o alcalina.

En la Depresión Tectónica Central Occidental existe un dominio de cenizas volcánicas provenientes de los volcanes Poás, Barva e Irazú, compuestas por detritos piroclásticos que tienen influencia muy marcada en los suelos y constituyen partes fundamentales en la clasificación, el grado de fineza, calidad, estado de meteorización y espesor.

De acuerdo con el sistema de clasificación taxonómica del USDA para esta región se distinguen de norte a sur seis distintos tipos de suelos a nivel de orden: Ultisoles, Inceptisoles, Andisoles, Entisoles, Alfisoles y un sector de Vertisoles.

#### 3.5.8.1 Caracterización Regional

##### 3.5.8.1.1 Ultisoles

Los Ultisoles son suelos que se encuentran separados por diferentes sectores del área de influencia principalmente en el sector norte correspondientes a zonas de rellenos de material volcánico y una parte la Depresión Tectónica del Valle Central, en San Ramón, Palmares, Grecia y Poás. Estos suelos son profundos, con alto contenido de materia orgánica en zonas altas, pendientes desde moderadamente onduladas a escarpadas, con dominio de un horizonte arcilloso propios de climas húmedos y calientes y con hasta 20% de aumento en el contenido argílico. El color es de amarillo a rojizo con menos de 35% de saturación de bases. Son normalmente suelos ácidos e inestables cuando se saturan de agua.

##### 3.5.8.1.2 Inceptisoles

Los Inceptisoles son los tipos de suelos que aparecen ocupando buena parte del área de influencia. Están moderadamente desarrollados y presentan material rocosos en todos sus horizontes, con pendientes de suavemente onduladas hasta fuertemente ondulados, derivados todos de materiales volcánicos. Los de menores pendientes se localizan al norte del área, derivados de otros Inceptisoles tropicales. Son suelos jóvenes, con un horizonte

B ligeramente formado sin ningún otro horizonte diagnóstico. El suelo principal es Typic Dystropept asociado a suelos Lithic Dystropept con Typic Troorthent. Los hay derivados de rocas volcánicas de grano fino o intermedio con alto grado de fertilidad; son tropoandpeats que son suelos más húmedos que el suelo típico y los udictropepts que son suelos más húmedos y calientes.

#### 3.5.8.1.3 Andisoles

Este tipo de suelos son derivados de cenizas volcánicas (limosas), sumamente fértiles, profundos asociados con Vitrandis, (vidrio volcánico), son oscuros profundos, melanudans con buen contenido de materia orgánica y bajos en bases. Se asocian a suelos de texturas más gruesas y baja saturación de bases y se localiza en las zonas montañosas. En la zona de influencia se presenta en una franja muy ancha con orientación sureste-noroeste y junto con los Inceptisoles son los que ocupan la mayor extensión del área.

#### 3.5.8.1.4 Entisoles

Se encuentran también Entisoles, en pendientes muy escarpadas, son muy delgados sin ningún desarrollo y de formación muy reciente. Estos suelos se encuentran en espacios muy reducidos en cañones de ríos y quebradas, son poco profundos y sin evolución. Además tienen una alta susceptibilidad a la erosión. El suelo principal es Typic Troorthent sin suelos asociados. Se les conoce también como litosoles. Se encuentran en los cañones de los ríos Grande, Colorado y Poás.

#### 3.5.8.1.5 Alfisoles

Corresponde a dos áreas con relieve plano a ondulado, profundo de textura media a pesada. Son suelos haplustalfs meteorizados con concentraciones de óxidos de hierro y de aluminio, de pH neutro a ácido, permeables, de clima caliente y seco (ústico). El

horizonte diagnóstico es argílico con más de un 35% de saturación de bases, similar a los Ultisoles pero con un alto potencial de fertilidad.

#### 3.5.8.1.6 Vertisoles

Finalmente aparecen dos manchas de este tipo de suelos que son planos, muy arcillosos y pesados de color oscuro y en área muy reducida. Son pesados, arcillosos y agrietados, con más de 35% de arcillas de tipo esmectítico en todos sus horizontes y más de 50% de minerales de fracción de arcilla. Tienen una alta capacidad de retención de bases. Estos suelos usteroles tienen la propiedad de desecarse y agrietarse durante la estación seca, y cuando se humedecen son pesados y se impermeabilizan, en su presencia se forman encharcamientos. Son de consideración especial porque tienen mala calidad soportante para caminos e infraestructura.

MAPA 3.19 TIPOS DE SUELO ÁMBITO REGIONAL



### 3.5.8.2 Caracterización Local

Según estudios realizados por Vargas y Torres, en Santa Ana se distinguen dos series de suelos:

- **Serie Escazú:** se localiza en la parte baja del cantón y abarca los suelos coluvio-aluviales. El perfil típico de esta serie puede dividirse en dos secciones. La primera que va de 0-40 cm, presentando coloración negrusca en condiciones húmedas a pardo en condición seca. Su textura es moderadamente pesada en grava, franco arcilloso, consistencia ligeramente adhesiva plástica en húmedo a ligeramente dura en seco. Posee un contenido medio de materia orgánica. El drenaje es de bueno a regular. La sección va desde 40 cm hasta 2 m. Ésta es de color pardo-amarillenta en condiciones húmedas a amarillento rojizo en seco. Su textura es pesada con grava, arcillo-arenosa. Su consistencia es adhesiva muy plástica en húmedo a dura en condiciones secas. El contenido de materia orgánica es de bajo a muy bajo. El drenaje es pobre.
- **Serie Purires:** cubre las partes altas con suelos lateríticos pardo-rojizos. El perfil típico también comprende dos capas. La primera de ellas va de 0-30 cm. Es de color pardo-oscuro y pardo-claro en húmedo a pardo-rojizo cuando las condiciones son secas. Es de textura moderadamente pesada a pesada, arcilloso laterítico a arcilloso con grava. Su consistencia es ligeramente adhesiva no plástica a poco plástica, o poco plástica en húmedo a dura en seco. Su contenido de materia orgánica es bajo. El drenaje va de pobre a moderado. La otra capa se extiende desde los 30 cm hasta 1,7 m de profundidad. Su color es pardo-rojizo en húmedo a rojizo en seco. La textura es pesada, arcillosa. Presenta una consistencia ligeramente adhesiva plástica en húmedo a dura en condiciones secas. Posee un bajo contenido de materia orgánica. Su drenaje es pobre.

Aguilar (1977) agrupa los suelos de este cantón en tres categorías, las cuales presentan las siguientes características:

#### 3.5.8.2.1 Suelos aluviales (Inceptisoles Typic humitropets)

Se correlacionan con la serie Escazú. Son suelos jóvenes originados por los depósitos de los ríos que provienen de las zonas altas (Intrusivo de Escazú, Cerro Pacacua, Cerro Tapezco). Son catalogados dentro de los mejores suelos, tanto por las características de su relieve suave ondulado con pendientes inferiores a 15%, como por su fertilidad, lo que los faculta para el desarrollo intensivo de actividades agropecuarias. Para su utilización se requieren prácticas sencillas de conservación.

En general estos suelos presentan texturas livianas (arenas de distintos tamaños), aunque en las capas profundas pueden ser limosos o arcillosos. Su drenaje interno va de bueno a malo, en cuyo caso es necesario mejorarlo para lograr un mejor uso.

#### 3.5.8.2.2 Latosoles (Typic Tropohumults)

Se correlacionan con la serie Purires. Constituye la categoría de suelos de mayor extensión en el área de estudio. Su origen es muy variado y se les puede hallar sobre cualquier material. Presentan coloraciones rojizas. Su textura es pesada debido a la predominancia de arcillas. Poseen buen drenaje.

Generalmente son utilizados para la producción de cultivos anuales, principalmente maíz y frijoles, pero después de dos o tres cosechas pierden sus elementos nutritivos debido a la lixiviación excesiva.

Se les considera aptos para cultivos permanentes o pastos mejorados, aunque su uso depende del relieve en que se encuentren, el cual puede ser desde ondulado a

moderadamente ondulado. Estos suelos también pueden ser usados para la regeneración de bosque o uso forestal.

Sánchez, et. al (2002) mencionan que los suelos arcillosos necesitan para su estabilidad la presencia de bosque, al igual que las nacientes de agua para su desarrollo.

#### 3.5.8.2.3 Litosoles (Lithic troorthents)

Igual que la categoría anterior, estos suelos también pertenecen a la serie Purires. Se incluye dentro de esta categoría todos aquellos sectores donde prácticamente no existe suelo o éste es apenas de unos pocos centímetros. La roca madre prácticamente se ubica a flor de tierra o muy próxima a la superficie.

Aunque en algunas áreas se ha producido por efectos naturales, en otras son producto de una degradación debida al uso indebido del suelo.

Se encuentran principalmente en las zonas altas del área de estudio. Por sus características y ubicación estas áreas deberían permanecer bajo cubierta vegetal como áreas de protección. Sin embargo, actualmente se siguen utilizando de forma indiscriminada con actividades productivas que favorecen la erosión y por consiguiente la pérdida gradual del recurso.

#### 3.5.8.2.4 Zonificación Geotécnica

De acuerdo con el estudio del proyecto denominado Propuesta de Zonificación Geotécnica del Área Metropolitana, la mayor parte de los suelos de dicha área, dentro de la cual se incluye Santa Ana, se desarrollaron sobre rocas volcánicas, depósitos laháricos y cenizas volcánicas. Al sur de esta área pueden encontrarse perfiles desarrollados sobre abanicos aluviales y rocas sedimentarias (Bogantes, 2005).

Los mapas geotécnicos derivados de este proyecto, los cuales vienen a complementar las descripciones textuales del Código de Cimentaciones de Costa Rica, muestran para el caso concreto de Santa Ana cuatro categorías, a saber:

- Suelos duros, derivados de la alteración de la ignimbrita. Presencia de arcilla negra a nivel superficial, suycida por arcilla gris, ambas de tipo CH<sup>7</sup> y de muy alto potencial de expansión. Cubren prácticamente toda la planicie ignimbrítica de Santa Ana, abarcando Pozos y las inmediaciones de la autopista Próspero Fernández.
- Suelos duros, derivados de rocas sedimentarias e ignimbritas. Presencia de arcilla gris CH, de muy alto potencial de expansión. Su distribución espacial se da a lo largo de la unidad geomorfológica denominada Loma del Alto de Las Palomas.
- Suelos derivados de abanicos aluviales, de alta plasticidad. Puede encontrarse arcilla CH color café o gris de alto potencial de expansión. Su consistencia es intermedia. Se les ubica a lo largo de las áreas de relleno aluvial del cantón, cubriendo los sitios más pobladas de Salitral, Santa Ana, Uruca y Piedades.
- Suelos duros, con el sustrato rocoso muy cerca de la superficie. Puede encontrarse arcilla gris CH de muy alto potencial de expansión. Territorialmente comprende la unidad montañosa del cantón denominada Cerros de Escazú.

---

<sup>7</sup> Las arcillas de tipo CH se caracterizan por tener compactabilidad de regular a mala, compresibilidad y expansión muy alta, son impermeables y drenaje nulo (Rico, A. y del Castillo H., 1992)

MAPA 3.20 TIPOS SUELO ÁMBITO LOCAL

### 3.5.9 Capacidad de Uso de la Tierra

“La capacidad de uso de la tierra consiste en definir para una parcela de terreno el grado de intensidad de su uso con base a la calificación de las limitaciones del terreno para producir en forma sostenida cultivos, pastos y bosques sin deterioro del suelo y por periodos prolongados de tiempo. Además la capacidad de uso permite hacer predicciones sobre el comportamiento de los suelos basadas en su potencialidad, así como los tratamientos de conservación que deben ser implementados” (Cubero, D, 1994).

De manera más simple, es un concepto que señala el uso de mayor intensidad que puede dársele a una unidad de terreno sin deteriorar el recurso suelo. Lo que se trata es de obtener el mayor beneficio o rendimiento de la tierra de acuerdo a su vocación con prácticas mínimas de manejo. Para establecer la capacidad de uso de la tierra existen muy variadas metodologías. Sin embargo, en Costa Rica existe un sistema de clasificación que tiene carácter oficial y por tanto es el que se considera para el presente caso.

La estructura de este sistema comprende tres niveles: clases, subclases y unidades de manejo. Debido a la escala del presente estudio, se hará referencia únicamente al primer nivel que se define como aquel “grupo de tierras que presentan condiciones similares en el grado relativo de limitaciones y riesgo de deterioro para su uso en forma sostenible” (MAG-MIRENEM, 1995). Este primer nivel consta de ocho clases las cuales se representan por medio de números romanos. En cada una se presenta un aumento progresivo de limitaciones para el desarrollo de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales.

Las clases I, II y III permiten el desarrollo de cualquier actividad incluyendo la producción de cultivos anuales. En las clases IV, V y VI el uso se restringe al desarrollo de cultivos semipermanentes y permanentes. La clase VII tiene limitaciones tan severas que sólo permite el manejo del bosque natural primario o secundario. La clase VIII está compuesta de terrenos que no permiten ninguna actividad productiva agrícola, pecuaria o forestal,

siendo por tanto, adecuada únicamente para la protección de recursos (MAG-MIRENEM, 1995).

Para determinar la capacidad de uso, esta metodología considera varios elementos como suelos, pendientes, erosión sufrida, clima y drenaje. Entre mayor limitación presente cada elemento, significa mayor restricción de uso y por lo tanto se deben realizar más prácticas de conservación.

#### 3.5.9.1 Caracterización Regional

De acuerdo con esta metodología y el Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra a escala 1:200 000 del Ministerio de Agricultura y Ganadería, se distingue para la Depresión Tectónica Central Occidental una distribución de clases caracterizada por el predominio de aquellas con vocación al uso de cultivos permanentes, representada principalmente por la clase IV. Esta categoría se localiza a lo largo de todo la depresión, con mayor presencia hacia el sector Este, comprendiendo las ciudades de Alajuela, Heredia y San José, así como el pie de monte y ladera de la Cordillera Volcánica Central y de los Montes del Aguacate. De acuerdo con esto, en la categoría IV de capacidad de uso agrícola es donde se ha dado el mayor desarrollo urbano del país.

En segundo lugar se tiene la categoría con vocación para cultivos anuales, la cual agrupa las clases I, II y III. Ésta se distribuye espacialmente hacia el sector oeste de la depresión, abarcando las ciudades de Atenas, Grecia, Naranjo, Palmares y San Ramón. Pero también se presenta una franja en el pie de monte de los Cerros de Escazú. La misma es ocupada por los centros urbanos de Desamparados, Alajuelita, Escazú y Santa Ana.

Por último se tienen las categorías de uso forestal y de conservación representadas por las clases VI, VII y VIII. Éstas se ubican en las partes de la Cordillera Volcánica Central y los Cerros de Escazú. La unidad denominada conservación está muy relacionada con las distintas categorías de manejo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

**MAPA 3.21 CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA ÁMBITO REGIONAL**



### 3.5.9.2 Caracterización Local

En el caso concreto del territorio objeto de este estudio, se presenta una distribución muy clara de las distintas clases de capacidad de uso: tierras con vocación agrícola en el sector norte y tierras con aptitud forestal en la sección sur.

La revisión de esta temática a nivel local está basada en la combinación cartográfica de dos fuentes: el Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra para las Clases Forestales de la Fundación Neotrópica a escala 1:50 000 y el Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra a escala 1:200 000 del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Con base en estos mapas se determinó la presencia de las clases III, IV, VI, VII y VIII, cuyas características<sup>8</sup> se presentan a continuación (Ver mapa 3.22).

#### 3.5.9.2.1 Clase III

Esta clase sustenta el desarrollo de cultivos anuales. Las tierras presentan limitaciones solas o combinadas, que restringen la elección de los cultivos o se incrementan los costos de producción. Para desarrollar los cultivos anuales se requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y agua.

Entre las principales limitantes presentes en esta clase están: relieve moderadamente ondulado, erosión sufrida leve, suelos moderadamente profundos, texturas en el suelo y subsuelo finas o moderadamente gruesas, moderadamente pedregosos, fertilidad media, drenaje de moderado excesivo a moderado lento, riesgo de inundación moderado.

A nivel espacial ésta se distribuye en una franja a lo largo de la carretera nacional N° 121 desde el centro urbano de Santa Ana hasta Piedades. También ocupa una porción del

---

<sup>8</sup> La caracterización de estas clases está basada en el documento “Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica” (MAG – MIREMEN, 1995).

distrito de Brasil en los alrededores de la Radial a Ciudad Colón. La mayor parte de esta clase ha sido ocupada para el desarrollo urbano del cantón de Santa Ana, ya que incluye tanto a la ciudad como a los sectores más urbanizados de los distritos Piedades, Uruca y Brasil.

#### 3.5.9.2.2 Clase IV

Las tierras de esta clase restringen su uso a vegetación semipermanente y permanente. Los cultivos anuales pueden ser desarrollados únicamente en forma ocasional y con prácticas muy intensivas de manejo y conservación de suelos y aguas. Las limitaciones pueden presentarse solas o acompañadas. Éstas son similares a la clase anterior a excepción del relieve que en este caso es ondulado.

Esta clase ocupa la mayor parte del distrito Pozos, en cuyo caso obedece a la presencia de vertisoles, tipo de suelo caracterizado por ser plano, muy arcilloso, pesado y agrietado, con más de 35% de arcillas en todos sus horizontes y más de 50% de minerales de fracción de arcilla (ECOPLAN LTADA, 2003). También se ubican otras manchas en los distritos de Piedades y Uruca, específicamente a ambos lados de la autopista Próspero Fernández, así como en el valle del Río Uruca en el sector de Salitral.

Igual que la clase III, ésta ha sido ocupada por el desarrollo urbano, principalmente de tipo residencial debido a la proliferación de condominios y urbanizaciones. En el distrito Pozos aún persisten remanentes del uso anterior que eran los pastos, sin embargo, por la tendencia actual de ocupación de la tierra, esos espacios también serán urbanizados.

#### 3.5.9.2.3 Clase VI

Los terrenos ubicados dentro de esta clase deberían ser utilizados para la producción forestal, o para el desarrollo de cultivos permanentes tales como frutales y café, aunque estos últimos requieren prácticas intensivas de manejo.

Las limitaciones vienen dadas en términos generales por relieve fuertemente ondulado con pendientes entre 30% y 50%, erosión sufrida severa, fuertemente pedregoso, muy baja fertilidad, entre otras.

El área de mayor extensión para esta clase dentro del cantón se localiza sobre la unidad geomorfológica denominada Lomeríos Sedimentarios que corresponde a la loma donde se localizan los cerros Real de Pereira, Coyote, Palomas. También se presenta en una sección lineal a lo largo del anticlinal del Cerro Pacacua, y en el valle del Río Uruca desde Barrio Los Montoya en Salitral hasta Matinilla, así como algunas manchas en los distritos Piedades y Uruca. Sobresale en esta clase el uso de café y pastos especialmente en la unidad de mayor extensión.

#### 3.5.9.2.4 Clase VII

Esta clase presenta severas limitaciones por lo cual sólo permite el manejo forestal en caso de cobertura boscosa; en aquellos casos en que el uso actual sea diferente del bosque, se debe procurar la restauración forestal por medio de la regeneración forestal o natural.

La condición anterior se observa principalmente al sur del cantón, en los alrededores de Matinilla, donde es posible encontrar pastos y café ubicados en terrenos de clase VII. Otros usos presentes sobre esta clase corresponde a charrales y tacotales y algunos remanentes de bosque natural o secundario, situación que debe preservarse para evitar la degradación del recurso suelo con actividades contrarias a las indicadas para esta categoría de capacidad de uso.

Las limitantes más importantes para esta clase son un relieve escarpado con pendientes de 50% a 75%, erosión sufrida severa, suelos poco profundos, fuertemente pedregosos, muy baja fertilidad, condición de neblina y viento fuerte.

3.5.9.2.5 Clase VIII

Las tierras pertenecientes a esta clase no reúnen las condiciones mínimas para actividades de producción agropecuaria o forestal alguna. Su única utilidad es para zonas de preservación de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica.

Sus principales limitantes están dadas por la presencia de pendientes muy fuertes superiores a 75%, con erosión sufrida muy severa, con pedregosidad alta y condiciones de neblina y vientos de moderadas a fuertes.

Esta clase se distribuye al sur del cantón en las partes altas sobre los Cerros de Escazú, en las inmediaciones de los cerros Pabellón y Alto Tapezco. También se ubica dentro de esta clase el cañón del Río Virilla, así como una sección del cauce de los ríos Oro y Uruca cerca de su confluencia con el Río Virilla.

**MAPA 3.22 CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA ÁMBITO LOCAL**

### 3.5.10 Uso de la Tierra

Se define uso de la tierra como aquel uso al que es sometido una porción del espacio geográfico, en un determinado momento<sup>9</sup>, que refleja la forma a través de la cual los seres humanos emplean la tierra y sus recursos con diferentes propósitos (agricultura, minería, uso forestal, hidrocarburos, etc).

#### 3.5.10.1 Caracterización Regional

En el caso de la Depresión Tectónica Central Occidental, la existencia de suelos fértiles producto de la presencia y alteración de materiales volcánicos, sumado a condiciones climáticas y topográficas favorables para el desarrollo de diferentes actividades antrópicas, han permitido la conformación histórica de una matriz de distintos usos de la tierra que ha evolucionado desde la época colonial hasta el presente. El proceso de transformación motivó en un primer momento el reemplazo de bosques para el emplazamiento de actividades agrícolas y pecuarias, como el café, la caña de azúcar, el ganado de carne, etc. Posteriormente, el crecimiento de la actividad urbana en las partes más planas de la depresión, fue desplazando al uso agrícola hacia las zonas altas y de mayor pendiente de las vertientes, expandiéndose así la frontera agrícola y ejerciendo, por lo tanto, mayor presión sobre el remanente boscoso.

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería, para el año 1992 se distinguían en la Depresión Tectónica Central Occidental nueve categorías de uso de la tierra, las cuales se mencionan brevemente a continuación (Ver mapa 3.21).

Urbano: Corresponde a toda la infraestructura de la zona urbanizada de la depresión. Esta zona ocupa buena parte de los suelos más ricos en términos agrícolas.

---

<sup>9</sup> Tomado de <http://www.inbio.ac.cr/ecomapas/glosario11.htm>. Consultado el 29 de agosto de 2005.

**Cultivos Anuales:** corresponde a aquellas tierras en las cuales se da un uso agrícola con cultivos estacionales seleccionados. Tienen un ciclo de vida vegetativo muy corto, generalmente un año o menos.

**Cultivos Permanentes:** Ocupaban para el año 1992 la mayor extensión de la depresión hacia el sector norte y oeste. Están representados principalmente por el cultivo de café. Su ciclo vegetativo es de varios años.

**Pasto y Agricultura:** esta categoría se caracteriza por la combinación de cultivos agrícolas con áreas de pastos, ya sea que se encuentren mezclados, o bien, que exista una alternancia del uso.

**Pastos:** son aquellas áreas dedicadas exclusivamente al pastoreo de ganado. En algunos casos se encuentran en abandono debido a la baja rentabilidad de la actividad.

