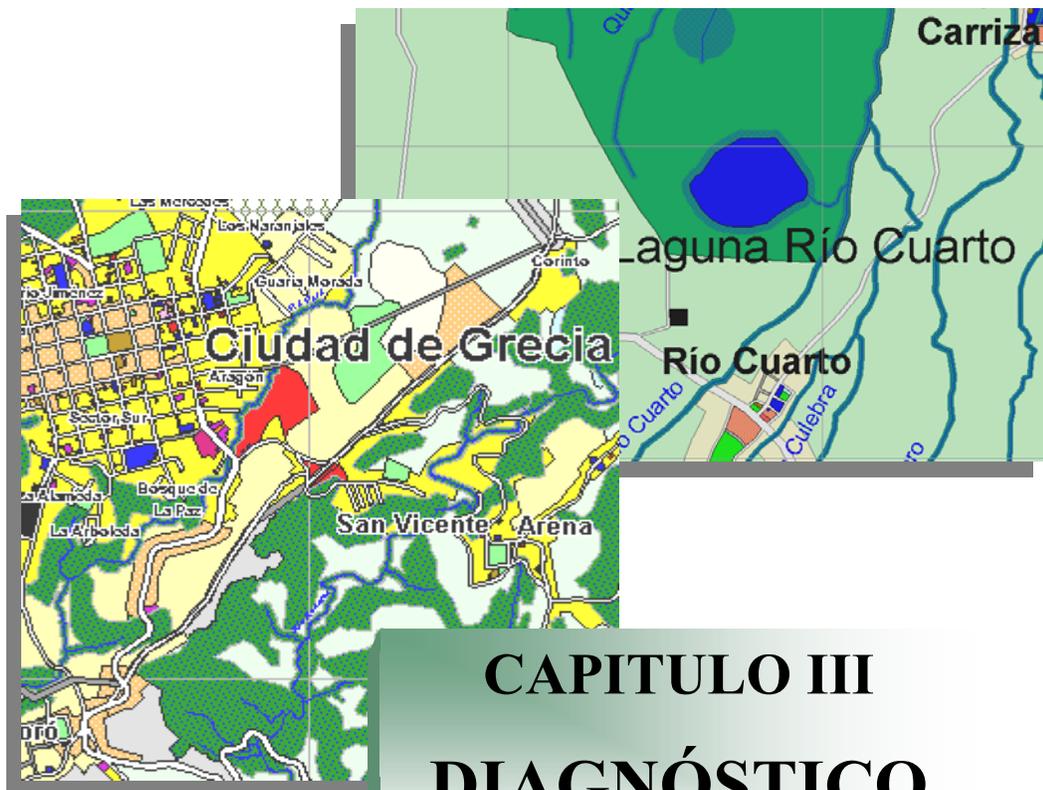


PLAN REGULADOR URBANO Y RURAL DEL CANTÓN DE GRECIA



CAPITULO III DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO

FINANCIADO POR:



Instrumento Financiero para la realización de Estudios
de Programas y Proyectos de Desarrollo

ELABORADO POR:



CONTRATADO POR:



Municipalidad de Grencia

SETIEMBRE 2003

TABLA DE CONTENIDOS

EQUIPO PROFESIONAL	133
INTRODUCCIÓN	134
DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO DEL CANTÓN GRECIA.....	141
3.1. MEDIO FÍSICO	141
3.1.1 GEOLOGÍA.....	141
3.1.1.1 Caracterización Litológica Sector Occidental	142
3.1.1.1.1 Tobas basales	144
3.1.1.1.2 Lavas afaníticas andesíticas	145
3.1.1.1.3 Tobas e ignimbritas sanas	147
3.1.1.1.4 Lavas andesíticas y basaltos de Poás	147
3.1.1.1.5 Tobas meteorizadas superiores	148
3.1.1.1.6 Aluviones y lahares	149
3.1.1.2 Geología Estructural Relevante	150
3.1.1.3 Caracterización Litológica Sector Distrito Río Cuarto	151
3.1.1.3.1 Edificios Volcánicos Recientes y Piroclastos	152
3.1.1.3.2 Lahares sin diferenciar	154
3.1.2 GEOMORFOLOGÍA	154
3.1.2.1 Caracterización Área de Influencia	154
3.1.2.1.1 Formas de origen volcánico	158
3.1.2.1.2 Formas de sedimentación aluvial	162
3.1.2.2 Caracterización Local Sector Occidental	165
3.1.2.2.1 Pendientes	165
3.1.2.2.2 Geodinámica interna	167
3.1.2.2.3 Modelado Volcánico	168
3.1.2.2.4 Modelado fluvio-lacustre	171
3.1.2.2.5 Procesos erosivos.....	172
3.1.2.2.6 Procesos sedimentarios	173
3.1.2.3 Caracterización Local Sector Distrito Río Cuarto	173
3.1.2.3.1 Pendientes	173

3.1.2.3.2 Modelado volcánico	174
3.1.2.3.3 Formas de sedimentación aluvial	182
3.1.3 SUELOS	184
3.1.3.1 Caracterización Área de Influencia	185
3.1.3.1.1 Ultisoles	185
3.1.3.1.2 Inceptisoles	186
3.1.3.1.3 Andisoles	186
3.1.3.1.4 Entisoles	186
3.1.3.1.5 Alfisoles	186
3.1.3.1.6 Vertisoles	187
3.1.3.2 Caracterización Local Sector Occidental	187
3.1.3.2.1 Inceptisoles	187
3.1.3.2.2 Andisoles	189
3.1.3.2.3 Entisoles	192
3.1.3.2.4 Alfisoles	193
3.1.3.3 Caracterización Local Sector Distrito Río Cuarto	194
3.1.3.3.1 Inceptisoles	194
3.1.3.3.2 Andisoles	195
3.1.4 CLIMA.....	196
3.1.4.1 Caracterización Área de Influencia (Valle Central).....	197
3.1.4.2 Caracterización Climática Local Sector Occidental	201
3.1.4.2.1 Régimen Pluvial.....	201
3.1.5 HIDROGRAFÍA.....	206
3.1.5.1 Caracterización Área de Influencia (Cuencas Hidrográficas).....	206
3.1.5.2 Caracterización Local Sector Occidental (Microcuencas)	207
3.1.5.3 Caracterización Local Sector Distrito Río Cuarto (Microcuencas)	209
3.1.6 HIDROGEOLOGÍA	210
3.1.6.1 Aguas Subterráneas.....	210
3.1.6.1.1 Características hidráulicas de los tipos rocosos	210
3.1.6.1.2 Acuíferos y niveles de agua subterránea.....	211

3.1.6.1.3	Uso del agua subterránea.....	214
3.1.7.	AMENAZAS NATURALES.....	216
3.1.7.1	Amenazas Geológicas.....	216
3.1.7.1.1	Amenaza sísmica	217
3.1.7.1.2	Amenaza volcánica.....	217
3.1.7.1.3	Amenaza por Deslizamientos.....	219
3.1.8	CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA.....	221
3.1.8.1	Caracterización Área de Influencia	222
3.1.8.2	Capacidad de Uso de la Tierra Sector Occidental.....	224
3.1.8.3	Uso Actual de la Tierra Sector Occidental	225
3.1.8.4	Condición de Uso de la Tierra Sector Occidental.....	230
3.1.8.5	Capacidad de Uso de la Tierra Sector Distrito Río Cuarto.....	232
3.1.8.6	Uso actual de la tierra Sector Distrito Río Cuarto.....	233
3.1.8.7	Condición de Uso de la tierra Sector Distrito Río Cuarto	238
3.2	MEDIO BIOLÓGICO.....	238
3.2.1	ZONAS DE VIDA	239
3.2.2	MACRO TIPOS DE VEGETACIÓN	247
3.2.3.	TIPOS DE CLIMA	250
3.2.4	GRUPOS CLIMÁTICOS, ZONAS DE VIDA Y TIPOS DE VEGETACIÓN ASOCIADOS	258
3.2.5	BIODIVERSIDAD.....	263
3.2.5.1	Flora y Fauna Sector Occidental.....	264
3.2.5.2	Flora y Fauna Sector Distrito Río Cuarto.....	273
3.2.5.2.1	Flora.....	274
3.2.5.2.2	Fauna	276
3.3	CONTAMINACIÓN Y PROBLEMAS AMBIENTALES.....	285
3.3.1.	CONTAMINACIÓN DEL AIRE	285
3.4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	289
3.5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	300