**Charral / Tacotal:** este uso constituye un estado de regeneración natural de la vegetación ya sea por abandono de las actividades agropecuarias o como sistema de manejo del recurso suelo. En la mayoría de los casos se debe a razones económicas debido a la baja rentabilidad de la actividad para la cual estaban siendo utilizadas esas tierras.

**Bosque Secundario:** relativo a áreas donde el bosque primario ha sido fuertemente intervenido o bien removido. Sin embargo, el proceso de recuperación y regeneración natural lo han llevado a un estado florístico diferente a aquel pero que reúne condiciones ecológicas de bosque.

**Bosque Intervenido:** bosque natural que cuenta con algún grado de intervención humana.

**Bosque Natural:** esta categoría se localiza principalmente en las áreas protegidas por el Estado. Cerca del área de estudio se debe particularmente a la presencia de la Zona Protectora Cerros de Escazú.

**MAPA 3.23 USO DE LA TIERRA ÁMBITO REGIONAL**



### 3.5.10.2 Caracterización Local

Santa Ana, como parte de esta región de la Depresión Tectónica Central Occidental, no ha escapado a este proceso de cambios, y por el contrario éstos se manifiestan hoy de manera más acelerada debido al progresivo avance de las transformaciones económicas que afectan al país.

La mayoría de los cambios en el uso de la tierra son motivados por el deseo humano de mejorar sus condiciones de vida (aumento de las tierras cultivadas para alimentar una población creciente o conservación de áreas naturales por razones de conservación de la biodiversidad, turismo, etc). Sin embargo, pueden ocurrir procesos de degradación no intencionales o desapercibidos y que pueden ser el resultado de una falta de cuidado, o bien, pueden ser inevitables, cuando resultan de actividades económicas de supervivencia (uso de tierras marginales o no aptas para una actividad determinada).

Los cambios en el uso y cobertura de la tierra a lo largo del tiempo pueden provocar resultados ambientales negativos (sobre el clima, el régimen hídrico, la disponibilidad de recursos naturales) que afectan finalmente la propia existencia de la población de un territorio.<sup>10</sup>

El cantón de Santa Ana, al igual que los otros cantones alrededor de la Gran Área Metropolitana, ha sufrido en la última década un importante cambio en el uso del suelo, que se refleja tanto en sus ecosistemas como en sus condiciones paisajísticas. Cada vez son más las construcciones habitacionales, industriales y otras en todo el territorio, y con un aumento preocupante hacia los cerros que han sido destinados a la protección de los ecosistemas naturales y del recurso hídrico, aún cuando todavía se cuenta con el 21,9% del área del cantón con posibilidades para ser urbanizado.

---

<sup>10</sup> Tomado de <http://www2.entelnet.bo/si-a/pres4.asp.htm>. Consultado el 29 de agosto de 2005.

Por este motivo se revisará seguidamente la conformación de este territorio relativa al uso actual de la tierra. Para ello se han utilizado fotografías aéreas del año 2005, las cuales fueron procesadas por ECOPLAN, quien también efectuó la respectiva verificación de campo. En primera instancia se hará referencia al uso actual en términos cualitativos; posteriormente se analizará cuantitativamente de manera conjunta las distintas categorías identificadas.

#### 3.5.10.2.1 Cultivos anuales

Tradicionalmente el cantón de Santa Ana se ha caracterizado por hacer uso de la tierra para actividades agrícolas. Ésta ha sido una actividad muy importante, y entre los principales cultivos han destacado el café (*Coffea arabica*), caña de azúcar (*Sacharum* sp.), cebolla (*Allium cepa*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) y hortalizas varias como culantro, lechuga, tomillo, apio.

**Ilustración 3.16. Sembradío de cultivos anuales en el sector de  
Matinilla: tomate y cebolla.  
02 – octubre - 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visitas de campo en mayo – octubre , 2005

La producción cebollera, por ejemplo, identificaba a este cantón a nivel nacional, con sus tradicionales fiestas en honor a los cebolleros durante la época de mayor cosecha. Poblados como Matinilla y Salitral han dependido de este cultivo para su desarrollo económico, incluso se han formado asociaciones de campesinos para la comercialización de este producto. Sin embargo, con el crecimiento demográfico del cantón y la baja rentabilidad de la actividad ante otras de mayor competitividad, esa realidad se ha ido modificando, circunscribiéndose en la actualidad a unos pocos productores de cebolla, ubicados principalmente en el distrito Salitral.

El desplazamiento de estas actividades estacionales hacia las partes altas del cantón, producto del crecimiento urbano en las partes bajas y de menor pendiente, ha tenido efectos ambientales importantes entre los cuales destacan el proceso de deforestación y erosión de suelos debido al uso de prácticas de manejo inadecuadas.

En términos generales, el cambio de uso experimentado en los últimos años y la reducción de las áreas de cultivos agrícolas han originado dependencia del mercado agrícola externo para el abastecimiento de este tipo de productos, hecho que constituye un factor de vulnerabilidad para la seguridad alimentaria de la población de este cantón.

#### 3.5.10.2.2 Cultivos permanentes

El carácter agrícola de Santa Ana hasta hace algunos años, permitió también el desarrollo de cultivos de tipo permanente como el café, los cítricos y la caña de azúcar. Esta última, aunque posee un ciclo vegetativo más corto que los anteriores, será incluido dentro de esta categoría de uso. Al igual que en el caso anterior, algunos cultivos permanentes , como es el caso de los cítricos, han visto reducida su área de producción, pasando, según datos del Centro Agrícola Cantonal de Mora, de 27,15 hectáreas en el 2001 a una extensión casi nula en el 2005. Este cultivo se encontraba asociado a otras actividades, aunque también se hallaban plantaciones compactas de cítricos<sup>11</sup>. Hoy prácticamente no se da en ninguna de las dos modalidades.

**Ilustración 3.17. Plantación de Cítricos en Calle Matinilla Ubicada sobre Propiedad en venta por el Negocio de Bienes Raíces.**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visitas de campo en mayo – octubre , 2005

---

<sup>11</sup>. Tomado de [http://www.mag.go.cr/doc\\_e/E006.pdf](http://www.mag.go.cr/doc_e/E006.pdf)

Similar a la producción de cítricos, el cultivo de caña de azúcar también ha desaparecido, situación verificada durante trabajo de campo en el cual no se encontró superficie alguna dedicada a este cultivo.

Por su parte, el cultivo del café sí se ha mantenido, y aunque su área de siembra se ha visto reducida en los últimos años, todavía persiste una extensión bastante considerable dedicada a este uso.

**Ilustración 3.18. Plantación de Café en un sector al este de Matinilla.  
02 – noviembre – 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visitas de campo durante mayo – octubre , 2005

Tradicionalmente este cultivo se había desarrollado a la sombra de árboles, tanto de especies remanentes como de especies frutales como aguacate, limón, naranja, guayaba, jocote, guaba y de especies propagadas por estacas como poró (*Erythrina* spp.), indio desnudo (*Bursera simaruba*) y jocote (*Spondias mombin*). A finales de la década de los 80 y en la década de lo 90, los agricultores cambiaron el sistema de cultivo de café bajo sombra a un cultivo sin sombra, cortando árboles que daban beneficios ecológicos.

Las consecuencias de esta práctica son visibles en las partes altas de Salitral, que es el distrito que posee la mayor parte de las plantaciones de café del cantón.

La actividad cafetalera ha pasado por períodos de fluctuación en términos de su rentabilidad. Durante la época de precios bajos algunos cafetales, como el del Centro de Conservación Santa Ana, fueron abandonados, exhibiéndose actualmente una regeneración lenta de la cobertura vegetal natural.

#### 3.5.10.2.3 Pastos

La actividad pecuaria, o sea, el cultivo de pasto para ganado también ha sido representativa en Santa Ana. Pero, al igual que los cultivos agrícolas, también ha visto reducida sustancialmente el área dedicada a este uso. En las partes bajas del cantón de Santa Ana, los pastos han cedido espacio al avance del crecimiento urbano, especialmente al uso residencial. En las partes altas algunos potreros han sido abandonados debido a la baja rentabilidad de la actividad.

**Ilustración 3.19. Área de pastos en la parte baja del cantón. La tendencia de crecimiento urbano ha ido cambiando este uso por el uso residencial.  
02 – noviembre - 2005**



**Fuente:** Por Ecoplan Ltda., según visitas de campo durante mayo – octubre , 2005



Actualmente las mayores extensiones con este uso en la parte baja del cantón se concentran en el distrito Pozos. Éstas son vastas áreas que de acuerdo con la tendencia de cambio de uso serían ocupadas con desarrollo urbano en el mediano y largo plazo.

#### 3.5.10.2.4 Charral / Tacotal

La existencia de esta categoría se debe principalmente al abandono de áreas de pastos y en algunos casos al abandono de plantaciones frutales o de cultivos permanentes como el café.

En las partes bajas del cantón estas áreas son potencialmente aprovechables para la expansión urbana. En las partes altas debe permitirse el proceso de regeneración natural para permitir la recuperación de áreas deforestadas y con ello mejorar las condiciones ecológicas y ambientales de terrenos de fuerte pendiente, algunos de los cuales se localizan dentro de la Zona Protectora Cerros de Escazú.

**Ilustración 3.20. Área de pastos abandonados en sucesión de charral frente al poblado de Matinilla. 02- octubre – 2005**



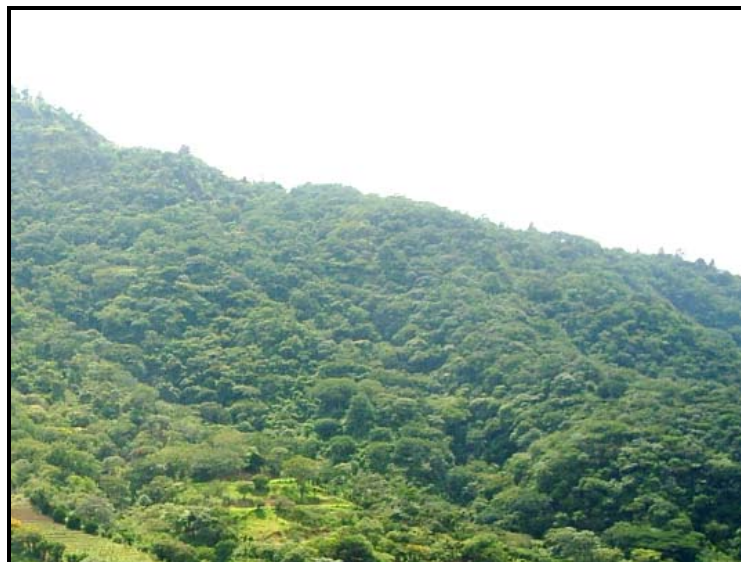
**Fuente:** Ecoplan Ltda., según visitas de campo durante mayo – octubre , 2005

#### 3.5.10.2.5 Bosque Secundario

Las áreas identificadas dentro de esta categoría corresponden a parches boscosos localizados en las riberas de quebradas y a lo largo de cañones de pendientes empinadas que las mismas quebradas han formado con el paso del tiempo. También incluye sectores remanentes de bosque natural que han quedado aislados en medio de una matriz de usos que incluye pastos, charrales y tacotales en sus alrededores. Estos últimos se ubican en sectores de fuerte pendiente

Es preciso que estas áreas que conserven la condición de uso actual con el objetivo de recuperar el paisaje natural de las partes altas del cantón, así como para mejorar las condiciones ecológicas y permitir el aumento de la biodiversidad del territorio tanto en número de individuos como en especies.

**Ilustración 3.21. Área de Bosque secundario en el Distrito Piedades, cerca de Calle Cebadilla. Su presencia se da Principalmente en Terrenos de Fuerte Pendiente.  
02 – octubre - 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visitas de campo durante mayo – octubre , 2005

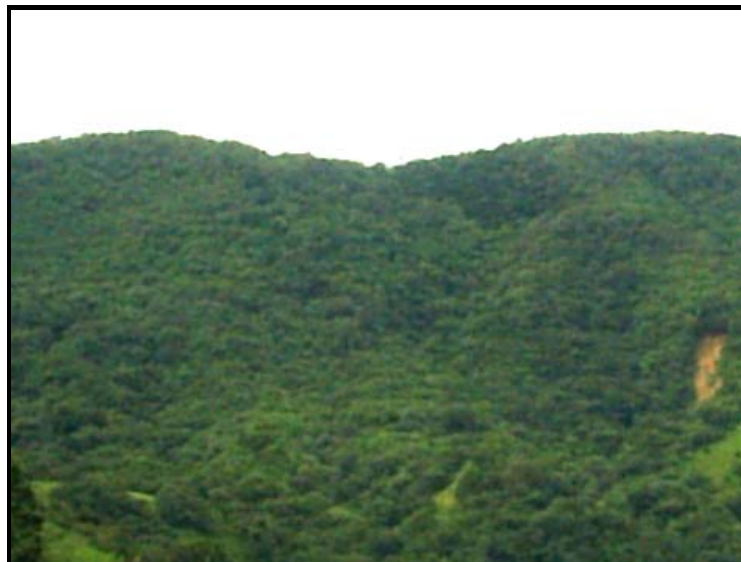


#### 3.5.10.2.6 Bosque Natural

La cobertura de bosque primario en el cantón de Santa Ana, al igual que en todo el territorio nacional, ha disminuido drásticamente en los últimos 30 años. En este territorio el único reducto boscoso existente en condiciones naturales está relegado a un área localizada en el extremo sur del distrito Salitral, dentro de la Zona Protectora Cerros de Escazú.

Al igual que la categoría anterior, es vital la conservación de este tipo de cobertura, primero por las virtudes ecológicas y ambientales que conlleva la presencia de bosque dentro de un territorio, y también porque la capacidad de uso de esas tierras señala que debido a la combinación de una serie de factores físicos el uso que debe prevalecer es el de conservación de bosque. No debe olvidarse también la importancia que reviste este tipo de cobertura para la protección del recurso hídrico.

**Ilustración 3.22. Área de Bosque Natural al sur del distrito de Salitral. Uno de los pocos parches Boscosos Inalterados por la Actividad Antrópica.  
02 – octubre - 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visitas de campo durante mayo – octubre , 2005

#### 3.5.10.2.7 Uso Urbano

La categoría de uso urbano incluye una serie de actividades que se relacionan con el quehacer de la sociedad en su conjunto y que tiene por consecuencia el desarrollo aglomerado de distintos tipos de infraestructura, entre los que destacan viviendas, edificios (comerciales, institucionales, industriales, de servicios), áreas recreativas, trama vial, entre otros.

La actividad urbana de mayor difusión en este territorio es sin duda alguna el uso residencial, que ha crecido de manera exponencial, consumiendo terrenos dedicados a la producción agropecuaria. Este proceso se ha dado tanto al norte como al sur del cantón, afectando en forma generalizada a todos los distritos, pero con mayor intensidad a Pozos y Salitral. Este crecimiento urbano residencial estuvo en algún momento ligado a la producción agrícola y pecuaria. Sin embargo, actualmente el mismo se halla vinculado a actividades económicas del sector secundario y terciario, relación que no necesariamente se da a lo interno del cantón.

Dentro de la categoría urbana se distingue también el uso industrial, actividad que se desarrolla principalmente en el distrito Pozos con uso residencial alrededor. Esta condición se traduce en conflictos de uso debido a la incompatibilidad entre ambos.

De manera muy significativa se ha dado también en Santa Ana el crecimiento concentrado de actividades comerciales y de servicios comerciales, principalmente en el distrito Pozos, específicamente a lo largo de la radial hacia San Antonio de Belén.

En cuanto a usos urbanos cabe afirmar que es Pozos el distrito que presenta mayor variedad, no en vano es el que ha crecido con mayor intensidad en los últimos años.

**Ilustración 3.23. Centro Urbano principal del Cantón de Santa Ana. El crecimiento Urbano de este Territorio se ha Expandido hacia Sectores que Presentan Grados Importantes de Inestabilidad de Laderas.  
02 – octubre - 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visitas de campo durante mayo – octubre , 2005

La tendencia general de cambio en el uso de la tierra está dominada por las transformaciones ocurridas debidas al crecimiento y la expansión urbana, especialmente con actividad de tipo residencial. Este proceso ha sumado hectáreas a la mancha urbana y restado terrenos anteriormente ocupados para actividades agropecuarias en las áreas de menor pendiente del cantón. Pero además, este desplazamiento también ha tenido efectos sobre los terrenos montañosos, hacia donde se ha expandido la frontera agrícola, trayendo consigo procesos de deforestación acelerados y problemas de erosión.

Unido a la expansión agrícola, se ha filtrado hacia ese sector un uso residencial de media a baja densidad que busca el disfrute individual de las hermosas vistas que ofrece la cuenca visual de estos cerros, alterando completamente el paisaje natural del territorio que bien podría considerarse patrimonio de todos los pobladores.

De acuerdo con el mapa 3.24 y el gráfico 3.3, la categoría de uso que predomina a nivel de todo el cantón en términos cuantitativos son los pastos, los cuales ocupan un 44,3% de

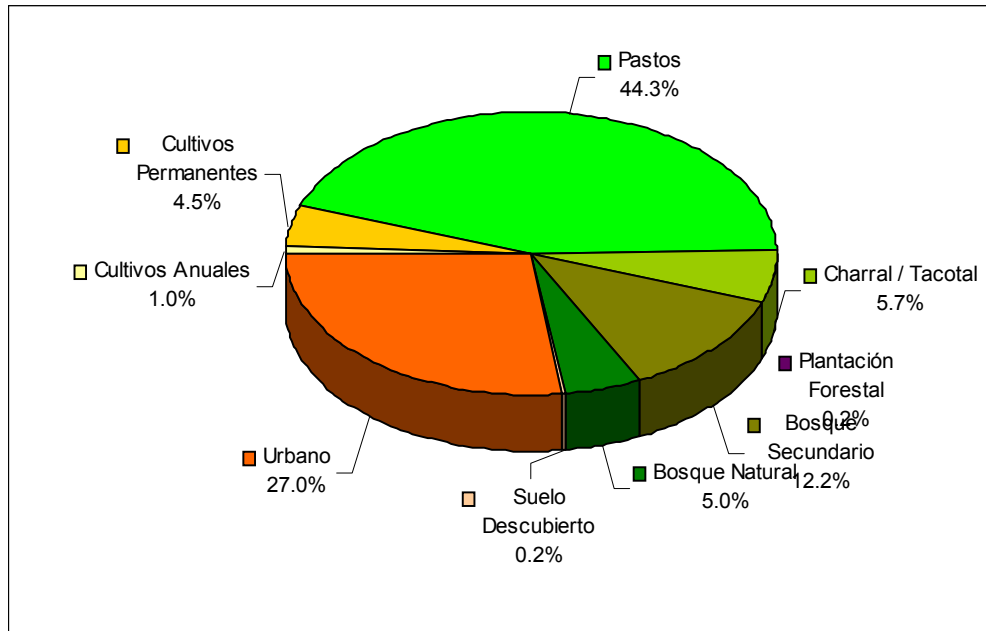
todo el territorio. Esta cifra está conformada tanto por pastos limpios, como por pasto arbolado. Los primeros se dan principalmente en la parte baja y más plana, y los segundos en la parte alta y de mayor pendiente. En este último caso se trata de potreros en desuso, localizados dentro de la Zona Protectora Cerros de Escazú.

El segundo uso más importante es el urbano alcanzando un 27,0% de toda el área. Éste es particularmente relevante en el distrito Pozos donde alcanza actualmente un total de 712,5 ha.

Los cultivos anuales, aunque fueron hace algunos años el centro de la economía del cantón, principalmente con el cultivo de la cebolla, constituyen hoy apenas un 1,0%, dato indicador de la decadencia de la agricultura estacional.

En cuanto a los cultivos permanentes se tiene un área que corresponde al 4,5% del cantón. El cultivo que predomina es el café, y en algunos sectores éste se muestra abandonado.

**Gráfico 3.3: Distribución Porcentual por Distrito del Área Ocupada por cada una de las Distintas Categorías de Uso.  
 02 – noviembre - 2005**



Fuente: Elaborado por Ecoplan Ltda., según Fotografías Aéreas Proyecto CARTA 2005.

**Cuadro 3.11: Distribución del Uso de la Tierra por Distrito.  
 02 – octubre - 2005**

Categoría de Uso	DISTRITOS (ÁREA HA)						CANTÓN
	Santa Ana	Salitral	Pozos	Uruca	Piedades	Brasil	
Cultivos Anuales	0,3	40,0	3,1	14,0	0,0	1,1	58,5
Cultivos Permanentes	5,2	226,8	3,1	20,4	13,4	4,4	273,3
Pastos	191,3	1 078,7	476,3	209,0	586,3	170,8	2 712,5
Charral / Tacotal	45,5	36,1	37,5	101,7	107,6	21,3	349,8
Plantación Forestal	0,0	0,0	0,0	0,0	14,7	0,0	14,7
Bosque Secundario	10,9	237,4	93,1	90,4	259,5	54,2	745,5
Bosque Natural	0,0	307,4	0,0	0,0	0,0	0,0	307,4
Suelo Descubierta	0,0	0,0	9,5	0,0	1,2	0,0	10,6
Urbano	288,9	83,3	712,5	270,6	225,8	68,9	1 650,1

Fuente: Elaborado por Ecoplan Ltda., según Fotografías Aéreas Proyecto CARTA 2005.

MAPA 3.24 USO DE LA TIERRA ÁMBITO LOCAL

### 3.5.11 Condición de Uso de la Tierra

Cuando se habla de condición de uso de la tierra se hace referencia a la identificación de categorías generales de conflictos de uso, que resultan de la comparación entre el uso actual de la tierra y la categoría de aprovechamiento máximo permisible que se puede hacer de esas unidades de terreno, a partir de las limitantes establecidas por la capacidad de uso. Partiendo de una sobreposición cartográfica de las variables mencionadas, y basados en la tipología que se muestra en el cuadro 3.12, se hizo el cálculo de las tres categorías principales de condición de uso de la tierra, a saber: subuso, uso correcto y sobreuso.

**Cuadro 3.12: Matriz de Cálculo para las Categorías de Condición de Uso<sup>12</sup>.**

	CLASE	III	IV	VI	VII	VIII
CATEGORÍA DE USO		30	40	60	70	80
Cultivos Anuales	1	31	41	61	71	81
Cultivos Permanentes	2	32	42	62	72	82
Pastos	3	33	43	63	73	83
Charral / Tacotal	4	34	44	64	74	84
Plantación Forestal	5	35	45	65	75	85
Bosque Secundario	6	36	46	66	76	86
Bosque Natural	7	37	47	67	77	87
Suelo Descubierta	8	38	48	68	78	88
Urbano	9	39	49	69	79	89

**CONDICIÓN DE USO**

Subuso
Uso Correcto
Sobreuso

<sup>12</sup> La numeración empleada corresponde a un sistema propio utilizado para controlar la combinación cartográfica digital y posterior reclasificación de las variables “uso de la tierra” y “capacidad de uso”. La operación usada es la suma algebraica de mapas. Esta labor se llevó a cabo por medio de un Sistema de Información Geográfica.