EQUIPO PROFESIONAL

ECOPLAN LTDA.

Gerente

Arq. Melba Mora

Profesional responsable

Arq. Víctor H Arroyo Calderón

Grupo multidisciplinario

Víctor H. Arroyo C.	Arquitecto
Helga Ruiz A.	Ingeniera
Hugo Rodríguez	Geólogo
Pedro Cordero	Geógrafo
José Valerio S.	Geógrafo
Sergio Salazar	Sociólogo
Roberto Pineda	Sociólogo
Victor Mora G.	Geógrafo
Juan P. Ramírez	Dibujante

INTRODUCCIÓN

La planificación urbana es “el proceso continuo e integral de análisis y formulación de planes y reglamentos sobre desarrollo urbano, tendiente a procurar la seguridad, salud, comodidad y bienestar de la comunidad” (Ley de Planificación Urbana, 1998).

Dicho proceso, a nivel local, es responsabilidad de los gobiernos locales cuya competencia y autoridad para planificar y controlar el desarrollo urbano dentro de los límites de su territorio jurisdiccional es reconocida en la Ley de Planificación Urbana. Ante esta realidad, cada municipio debe implementar un plan regulador que según esta misma ley consiste en un “instrumento de planificación local que define en un conjunto de mapas, planos, reglamentos y cualquier otro documento, gráfico o suplemento, la política de desarrollo y los planes para distribución de la población, usos de la tierra, vías de circulación, servicios públicos, facilidades comunales y construcción, conservación y rehabilitación de áreas urbanas” (Alfaro, D. 1992), dentro de la unidad territorial denominada cantón.

El proceso permite estudiar los problemas físicos, sociales, culturales y económicos relacionados con el funcionamiento y desarrollo de los centros poblados permitiendo clasificar los diferentes usos del territorio, de acuerdo con las restricciones físicas que presenta el espacio geográfico sobre el que se encuentra el cantón de Grecia.

En acatamiento a esta disposición, la Municipalidad de Grecia decidió iniciar el proceso de diseño del plan regulador urbano y rural del cantón. Esa etapa involucra todo un proceso de investigación, formulación de propuestas y concertación, de acuerdo con los términos de referencia propuestos en la contratación, incluidas aquellas observaciones llevadas a cabo por la Comisión Estratégica Territorial (CET).

Características físicas y político – administrativas

Grecia es el cantón número 03 de la provincia de Alajuela. Se localiza entre las coordenadas geográficas 84° 14' - 84° 22' Longitud Oeste y 09° 59' - 10°11' Latitud Norte. Posee un área total de 395,72 Km² y una población total de 57.736 habitantes. Su rango altitudinal va desde los 480 msnm, en la unión de los ríos Grande y Poás, hasta los 2.527 msnm cerca del Volcán Poás, esto en el Sector Occidental. En el sector del distrito Río Cuarto la altitud va desde los 40 m.s.n.m, en el sector cercano a Pangola de Sarapiquí, hasta los 2.014 msnm, en el Volcán Congo. **Ver Mapa Topográfico 3.1 y 3.2.**

El territorio se divide en 8 unidades administrativas denominadas distritos, siete de éstos se ubican en la Vertiente Pacífica, en la Región Central del país. Uno de ellos, Río Cuarto, está separado territorialmente de los demás, ubicándose en la Subvertiente Norte, en la Región Huetar Norte. Esta situación le confiere características específicas muy distintas a cada sector.