La condición de subuso se presenta cuando las unidades de terreno no están siendo aprovechadas conforme a su capacidad máxima, esto significa que podría dárseles un uso más intensivo desde el punto de vista agrícola. No obstante, esta condición es particularmente aceptable ya que no implica deterioro del recurso suelo.

Para el caso de Santa Ana, esta categoría cubre un 19% del cantón y se presenta principalmente en el sector norte. De acuerdo con los datos del cuadro 3.13 el distrito cuyo recurso suelo está porcentualmente más subutilizado es Brasil con un 39,3% de su área, sin embargo, en términos absolutos es Pozos el que posee la mayor extensión de terrenos con esta condición (328,9 ha).

Prácticamente en todos los casos, la presencia de pastos y uso urbano sobre terrenos con potencial para cultivos anuales, es la que otorga esta condición de subuso. Adicionalmente cabe afirmar que tal condición se mantendrá ya que la tendencia de ocupación señala que las unidades de terreno con estas posibilidades en la parte baja del cantón serán acaparadas por el crecimiento urbano.

En relación con la categoría de uso correcto, ésta se da cuando el uso actual es conforme con la capacidad de uso. Esto significa que para dichas áreas no deben proponerse mayores cambios relativos al tipo de aprovechamiento futuro de estas unidades, especialmente en términos agrícolas.

En este caso los distritos que presentan la mejor combinación entre actividades productivas y sus características físicas en valores relativos respecto al área de cada uno son Santa Ana y Pozos con 43,4% y 42,4% respectivamente. No obstante, el segundo es el que, en valores absolutos, cuenta con la mayor extensión bajo esta categoría de condición óptima, alcanzando un total de 566,8 ha, seguido de Salitral con 552,7 ha.

Tal ausencia de conflicto de uso obedece a que se considerara el uso urbano como adecuado en clases de capacidad III y IV, que son las que predominan en la parte baja del



cantón. En el caso de Salitral tal situación se debe a la cubierta vegetal existente sobre clases VII y VIII en el extremo sur del distrito, ya que sólo esta mancha boscosa alcanza un área de 363,5 ha.

La condición de uso denominada sobreuso sucede cuando la actividad de uso actual favorece la alteración y pérdida significativa del recurso suelo a través de los procesos erosivos. Contrario a las anteriores categorías, ésta sí requiere una intervención territorial directa, que detenga y revierta el riesgo de pérdida del recurso suelo, producto de la utilización indebida de unidades de terrenos que no poseen las características óptimas para el desarrollo de actividades no conformes con su capacidad de uso.

Tal intervención es factible con una adecuada propuesta de ordenamiento territorial para el cantón, que incluya para estas unidades sobreutilizadas actividades de aprovechamiento menos intensivas y de mayor protección, como por ejemplo, zonas agroforestales, zonas de aprovechamiento forestal, zonas de protección, zonas de aprovechamiento ecoturístico, etc. Con ello se reduce incluso los efectos directos de un sobreuso del suelo como la pérdida del recurso mismo, deslizamientos, desprendimiento de bloques, alteración del paisaje, pérdida de biodiversidad, entre otros.

La distribución espacial de este conflicto muestra una mayor presencia en Salitral alcanzando un 68,1% del total del área del distrito. A su vez es el distrito con mayor extensión territorial bajo esta condición con un total de 1 367,5 ha.

La condición de sobreuso en este cantón obedece principalmente a la existencia de áreas de pastos en terrenos con capacidad de uso de clase VI, VII y VIII. Esta situación es particularmente evidente en distritos como Salitral y Piedades. En el caso de Pozos se da por la ocupación urbana en terrenos de clase VI, específicamente sobre la loma del Alto de las Palmas hasta los alrededores del cerro Real de Pereira.

**Cuadro 3.13: Distribución Absoluta y Porcentual de las Categorías de Condición de Uso por Distrito.  
 02 – octubre - 2005**

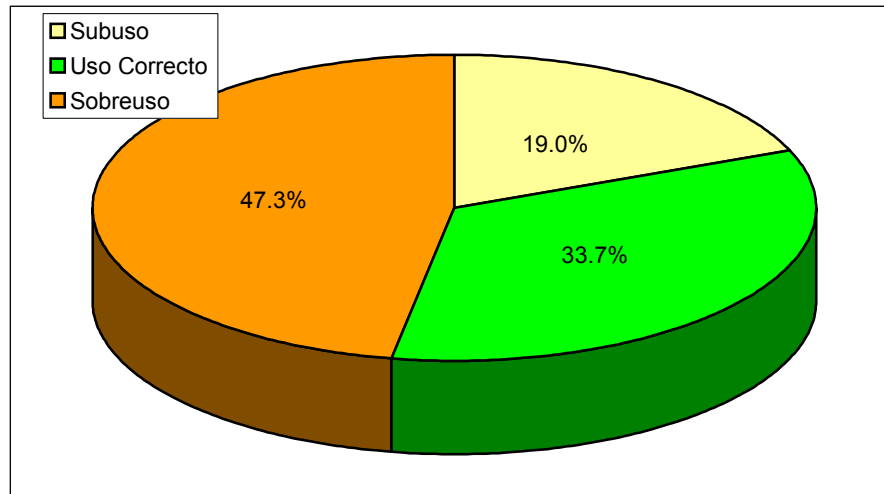
DISTRITO	ÁREA (ha)						TOTAL DISTRITO
	SUBUSO	%	USO CORRECTO	%	SOBRE USO	%	
SANTA ANA	148,8	27,5	235,2	43,4	158,0	29,1	541,9
SALITRAL	89,2	4,4	552,7	27,5	1 367,5	68,1	2 009,5
POZOS	328,9	24,6	566,8	42,4	440,2	33,0	1 335,9
URUCA	195,3	27,7	268,0	38,0	242,8	34,4	706,2
PIEADADES	2 72,7	22,5	355,7	29,4	581,0	48,0	1 209,4
BRASIL	1 27,7	39,3	86,8	26,7	110,2	33,9	324,7
<b>TOTAL CANTÓN</b>	<b>1 162,7</b>	<b>19,0</b>	<b>2 065,2</b>	<b>33,7</b>	<b>2 899,8</b>	<b>47,3</b>	<b>6 127,6</b>

**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda.

A nivel cantonal se cuenta con una situación bastante crítica ya que según este análisis casi la mitad del cantón se encuentra en condiciones de sobreutilización, lo cual refleja una sobreexplotación del recurso suelo. En total esta condición corresponde a un 47,3% del cantón lo que representa 2 899,8 ha. Esto debe llamar la atención a los pobladores de este territorio ya que además un 48,3% de este total se localiza dentro de la Zona Protectora Cerros de Escazú. Bajo estas características de aprovechamiento es muy probable que esta categoría de manejo deje de cumplir para el cantón de Santa Ana los objetivos por los cuales fue creada, entre los que destacan la protección y aseguramiento del recurso hídrico, conservación de bosque y protección del recurso suelo.

Las otras categorías cubren el restante 52,7% el cantón, distribuidas en un 19,0% para terrenos subutilizados y 33,7% para unidades de terreno con uso correcto. Esta distribución puede ser apreciada en el gráfico siguiente.

**Gráfico 3.4: Distribución porcentual de las categorías de condición de uso de la tierra por cantón.  
02 – octubre - 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda.

MAPA 3.25 CONDICIÓN DE USO DE LA TIERRA

### 3.5.12 Áreas Protegidas

La Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) define como área protegida “*Un área de la tierra y/o del mar dedicados especialmente a la protección y al mantenimiento de la diversidad biológica, y de recursos naturales y culturales asociados y manejados por medios legales u otros medios eficaces*”<sup>13</sup>.

De acuerdo con la Ley Forestal N° 7575 un área silvestre protegida es aquel “*Espacio, cualquiera que sea su categoría de manejo, estructurado de una forma para conservarlo, que tome en cuenta parámetros geográficos, bióticos, sociales y económicos*”.

Según el Capítulo VII de la Ley Orgánica del Ambiente N° 7554, las áreas silvestres protegidas se clasifican en siete categorías de manejo, cuyo nombre y definición se exponen en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3.14: Nombre y Definición de las Distintas Categorías de Manejo.  
02 – octubre - 2005**

<b>NOMBRE</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
Reserva Forestal	Terrenos en su mayoría de aptitud forestal, apropiados para la producción de madera con criterios de sostenibilidad.
Zona Protectora	Área formada por bosques y terrenos de aptitud forestal, donde el objetivo principal es la protección del suelo, la regulación del régimen hidrológico y la conservación del ambiente y las cuencas hidrográficas.
Parques Nacionales	Áreas que protegen rasgos de carácter singular de interés nacional o internacional. Ofrecen atractivos para los visitantes tanto de carácter recreativo como educativo.
Reservas Biológicas	Áreas esencialmente inalteradas. Contienen ecosistemas, rasgos o especies de flora y fauna extremadamente vulnerables.
Refugios Nacionales de	Son áreas que por sus condiciones geográficas, de ecosistemas

<sup>13</sup> Tomado de [http://maps.geog.umd.edu/WDPA/WDPA\\_info/Spanish/DB\\_Definitions.html](http://maps.geog.umd.edu/WDPA/WDPA_info/Spanish/DB_Definitions.html). Consultado el 23 de setiembre de 2005.

---

NOMBRE	DEFINICIÓN
Vida Silvestre	especiales y de variada o exclusiva biodiversidad, requiere de condiciones de manejo.
Humedales	Ecosistemas con dependencia de regímenes acuáticos, naturales o artificiales, permanentes o temporales.
Monumentos Naturales	Áreas que contienen uno o varios elementos naturales de importancia nacional, de carácter único o excepcional, de gran belleza escénica o valor científico.

### 3.5.12.1 Caracterización Regional

En Costa Rica, las áreas protegidas están bajo la tutela del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), por medio de una dependencia de éste denominada SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). Esta entidad para efectos administrativos ha dividido al país en unidades territoriales conocidas como Áreas de Conservación, en las cuales están inmersas diferentes categorías de manejo según la clasificación anterior.

La zona de influencia del presente proyecto es parte de dos de estas áreas: Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCV) y Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC).

La mayor parte de la Depresión Tectónica Central Occidental pertenece al ACCV. En ella se localizan distintas categorías de manejo, todas ubicadas sobre la Cordillera Volcánica Central en la vertiente norte de la depresión. Sobresale la presencia del Parque Nacional Volcán Poás y el Parque Nacional Braulio Carrillo, sitios que son muy importantes para la actividad turística del país.

La sección sur y oeste de la Depresión Tectónica Central Occidental, en cuanto a áreas protegidas, está dominada en su totalidad por la categoría de zonas protectoras. Las que se ubican al sur forman parte de ACOPAC y están situadas sobre el Macizo de los Cerros de Escazú.

**MAPA 3.26 ÁREAS PROTEGIDAS ÁMBITO REGIONAL**

3.5.12.2 Caracterización Local

El cantón de Santa Ana en forma completa pertenece al Área de Conservación Pacífico Central. Un 35,9% de su territorio es afectado por una única categoría de manejo correspondiente a la Zona Protectora Cerros de Escazú.

Los distritos con parte de su territorio dentro de la Zona Protectora son Uruca, Piedades y Salitral, siendo éste último el que más territorio cede a esta categoría de manejo, seguido de Piedades. Ambos ostentan respectivamente un 69,9% y 60,1% de su área como parte de la categoría de manejo indicada.

**Cuadro 3.15: Distribución de la Zona Protectora Cerros de Escazú en Santa Ana, según Distritos y Cantón.  
02 – octubre - 2005**

DISTRITO	ÁREA (km <sup>2</sup> )	ZP Cerros de Escazú (km <sup>2</sup> )	% Respecto a Distrito	% Respecto a Cantón
Santa Ana	5,17	0,00	0,0	0,0
Salitral	20,37	14,23	69,9	23,2
Pozos	13,42	0,00	0,0	0,0
Uruca	6,96	0,46	6,7	0,8
Piedades	12,22	7,34	60,1	12,0
Brasil	3,28	0,00	0,0	0,0
<b>CANTÓN</b>	<b>61,42</b>	<b>22,04</b>		<b>35,9%</b>

**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según SINAC, Mapa de Áreas Protegidas, 2005.

La Zona Protectora Cerros de Escazú fue creada mediante el Decreto Ejecutivo No. 6 112-A del 23 de junio de 1976, abarcando una extensión inicial de 3 600 ha. Luego, con el Decreto Ejecutivo No. 14 672-A del 20 de mayo de 1983, su extensión fue ampliada a aproximadamente 7,176 ha. En la actualidad comprende sectores de los cantones de Acosta, Alajuelita, Aserrí, Escazú, Mora y Santa Ana.



Los objetivos principales de creación de ésta área silvestre protegida son la protección y el aseguramiento del recurso hídrico que se genera y recarga en su territorio, la conservación de las manchas boscosas de la terminación occidental de la Cordillera de Talamanca (los Cerros de Escazú) y la protección del suelo.

Esta Zona de Protección es relevante para el Gran Área Metropolitana en aspectos como el suministro de agua para consumo humano en las comunidades aledañas a los cerros, producción de oxígeno y aire puro para sectores urbanos importantes, protección de diversidad biológica de diferentes grupos de organismos vegetales y animales, dotación de un recurso paisajístico de gran belleza, potencial para aprovechamiento ecoturístico.

No obstante, debido a que esta categoría de manejo es más de carácter indicativo que normativo, permite la propiedad privada, y como consecuencia de ello se presenta una enorme problemática dada la presión que ejercen propietarios, inversionistas y desarrolladores, que buscan explotar el recurso escénico – paisajístico de las partes altas con proyectos residenciales privados, ocasionando serias alteraciones de carácter ecológico y ambiental.

Entre los problemas ambientales que aquejan a esta área protegida se encuentra la pérdida de cobertura vegetal natural, como consecuencia del proceso de deforestación producto del avance de la frontera agrícola en su momento y la presión urbana actual. Esto deriva otros efectos como la pérdida de diversidad faunística, alteración del paisaje natural, aumento de la escorrentía superficial, erosión del suelo y disminución en la capacidad de infiltración del agua subterránea.

La propuesta de modificación al plan regulador vigente es una oportunidad que tienen los habitantes del cantón de Santa Ana para reglamentar con claridad el uso de esta categoría de manejo, que bien puede ser considerada patrimonio natural no sólo de este territorio sino del entorno regional en general.

**MAPA 3.27 ÁREAS PROTEGIDAS ÁMBITO LOCAL**

### 3.5.13 Zonas de Vida

La zona de vida es un concepto ecológico que se aplica hipotéticamente a los ambientes naturales que deberían existir sin intervención del hombre en un espacio determinado. En términos prácticos, permite caracterizar un primer rango o nivel del bioclima global o básico de un sector geográfico dado, el cual determina también una actividad biológica general o típica para dicho clima, incluyendo dentro de esta la actividad agrícola (CCT, 1994). De acuerdo con CCT<sup>14</sup>, al estar cada Zona de Vida definida por un rango de factores climáticos muy influyentes sobre la ecología, cada uno de estos bioclimas (zonas de vida) presenta una condición natural distinta, con una biota particular y con un determinado potencial de utilización de los recursos por parte del hombre.

Para la definición de zonas de vida en Costa Rica se ha utilizado el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida del Mundo de L. R. Holdridge. Este es un sistema objetivo para la clasificación de los ecosistemas terrestres en unidades básicas ecológicas denominadas zonas de vida (conjuntos naturales de asociaciones), sin importar que cada grupo incluya una cadena de diferentes unidades de paisaje o de medios ambientales que pueden variar desde pantanos hasta crestas de colinas.

#### 3.5.13.1 Caracterización Regional

Según Holdridge en Costa Rica se dan 12 zonas de vida, de las cuales en la Depresión Tectónica Central Occidental se presentan, de forma relevante, seis de ellas con sus respectivas transiciones (Ver mapa 3.28). Partiendo desde las áreas de menor altitud hacia las partes más altas se encuentran las siguientes zonas de vida:

---

<sup>14</sup> Centro Científico Tropical.

#### 3.5.13.1.1 Bosque húmedo Tropical

En su estado natural esta zona de vida presenta bosques con árboles de troncos desde 30 a 40 m, relativamente densos con tres estratos, vegetación siempreverde y epífitas abundantes. La biotemperatura media anual está entre 24 y 25 °C, temperaturas entre 24 y 27 °C como promedio anual y precipitaciones que oscilan entre los 1 950 y 3 000 mm. Las características de la vegetación para esta zona de vida se encuentran entre lo que sería un bosque seco y un bosque muy húmedo Tropical.

Dentro de la depresión corresponde a una porción ubicada hacia el oeste a lo largo del valle del Río Grande de Tárcoles que no sobrepasa los 600 msnm.

#### 3.5.13.1.2 Bosque húmedo Premontano

Esta zona de vida se caracteriza por poseer condiciones bioclimáticas que la hacen apta para desarrollar actividades agrícolas y pecuarias, por lo que es excelente para cultivos anuales y permanentes, estos últimos con algunas medidas de manejo de suelos lo mismo que en las actividades ganaderas.

La composición del bosque es de vegetación semidecidua con pocas epífitas, dos estratos, árboles de fustes cortos y macizos con alturas que pueden alcanzar 25 metros y se considera poco denso. Las precipitaciones oscilan en un ámbito de 1 200 a 2 200 mm promedio, y temperaturas entre los 17 y 23 °C.

Espacialmente comprende las áreas más densamente pobladas de la Depresión Tectónica Central Occidental desde Atenas hasta los cerros de La Carpintera, cubriendo las ciudades de Alajuela, Heredia, San José, Desamparados e incluso Santa Ana, en una franja altitudinal que va desde los 700 hasta los 1 300 msnm. También se presenta en las inmediaciones de las ciudades de Palmares y San Ramón.

#### 3.5.13.1.3 Bosque muy húmedo Premontano

El Bosque muy Húmedo Premontano (bmh-P) cuenta con abundante precipitación sin llegar al exceso, con 2 000 a 4 000 mm de lluvia promedio anual y biotemperatura similar a la temperatura estando entre los 17 y 24 °C. Esta zona de vida es apta para ganadería y cultivos permanentes. La vegetación en sus condiciones originales se caracteriza por ser siempreverde, con dos o tres estratos y algunas especies semidecíduas. El bosque se compone de árboles que tienen entre 30 y 40 metros de alto, de media densidad y las epífitas se presentan de moderadas a abundantes.

Su distribución se da en una franja regular a lo largo de la vertiente pacífica de la Cordillera Volcánica Central, la vertiente occidental de los cerros de La Carpintera y la ladera norte de los cerros de Escazú, en un rango de altitud comprendido entre los 1 000 y 1 500 msnm.

#### 3.5.13.1.4 Bosque muy Húmedo Montano Bajo

En su forma natural inalterada se presenta como bosque siempreverde, con árboles de altura entre los 25 y 35 m, denso, con dos estratos y abundantes epífitas. Se caracteriza por tener un amplio rango de precipitación entre los 1 850 y 4 000 mm de lluvia promedio anual, con biotemperatura de 12 y 17 °C y manifestación de neblina. Esta zona presenta severas limitaciones para actividades agrícolas pero posee muy buenas posibilidades para el desarrollo de ganadería de leche debido a la alta humedad.

Esta zona se localiza en términos de altitud inmediatamente después de la zona de vida anterior, en un rango que va desde los 1 500 hasta 2 500 msnm cubriendo las partes entre intermedias y altas de la Cordillera Volcánica Central y los cerros de Escazú.

#### 3.5.13.1.5 Bosque húmedo Montano Bajo

La zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB) posee características bioclimáticas que favorecen el desarrollo de agricultura estacional, especialmente hortalizas. Las temperaturas presentan un amplio rango entre 12 y 17 °C con 2 y 4,5 meses secos y precipitaciones que van de 1 400 a 2 000 mm como promedio anual. En su forma natural, el bosque se presenta con árboles de fustes cortos y macizos con alturas entre los 20 a 25 m, es un bosque poco denso, presenta dos estratos con moderada cantidad de epífitas, siempreverde y con algunas especies caducifolias en época seca y dos estratos.

A pesar de la existencia de las condiciones ecológicas mencionadas para la Depresión Tectónica Central Occidental, se debe indicar que actualmente el ecosistema dominante para esta región es el urbano y que efectivamente el paisaje natural descrito corresponde a un nivel hipotético.

MAPA 3.28 ZONAS DE VIDA ÁMBITO REGIONAL

### 3.5.13.2 Caracterización Local

Según el sistema de clasificación de Holdridge y el Mapa Ecológico de Costa Rica (Bolaños R. y V. Watson, 1993), en el cantón de Santa Ana se pueden encontrar tres Zonas de Vida: Bosque Húmedo Premontano (bh-P), Bosque Muy Húmedo Premontano (bmh-P), Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (bmh – MB) y una zona de transición entre el Bosque Húmedo Tropical (bh-T) y el Bosque Húmedo Premontano (bh-P) (Ver mapa 3.29).

#### 3.5.13.2.1 Bosque Húmedo Premontano (bh-P)

Es la zona de vida más afectada en Costa Rica, pues se considera que no quedan bosques primarios en este biosistema. Domina en la Depresión Tectónica Central Occidental. Posee un bioclima muy atractivo para el asentamiento humano y sobre ella se ha desarrollado el mayor sistema urbano de Costa Rica que es el Gran Área Metropolitana.

El rango de precipitación para esta zona de vida varía entre 1 200 y 2 200 mm como promedio anual y su biotemperatura media anual oscila entre 17 y 24 °C. La temperatura es igual a la biotemperatura.

En su estado natural se presenta con un bosque semideciduo estacional de altura media, generalmente con dos estratos. El dosel es caducifolio con 25 metros de alto, las copas de los árboles son anchas y planas, los troncos son gruesos y cortos, de corteza gruesa. Son comunes las plantas de hojas compuestas. El sotobosque tiene de 10 a 20 metros de alto, perennifolio, con copas redondeadas y cónicas, troncos retorcidos, corteza lisa o áspera. Los arbustos poseen de 2 a 3 metros, son plantas leñosas con uno o varios tallos, a veces con espinas. Las epífitas son escasas y los bejucos leñosos abundantes.



En Santa Ana ésta es la zona de vida que ocupa la mayor parte del territorio abarcando un 72,3% del mismo. Su distribución se da desde el Alto Tapezco, pasando por los cerros Pabellón, Pacacua y Banderas y hacia el norte del cantón cubriendo completamente la planicie ignimbrítico – aluvional. Es la zona de vida que sustenta el desarrollo urbano de este cantón.

En relación con el ecosistema que se desarrolla en esta zona de vida en su estado natural, se debe señalar que para el caso de Santa Ana actualmente solo subsisten unos pocos parches de bosque secundario. La permanencia de éstos obedece fundamentalmente a que se localizan en terrenos de fuerte pendiente y además que están dentro de la Zona Protectora Cerros de Escazú.

#### 3.5.13.2.2 Bosque Muy Húmedo Premontano (bmh–P)

El bosque natural en esta zona de vida es de estatura media a alta, semiperennifolio, hay dos a tres estratos con algunas pocas especies de dosel caducifolias. El dosel es de 30 a 40 metros de alto, las copas son redondas y anchas, los troncos cortos, gambas y cortezas gruesas y escamosas, las hojas forman manojos en los extremos de las ramas. El sotobosque puede medir entre 10 a 20 metros con copas densas, corteza lisa y oscura. Pueden haber raíces adventicias y hojas largas y angostas, ocasionalmente helechos arborescentes. Arbustos de 2 a 3 metros, el suelo desnudo con pocos helechos. Hay pocas epífitas. Los bejucos trepadores herbáceos son abundantes, los árboles pueden tener musgo.

En Santa Ana, esta zona de vida ocupa 791,45 hectáreas y se encuentra entre Pabellón y Matinilla. Actualmente solo quedan unos pocos parches de bosque de esta zona de vida.

#### 3.5.13.2.3 Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (bmh–MB)

La vegetación natural de esta zona es perennifolia de altura intermedia, con dos estratos un dosel y un sotobosque. El dosel llega entre los 20 y los 25 metros de alto aunque algunos árboles pueden llegar a ser más altos, tiene troncos cortos, ramas ascendentes y pesadas y copas amplias. Las gambas son poco comunes. La corteza de los árboles suele ser gruesa, escamosa o agrietada. El sotobosque es relativamente abierto con 5 a 10 metros de alto y copas anchas. El suelo está cubierto de aráceas, helechos, begonias y otras plantas rastreras. Hay una gruesa capa de mantillo. Las epífitas son comunes, orquídeas y piñuelas. Los troncos tienen una capa delgada de musgo. Puede haber lianas gruesas.

Esta zona de vida ocupa 836,96 hectáreas del cantón. Se localiza en las tierras altas. Esta zona de vida es la que mantiene más bosque en Santa Ana y la mayoría esta protegido por la Zona Protectora de los Cerros de Escazú.

#### 3.5.13.2.4 Bosque Húmedo Tropical transición a Premontano

Es una zona de vida que constituye una transición entre el Bosque Húmedo Tropical y el Bosque Húmedo Premontano descrito anteriormente. El Bosque Húmedo Tropical es un semicaducifolio o perennifolio dependiendo de la estacionalidad del clima. Es alto con varios estratos. Los árboles miden entre 40 y 50 metros, las copas son anchas y altas, los tallos delgados, los troncos tienen ramas hasta 25 o 35 metros. Las gambas son altas y delgadas. Hay un subdosel de unos 30 metros. Las palmas son abundantes. El Sotobosque mide entre 8 y 20 metros con árboles de copa redonda y hojas con el ápice alargado. Hay palmas abundantes y hierbas con hojas anchas como aráceas. El suelo tiene poca vegetación y generalmente son helechos. Hay trepadoras y bejucos leñosos y epífitas abundantes. En Santa Ana, esta zona de transición se encuentra al noroeste del cantón y ocupa 63,12 hectáreas, actualmente no queda nada del bosque que había aquí originalmente (Barquero, et. al, 2005).

MAPA 3.29 ZONAS DE VIDA ÁMBITO LOCAL

### 3.5.14 Flora y Fauna

Según Barquero *et al* (2005), dado que Santa Ana representa un sitio de unión entre cuatro zonas de vida, así como un sitio de convergencia entre los ecosistemas del noroeste del país con los de la Depresión Tectónica Central y la Cordillera de Talamanca, el cantón resulta un sitio de interés biológico desde el punto de vista de flora, fauna, de relaciones ecológicas y de sectorización biogeográfica.

Las influencias climáticas y biológicas de la Cordillera de Talamanca y del sector Pacífico Seco del país sobre el cantón en cuestión, se hacen evidentes principalmente en la composición vegetal del mismo.

Con este breve preámbulo, se procede a describir y caracterizar las generalidades más representativas de la composición de flora y fauna del cantón de Santa Ana.

#### 3.5.14.1 Caracterización local de la Flora

En lo que se refiere a la flora, las áreas de Santa Ana que guardan aún representación de vegetación boscosa en su estado natural, están reducidas a sectores como las orillas de los cauces de los principales ríos y quebradas, a las partes medias y altas (especialmente en Salitral) y a remanentes de bosques aislados como ocurre por ejemplo en el Centro de Conservación Santa Ana.

Los principales parches de bosque se encuentran en las partes más altas y están protegidos por la Zona Protectora de los Cerros de Escazú. El bosque de estos sitios se ubica en la zona de vida del Bosque Tropical Muy Húmedo Montano Bajo (Barquero *et al*, 2005).

Debido a la ubicación geográfica del cantón, se producen diferentes condiciones climáticas y un gradiente altitudinal con un rango muy amplio en una distancia relativamente corta

(de menos de 700 msnm a más de 2 300 msnm); estas condiciones permiten una rica diversidad de plantas y tipos de vegetación con influencia de diferentes regiones fitogeográficas (Barquero *et al*, 2005).

Sin embargo, la apertura a actividades de agricultura y ganadería desde épocas pasadas en sitios como las laderas de los sectores montañosos principalmente, han diezclado cuantitativa y cualitativamente la calidad de la vegetación natural del cantón.

Si bien es cierto que actividades tradicionales en el campo del agro tales como el cultivo del café, tomate, cebolla y variadas hortalizas han sido una actividad importante para la economía del territorio santaneño, éstas también han contribuido en la remoción boscosa debido a los procesos de deforestación suscitados para la siembra de los mismos, acarreado con ello situaciones de degradación y erosión de suelos y problemas de estabilidad de laderas en las partes altas.

De igual manera, el cambio de uso de bosque a potreros para la actividad ganadera, ha tenido las mismas consecuencias que se citan en el párrafo anterior.

A pesar de la remoción de la cobertura boscosa que ha sufrido Santa Ana, debido a la expansión agropecuaria y urbanística, todavía hoy día es posible encontrar en el territorio remanentes y parches boscosos que guardan, tal y como lo menciona Barquero *et al* (2005), elementos de flora similares a los de la Cordillera de Talamanca en las tierras altas, y del Pacífico Seco y Húmedo en las tierras más bajas del cantón. Otras especies que se encuentran son propias de la Depresión Tectónica Central y algunas otras que en Costa Rica están restringidas a los Cerros de Escazú (Barquero, *et. al.*, 2005), por ejemplo, *Molinadendron hondurense*, *Dalbergia calcynia*, *Hauya elegans*. Para estas y otras especies estos vienen a ser los hábitats preferidos y casi en peligro de extinción (Zamora *et al.* 2004, citado por Barquero, *et. al.*, 2005).

**Ilustración 3.24. Muestra de *Molinadendron hondurensis*, especie que en Costa Rica solamente crece en los Cerros de Escazú. 02 – octubre – 2005**



**Ilustración 3.25. Frutos y hojas de *Hauya elegans* (Onagraceae). 02 – octubre – 2005**



**Fuente:** Barquero, Karla; et. al; 2005.

Algunas de las especies arbóreas que se pueden encontrar en las partes altas y medias del cantón se muestran en el cuadro 3.16.

**Cuadro 3.16: Especies Arbóreas Representativas del Cantón Santa Ana. 02 – octubre - 2005**

Nombre común	Nombre científico	Familia	Nombre común	Nombre científico	Familia
Mangle de agua	<i>Bravaisia integerrima</i>	Acanthaceae	Poró	<i>Erythrina sp.</i>	Fabaceae/Pap.
Espavel	<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae	Poró	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Fabaceae/Pap.
Ron Ron	<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae	Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae/Pap
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae		<i>Machaerium biovulatum</i>	Fabaceae/Pap.
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae		<i>Hasseltia floribunda</i>	Flacourtiaceae
Jocote	<i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceae		<i>Albizia adinocephala</i>	Fabaceae/Mim
Cacolojoche	<i>Plumeria rubra</i>	Apocynaceae	Aguacatillo	<i>Cinnamomum cinnamomifolium</i>	Lauraceae

Nombre común	Nombre científico	Familia	Nombre común	Nombre científico	Familia
Jícaro	<i>Crescentia alata</i>	Bignoniaceae	Acerola	<i>Malpighia glabra</i>	Malpighiaceae
Jícaro	<i>Crescentia cujete</i>	Bignoniaceae	Cedro amargo	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	Uruca	<i>Trichilia havanensis</i>	Meliaceae
Corteza	<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae	Manteco	<i>Trichilia martiana</i>	Meliaceae
Aceituno	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	Mora	<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae
Achiotillo	<i>Vismia ferruginea</i>	Clusiaceae	Muñeco	<i>Cordia eriostigma</i>	Boraginaceae
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Sapotaceae	Papatirro	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Polygonaceae
Cenízaro	<i>Samanea saman</i>	Fabaceae/Mim.	Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i>	Bombacaceae
Cornizuelo	<i>Acacia collinsii</i>	Fabaceae/Mim	Roble sabana	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae
Fruta de pan	<i>Artocarpus altilis</i>	Moraceae	Targuá	<i>Croton draco</i>	Euphorbiaceae
Guacimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	Tucuico	<i>Ardisia revoluta</i>	Myrsinaceae
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae/Mim.	Vainillo	<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae
Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Cecropiaceae		<i>Cupania glabra</i>	Sapindaceae
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae		<i>Ficus costaricana</i>	Moraceae
Güitite	<i>Acnistus arborescens</i>	Solanaceae		<i>Ficus isophlebia</i>	Moraceae
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae		<i>Ficus jimenezii</i>	Moraceae
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae			
Limoncillo o Zorrillo	<i>Zanthoxylum limoncello</i>	Rutaceae		<i>Randia sp.</i>	Rubiaceae
Lorito	<i>Cojoba arborea</i>	Fabaceae/Mim.		<i>Randia monantha</i>	Rubiaceae
Matapulgas	<i>Thouinidium decandrum</i>	Sapindaceae		<i>Allophylus occidentalis</i>	Sapindaceae

Fuente: Barquero *et al.* 2005.

3.5.14.2 Caracterización local de la Fauna

3.5.14.2.1 Avifauna

Las aves son quizá el grupo más visible e identificable en la constitución faunística de determinado lugar. En ocasiones, la presencia o ausencia de algún grupo de caracteres de estos organismos permiten dilucidar *a grosso modo*, las condiciones ambientales en que se encuentra determinado ecosistema.

Según Barquero *et. al.* (2005), dentro de las especies exclusivas para los sitios en las altitudes medias-altas del cantón, destacan aquellas con requerimientos de hábitat predominantemente de zonas boscosas y que son aves residentes del cantón, como las que se muestran en el cuadro 3.17.

**Cuadro 3.17: Especies de Aves Representativas del cantón de Santa Ana con Mayor Requerimiento de Hábitat Boscoso. 02 – octubre - 2005**

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Carpintero serrano	<i>Picoides villosus</i>
Codorniz pechinegra	<i>Odontophorus leucolaemus</i>
Colibrí ala de sable	<i>Campylopterus hemileucurus</i>
Colibrí colirrayado	<i>Eupherusa eximia</i>
Gallina de monte	<i>Nothocercus bonapartei</i>
Mosquerito amarillento	<i>Empidonax flavescens</i>
Ojeruda	<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>
Ojeruda	<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>
Reinita coronidorada	<i>Basileuterus culicivorus</i>
Reinita coronidorada	<i>Basileuterus culicivorus</i>
Saltarín toledo	<i>Chiroxiphia linearis</i>



---

Nombre común	Nombre científico
Soterrey de selva pechigrís	<i>Henicorhina leucophrys</i>
Soterrey de selva pechigrís	<i>Henicorhina leucophrys</i>
Tangara dorada	<i>Tangara icterocephala</i>
Tangara dorada	<i>Tangara icterocephala</i>
Trogón collarajo	<i>Trogon collaris</i>

Fuente: Barquero *et al.* 2005.

Es importante mencionar que varias de las especies que se localizan en las elevaciones más altas del cantón, son representantes también de las zonas boscosas de las partes altas de la Cordillera de Talamanca. Algunas inclusive son especies endémicas para la zona biogeográfica de Talamanca y el Oeste de Panamá.

Por otro lado, las especies de las zonas más bajas del cantón guardan relación biogeográfica con especies de bosques secos y abiertos del sector noroeste del territorio nacional; algunas de las mismas son el bolsero dorsilistado (*Icterus pustulatus*), el copetón crestipardo (*Myiarchus tyrannulus*), el chicopiojo (*Campylorhynchus rufinucha*).

Algunas de estas especies son habitantes de zonas bajas que han aumentado su distribución conforme aumenta la deforestación en las laderas de las montañas, incluyendo a la garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*), el colibrí rabirrufo (*Amazilia tzacatl*) y el antifacito coronigrís (*Geothlypis poliocephala*), mientras que otras son especies migratorias nortañas que presentan plasticidad en cuanto a su escogencia de hábitat durante su estadía invernal en los trópicos, como la reinita amarilla (*Dendroica petechia*) y la reinita verdilla (*Vermivora peregrina*) (Barquero *et al.*, 2005).

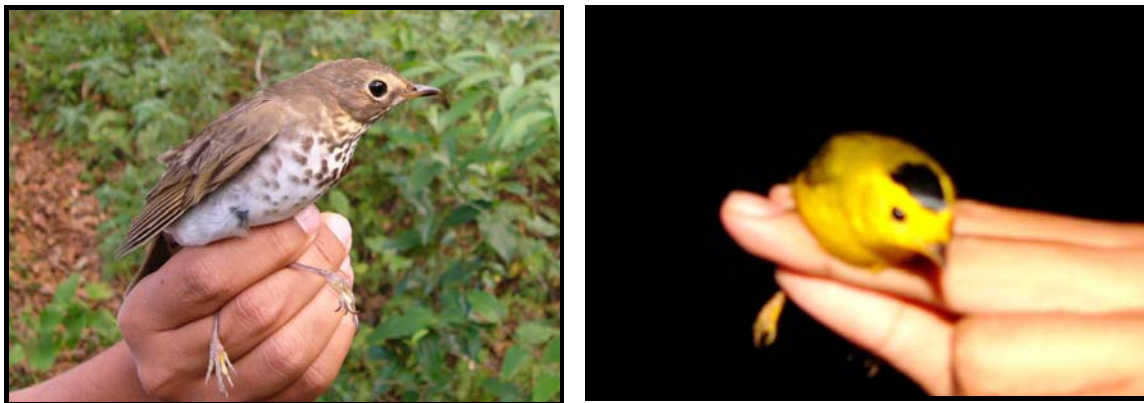
En las partes bajas del cantón, en sitios que guardan algún componente vegetal importante como es el Centro de Conservación Santa Ana, con presencia de remanentes de bosques secundarios y charrales alrededor, Barquero *et al.* (2005) registran la

existencia de avifauna típica del Bosque húmedo Premontano, caracterizada por ser una de las zonas de vida más alteradas desde el punto de vista de degradación ambiental.

Por otro lado, en los sectores montañosos del cantón de Santa Ana, es interesante observar la llegada de aves como la reinita gorrinegra (*Wilsonia pusilla*) y el zorzal de Swainson (*Catharus ustulatus*), especies que se reproducen en el norte del continente americano y que migran hasta las zonas más cálidas del trópico para escapar del invierno del norte.

En total se distinguen 11 especies de aves migratorias norteamericanas, siendo las más comunes en las zonas de elevación intermedia las reinitas gorrinegra (*Wilsonia pusilla*), amarilla (*Dendroica petechia*) y verdilla (*Dendroica virens*).

**Ilustración 3.26. El zorzal de Swainson (*Catharus ustulatus*) y la reinita gorrinegra (*Wilsonia pusilla*), dos de las especies migratorias que visitan la zona durante el invierno norteamericano.  
02 – octubre - 2005**



**Fuente:** Barquero et. al., 2005.

Entre los problemas que enfrenta la avifauna de este cantón destaca la pérdida de hábitats producto del avance urbano y el corrimiento de la frontera agrícola hacia las partes altas.

Otro problema ambiental es la captura ilegal de especies para el comercio de aves cautivas.

Algunas de las especies que se ven afectadas por este último y que se registran en el área de estudio son el perico frentirrojo (*Aratinga finschi*), el gallito (*Tiaris olivacea*) y en menor medida la eufonia o agüio (*Euphonia hirundinacea*). De estas aves, únicamente el perico constituye una especie común.

#### 3.5.14.2.2 Herpetofauna

La herpetofauna agrupa a los anfibios y reptiles, organismos esenciales dentro de las cadenas tróficas de los ecosistemas naturales.

Varios estudios en el trópico húmedo indican que en algunos sitios los anfibios llegan a ser los vertebrados terrestres más abundantes, siendo importantes en la dieta de otros vertebrados terrestres, como serpientes, mamíferos y aves. En ambientes acuáticos, en el caso de los renacuajos, estos son depredados por peces e invertebrados. Por su parte, los reptiles, en general, son depredadores importantes que controlan desde las poblaciones de insectos, en el caso de las lagartijas, hasta las poblaciones de mamíferos pequeños, en el caso de las culebras (Zug 2001, citado por Barquero *et al*, 2005).

Los anfibios son organismos muy sensibles a cambios en las condiciones ambientales. Los anfibios al ser tan dependientes del agua, y por su complejo ciclo de vida, son catalogados como el grupo de vertebrados más sensible a cambios en el medio ambiente. Por lo tanto son considerados buenos indicadores de alteraciones en los ecosistemas, como, estrés ambiental, impacto de pesticidas, fragmentación del hábitat, y otras actividades antropogénicas (Hartwell *et al*. 1998).

Las especies de anfibios y reptiles que aquí se mencionan, presentan una distribución bastante amplia en Costa Rica (Barquero *et al*, 2005); de igual manera, poseen la cualidad

de poder aprovechar los ambientes alterados (Savage 2002, citado por Barquero *et al*, 2005).

En las partes medias y altas del cantón se encuentra la ranita de hojarasca (*Eleutherodactylus podiciferus*). Éste es uno de los pocos anfibios que puede hallarse en estos sectores. Por otro lado, en las zonas bajas de Santa Ana se encuentran especies de anfibios tales como el sapo (*Bufo marinus*), ranita de hojarasca (*Eleutherodactylus fitzingeri*) y la rana *Smilisca sordida*.

En lo que respecta a reptiles, en las partes altas del cantón es común observar gallegos (*Norops tropidolepis*) y las conocidas lagartijas de tapia (*Sceloporus malachiticus*).

De igual manera, en los sectores de altitudes más bajas del cantón se localizan gallegos (*Norops cupreus*), basiliscos (*Basiliscus basiliscus*), chisvala (*Ameiva quadrilineata*), garrobo (*Ctenosaura similis*), gecko (*Gonatodes albogularis*), falsa coral (*Erythrolampus bizona*) y guardacaminos (*Coniophanes piceivittis*).

De acuerdo con Barquero *et.al.*, la baja diversidad de anfibios y reptiles que detectaron en su estudio “Inventario y Diagnóstico de la Flora y la Fauna del Cantón de Santa Ana, Marzo-Mayo del 2005, se debe a cuatro factores: destrucción del hábitat; estacionalidad de las especies; difícil observación de algunas especies por sus hábitos y su baja densidad poblacional; posible decline de las especies de anfibios de las zonas altas (Alford y Richards 1999, Kiesecker *et al.* 2001, citados por Barquero *et. al*, 2005).

**Ilustración 3.27. A la izquierda Macho de *Norops cupreus* (gallego) con la papada extendida. A la derecha *Coniophanes piceivittus* (guardacaminos) especie poco común, que se encuentra en el bosque seco bajo y en el bosque premontano muy húmedo. Ambas especies fueron ubicadas en el Centro de Conservación Santa Ana. 02 – octubre - 2005**



**Fuente:** Barquero et. al., 2005.

#### 3.5.14.2.3 Mamíferos

Los mamíferos representan uno de los grupos más diversos del reino animal, no sólo por la plétora de especies, sino por la abundancia en costumbres y relaciones intraespecíficas e interespecíficas con el medio natural.

Tal y como lo menciona Barquero *et. al.* (2005), la diversidad de formas, hábitos, comportamientos, dietas y ecología hace de los mamíferos un grupo de organismos muy importantes, debido a que participan en diferentes procesos ecológicos en los ecosistemas naturales que inciden en aspectos económicos, culturales y de salud humana. Por tanto, la protección de las poblaciones silvestres de mamíferos debe ser una prioridad dada la utilidad e impacto que tienen en nuestra vida diaria.

En el cantón de Santa Ana es de esperar que el mayor número de especies se encuentre en los sectores con mayor altitud, debido en parte por la presencia de los parches boscosos de la Zona Protectora de los Cerros de Escazú.

Sin embargo, la destrucción y eliminación de los bosques y áreas naturales no sólo en los sectores montañosos del cantón, sino también en las secciones medias y bajas del mismo, han diezmando considerablemente las comunidades de mamíferos.

Según los estudios de fauna de Barquero *et. al.* (2005), en Santa Ana el orden Chiroptera (murciélagos frugívoros, nectarívoros e insectívoros) representa la mayor diversidad de especies, seguido por el orden Rodentia (roedores), Carnívora (carnívoros), Xenarthra (armadillos, osos hormigueros y perezosos) y finalmente, orden Lagomorpha (conejos y liebres).

Es importante mencionar la presencia endémica de dos especies de mamíferos que se pueden encontrar en el cantón: el ratón espinoso de montaña (*Heteromys oresterus*), que según Barquero *et. al.* (2005) es una especie endémica para Costa Rica, y el murciélago frugívoro de Talamanca (*Sturnira mordax*), especie endémica para ciertas áreas de la Cordillera de Talamanca de Costa Rica y Panamá.

Para la preservación de éstas y otras especies es conveniente proteger los sectores montañosos de los Cerros de Escazú y Santa Ana y sus alrededores, que funcionan como conexión entre estas zonas y áreas protegidas, así como evitar la destrucción indiscriminada de refugios y sitios importantes de maternidad y cría de las distintas especies de murciélagos, los cuales tienen un fuerte impacto en procesos ecológicos básicos.

En el cuadro 3.18 se muestran las especies representativas de las órdenes señaladas anteriormente para el cantón de Santa Ana.

**Cuadro 3.18**  
**Especies de Mamíferos Representativos del Cantón**

<b>Especie</b>	<b>Orden</b>	<b>Especie</b>	<b>Orden</b>
<i>Anoura geoffroyi</i>	Chiroptera	<i>Glossophaga soricina</i>	Chiroptera
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Chiroptera	<i>Heteromys desmarestianus</i>	Rodentia
<i>Artibeus aztecus</i>	Chiroptera	<i>Lasiurus blossevillii</i>	Chiroptera
<i>Artibeus lituratus</i>	Chiroptera	<i>Lonchophylla mordax</i>	Chiroptera
<i>Artibeus toltecus</i>	Chiroptera	<i>Myotis riparius</i>	Chiroptera
<i>Canis latrans</i>	Carnívora	<i>Nasua narica</i>	Carnívora
<i>Carollia castanea</i>	Chiroptera	<i>Platyrrhinus helleri</i>	Chiroptera
<i>Carollia perspicillata</i>	Chiroptera	<i>Potos flavus</i>	Carnívora
<i>Choloepus hoffmannii</i>	Xenarthra	<i>Rhogeessa tumida</i>	Chiroptera
<i>Dasyprocta punctata</i>	Rodentia	<i>Sciurus granatensis</i>	Rodentia
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Xenarthra	<i>Sciurus variegatoides</i>	Rodentia
<i>Desmodus rotundus</i>	Chiroptera	<i>Scotinomys teguina</i>	Rodentia
<i>Enchistenes hartii</i>	Chiroptera	<i>Sturnira liliium</i>	Chiroptera
<i>Eptesicus furinalis</i>	Chiroptera	<i>Sturnira ludovici</i>	Chiroptera
<i>Eptesicus fuscus</i>	Chiroptera	<i>Sturnira mordax</i>	Chiroptera
<i>Glossophaga commissarisi</i>	Chiroptera	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Lagomorpha

**Fuente:** Barquero et. al., 2005.

**MAPA 3.30 DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES FAUNÍSTICAS EN EL CANTÓN**



### 3.5.15 Ecodinámica de los Paisajes Naturales

Para sintetizar los aspectos señalados anteriormente, se mostrará mediante un esfuerzo de síntesis, el mapa de paisajes naturales del cantón de Santa Ana (Ver mapa 3.31).