Las características generales de cada uno de los distritos que compone el cantón se describen a continuación:

Distrito 01 Grecia

Es la cabecera del cantón; su extensión es de 6,86 Km²; posee una elevación media de 999 msnm y está conformado por los barrios Carmona, Chavarría, Colón, Jiménez, Pinos, Rincón de Arias, San Antonio y San Vicente, así como por el poblado Celina. Es el distrito que alberga el porcentaje poblacional más alto con casi un 30% de la población total.

Distrito 02 San Isidro

Tiene una extensión de 18,09 Km²; se encuentra a una elevación media de 1.290 msnm y está conformado por el barrio Primavera y los poblados Alfaro, Bajo Achioté, Camejo, Coopevictoria, Corinto, Higueros, Mesón, Mojón y Quizarral.

Distrito 03 San José

Su extensión es de 12,42 Km²; su altitud media es 1.074 msnm y se compone de los poblados Arena, Cedro, Delicias (una parte), Guayabal (una parte), Loma, Rodríguez, Santa Gertrudis Norte y Santa Gertrudis Sur.

Distrito 04 San Roque

Posee una extensión de 26,14 Km²; se localiza a 1.077 msnm; está compuesto por los barrios Agualote, Bajo Saperá, Casillas, Latino y San Miguel Arriba, así como por los poblados Cabuyal, Carbonal, Coyotera y San Miguel.

Distrito 05 Tacaes

Mide 24,84 Km² de extensión; su altitud media es 800 msnm; tiene un sólo barrio llamado Pinto y varios caseríos: Bodegas, Cataluña, Cerdas, Delicias (una parte), Flores, Guayabal (una parte), Pilas, Planta, Porvenir y Yoses.

Distrito 06 Río Cuarto

Abarca un área de 254,20 Km², es decir, más de la mitad del área total del cantón. Está compuesto por los siguientes poblados: Ángeles Norte, Bolaños, Caño Negro, Carmen, Carrizal, Colonia del Toro, Crucero, Flor, Laguna, Merced, Palmar, Palmera, Pata de Gallo, Peoresnada, Pinar, Pueblo Nuevo, San Fernando, San Gerardo (una parte), San Jorge, San Rafael, San Vicente, Santa Isabel, Santa Rita y Tabla. Este distrito se caracteriza por estar territorialmente separado de los demás, en la Región Huetar Norte.

Distrito 07 Puente de Piedra

Mide 22,86 Km²; posee dos: barrios Poró y Sevilla, además los poblados Altos de Peralta, Argentina, Bajo Cedros, Lomas, Montezuma, Puerto Escondido, Raiceros, Rincón de Salas y Rosales.

Distrito 08 Bolívar

Con una extensión de 30,31 Km², este distrito tiene por cabecera distrital a Los Ángeles. Está formado por los poblados Cajón, Cocobolo, Murillo, San Juan, San Luis y Virgencita.

En cuanto a cantones vecinos, Grecia, en el sector suroccidental, limita al norte y oeste con Valverde Vega, así como con Naranjo en un pequeño perímetro al oeste. En su extremo sur limita con los cantones Atenas y Alajuela. Por último, al este su vecino es el cantón Poás. En su sector nororiental (distrito Río Cuarto) limita al norte y oeste con San Carlos, al sur con Valverde Vega y al este con los cantones Alajuela y Sarapiquí.

Diagnóstico Biofísico

Como se mencionó al inicio de este apartado, la etapa de diseño del plan regulador se materializa en una serie de documentos. Ellos corresponden a los diferentes diagnósticos de carácter social y biofísico del área de estudio. En estos documentos se plasma toda la información necesaria para poder explicar los diversos procesos socioeconómicos, ambientales, culturales y físicos que tienen lugar en el territorio.