A la escala de observación regional, las formas del relieve son la base para diferenciar las unidades de paisaje. A este respecto se distingue en Santa Ana dos unidades determinadas fundamentalmente por la topografía del área:

Una unidad montañosa correspondiente a la estructura geológica de los Cerros de Escazú y la loma del Alto de Las Palomas, conformada por materiales sedimentarios intruidos en algunas secciones, con predominio de fuertes pendientes y caracterizado por una alta inestabilidad del terreno.

Una unidad de planicie producto del relleno volcánico y aluvional, con pendientes suaves

En un segundo momento, se distinguen las coberturas vegetales y los usos urbanos. De esta manera se obtienen unidades homogéneas y unidades homólogas para todo el territorio bajo estudio.

Con base en el mapa de uso actual de la tierra se han diferenciado seis categorías a las que se le ha denominado ecosistemas según se define a continuación:

- **Bosque Artificial:** se trata específicamente de plantaciones forestales de ciprés ubicadas en la parte alta limítrofe del cantón cerca del cerro Pacacua.
- **Bosque Natural:** corresponde a un parche boscoso en estado natural localizado en el extremo sur del cantón.

- **Bosque Secundario y Regeneración Natural:** se refiere a una matriz fragmentada de espacios cubiertos con vegetación de tipo secundario, o bien, en estados sucesionales de regeneración natural como los charrales y tacotales. Incluye además vegetación de galería y se le encuentra dispersa en toda el área.
- **Ecosistema Agrícola:** unidad compuesta por aquellas áreas dedicadas al desarrollo de cultivos anuales y permanentes exceptuándose los pastos.
- **Ecosistema Pecuario:** comprende concretamente las áreas de pasto. Se ha diferenciado de la categoría anterior por el hecho de que hay potreros que se encuentran en desuso o descanso, pero su vegetación todavía se encuentra en un nivel de herbazal.
- **Ecosistema Urbano:** abarca todo aquel espacio cubierto por la trama urbana actual de este cantón.

MAPA 3.31 UNIDADES DE PAISAJE

Una vez obtenidas las unidades de paisaje con base en los criterios expuestos, se calcula para cada unidad un indicador de equilibrio o desequilibrio a partir de la correlación espacial con las categorías de condición de uso de la tierra: uso correcto, sub-uso, sobre-uso. El cálculo de estas categorías consideró como correcto el uso urbano en las clases de capacidad de uso I, II, III y IV, lo mismo que los usos agrícolas propios de esas clases.

Este análisis permite establecer el estado dinámico o condición de equilibrio de cada unidad de paisaje. Para ello se considera la distribución porcentual que posee de cada categoría de condición de uso, por ejemplo, que una unidad determinada tiene el 50% en uso correcto, 20% en sobre-uso y 30% en sub-utilización.

La sub-utilización y el uso correcto están más cerca de la condición de equilibrio. El índice de estabilidad estará dado por el resultado de la siguiente fórmula:

$$\text{Uso Correcto} + \text{Sub-utilización} - \text{Sobre-utilización} = \text{Índice de Equilibrio}$$

En el ejemplo anterior la condición de equilibrio para la unidad de paisaje corresponde a:

$$50\% + 30\% - 20\% = 60$$

Este sistema permite priorizar áreas de intervención ecológica. El valor más alto posible del indicador es de 100 (condición de equilibrio), a medida que disminuye ese valor, aumenta el grado crítico de la unidad, al extremo de poder llegar a ser -100, punto en el que se presenta la situación de desbalance ecodinámico más grave.

En el caso de Santa Ana el índice de equilibrio ecodinámico con valor inferior o igual a 0 se presenta en un 53% del área del cantón, denotando una condición de inestabilidad ecológica en aquellas unidades de paisaje que tienen más de un 50% de su área en condición de sobreuso. Esta situación se da principalmente en la unidad de relieve montañoso producto de la presencia de pastos, café y colonización urbana en áreas de

fuertes pendiente, excediendo su capacidad de uso. Estas áreas deben ser de intervención prioritaria por medio de mecanismos y herramientas como el plan regulador para permitir su recuperación.

El restante 47% del cantón se encuentra relativamente en condición de equilibrio ecológico, aunque no necesariamente en su máxima expresión. La diferencia con respecto a la sección territorial descrita anteriormente consiste en un desbalance ecológico menor, por tanto, no significa ausencia de deterioro ecológico, sino que éste se presenta en un menor nivel (Ver mapa 3.32).

MAPA 3.32 CONDICIÓN DE EQUILIBRIO ECODINÁMICO DE LAS UNIDADES DE PAISAJE

### 3.5.16 Contaminación Ambiental

Se define contaminación ambiental como la presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes o cualquiera de sus combinaciones que perjudican o resultan nocivas a la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna o que degradan la calidad del aire, agua, suelo o recursos naturales en general<sup>15</sup>.

La contaminación ha estado presente desde que se generó la vida en la Tierra, sin embargo, la naturaleza se encargaba de transformarla y reciclarla. Pero a medida que creció la población humana, mediante sus actividades, generó más y nuevos productos contaminantes que la naturaleza ya no fue capaz de asimilarlos a la velocidad con que los generamos, por lo que hoy es posible identificar problemas de contaminación prácticamente en cualquier sitio de la Tierra.

Santa Ana es parte de esa realidad, y como consecuencia, hoy día es afectada por una serie de procesos que desencadenan problemas de contaminación ambiental que deterioran los distintos ecosistemas naturales y consecuentemente desmejoran la calidad de vida de sus habitantes.

Estos procesos están ligados al uso actual de la tierra y entre ellos destaca el crecimiento demográfico, la expansión urbana sin control, el avance de la frontera agrícola y con ésta la pérdida de cobertura boscosa debido a la deforestación, la instalación de industrias en algunos casos generadoras de agentes contaminantes, entre otros.

Partiendo de los componentes que se ven afectados se puede citar para Santa Ana cuatro tipos de contaminación ambiental: atmosférica, hídrica, visual, sónica.

---

<sup>15</sup> Tomado de [http://www.omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/159/htm/sec\\_9.htm](http://www.omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/159/htm/sec_9.htm). Consultado el 13 de setiembre de 2005.

### 3.5.16.1 Contaminación atmosférica

Se entiende por contaminación atmosférica la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, e implican riesgos, daños o molestias graves para las personas y bienes de cualquier naturaleza<sup>16</sup>.

Para el caso de Santa Ana se tienen diversas fuentes cuyo efecto principal es la generación de olores desagradables que afectan en forma directa a los pobladores. Una de éstas es la represa de la planta hidroeléctrica Brasil conformada por las aguas contaminadas del Río Virilla. Los olores que emanan de ésta, principalmente cuando sube la neblina desde el fondo del cañón del río, son percibidos en el sector de Mesas y con más intensidad en la urbanización Las Promesas, agudizando patologías como asma y alergias.

Otras fuentes generadoras de malos olores son las granjas porcinas y las caballerizas. Ciertamente las primeras ya no son frecuentes dentro del cantón, pero según vecinos principalmente de Salitral, aún subsisten algunas de subsistencia. En cuanto a las segundas éstas constituyen atractivos turísticos porque funcionan como centros ecuestres con actividad hípica, sin embargo, no se puede dejar de lado la singular importancia que tienen como generadoras de olores perceptibles incluso a larga distancia dependiendo de las condiciones de viento imperantes. Llama también la atención que aún en medio de zonas urbanas se aprecian lotes baldíos usados para pastar algunas cabezas de ganado bovino y equino.

Siempre en el sector primario, la aplicación de agroquímicos, destacando los pesticidas, para el control de plagas, es un factor importante en la producción de olores no deseados y peligrosos en el ambiente. Esto sucede principalmente en el distrito de Salitral, territorio

---

<sup>16</sup> Tomado de: <http://www.jmarcano.com/recursos/contamin/catmosf2.html>. Consultado el 13 de septiembre de 2005



predominantemente agrícola. Problemas de esta índole se detectaron mayormente en el poblado Matinilla y en un sector entre Calle Matinilla y Barrio Los Montoya.

Continuando con este sector de la producción se tiene también la presencia en el cantón de tres tajos, que extraen material rocoso para diferentes propósitos. Como consecuencia directa de esta actividad se altera la calidad del aire en sus alrededores al adicionar partículas de polvo que son arrastradas por efecto del viento a sitios aledaños, incidiendo directamente sobre la salud de las personas. Esta problemática se da con mayor intensidad en las áreas urbanas cercanas al tajo del cerro Minas y al norte del distrito Pozos en el tajo que extrae material del cañón del Río Virilla, cerca de Puente Mulas.

En cuanto al sector secundario, algunas industrias localizadas dentro del cantón también aportan elementos que contaminan el ambiente debido a la emanación al aire de compuestos gaseosos en forma de humo. En sectores como Pozos, donde se tiene uso residencial alrededor de estas industrias, se produce un conflicto mayor.

De acuerdo con manifestaciones de algunos vecinos, especialmente de los distritos Salitral y Brasil, la quema de basura a cielo abierto es otro foco de contaminación atmosférica debido al humo que se produce, alterando el sistema respiratorio y el sentido de la vista de sus organismos.

En cuanto a contaminación producto del flujo vehicular, se percibe ciertos niveles de acumulación en aquellos sitios donde transita un volumen alto de vehículos o donde se dan embotellamientos especialmente en las horas pico. Puntualmente se trata de la autopista Próspero Fernández y la radial a San Antonio de Belén. También en el centro de la ciudad, específicamente donde se ubica la parada de autobuses, se presenta este tipo de problemas.

Por todo lo anterior, cabe resaltar el rol que deben jugar instituciones como la Municipalidad, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Ministerio de Salud, el Ministerio

de Ambiente y Energía, cuyas intervenciones deben estar orientadas no sólo a velar por el cumplimiento de la normativa vigente sino también a la implementación de medidas que permitan un mejor manejo de estas sustancias contaminantes en busca del bienestar común de la población.

#### 3.5.16.2 Contaminación hídrica

Se entiende por contaminación hídrica a la alteración de las propiedades físicas, químicas o biológicas de los cursos de agua que puedan significar algún perjuicio para la salud, seguridad y bienestar de la población<sup>17</sup>.

Los principales agentes causantes de contaminación hídrica son: bacterias, virus, desechos de alta demanda bioquímica de oxígeno, compuestos inorgánicos solubles en agua, nutrientes, compuestos orgánicos, sólidos suspendidos, sustancias radioactivas y calor.

Existen tres fuentes principales de contaminación del agua: las aguas servidas, los efluentes industriales y la escorrentía superficial por el uso del suelo<sup>18</sup>. También se puede agregar la descarga directa sobre lechos fluviales de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos.

En el caso de Santa Ana, la alteración de la calidad del agua de los cursos fluviales está determinada fundamentalmente por la descarga a los drenes naturales de aguas servidas, compuestas por jabones, detergentes, grasas, residuos líquidos domésticos e industriales. Esto sucede especialmente en aquellos sitios donde se han edificado casas de habitación en las márgenes de los lechos fluviales, alterando y desequilibrando el ecosistema natural.

---

<sup>17</sup> Tomado de: <http://www.aguasandinas.cl/22contaminacion.html>. Consultado el 13 de septiembre de 2005.

<sup>18</sup> Tomado de: <http://www.corpochivor.gov.co/cosmos/799chupdt.htm>. Consultado el 13 de septiembre de 2005.

Algunos sitios donde se puede apreciar esta problemática es en Salitral, Paso Machete, Barrio España, Chispa, entre otros, donde la cercanía de las viviendas a los cauces de ríos como Uruca, Oro y Corrogres, facilita la deposición de este tipo de contaminantes a sus aguas.

**Ilustración 3.28: Casas de Habitación Prácticamente sobre Cauce de Río Oro en Barrio España. Los Desechos Sólidos son Visibles así como la Llegada de Alcantarillas que Desaguan sobre este río.  
02 – octubre - 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visitas de campo durante mayo – octubre del 2005.

Las aguas servidas son una de las principales amenazas para la salud humana, ya que ellas son el principal medio de difusión de enfermedades infecciosas, como fiebre tifoidea, cólera, salmonelosis, diarrea, hepatitis A, poliomielitis, disentería y otras enfermedades parasitarias.

Otro elemento contaminante del recurso hídrico en Santa Ana son los agroquímicos empleados en la producción agrícola para el control de plagas y enfermedades. Los residuos de estas sustancias son arrastrados hacia los cauces por medio de la escorrentía

superficial produciéndose un problema de contaminación de muy alto riesgo para la salud humana.

Las consecuencias de la contaminación se manifiestan en cuatro aspectos principales: salud, actividades recreativas y turismo, pesca, operación y mantenimiento de plantas hidroeléctricas.

Estas consecuencias se traducen en costos que la comunidad en general debe pagar por los efectos nocivos de la contaminación sobre los cuerpos de agua, por lo que debe crearse conciencia de la necesidad de aprovechar de forma más inteligente el recurso, teniendo presente que las acciones individuales sobre este bien afectan a la colectividad y que cada persona también es parte de la colectividad.

#### 3.5.16.3 Contaminación Visual

La contaminación visual puede definirse como “el cambio o desequilibrio del paisaje, ya sea natural o artificial, que afecta las condiciones de vida y las funciones vitales de los seres vivos”<sup>19</sup>. Otra definición indica que es la “alteración visual de la imagen y fisonomía del entorno urbano causada por acumulación de materia prima, productos, desechos, abandono de edificaciones y bienes materiales, así como, violación en las densidades y características físicas de publicidad”<sup>20</sup>.

Algunas causas o fuentes de este tipo de contaminación son: excesos de avisos publicitarios e informativos (luminosos o no) en forma de carteles en vías; exceso de avisos publicitarios e informativos de programas en general por televisión; nuevas edificaciones o distorsiones en paisajes naturales que ahuyentan a los animales; botaderos de basura que malogran el paisaje y pueden alejar el turismo.

---

<sup>19</sup> Tomado de: [http://www.conam.gob.pe/educamb/cont\\_visual.htm](http://www.conam.gob.pe/educamb/cont_visual.htm). Consultado el 14 de setiembre de 2005.

<sup>20</sup> Tomado de: <http://www.chacao.gov.ve/ipcadetail.asp?id=30>. Consultado el 14 de setiembre de 2005

Como consecuencia de ello se genera una serie de problemas que afectan principalmente a la población entre las que se puede citar: estrés, dolor de cabeza, distracciones peligrosas (especialmente cuando se conduce un vehículo), accidentes de tránsito, problemas ecológicos debido al rompimiento del equilibrio ecológico, entre otras.

Santa Ana no está exenta al alcance de este tipo de contaminación y como principal elemento causante de ésta se tiene el tajo que se ubica al sur de la ciudad inmediato a la misma. Este elemento, además de generar partículas de polvo que contaminan el aire en los alrededores, ha alterado sustancialmente el paisaje tanto natural como urbano del cantón, causando un desagradable aspecto escénico que es visible desde diversos sitios de la Depresión Tectónica Central Occidental.

A este elemento hay que añadir la proliferación de edificaciones, principalmente casas de habitación, en las partes altas del cantón, algunas incluso dentro de la Zona Protectora Cerros de Escazú. Estos elementos introducen distorsión al ecosistema y paisaje natural de este sector, lo que redundará en un desmejoramiento de la calidad ambiental del territorio, quebrantando con ello el derecho de toda la población a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

También es preciso agregar como fuente de contaminación visual la frecuente aparición de botaderos de basura en distintos puntos del cantón. Este elemento produce la sensación de un territorio sucio y descuidado, generando una mala imagen del lugar especialmente ante los turistas.

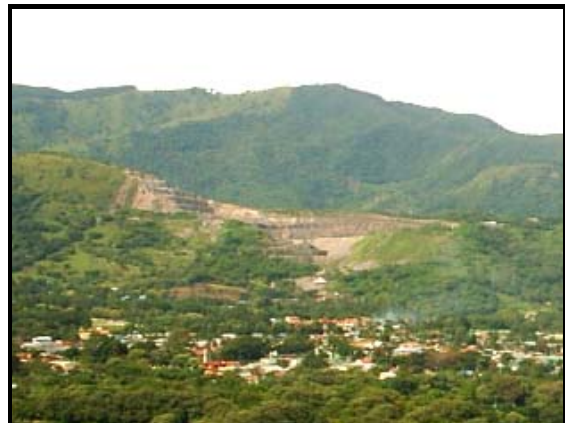
La presencia de carteles, rótulos y vallas publicitarias tanto en el centro de la ciudad como a lo largo de las principales vías del cantón es otro factor causante de este tipo de contaminación. La publicidad por medio de estos elementos debe estar regulada adecuadamente de tal manera que armonice con la propuesta de usos que se formule con esta modificación al plan regulador.

Los problemas de contaminación visual, al igual que los otros tipos de contaminación, son procesos reversibles, algunos a corto plazo y otros a muy largo plazo. Pero, en cualquier caso debe iniciarse por tomar la decisión de cambiar el escenario actual, para luego, por medio de acciones concretas como el mismo plan regulador, tender hacia un territorio de mayor equilibrio ecológico y de mejor calidad ambiental para el bienestar de sus habitantes.

**Ilustración 3.29: Basura tirada a Orilla de Acera en el Centro de la Ciudad de Santa Ana.**  
02 –octubre - 2005



**Ilustración 3.30: Tajo detrás de la ciudad de Santa Ana. Su Presencia Rompe con el Paisaje Natural y Urbano del Territorio Restando Calidad Escénica al Entorno.**  
02 – octubre - 2005



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda., según visitas de campo durante mayo – octubre del 2005.

#### 3.5.16.4 Contaminación sónica

La contaminación sónica se refiere a la presencia de sonidos indeseables de cualquier intensidad que interaccionan e interfieren con el ser humano y que siempre producen una sensación molesta y desagradable<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> Tomado de: <http://www.chacao.gov.ve/ipcadetail.asp?Id=27>. Consultado el 14 de septiembre de 2005.

Las fuentes que originan este tipo de contaminación son fundamentalmente de tres tipos:

- **Fuentes Naturales:** ruidos donde no intervenga la mano del hombre, como por ejemplo: truenos, erupciones volcánicas, ventiscas, cataratas, etc.
- **Fuentes Fijas:** como equipos y maquinarias industriales, equipos y artefactos domésticos, etc.
- **Fuentes Móviles:** ruidos provenientes de vehículos automotores como aviones, automóviles, ferrocarriles, motocicletas, etc.

En el caso de Santa Ana se han detectado puntualmente algunos elementos que producen este tipo de contaminación. El primero de ellos se relaciona con el flujo vehicular que transita por la autopista Próspero Fernández, la radial Colón y la radial a San Antonio de Belén, principalmente vehículos pesados. Algunos sitios que se ven afectados por esta situación son el sector conocido como La Pista en el distrito Brasil, y las márgenes de la radial a San Antonio de Belén en el distrito Pozos. Pero también se podría decir que existen problemas de este tipo a lo largo de la Carretera Vieja y en el centro mismo de la ciudad de Santa Ana, ya que a pesar de que el volumen de tráfico no es muy alto si se compara con otras ciudades del Gran Área Metropolitana, la presencia misma de automotores ya es causa de contaminación tanto sónica como atmosférica.

Otro elemento puntual causante de sonidos molestos para la población, según lo expuesto por los mismos vecinos, son los salones de fútbol cinco que operan cerca de áreas residenciales. De acuerdo con los planteamientos de algunos vecino, estos proyectos operan sin un control estricto, por lo que la actividad se convierte en un uso conflictivo al residencial.

**Ilustración 3.31. Centro Deportivo de Fútbol cinco Ubicado frente a un Área Residencial cerca del Centro Urbano Principal.  
02 – octubre - 2005**



**Fuente:** <http://furati.com>. Consultado el 03 de noviembre de 2005.

Por otro lado, la operación de tajos y quebradores cerca de áreas residenciales constituye también otra fuente fija de contaminación sónica ya que la maquinaria que se utiliza es generadora de ruidos que se perciben incluso a distancias relativamente considerables. Complementario a esta actividad se da el tránsito de vagonetas que producen deterioro a la estructura vial, contaminación atmosférica por el polvo que esparcen y por supuesto contaminación sónica por el ruido que generan.

Como consecuencias de la afectación sónica se producen una serie de daños a la salud humana, los cuales no sólo se limitan al oído, sino que además se pueden desencadenar otras reacciones como: aceleración del pulso (taquicardia) y elevación de la presión sanguínea, incremento de la frecuencia respiratoria, aumento de la secreción ácida del



estómago y de la secreción de hormonas suprarrenales, dificultad para concentrarse, inquietud, irritabilidad, trastornos del sueño y fatiga<sup>22</sup>.

Por lo anterior es de significativa importancia una definición clara de uso tanto a nivel cartográfico como de reglamento, para prevenir usos conflictivos cuyas tensiones van en detrimento de la salud de la población.

---

<sup>22</sup> Tomado de: <http://www.chacao.gov.ve/ipcadetail.asp?Id=27>. Consultado el 14 de septiembre de 2005.

**MAPA 3.33 SITIOS CON PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN**

### 3.6 Análisis del Proceso de Expansión Urbana

El proceso de expansión urbana acontecido en el cantón de Santa Ana obedece a distintos factores que se enmarcan en el orden de los aspectos sociales, culturales, políticos y económicos. Este proceso de expansión alcanza sus manifestaciones en el territorio y conlleva efectos que impactan los factores que le dan origen.

Una consecuencia directa de este proceso es el crecimiento del área ocupada con infraestructura urbana y la disminución del área disponible para este uso particular.

El crecimiento urbano, entendido como el aumento del área urbanizada, es un fenómeno que se manifiesta en el espacio físico, y como tal puede ser cuantificado. Precisamente éste es el objetivo de este apartado: realizar un análisis cuantitativo del proceso de expansión urbana dentro del cantón en términos de área ocupada y área disponible.

En un primer momento se presenta la revisión retrospectiva de este proceso, a partir de ésta se calculará una tasa de crecimiento que se ajuste a las características de este fenómeno. Posteriormente, con base en esta tasa de crecimiento, se estudiará en prospectiva el comportamiento que pueda tener este proceso en los próximos 25 años.