El diagnóstico biofísico consiste en la recopilación de toda aquella información de carácter físico ambiental que permite caracterizar de manera específica los aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos, de vegetación, de pendientes, entre otras, de un área específica, en este caso el cantón Grecia. Dicha información constituye la base que permitirá posteriormente llevar a cabo la propuesta de zonificación que es uno de los objetivos de este plan regulador, mediante un trabajo multidisciplinario. La recolección de esta información requiere de un amplio trabajo de revisión bibliográfica y de trabajo de comprobación de campo por parte del equipo de trabajo.

Es importante rescatar que el espacio geográfico no posee una división marcada entre sus elementos sino que más bien constituye un sistema de interrelaciones; en este caso se hará, por razones prácticas, una división artificial de sus componentes. Los mismos se describen y analizan según la temática que se trate, ya sea en términos geológicos, geomorfológicos, edáficos, climáticos, biológicos, etc. Estos elementos conforman las condiciones ambientales en donde se dan las interrelaciones entre el medio físico (abiótico) con el medio biológico (biótico).

Este diagnóstico se aborda metodológicamente realizando en primera instancia una caracterización que se ha denominado regional, esto porque se refiere a un área mayor a

la de los límites administrativos del cantón. También se presenta una caracterización local que es el correspondiente al interior de los límites administrativos del cantón.

Por otro lado, debido a la particularidad de este cantón de poseer un distrito separado territorialmente de los demás distritos, la información consignada en este documento también se presenta en forma separada según el sector que se trate. De esta manera se ha denominado Sector Occidental al territorio correspondiente a los distritos Grecia, San Isidro, San José, San Roque, Tacares, Puente de Piedra y Bolívar, y Sector Distrito Río Cuarto al territorio correspondiente a este distrito.

El estudio biofísico del cantón de Grecia incluye el análisis de diversas variables que son de vital importancia para entender las relaciones concretas que se llevan a cabo en el territorio. La mayor parte de estas variables se encuentran cartografiadas en mapas temáticos que se han elaborado sobre el mapa topográfico de cada sector.

Por una parte, la información geológica permite consignar los aspectos estructurales del territorio como fallas, rocas y otras formaciones, que permite a los planificadores establecer los aspectos ambientales, estructurales y si es del caso, de carácter arquitectónico, los cuales deben tomarse en cuenta para la planificación general del territorio.

Muy relacionada al aspecto de geología es también la geomorfología que permite establecer cuales son las formas de relieve analizando cual es su origen y desarrollo permitiendo visualizar las formas del terreno y los efectos que estas formas pueden tener sobre la población.

El estudio de las características de los suelos permite establecer cuales terrenos presentan aptitud para el desarrollo urbano o cuales, por sus características, son de vocación forestal o apropiados para cultivos u otros usos.

El estudio del régimen climático es fundamental para poder analizar el comportamiento de los períodos secos y lluviosos, ya que es fundamental para la planificación de las labores agrícolas y de otras índoles. De igual manera sucede con cualquiera de los otros

elementos meteorológicos como la temperatura, el brillo solar entre otros, ya sea para buscar cultivos que resisten las condiciones o bien que necesiten de ciertas condiciones para su pleno desarrollo.

La hidrología e hidrografía son aspectos que se deben tomar en cuenta debido a que esto permite establecer los regímenes hidrológicos del cantón. Por supuesto que este es un aspecto fundamental en el cantón de Grecia, debido a que en el cantón el agua se ha convertido en un tema trascendental por su abundancia.

El conocimiento de la presencia de aguas subterráneas, nacientes y ríos es vital, sobre todo en un cantón con características agrícolas, donde se hace un uso intensivo del agua para irrigación, así como para la asignación y distribución del recurso para consumo humano local, tanto en la actualidad como para planificar su distribución en el futuro.