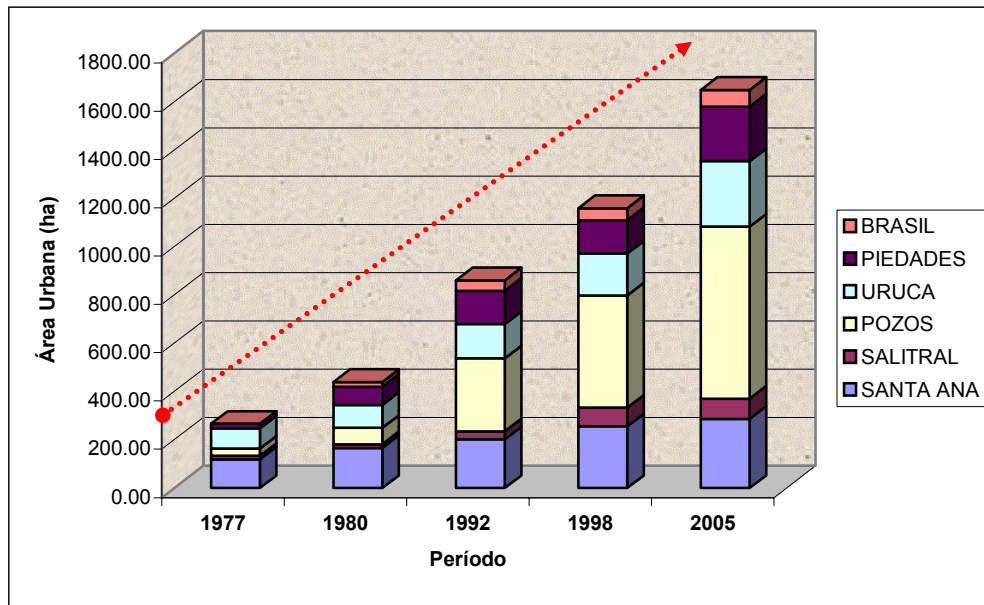
En este análisis se han considerado las categorías de ordenamiento denominadas: área urbanizada, área no urbanizable, área urbanizable. La primera de ellas se refiere al área ocupada con infraestructura urbana. La segunda categoría contempla aquellos espacios que presentan limitaciones o restricciones de tipo legal para el uso urbano, entre ellas están: pendientes superiores a 30%, Zona Protectora Cerros de Escazú, áreas de bosque natural, área de protección de ríos y quebradas, área de protección de manantiales, sitios de alta peligrosidad. La categoría urbanizable se refiere específicamente a sitios que no poseen restricciones dentro del marco jurídico costarricense para ser urbanizados.

Los datos y la información que aquí se presentan son resultado de la interpretación de fotografías aéreas de los años 1977, 1980, 2005. También se empleó como fuente el mapa de uso de la tierra (1992) del Instituto Geográfico Nacional y el mapa de cobertura vegetal (1998) del Instituto Nacional de Biodiversidad. Todos estos datos fueron procesados en un Sistema de Información Geográfica.

### **3.6.1 Crecimiento Urbano**

El crecimiento urbano ocurrido en el cantón de Santa Ana desde 1977 hasta el año 2005 ha sido de un 518,64%, pasando de 266,46 ha en aquel entonces a 1 648,43 ha en el presente. Este comportamiento se aprecia claramente en el gráfico 3.5, donde se muestra por distrito el crecimiento de cada uno en términos absolutos según los años considerados.

**Gráfico 3.5: Crecimiento Urbano en el Cantón de Santa Ana entre 1977 y 2005  
02 – octubre – 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda.

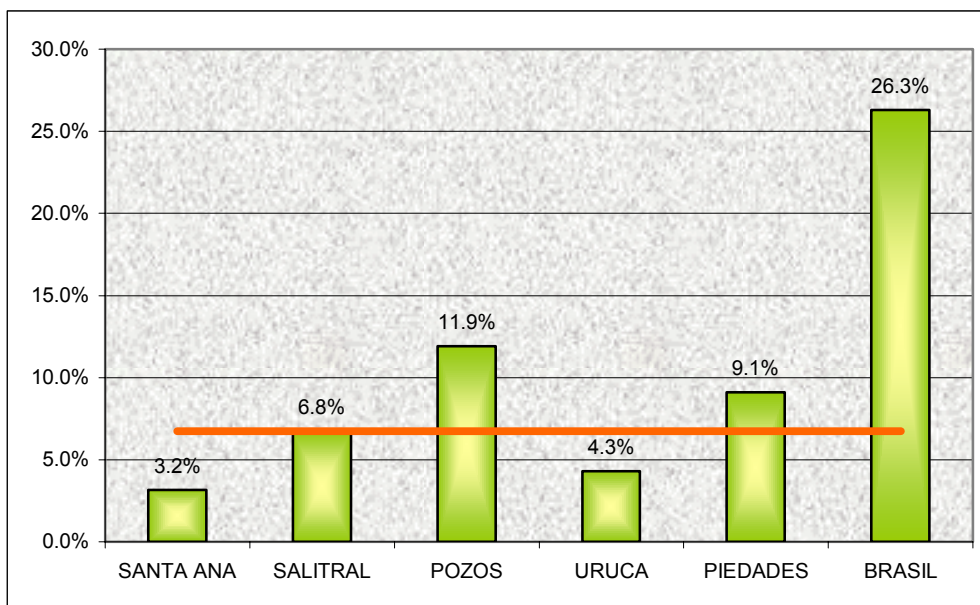
De acuerdo con este gráfico el distrito que más ha crecido en términos absolutos es Pozos, y los de menor crecimiento han sido Brasil y Salitral (Ver Anexo 3.4).

También puede notarse que dicho proceso no se ha dado de manera lineal y que por el contrario se acerca al modelo de crecimiento exponencial. De acuerdo con algunos autores (Hofstee, P. y Brussel Ir M.) el crecimiento urbano, al igual que el crecimiento poblacional, son procesos que se dan a un ritmo exponencial.

Partiendo de este criterio se ha calculado la tasa de crecimiento del cantón para el período 1977-2005 con base en el total de hectáreas urbanizadas según los años estudiados. La misma alcanza un valor de 6,7% anual.

A nivel de distrito la variación que este indicador alcanza es visible. En el gráfico 3.6 la línea de color naranja representa la tasa de crecimiento para el cantón, las barras verticales representan el valor de dicha variable por distrito.

**Gráfico 3.6: Tasa de Crecimiento Exponencial Anual del Área Urbana  
Período 1977-2005, por Distritos**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda.

Según se observa en el gráfico anterior, dos distritos han tenido un crecimiento durante el período menos acelerado que la media del cantón, éstos son Santa Ana y Uruca. Mientras tanto, el crecimiento anual de Salitral ha tenido un comportamiento casi igual al del cantón. Los distritos Pozos, Piedades y Brasil han experimentado un crecimiento más acelerado de lo que ha sido el ritmo de crecimiento para todo el territorio santaneño (Ver mapa 3.34).

En el caso de Brasil, a pesar de ser el distrito que actualmente posee menos área urbanizada (68,94 ha), es el que presenta la tasa de crecimiento anual más alta entre todos los distritos. Esto se debe a que casi la totalidad de dicha área se ha conformado en

el período entre 1977 y 1992, como consecuencia directa de la apertura de la autopista Próspero Fernández y la Radial Colón.

Es muy probable que con la apertura de la carretera Santa Ana – Orotina, Brasil tenga una dinámica similar, especialmente por la disponibilidad de espacio que tiene hacia el sector de Mesas.

Por su parte, el distrito de Pozos con la tasa de crecimiento que allí se muestra, ha logrado alcanzar la mayor cantidad de espacio urbanizado del cantón (Ver Anexo 3.4).

**MAPA 3.34 CRECIMIENTO URBANO**



### 3.6.2 Categorías de Ordenamiento

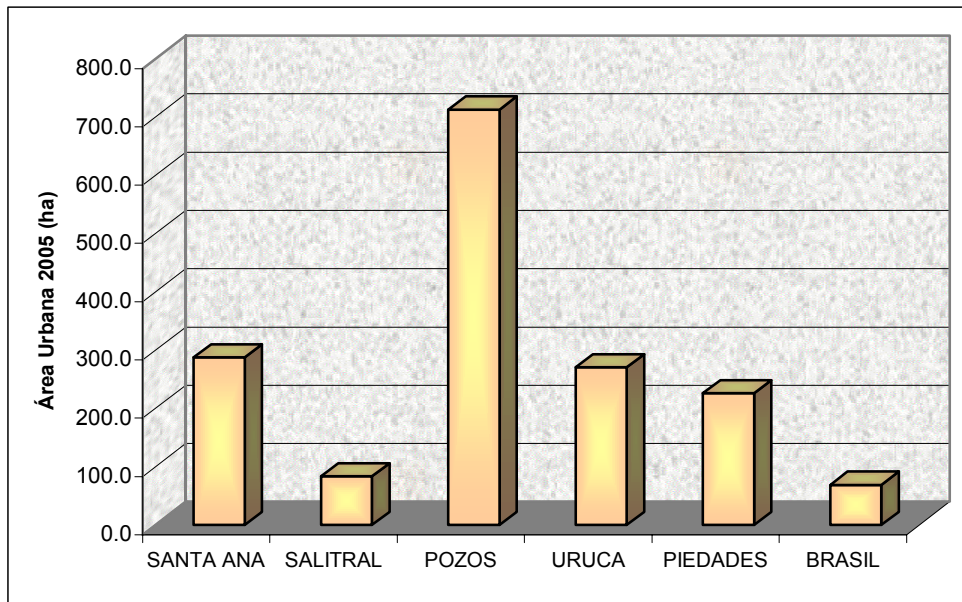
De acuerdo con lo expuesto en la parte introductoria de este apartado, se ha considerado oportuno en este análisis, abordar tres categorías de ordenamiento fundamentales: área urbanizada, área no urbanizable y área urbanizable.

#### 3.6.2.1 Área Urbanizada

Para el presente caso se entiende área urbanizada como el espacio actualmente construido ocupado por edificaciones en general no dispersas. Incluye el uso residencial, industrial, agroindustrial comercio, servicios.

A la fecha el cantón posee un área urbanizada que alcanza las 1 648,43 ha lo que representa un 26,9% del cantón. Este valor se distribuye por distritos según se muestra en el gráfico 3.7 (Ver Anexo 3.5).

**Gráfico 3.7: Distribución del Área Urbanizada por Distritos.  
02 – octubre - 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda.

El distrito de Pozos es el que presenta la mayor cantidad de terreno dedicado al uso urbano en general. Brasil es el que posee menos área urbanizada, seguido por Salitral que se ubica como el segundo distrito menos urbanizado (Ver mapa 3.35).

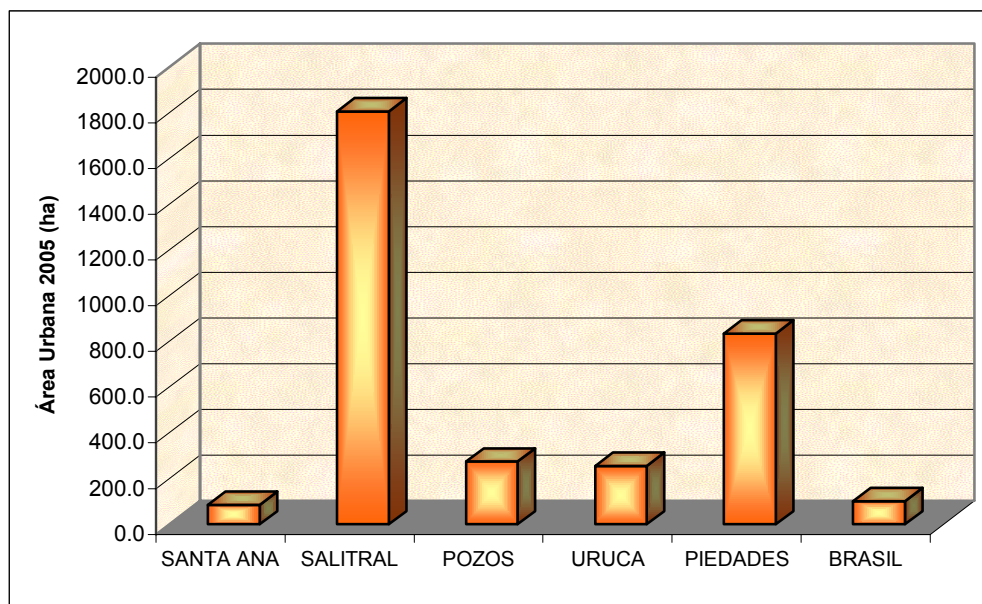
MAPA 3.35 ÁREA URBANIZADA 2005

### 3.6.2.2 Área No Urbanizable

Son todos aquellos espacios o sitios que presentan limitaciones o restricciones de tipo legal para el uso urbano, entre ellas están: pendientes superiores a 30% (Reglamento para el Control Nacional de Fraccionamiento y Urbanizaciones, sección III.3.2.9), Zona Protectora Cerros de Escazú (Decreto Ejecutivo No. 6 112-A del 23 de junio de 1976, Decreto Ejecutivo No. 14 672-A del 20 de mayo de 1983), áreas de bosque natural, área de protección de ríos y quebradas, área de protección de manantiales, sitios de alta peligrosidad (Ver mapa 3.36).

Una vez identificadas estas unidades territoriales fue posible cuantificar esta categoría, obteniéndose un total de 3 357,3 ha las cuales representan un 54,8% del cantón. La distribución por distrito de esta categoría se presenta en el gráfico 3.8 (Ver Anexo 3.5).

**Gráfico 3.8: Distribución del Área No Urbanizable por Distritos  
02 – octubre - 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda.

Los distritos que en términos absolutos muestran una mayor cantidad de terreno dentro de esta categoría son Salitral en primer lugar y Piedades en segundo lugar. Esto obedece fundamentalmente a la presencia de fuertes pendientes y a que una parte importante de su territorio (69,9% y 60,1% respectivamente) se encuentra dentro de la Zona Protectora Cerros de Escazú.

La menor cantidad de restricciones las presentan los distritos de Santa Ana y Brasil, no obstante, éstos también son los distritos de menor extensión territorial.

Al comparar espacialmente esta categoría con la anterior, es posible identificar aquellas áreas urbanizadas que están dentro del área no urbanizable. Estos sitios constituyen áreas conflictivas y en términos de planificación deben convertirse en prioridades de intervención territorial. Las mismas se muestran el mapa 3.35 como parte del área urbanizada.

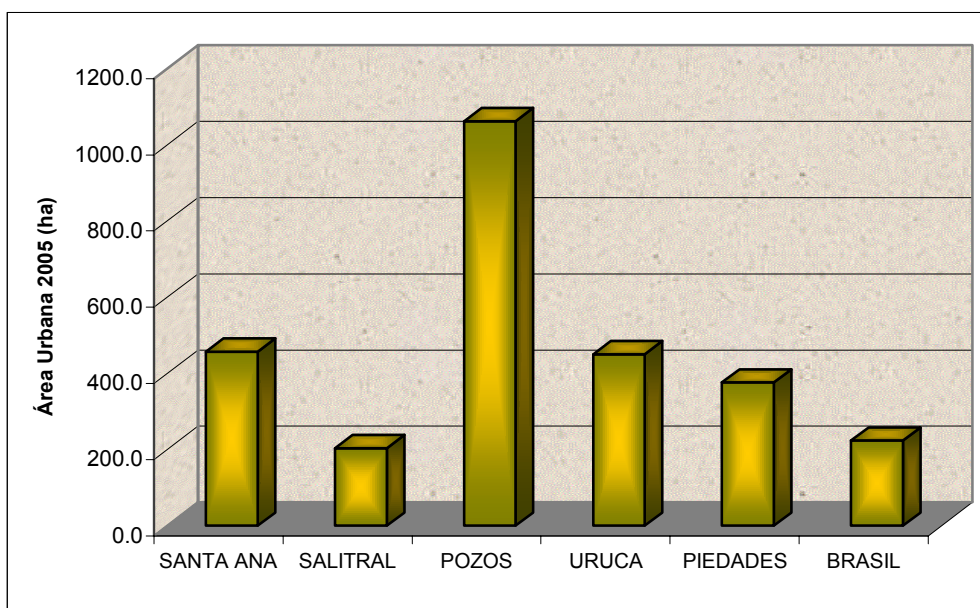
**MAPA 3.36 ÁREA NO URBANIZABLE**

### 3.6.2.3 Área Urbanizable

El área urbanizable comprende todos aquellos espacios que no presentan limitaciones o restricciones legales para permitir el avance urbano, entendiendo este uso como la aglomeración o densificación residencial, industrial, de comercio o servicios.

Por definición corresponde al área del cantón menos el área no urbanizable, con lo cual se obtiene un total de 2 771,1 ha para un 45,2% (Ver mapa 3.37).

**Gráfico 3.9: Distribución del Área Urbanizable por Distritos  
02 – octubre - 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda.

Se evidencia el privilegio del distrito Pozos de contar con más de 1 000 ha que permiten el uso urbano (Ver Anexo 3.5). Sin embargo, no todas ellas están disponibles, pues ya fueron ocupadas. Mientras tanto, el distrito que menos posibilidades tiene para expandirse en términos urbanos es Salitral. En este caso también se cuenta con áreas con potencial de amenaza moderada por avenida torrencial, y que además ya están ocupadas.

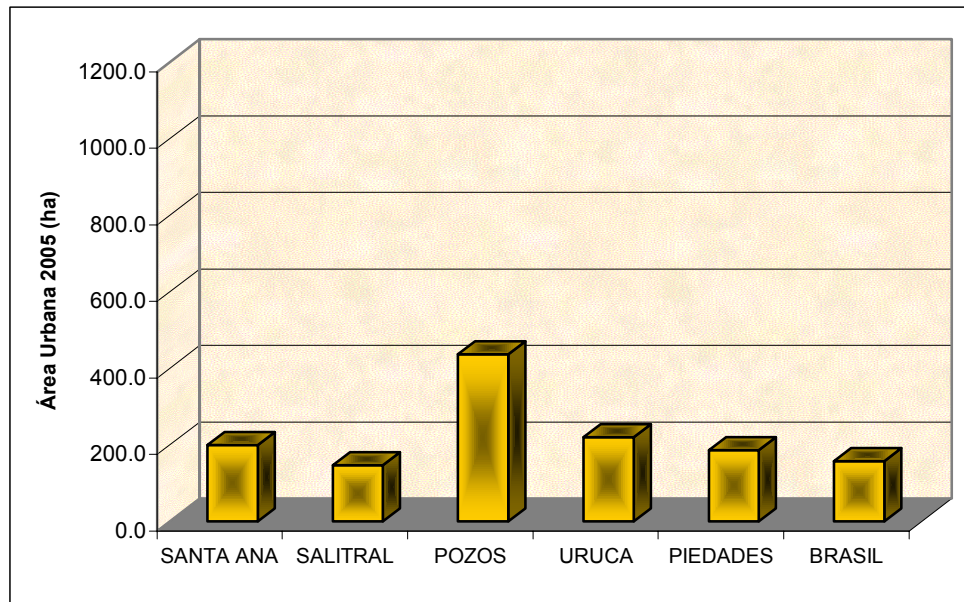
#### 3.6.2.3.1 Área Urbanizable Disponible

Dado que buena parte del área urbanizable ya está ocupada con este uso, es preciso identificar los espacios disponibles para su aprovechamiento futuro. A partir de la diferencia entre el área denominada urbanizable y la categoría urbanizado en área urbanizable es posible cuantificar estos sitios. Según los datos obtenidos, Santa Ana dispone para el proceso de urbanización un total de 1 344,2 ha que representan el 21,9% de su territorio, teniendo presente eso sí que no todos estos espacios pueden tener la misma densidad. El gráfico 3.10, comparable en escala con el gráfico anterior, muestra a nivel de distrito la disponibilidad de terreno para este propósito.

Según estos datos, es Pozos el distrito que mayor oportunidad presenta en términos de área disponible, y Salitral el que menos posibilidades tiene para el aprovechamiento urbano (Ver Anexo 3.5).



**Gráfico 3.10: Área Urbanizable Disponible.  
02 – octubre - 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda.

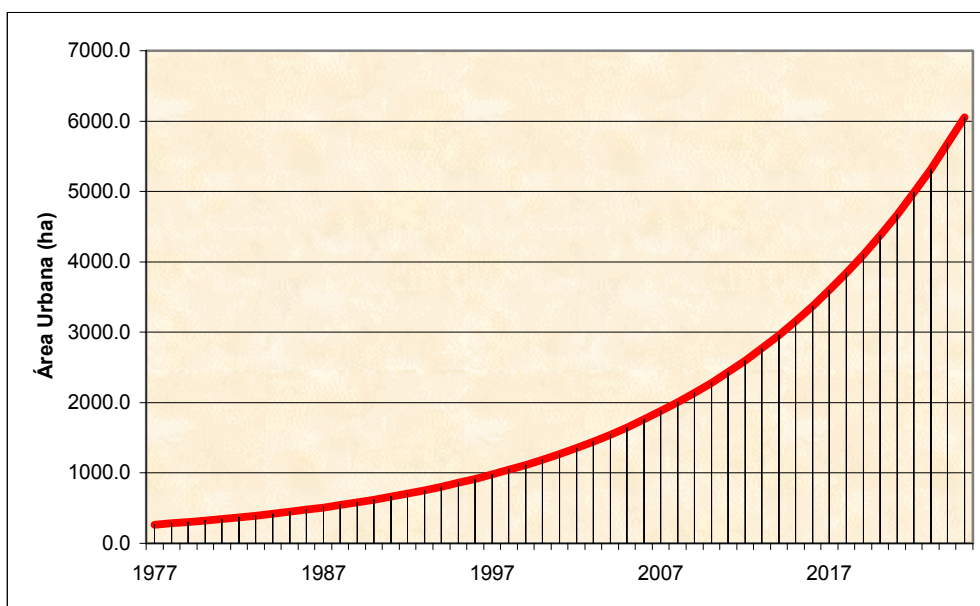
**MAPA 3.37 ÁREA URBANIZABLE Y ÁREA URBANIZABLE DISPONIBLE**

### 3.6.3 Tendencia de Crecimiento

A partir del comportamiento que ha presentado el proceso de expansión urbana en el cantón de Santa Ana, y tomando como referencia para este fenómeno el modelo de crecimiento exponencial, se puede medir el comportamiento futuro de esta variable, que en términos de planificación estratégica corresponde al escenario probable.

De acuerdo con los cálculos previos, la tasa de crecimiento general del cantón en cuanto a área urbana se refiere es de 6,7% anual. Utilizando esta tasa en un modelo de crecimiento exponencial se obtendría para el cantón el comportamiento que se aprecia en el gráfico 3.11 (Ver Anexo 3.6).