Ante la presión que se ejerce sobre el agua, se hace necesario que se planifique su utilización ya que es un recurso vulnerable a la contaminación de diversos tipos, y las experiencias a nivel mundial para revertir ese proceso demuestran que es un proceso muy difícil y bastante oneroso.

El tema de las amenazas en el cantón es fundamental, en la medida que entre mayor sea el conocimiento de ellas, mayor será la capacidad para darles una respuesta ágil mediante la estructuración de planes de contingencia que deberán ser elaborados por las comunidades y las respectivas asociaciones comunales.

La ubicación cercana del volcán Poás al cantón Grecia representa una amenaza constante tanto por la emisión de gases como de materiales, además porque constituye una fuente sísmica. Esta situación ya ha provocado algunos daños, sobre todo por efecto de la lluvia, ocasionando pérdidas a la agricultura, ganadería y afectando las actividades humanas.

Por último, la información de los elementos biológicos tales como zonas de vida, bioclimas, flora y fauna se considera de vital importancia debido a que permite establecer

las relaciones entre éstos y los aspectos físicos así como la importancia de dichas relaciones en el contexto ambiental local.

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO DEL CANTÓN GRECIA

3.1. MEDIO FÍSICO

El objetivo fundamental de realizar un diagnóstico biofísico del cantón de Grecia, es el de conocer ampliamente las características físicas y ambientales que se encuentran en el cantón.

Por una parte, es preciso conocer aquellos aspectos biológicos que caracterizan la zona de estudio, para que las autoridades correspondientes y los habitantes puedan comprender la importancia de aquellos sitios y áreas donde las condiciones de cobertura vegetal y de fauna requieren de que sean protegidos, concienciar a la población y para comprender los alcances de las diferentes zonas de protección que se proponen en el cantón.

Por otra parte, es fundamental conocer los aspectos físicos de geología, pendientes, geomorfología, clima, entre otras, que permitan conocer aquellas áreas que puedan presentar problemas de erosión, inundaciones, deslizamientos y otros, donde debido a esta condición no se pueden llevar a cabo actividades humanas. Estos elementos constituyen lo que llamaremos el medio físico.

3.1.1 GEOLOGÍA

El estudio de aquellos aspectos que constituyen la geología, es de vital importancia para poder entender la condición que presentan los terrenos sobre los cuales se asienta el cantón de Grecia, que es objeto de esta investigación. De esta manera, se estudian las condiciones geológicas de litología, como la base de los terrenos que constituyen el cantón y que es donde el hombre realiza todas sus actividades humanas, para poder determinar las actividades humanas posibles.

3.1.1.1 Caracterización Litológica Sector Occidental

El área donde se localiza el cantón Grecia es parte del Valle Central de Costa Rica y está constituida por productos de origen volcánico, originados en la Cordillera Volcánica Central. Su base litológica consiste en una serie de capas rocosas que forman lo que se podría llamar un relleno, sobre rocas sedimentarias más antiguas. Esas capas o mantos se encuentran por lo general una sobre otra, guardando cierto paralelismo con la pendiente del terreno, de manera que no se trata de capas horizontales sino que presentan una inclinación hacia el suroeste. Esta situación se ilustra en la Figura 3.1 que corresponde a un perfil hidrogeológico que se ha elaborado sobre una sección longitudinal noreste – suroeste y cuyo trazado se presenta más adelante en el mapa de pozos y manantiales.

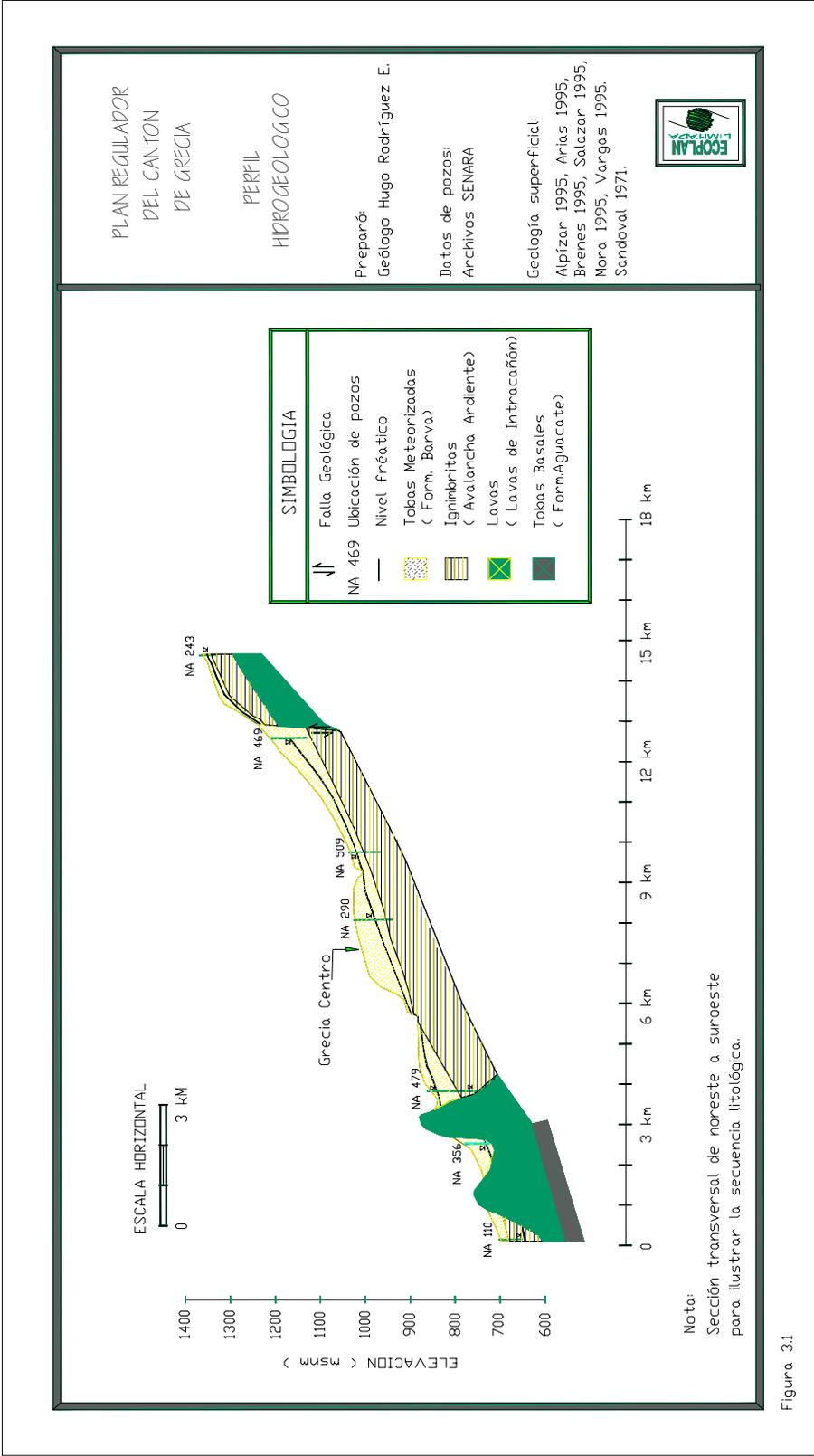


Figura 3.1

A continuación, se hace una descripción de los tipos o unidades rocosas presentes en el área. Las mismas se consideran en orden: de las más antiguas (y generalmente más profundas) a las más recientes. Dicha descripción se fundamenta en trabajos anteriores y en observaciones de campo. Los trabajos anteriores son los presentados por Alpízar (1995), Arias (1995), Brenes (1995), Mora (1995), Sandoval (1971) y Vargas (1995). Se realizó, por otra parte, una recopilación y análisis de esos estudios y la información contenida se integró en los mapas geológicos del área de Grecia.