**Gráfico 3.11: Crecimiento Tendencial del Área Urbana 1977-2025**  
02 - octubre - 2005

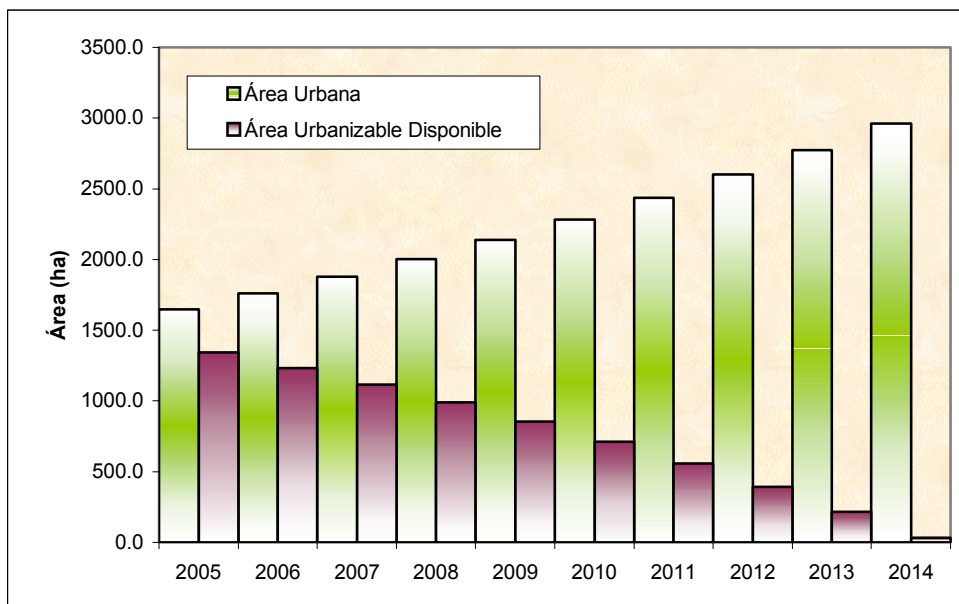


**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda.

De proseguir este ritmo de crecimiento, en Santa Ana el espacio disponible para aprovechamiento urbano se agotaría en el año 2014. Ante este escenario caben dos

posibilidades: la primera de ellas es continuar y empezar a ocupar espacios no urbanizables después de ese año, con los consiguientes efectos de deterioro ambiental que incluso ya hoy se viven; la segunda opción es replantear las políticas que orientan la ocupación urbana de este cantón e introducir nuevos elementos tendientes a maximizar el aprovechamiento del recurso tierra disponible, así como reservar espacios para usos potenciales futuros.

**Gráfico 3.12: Disponibilidad Futura de Área Urbanizable  
02 – octubre - 2005**



**Fuente:** Elaborado por Ecoplan Ltda.

El comportamiento a nivel distrital presenta una leve variación con respecto al cantón, sin embargo, el efecto final es el mismo. De acuerdo con este modelo de crecimiento, el primer distrito que agotaría el espacio disponible, a pesar de ser el que tiene la mayor cantidad de área disponible en este momento, es Pozos. Este hecho ocurriría en el año 2010. En el extremo opuesto se encuentra el distrito primero, que de acuerdo con esta proyección colapsaría en este sentido en el año 2021. Los datos completos de esta proyección pueden ser consultados en el Anexo 3.7.

### 3.7 Análisis Integral

El estudio de las variables físico – ambientales que caracterizan el territorio del cantón de Santa Ana, abordado desde una perspectiva holística e integradora, permite orientar el análisis de este componente alrededor de cuatro temas fundamentales:

- Condiciones naturales
- Uso de la tierra
- Riesgo, amenaza y vulnerabilidad
- Degradación ambiental y del paisaje

#### 3.7.1 Condiciones Naturales

Santa Ana corresponde a un territorio bastante complejo tanto desde el punto de vista geológico como geomorfológico, en el que se manifiestan condiciones de contacto entre materiales sedimentarios marinos del Terciario y materiales volcánicos del Cuaternario.

Los materiales sedimentarios conforman el relieve montañoso del área. Algunos de éstos se encuentran muy meteorizados, un ejemplo de ello es la formación Pacacua que presenta materiales arcillosos y gravas. Este tipo de materiales no posee características hidráulicas favorables para la formación de acuíferos superficiales de buena productividad, no obstante, sobre ellos se da la mayor cantidad de recarga acuífera.

Mientras tanto, los materiales volcánicos cubren la parte baja de este territorio y son los responsables del relieve suave y ondulado de la planicie ignimbrítico - aluvional. La productividad de agua subterránea en ellos es mayor.

Estructuralmente el cantón presenta una serie de fracturas y fallas secundarias las cuales determinan el patrón de drenaje de tipo paralelo que aquí se presenta. Los valles en “v” por los cuales discurren los ríos y quebradas presentan vertientes con laderas bastante

pronunciadas. La erosión lateral y de fondo es muy fuerte debido al comportamiento torrencial de estos efluentes. Precisamente por este comportamiento es que se ha formado el abanico aluvial de Santa Ana, compuesto por materiales provenientes de la parte alta, arrastrados por el Río Uruca principalmente.

Es relevante mencionar que el cantón se encuentra ubicado en una zona con alto potencial sísmico, tanto por movimientos de tipo local como debidos al proceso de subducción entre las placas tectónicas Cocos y Caribe. La ocurrencia de un evento importante de esta naturaleza puede ocasionar daños estructurales considerables, especialmente en sitios donde se tenga la presencia de materiales no consolidados, por ejemplo, en el cono aluvial del Río Uruca sobre el cual se asienta la ciudad de Santa Ana.

La morfología está íntimamente relacionada con la dinámica interna evidenciada por la estructura geológica cuyo principal representante son los Cerros de Escazú, y la geodinámica externa manifiesta en procesos muy activos de remoción en masa y depositación, en cuyo caso se tiene como principales testigos los deslizamientos y al cono aluvial del Río Uruca.

Los cerros antes citados junto con la loma del Alto de Las Palomas son las unidades geomorfológicas donde se dan las pendientes menos favorables para cualquier uso de carácter urbano. Esta condición se da en una extensión que representa cerca del 55% del área del cantón.

Desde el punto de vista edáfico, los suelos que se han formado sobre estas unidades se les denomina ultisoles que se caracterizan por la presencia de un horizonte argílico. Su fertilidad es menor si se compara con los suelos desarrollados sobre los materiales volcánicos a los cuales se les denomina inceptisoles. Estos últimos son los de mayor potencial agrícola, sin embargo, es donde se ha instalado el desarrollo urbano de este cantón.

La estacionalidad climática, determinada básicamente por el elemento precipitación, presenta una definición temporal muy clara: de mayo a noviembre una época lluviosa y de diciembre a abril una época seca. La sucesión de estos dos períodos se explica por la interacción entre dos sistemas de vientos: vientos alisios y vientos oestes ecuatoriales. La variación térmica no es tan significativa durante el año.

Estas características climáticas permiten la presencia de la zona de vida denominada Bosque Húmedo Premontano, que cubre la mayor parte del cantón. En condiciones naturales la vegetación que aquí se desarrolla corresponde a un bosque semideciduo estacional de altura media. Sin embargo, en Santa Ana no se cuenta con parches boscosos de este nivel debido a un acelerado proceso de deforestación motivado por el avance de la frontera agrícola y pecuaria hacia las partes altas.

La combinación de las condiciones anteriores ha dado lugar a un modelado del relieve caracterizado por activos procesos de remoción en masa y depositación, sobresaliendo los deslizamientos por su alto grado de peligrosidad y las formaciones aluviales originadas por la red fluvial.

Específicamente la ocurrencia de los primeros se debe a dos tipos de factores: factores de susceptibilidad y factores de disparo. Los factores de susceptibilidad están asociados a las características litológicas que en este caso corresponde a materiales sedimentarios muy meteorizados, con presencia abundante de arcillas sobre un relieve que presenta fuertes pendientes. En este caso es la fuerza de gravedad el principal elemento que actúa sobre los materiales. Pero, si a este elemento se une el agua producto de las precipitaciones y los movimientos sísmicos que potencialmente pueden darse, se está ante los factores de disparo que aceleran estos movimientos rápidos de material llamados deslizamientos.

La formación de áreas aluviales, producto del arrastre y depositación de materiales por parte de los drenajes fluviales, no está separada de los eventos anteriores. Por el contrario existe una relación directa y complementaria entre ellas, pues dadas las condiciones

topográficas, los materiales así desprendidos caen a los cauces de los ríos y éstos se encargan del transporte de los mismos, inundando y rellenando espacios que actualmente ante avenidas extraordinarias pueden ser nuevamente inundados.

A raíz de esta realidad, es posible considerar en forma generalizada como zona de alta inestabilidad de laderas todos aquellos terrenos ubicados sobre las unidades morfológicas denominadas Cerros de Escazú y loma del Alto de Las Palomas. También es posible considerar puntualmente como masivos y profundos aquellos eventos originados sobre la formación Pacacua, o bien, los que ocurren sobre materiales del Intrusivo de Escazú y las Cornubianitas, que son derrumbes con material heterométrico y en bloques. Un caso particular es el deslizamiento del Cerro Tapezco, originado sobre materiales de la Formación Pacacua, importante por la considerable cantidad de material deslizante.

Las áreas de relleno son espacios propensos a ser inundados ante la ocurrencia de avenidas torrenciales.

### **3.7.2 Uso de la tierra**

En medio de la dinámica natural que se cierne sobre el territorio santaneño, se desarrolla también un complejo sistema humano que se expresa, de acuerdo con los intereses de este documento, en un conjunto de actividades de uso de la tierra que amplía la gama de relaciones territoriales. Como consecuencia de ello se establece una relación de dependencia entre el ser humano y los recursos naturales existentes.

Este sistema antrópico, al igual que la base física natural sobre la cual se da, tiene una evolución histórica. Así, hace algunas décadas el cantón de Santa Ana tenía una connotación rural y el sistema económico local giraba en torno a actividades del sector primario, principalmente agrícolas y pecuarias.



Fue sobresaliente en su momento la producción de cebollas que incluso le dio cierta identidad al cantón. La actividad cafetalera aún persiste pero relegada mayoritariamente a espacios de fuerte pendiente. La actividad ganadera, por su parte, todavía se aprecia en algunos sectores, pero la mayor parte de las áreas de potrero se encuentran en desuso, algunos incluso con cierto grado de regeneración natural.

Todo este proceso de expansión agrícola produjo como consecuencia la deforestación de una vasta extensión de terreno, abarcando tanto las partes bajas como las áreas montañosas, reduciendo la vegetación natural a una matriz fragmentada de parches boscosos.

No obstante, la actividad económica actual se relaciona más con el sistema urbano, el cual se ha apoderado de la parte baja del cantón a un ritmo de crecimiento acelerado. Este comportamiento queda demostrado al analizar la evolución de la mancha urbana que aumentó en un 518,64% entre 1977 y 2005.

La tasa de crecimiento anual para el área urbana de Santa Ana, calculada con base en un modelo de crecimiento exponencial, es de 6,7% anual. Se ha estimado que de mantenerse este comportamiento, este cantón se quedaría sin área urbanizable en el año 2014.

Los usos urbanos que predominan son el residencial y los servicios. Éstos últimos vinculados a las principales vías del cantón, específicamente la radial Colón y la radial San Antonio. El desarrollo industrial ha sido realmente esporádico y no ha cumplido con las expectativas plasmadas en el plan regulador vigente.

Se alerta, además, un aumento paulatino en la ocupación de áreas no urbanizables, alterándose con ello tanto el medio natural como el mismo sistema humano que se expone a condiciones de riesgo.

### 3.7.3 Riesgo, amenaza y vulnerabilidad

De la interacción entre procesos naturales y actividades antrópicas surge una relación recíproca de causa – efecto en la que los primeros se ven acelerados por las segundas y a su vez éstas sufren los efectos de aquellos.

En Santa Ana este tipo de relaciones se manifiesta concretamente en la ocupación humana de áreas inestables, con problemas de remoción en masa donde destacan los deslizamientos, así como áreas de inundación y descarga de material aluvial y coluvial.

Respecto a esto, el centro de atención en este territorio lo constituye el deslizamiento Tapezco dadas sus dimensiones como evento natural, pero además, porque la amenaza que este representa es muy alta.

La amenaza de este deslizamiento en particular consiste en que el desprendimiento de los materiales que lo conforman caerían al cauce del Río Uruca, en él se formaría una presa que al romperse originaría una avenida torrencial de materiales y lodo que afectaría todas aquellas viviendas situadas en la margen de este río, desde el sitio potencial de presa conocido como La Cruzada, alcanzando áreas inundables actualmente urbanizadas, localizadas sobre el cono aluvial de este río, entre las que se incluye parte de Salitral y la ciudad de Santa Ana.

La probabilidad de ocurrencia de este evento es cercana al 100%, sin embargo, no es posible precisar este suceso en el tiempo ni la magnitud con que se presentará. Se tiene certeza de que elementos climáticos como la precipitación o eventos sísmicos constituyen factores de disparo que aceleran el proceso, pero tampoco se puede predecir la generación de éstos con magnitudes que produzcan tal efecto.

A pesar de lo anterior, se han modelado algunos escenarios, pero todos apuntan a que el evento va a ocurrir, aunque no sea en el corto o mediano plazo. Por lo tanto, lo único que resta es tomar las medidas preventivas necesarias que minimicen un eventual desastre.

El riesgo relativo a este evento aumenta conforme crece la población vulnerable. Ésta ha venido creciendo debido a la ocupación urbana, principalmente con uso residencial, de aquellos espacios con posibilidades de ser afectados. Pero también, sobresale como elemento que aumenta la vulnerabilidad, el vacío de información y conocimiento que ostentan los pobladores, la débil organización comunal para definir acciones preventivas, y la ausencia de control por parte de los entes responsables.

Pero las situaciones de riesgo no sólo atañen a la presencia del deslizamiento Tapezco, éste sólo constituye la manifestación más relevante de un proceso general que se da sobre la parte montañosa de este cantón que incluye tanto a los cerros de Escazú como a la loma del Alto de Las Palomas. Por este motivo se considera que la ocupación urbana de este sector, materializada actualmente en el desarrollo de proyectos residenciales, se convierte en conjunto en un factor que incrementa el riesgo por deslizamientos, dado que cada día hay más población vulnerable expuesta a este tipo de amenazas, cuya existencia obedece principalmente a condiciones naturales.

Otra situación de amenaza natural que también se da en Santa Ana tiene que ver con la red hidrográfica, pues su régimen torrencial en ausencia de equilibrio natural, genera un comportamiento caótico de los materiales que transporta, propiciando la existencia de amenazas de tipo hidrometeorológico.

El caso más significativo es el del Río Uruca, que de manera ordinaria produce inundaciones que afectan a viviendas que se ubican en la margen de éste. El problema viene dado por la ocupación en algunos sectores del cauce del río en una visible violación a la Ley Forestal.

Esta misma situación sucede en las cercanías del Río Oro, el Río Corrogres y otros que poseen potencial de inundación.

#### **3.7.4 Degradación ambiental y del paisaje**

En su intento por hacer uso de los recursos naturales que tiene a disposición, el ser humano impacta y altera en distintos niveles el medio que le rodea. Incluso la misma presencia antrópica en un determinado lugar es causa de alteración del paisaje natural.

En el caso de Santa Ana la intervención humana es notable a lo largo de todo el cantón.

El primer componente visiblemente afectado es el paisaje natural cuyo proceso de deterioro inició con la remoción de la cubierta vegetal original para dar paso a potreros y usos agrícolas que sustentaban la economía hace algunas décadas. El impacto visual es mayor en la unidad de relieve montañoso pues su altura relativa respecto a las partes bajas la hace visible desde distintos lugares, incluso fuera del cantón.

Hoy la alteración al recurso paisajístico de dicha unidad continúa no sólo debido a los usos mencionados, sino también por la incorporación paulatina de infraestructura, especialmente de tipo residencial, que contrasta con el entorno inmediato y produce un grado de contaminación visual a los pobladores localizados en la parte baja del territorio en cuestión. Otro elemento que ha colaborado sustancialmente en la alteración del componente paisajístico ha sido la apertura de un tajo en el cerro Mina, precisamente detrás de la ciudad principal de este cantón.

Producto del avance de la frontera agrícola hacia sitios que no poseen la capacidad de soportar este tipo de actividades, el uso de prácticas inadecuadas y la presión ejercida por el uso urbano con el fin de explotar el recurso escénico que ofrecen las partes altas del cantón, se experimenta también la afectación directa al recurso suelo debido al proceso de erosión al que se ve expuesto favorecido por la ausencia de cobertura vegetal. La

escorrentía superficial, unida a procesos lénticos de remoción en masa han contribuido a la pérdida gradual de este recurso. De acuerdo con el estudio de diagnóstico se estima que un 47,3% del área del cantón está siendo usada en actividades que exceden la capacidad de soporte del suelo.

El recurso hídrico, por su parte, no escapa de ser afectado. Con el crecimiento urbano experimentado, unido a otros factores como la ausencia de un sistema de alcantarillado sanitario y la ocupación de áreas de protección de ríos y quebradas con concentraciones importantes de población, no permite un manejo adecuado de las aguas residuales, produciéndose consecuentemente la contaminación al recurso hídrico superficial por desfogue directo o por infiltración que percola hasta los lechos fluviales de la red hidrográfica. El empleo de prácticas agrícolas inapropiadas como es el caso de la aplicación de agroquímicos en áreas de fuerte pendiente, es causa también de contaminación y consecuente degradación del recurso hídrico, favorecida por el arrastre de partículas por efecto de la escorrentía superficial.

### 3.8 Conclusiones

Una vez revisadas en este capítulo las distintas temáticas de carácter biofísico y ambiental que configuran el territorio santaneño, tanto en el ámbito regional como local, es posible externar algunas aseveraciones que permiten sintetizar los aspectos relevantes de éste.

Santa Ana corresponde a un territorio bastante complejo tanto desde el punto de vista geológico como geomorfológico, en el que se manifiestan condiciones de contacto entre materiales sedimentarios marinos del Terciario y materiales volcánicos de dos épocas.

La morfología está íntimamente relacionada con la dinámica interna evidenciada por la estructura geológica cuyo principal representante son los Cerros de Escazú, y la geodinámica externa manifiesta en procesos muy activos de remoción en masa y depositación, en cuyo caso se tiene como principales testigos al deslizamiento del Cerro Tapezco y al cono aluvial sobre el cual se asienta la ciudad de Santa Ana.

Desde el punto de vista sísmico se comprobó que el cantón se localiza en medio de una zona que posee un alto potencial para la generación de sismos. Ciertamente aunque en el pasado la mayoría de los epicentros han ocurrido fuera del cantón, en algunas ocasiones los daños producidos por éstos han sido considerables.

Se identificaron como áreas de terreno muy inestables las unidades geomorfológicas denominadas Cerros de Escazú y Loma del Alto de Las Palomas, lo cual responde a la presencia de litología terciaria sedimentaria intruida y meteorizada. La unidad litológica más inestable corresponde a la formación Pacacua. La evidencia más notoria es la ocurrencia de deslizamientos, los cuales se ven favorecidos por la presencia de fuertes pendientes y elementos de disparo como la precipitación y los sismos. Adicionalmente la deforestación ha colaborado con este proceso morfodinámico.

La unidad de mayor estabilidad de terrenos, debido fundamentalmente a la presencia de pendientes suaves, es la planicie ignimbrítica – aluvional, y por tanto, la de mayor potencial para el desarrollo urbano, exceptuándose aquellos sitios aledaños a los ríos dado el potencial de arrastre que éstos poseen. Sobre esta unidad se ha consolidado la mayor parte del desarrollo urbano de este cantón. Sin embargo, son de especial cuidado algunas secciones de esta unidad por la presencia de arcillas de alta expansividad, cuyos cambios de volumen produce daños a las estructuras cimentadas sobre ellas.

Desde la perspectiva hidrogeológica se determinó que la sección montañosa del cantón no tiene potencial para la generación de acuíferos superficiales de buena productividad. No obstante, constituye un área de recarga importante que se ha visto afectada por la deforestación y el empleo de prácticas agrícolas inadecuadas como la aplicación de agroquímicos sin un control estricto, cuyos residuos de alta perdurabilidad se infiltran y pueden contaminar el agua subterránea en las partes medias y bajas.

La hidrografía del cantón pertenece casi en forma completa a la cuenca del Río Uruca. Los cauces en la parte montañosa presentan control estructural. El comportamiento de los mismos es de torrentes con potencial para la generación de avenidas torrenciales, por lo que se considera de alta peligrosidad aquellos sitios aledaños que tienen posibilidades para ser inundados.

La estacionalidad climática está definida básicamente por el elemento precipitación. Ésta depende de la interacción entre los vientos alisios y los vientos oestes ecuatoriales, así como de la influencia de las brisas marinas que ascienden por la cuenca del Río Grande de Tárcoles, definiendo una época seca que va de Diciembre a Abril y una época lluviosa de Mayo a Noviembre.

Las amenazas naturales corresponden principalmente a deslizamientos que afectan la parte montañosa del cantón; avenidas torrenciales e inundaciones, que afectan la parte

baja, especialmente las áreas de abanicos aluviales. La combinación de éstas genera un riesgo mayor, potenciado por la ocupación humana de sitios de alta peligrosidad.

Actualmente la amenaza más relevante corresponde a la que representa el deslizamiento del Cerro Tapezco. La masa deslizante se desprenderá, producirá una represa sobre el Río Uruca y cuando ésta se rompa se generará una avenida torrencial de lodo y materiales que arrasará todo lo que encuentre a lo largo del cauce del río y áreas aledañas inundables, especialmente sobre el abanico aluvial de este río, que incluye la mayor parte del centro poblado Salitral, e incluso la ciudad de Santa se vería afectada por estar ubicada sobre esta área de relleno aluvial.

No es posible precisar fecha de ocurrencia ni magnitud del evento, lo que sí es cierto es que factores de disparo como precipitaciones intensas que saturen el suelo o movimientos sísmicos, a los cuales no está exento el territorio de Santa Ana, podrían ser el detonante para que ocurra.

Para atenuar los efectos potenciales de un evento de esta naturaleza, existe un plan de evacuación el cual es poco conocido por la población, situación que aumenta la vulnerabilidad y consecuentemente el riesgo ante tal amenaza.

Los suelos de mayor potencial agrícola están ubicados en la sección norte del cantón, específicamente sobre la planicie ignimbrítico – aluvional, sin embargo, dado la configuración topográfica del cantón, éstos han sido utilizados en las últimas décadas para expandir el uso urbano. Paulatinamente este territorio ha venido cambiando su carácter rural, convirtiéndose en un área donde predomina el uso urbano.

A raíz de esto la frontera agropecuaria se ha ido expandiendo hacia las partes altas del cantón donde la capacidad de uso del suelo sólo permite actividades forestales. Esta situación conlleva a que cerca del 50% del área del cantón se encuentre en una condición



de sobreexplotación produciendo degradación al recurso suelo y desbalance ecodinámico a las unidades de paisaje.

La deforestación es un proceso antrópico que ha afectado visiblemente el paisaje natural del cantón. La ausencia de vegetación natural, salvo algunos parches situados en la parte sur del cantón, ha acentuado la erosión superficial y con ello la pérdida gradual del recurso suelo.

Los objetivos de creación de la Zona Protectora Cerros de Escazú han sido desvirtuados, debido a la introducción de usos que se contraponen a éstos, y sobretodo que producen un deterioro progresivo de esta área protegida.

En cuanto a la degradación de recursos se encontró pérdida de biodiversidad y cobertura vegetal lo que resulta en una afectación a la calidad del paisaje natural; reducción de hábitats y fuentes de alimento para especies faunísticas endémicas y migratorias, deterioro del recurso suelo debido a los procesos erosivos que se aceleran por aprovechamiento del mismo en condiciones de sobreexplotación, alteración del paisaje natural por la introducción de elementos que rompen con la fisonomía del mismo.

Existe presión por urbanizar las partes altas del cantón aún con los problemas de inestabilidad de terrenos que allí se presentan. Con ello no sólo se incrementa la población vulnerable a procesos naturales, sino que se produce alteración al sistema hidrológico, pues al haber pérdida de cobertura vegetal disminuye la evapotranspiración potencial, se reduce la capacidad de absorción e infiltración del suelo y aumenta la escorrentía superficial, percibiéndose los efectos de este proceso en la parte baja del cantón.

El espacio disponible para uso urbano es cada vez menor debido al crecimiento acelerado experimentado en las últimas décadas. Al ritmo de crecimiento actual Santa Ana agotaría la tierra urbanizable en el año 2014.

El crecimiento urbano ha traído consigo impactos ambientales que se manifiestan territorialmente en problemas de contaminación y degradación de los recursos naturales. Entre los primeros destaca la contaminación al recurso hídrico con descargas directas de aguas servidas y desechos sólidos directamente a los cauces. Adicional a esto se presenta contaminación sónica y atmosférica debido al aumento del flujo vehicular, especialmente en sectores aledaños a las principales vías. La explotación de recursos no metálicos es una actividad que también contribuye con estos tipos de contaminación, también constituye una fuente de contaminación visual que afecta el recurso paisajístico. Un caso particular es la explotación ubicada en el Cerro Mina.

### 3.9 Análisis FODA

Los resultados obtenidos en este documento y las conclusiones expuestas en el apartado anterior pueden ser sintetizados en un cuadro de análisis FODA que resume las fortalezas y oportunidades que presenta el cantón en términos físico-ambientales, pero que también pone de manifiesto las debilidades y amenazas. Esta herramienta ofrece al lector la posibilidad de tener una idea rápida de la situación general actual del cantón.

Seguidamente se presenta el detalle de este análisis.

<b>FORTALEZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Presencia de área de recarga acuífera.</li><li>• Formación de acuíferos en su parte baja.</li><li>• Existencia de minerales no metálicos aprovechables.</li><li>• Suelos fértiles en la parte baja del cantón.</li><li>• Marcada estacionalidad climática.</li><li>• Bioclima agradable para el uso residencial y agropecuario.</li><li>• Condiciones climáticas para la diversidad florística y faunística.</li><li>• Existencia de microclimas debido a la variación altitudinal.</li><li>• Presencia de varias zonas de vida.</li><li>• Existencia de la Zona Protectora Cerros de Escazú.</li><li>• Áreas en regeneración natural debido al abandono de potreros.</li><li>• Recurso escénico - paisajístico importante en la parte alta del cantón.</li><li>• Disponibilidad del 21,9% de su territorio para ser urbanizado.</li></ul>

<b>OPORTUNIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Actualización al plan regulador vigente.</li><li>• Declarar la Zona Protectora Cerros de Escazú como Monumento Natural.</li><li>• Amplio marco jurídico en material ambiental.</li></ul>

### DEBILIDADES

- Inestabilidad generalizada de terrenos en la parte montañosa.
- Cantón situado en medio de una zona de alto potencial sísmico.
- Pendientes superiores a 30% en el 45,8% del territorio.
- Ríos y quebradas con comportamiento torrencial.
- Ocupación urbana de áreas inestables propensas a deslizamientos, avenidas torrenciales e inundaciones periódicas.
- Salitral y Santa Ana bajo grado de amenaza alto y moderado representado por el deslizamiento Tapezco y el Río Uruca.
- Vulnerabilidad alta y moderada en Salitral y Santa Ana respectivamente por ocupación inapropiada de sitios bajo amenaza.
- Desconocimiento por parte de la población de procesos naturales y planes de evacuación.
- Centro urbano principal ubicado sobre el abanico aluvial del Río Uruca.
- Deforestación y avance de la frontera agropecuaria hacia las partes altas del cantón.
- Sobreexplotación del recurso suelo en un 47,3% del área.
- Reducción del área de bosque natural.
- Reducción de la diversidad de especies animales por la pérdida de su hábitat natural.
- Alteración del paisaje natural en las partes altas por la introducción de elementos que rompen con el cromatismo del lugar.
- Contaminación del recurso hídrico por aguas residuales.
- Fraccionamiento mínimo en la Zona Protectora inferior al establecido en plan regulador actual.
- El 54,8% del área es de condición no urbanizable.
- Crecimiento urbano horizontal.
- Tasa de crecimiento exponencial del área urbana igual a 6,7% anual.

<b>DEBILIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Debilidad en el control del crecimiento urbano.</li></ul>



<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistemas de baja presión originados en el Mar Caribe.</li><li>• Manifestaciones del fenómeno ENOS (El Niño Oscilación del Sur).</li><li>• Eventos sísmicos originados en fuentes sísmicas cercanas por fallamiento local o tectonismo.</li><li>• Construcción de proyectos como el Parque Eólico del Valle Central dentro de un área de gran belleza natural.</li><li>• Presión para urbanizar partes altas del cantón.</li></ul>

### 3.10 Recomendaciones

Con el fin de orientar adecuadamente la propuesta de planificación que se persigue con la reforma al plan regulador actual se sugieren a continuación algunas recomendaciones generales que responden a la situación diagnosticada.

- La primera recomendación que aflora a la luz de este análisis es que las construcciones se apeguen estrictamente a la normativa en materia de diseño sismo resistente. La Comisión Nacional de Emergencias (CNE, 2005) recomienda a este respecto “controlar los permisos de construcción o intervenirlos en los casos en que se compruebe que la práctica constructiva o la calidad de los materiales no es la más adecuada de manera tal que garantice su resistencia contra temblores”. Este tipo de esfuerzos pueden ser realizados conjuntamente con el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA).
- El tema sísmico está relacionado con la presencia de fallas, estructuras que se muestran en el mapa geológico local. Sobre este tema, la CNE recomienda no otorgar permisos de construcción en las cercanías de las fallas. De manera general, la CNE (2005, consulta verbal) recomienda respetar una distancia de 50 m a cada lado del trazo de la falla.
- Inhabilitar para uso urbano aquellas áreas identificadas como inestables que, de acuerdo al estudio, corresponde puntualmente a la unidad geomorfológica Cerros de Escazú y Loma del Alto de Las Palomas. El uso del terreno debería evitar las construcciones de infraestructura y sería más adecuado orientarlo a uso agrícola o recreativo. La CNE (2005) recomienda evitar las construcciones en áreas ubicadas cerca o sobre laderas de fuerte pendiente donde existen antecedentes de inestabilidad.
- Proteger y conservar las áreas de recarga acuífera, que para efectos de Santa Ana corresponde a las montañas de los cerros de Escazú. De acuerdo con el Cap. IV, Art. 33,

Inciso d) de la Ley Forestal, las áreas de recarga acuífera deben ser consideradas como áreas de protección.

- No otorgar permisos de construcción dentro del área de protección de ríos y quebradas, en apego a lo que dicta la ley Forestal en el Cap. IV, Art. 33, Inciso b), de dejar una franja de quince metros en zona rural, diez metros en zona urbana y 50 metros en terreno quebrado, medidos horizontalmente a ambos lados del cauce.
- Reubicar las familias de aquellas viviendas construidas en los sitios que potencialmente resultarían afectados por efectos del deslizamiento Tapezco y consecuente avenida torrencial del Río Uruca.
- Proponer una zona de parque ribereño a lo largo del cauce del Río Uruca, de 25 metros de ancho a cada lado del cauce, que permita infraestructura ligera vinculada a la recreación y disfrute público de este espacio.
- Definir como zona de uso recreativo o agrícola aquellas áreas con posibilidades de ser afectadas por una avenida torrencial del Río Uruca a causa del deslizamiento Tapezco.
- Delimitar zonas agrícolas en las áreas de piedemonte que reúnan las condiciones óptimas para este tipo de actividades, con especificaciones claras de emplear sistemas agroconservacionistas y la no utilización de agroquímicos para evitar la contaminación al recurso hídrico.
- Procurar el reestablecimiento del equilibrio natural de las unidades de paisaje mediante la asignación de usos de la tierra acordes con su capacidad, esto implica la intervención de aquellas áreas en condición de sobreexplotación.
- Reafirmar los objetivos de creación de la Zona Protectora Cerros de Escazú, que incluye protección y aseguramiento del recurso hídrico que se genera y recarga en su

territorio, la conservación de las manchas boscosas de la terminación occidental de la Cordillera de Talamanca (los Cerros de Escazú) y la protección del suelo, esto mediante la restricción a usos que contravengan estos objetivos, entre ellos urbanización y usos agropecuarios sin las respectivas medidas de manejo.

- Estimular el aumento en la diversidad florística y faunística mediante la definición de zonas agroforestales y de protección, tanto en la zona montañosa como en la parte baja del cantón, aprovechando las áreas de protección de los cauces naturales como corredores biológicos que integren las partes altas con las partes bajas.
- Diseñar una propuesta de zonificación que contemple dentro de sus criterios la perspectiva de sistema hidrográfico, de tal manera que los usos que se propongan en la parte media y alta de la cuenca del Río Uruca, no tengan implicaciones en la parte baja.
- Incentivar el máximo aprovechamiento vertical del suelo en aquellas áreas con potencial para ser urbanizadas, armonizando con suficiente espacio verde y áreas recreativas.
- Establecer zonas de reserva de terrenos aptos para el uso urbano y asegurar a largo plazo la disponibilidad de espacio urbanizable.
- Regular la altura de las edificaciones en suelos con presencia de arcillas altamente expansivas.
- Construir un sistema de alcantarillado sanitario o evitar el uso residencial de alta densidad en las cercanías de ríos y quebradas, para poder dar el tratamiento adecuado a las aguas residuales.
- Recuperar el paisaje natural del cerro Mina y proponer la creación de un parque recreativo urbano en este lugar para dar una fisonomía atractiva a la ciudad de Santa Ana.



### 3.11 Bibliografía

Álvarez, Sandra; Chaves, Alexis; Núñez, Otilio; Villalobos Gerard; 2003. *El Deslizamiento del Cerro Tapezco*. Maestría Centroamericana en Geografía. Trabajo Final Curso Gestión Del Riesgo. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Aguilar, Hugo; 1977. *Análisis, descripción de los procesos de remoción en masa en la cuenca del Río Uruca, Santa Ana*. Escuela de Ciencias Geográficas, Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica. 51 p.

Arce, Rafael; 2000. *Elaboración de un SIG para el ordenamiento de la cuenca del Río Uruca*. Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Badilla, R; 1989. *Estudio climático del cerro Tapezco*. Comisión Nacional de Emergencias. San José, Costa Rica.

Barquero, Karla; Benavides, Catalina; Bermúde, Esteban; Chacón, Eduardo; Chaves, Ramsa; Pineda, Willy; Rodríguez, Sofía; Saborío, Guido; 2005. *Inventario y Diagnóstico de la Flora y la Fauna del Cantón de Santa Ana, Marzo-Mayo del 2005*. Asociación Creando Conciencia. Santa Ana, Costa Rica.

Bergoeing, Jean Pierre; 1998. *Geomorfología de Costa Rica*. Instituto Geográfico Nacional. San José, Costa Rica. 409 p.

Bogantes, Roy, 2005. *Zonificación geotécnica del Área Metropolitana de Costa Rica*, en Construcción, N° 94, Año 12 / 2005. San José, Costa Rica.

Castillo, Rolando; 1969. *Geología de los mapas básicos Abra y partes de Río Grande, Costa Rica. Informe Técnico y Notas Geológicas*, 33. Dirección de Geología, Minas y Petróleo. San José. En Viquez, Vilma; 1984. *Formación Pacacua*, y Moshein, John; 1984. *Intrusivo de Escazú. Manual de Geología de Costa Rica*, editado por Sprechmann P. Editorial Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Centro de Información Geoambiental (CENIGA); 1998. *Cartografía digital a escala 1:25000 basada en fotografías aéreas de 1998*. Proyecto TERRA. San José, Costa Rica.

Centro Agrícola Cantonal de Mora, MAG; 2002. *Caracterización de la Actividad Citrícola en la Región Central Sur de Costa Rica*. Tomado de [http://www.mag.go.cr/doc\\_e/E006.pdf](http://www.mag.go.cr/doc_e/E006.pdf). Consultado el 5 de julio de 2005.

Chávez C., Jorge A.; 1976. *Geología de una parte de la hoja Abra*. Trabajo para obtener el grado de Bachiller en Geología. Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias de Costa Rica (CNE). *Atlas de Amenazas Naturales Cantón de Santa Ana*. Tomado de <http://www.cne.go.cr/Atlas%20de%20Amenazas/staana.htm>. Consultado el 05 de julio de 2005.

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias de Costa Rica (CNE); 1999-2000. *Boletines relacionados con la Amenaza del Tapezco*. San José, Costa Rica.

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias de Costa Rica (CNE); 2002. *Diagnóstico situacional de las comunidades aledañas al cerro Tapezco: Proyecto Sistema de Alerta Temprana en el Cerro Tapezco*. San José, Costa Rica.

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias de Costa Rica (CNE); 2005. *Amenazas Geológicas del Cantón de Santa Ana*. Atlas de Amenazas Naturales. Tomado de <http://www.cne.go.cr/Atlas%20de%20Amenazas/staana.htm>. Consultado el 05 de julio de 2005.

Cubero, Diógenes; 1994. *Manual de manejo y conservación de suelos y aguas*. Metodología Oficial para Determinar la Capacidad de Uso de la Tierra. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.

Dengo, Jorge Manuel; Cotera, Jorge; Lücke, Oscar; Orlich, Daniel; Cavaría, Adela, 1999. *Escenarios de Uso del Territorio para Costa Rica, en el año 2025*. SINADES – BID. San José, Costa Rica.

Denyer, Percy; Arias, O.; 1990. *Geología de la hoja Abra*. En Revista Geológica de América Central, No.12, 1991. Escuela de Geología. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Denyer, Percy; Arias, O.; 1994. *Estratigrafía Sedimentaria*. En Denyer, P. y Kussmaul, S. (Ed) *Atlas Geológico de la Gran Área Metropolitana*. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

Denyer, Percy, et al.; 1983. *Mapa Geológico de la Gran Área Metropolitana*. Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Dirección de Geología y Minas (DGM); 2005. *Registro de áreas concesionadas para la extracción minera no metálica*. Ministerio de Ambiente y Energía. San José, Costa Rica.

- Echandi, Ernesto; 1982. *Unidades volcánicas de la vertiente norte de la cuenca del Río Virilla*. Tesis de Licenciatura en Geología. Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- ECOPLAN LTDA; 2003. *Diagnóstico Biofísico Plan Regulador Urbano Cantón de Alajuelita*. San José, Costa Rica. 127 p.
- Fernández, Mario y Montero Walter; 2002. *Fallamiento y sismicidad del área entre Cartago y San José, Valle Central de Costa Rica*. Revista Geológica de América Central, No.26. Editorial Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Flores, R; Valenciano, M.; 1993. *Proyecto de geología urbana del Gran Área Metropolitana: cantón de Alajuelita*. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Gallardo, Helio; 1998. *Elementos de Investigación Académica*. EUNED. San José, Costa Rica.
- Garita, Damaris; 1989. *Nuestras Reservas Forestales y Zonas Protectoras*. Dirección General Forestal - MIRENEM. San José, Costa Rica.
- González, Lilliana y Lizano, Olga; 2001. *Hasta el próximo invierno: riesgo y vulnerabilidad en las comunidades de Salitral y Matinilla de Santa Ana*. Tesis para Licenciatura en Antropología Social, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Hofstee, P. y Brussel Ir M.; *Análisis de aptitud para la expansión urbana*. Department of Land Resource and Urban Sciences, International Institute for Geoinformation Sciences and Earth Observation (ITC). Holanda.

- Instituto Geográfico Nacional (IGN); 2001. *División Territorial Administrativa de Costa Rica*, Decreto No. 29 267. IGN, MOPT. San José, Costa Rica.
- Instituto Geográfico Nacional (IGN). *Cartografía Oficial a escala 1:10 000*, Hojas Topográficas Colón, Lindora, Real de Pereira y Salitral. *Cartografía Oficial a escala 1:50 000*, Hoja Topográfica Abra.
- Instituto Meteorológico Nacional (IMN); 1988. *Catastro de las series de precipitaciones medidas en Costa Rica*. Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. San José, Costa Rica.
- INSUMA S.A. Ingenieros & Geólogos Consultores; 2004. *Investigación Geológica - Geotécnica Parque Eólico Valle Central*. Estudio de Impacto Ambiental. San José, Costa Rica.
- Jarquín, María F.; 2001. *Análisis del tránsito de avenidas ante la posibilidad de un deslizamiento en el Cerro Tapezco mediante el uso del modelo hidráulico FLDWAV*. Informe de Trabajo de Graduación para obtener el grado de Lic. en Ing. Civil. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Kussmaul, Siegfried; 2000. *Estratigrafía de las rocas ígneas*. En Denyer y Kussmaul (Ed) *Geología de Costa Rica*. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Linkimer, Lepolt y Aguilar, Teresita; 2000. *Estratigrafía Sedimentaria*. En Denyer y Kussmaul (Ed) *Geología de Costa Rica*. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- López, Johnny; 1996. *Deslizamiento de Tapezco, Santa Ana, Costa Rica. Análisis de estabilidad y soluciones*. Trabajo de graduación para obtener el grado de Lic. en Ing. Civil. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

- Madrigal, R y Rojas, G.; 1981. *Mapa Geomorfológico de Costa Rica Escala 1:200 000*. Noticia Explicativa. OPSA. San José, Costa Rica.
- Marshall, JS y Idleman BD.; 1999. *40Ar/39Ar age constrains on quaternary landscape evolution of the Central Volcanic Arc*. GSA annual meeting, No. 06426.
- Méndez, V. Y Monge, J.; 2002. *Costa Rica: Historia Natural*. EUNED. San José, Costa Rica. 255 p.
- Molina, Fernando; 1990. *Deslizamiento del Alto Tapezco, Santa Ana, provincia de San José, Costa Rica*. Tesis para optar por el grado de Licenciado en Geología. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Mora, J.; 1981. *Ordenación de los recursos naturales de la cuenca del Río Uruca*. Tesis para Licenciatura en Agronomía. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Mora, Olman, et. al.; 2004. *Manual de Capacitación Básica para la Conformación de Comités de Vigilancia de los Recursos Naturales (COVIRENA)*. Dirección de la Sociedad Civil. Ministerio de Ambiente y Energía. San José, Costa Rica.
- Moya, A, et al.; 2000. *Microzonificación sísmica del Área Metropolitana de San José*. Laboratorio de Ingeniería Sísmica. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Rico, Alfonso y del Castillo Hermilo, 1992. *Consideraciones sobre compactación de suelos en obras de infraestructura de transporte*. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte. Documento Técnico N° 7. Sanfandila, Qro.

Robles, Rafael; 2005. Planificación agroconservacionista de fincas como contribución al manejo de la microcuenca del Río Uruca, Costa Rica. Programa de enseñanza para el desarrollo y la conservación, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Rojas, José F.; 1976. *Geología de una parte de la hoja Abra*. Trabajo para obtener el grado de Bachiller en Geología. Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Saborío, Freddy; 1977. *Hidrografía y Geomorfología del Área de Santa Ana*. Escuela de Ciencias Geográficas, Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica. 30 p.

Sagot, Álvaro; 2000. *Manual de Legislación Ambiental*. Investigaciones Jurídicas S.A. San José, Costa Rica. 363 p.

Sánchez, Olga, et. al.; 2002. *Diagnóstico Cantonal y de Gestión Municipal Santa Ana*. Programa Integrado en Planificación del Desarrollo Local y Regional, Escuela de Planificación y Promoción Social, Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica.

Van, P. y Mora, J.; 1978. *Estudios básicos de la cuenca del Río Uruca, Santa Ana, y las pautas a seguir para la ordenación*. Documento de Trabajo N° 19, Proyecto PNUD/FAO - COS/72/013. Dirección General Forestal. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.

Zeledón, Ricardo; 1992. *Código Ecológico*. Editorial Porvenir S.A. San José, Costa Rica.

<http://www2.entelnet.bo/si-a/pres4.asp.htm>. Consultado el 29 de agosto de 2005.

<http://www.aguasandinas.cl/22contaminacion.html>. Consultado el 13 de septiembre de 2005.

<http://www.chacao.gov.ve/ipcadetail.asp?Id=30>. Consultado el 14 de setiembre de 2005

[http://www.conam.gob.pe/educamb/cont\\_visual.htm](http://www.conam.gob.pe/educamb/cont_visual.htm). Consultado el 14 de setiembre de 2005

<http://www.corpochivor.gov.co/cosmos/799chupdt.htm>. Consultado el 13 de septiembre de 2005.

<http://www.inbio.ac.cr/ecomapas/glosario11.htm>. Consultado el 29 de agosto de 2005.

<http://www.jmarcano.com/recursos/contamin/catmosf2.html>. Consultado el 13 de septiembre de 2005

[http://www.maps.geog.umd.edu/WDPA/WDPA\\_info/Spanish/DB\\_Definitions.html](http://www.maps.geog.umd.edu/WDPA/WDPA_info/Spanish/DB_Definitions.html). Consultado el 23 de setiembre de 2005.

[http://www.omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/159/htm/sec\\_9.htm](http://www.omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/159/htm/sec_9.htm). Consultado el 13 de setiembre de 2005.

<http://www.santaana.go.cr/informaciongeneral-datos.shtml> Consultado el 05 de julio de 2005.

Entrevista a Geol. Julio Madrigal Mora (CNE) y Geog. Luis Guillermo Brenes en gira de reconocimiento al área de estudio, 27 de julio de 2005.



### 3.12 ANEXOS

#### ANEXO 3.1

Datos generales de los pozos y manantiales en el cantón de Santa Ana  
Tomado de SENARA, 2005

### ANEXO 3.2

Lista de las concesiones de aguas subterráneas otorgadas por el  
Departamento de Aguas del MINAE.

Caudales en l/s según categoría de uso.

El sufijo “P” en el número de expediente significa pozo,  
el sufijo “A” se refiere a manantial o naciente.

**ANEXO 3.3**  
**Datos de Precipitación y Temperatura**  
**Estaciones Meteorológicas, Instituto Meteorológico Nacional**

**ANEXO 3.4**  
**Datos de Crecimiento del Área Urbana por Distrito**

**ANEXO 3.5**  
**Datos de las Categorías de Ordenamiento Territorial**  
**por Distrito**

**ANEXO 3.6**  
**Datos Tendenciales Del Crecimiento Urbano Futuro**  
**Por Distrito**

**ANEXO 3.7**  
**Datos De Disponibilidad Futura De Área Urbanizable**  
**Por Distrito**