3.1.1.1.1 Tobas basales

Se trata de tobas (capas de cenizas volcánicas soldadas que engloban fragmentos rocosos) que generalmente presentan una coloración amarillenta a café. Se ha podido distinguir tres facies: tobas líticas (piroclastos de caída poco consolidados, color café), tobas cineríticas (flujos piroclásticos generalmente sanos, de color oscuro) y tobas pumfíticas (piroclastos de caída).

Son las rocas más antiguas del área y se correlacionan con la Formación Aguacate. Afloran principalmente en los ríos Sarchí, Vigía y Agualote en el sector medio – occidental del área cubierta por el mapa geológico.

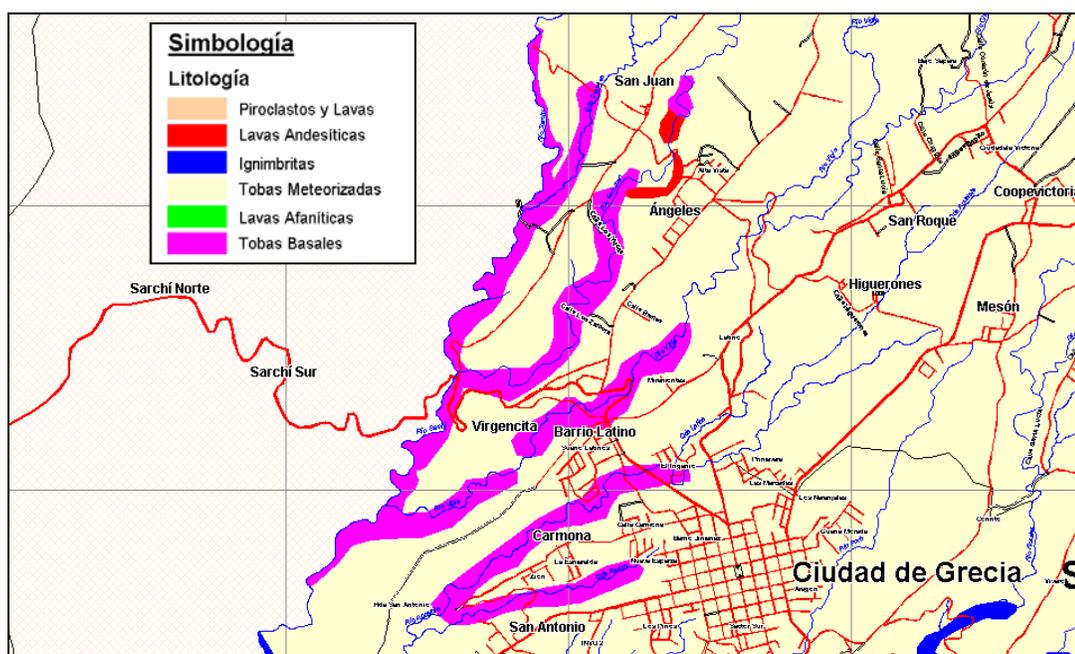


Figura 3.2 Sitios de afloramiento de Tobas Basales (ver simbología).

3.1.1.1.2 Lavas afaníticas andesíticas

Son lavas muy bien identificadas, sanas y duras, de una coloración gris oscuro. Se pueden apreciar en el río Prendas y en el Parque Recreacional Los Chorros. En el sector de Puente de Piedra y Rincón de Salas forman una serie de cerros isla. A nivel regional se correlacionan con la formación Lavas de Intracañón.

En las imágenes 3.1 y 3.2 se muestra un ejemplo de esos cerros isla, que sobresale en medio de un relieve relativamente plano. La ubicación del mismo se indica en recuadro en la figura 3.3



Imagen 3.1 Cerro constituido por lavas afaníticas visto desde dos ángulos diferentes. Se localiza aproximadamente 2 km al sureste de Rincón de Salas, cerca de la Hacienda El Porvenir.



Imagen 3.2 Este es el mismo cerro de la imagen anterior visto desde otro ángulo.

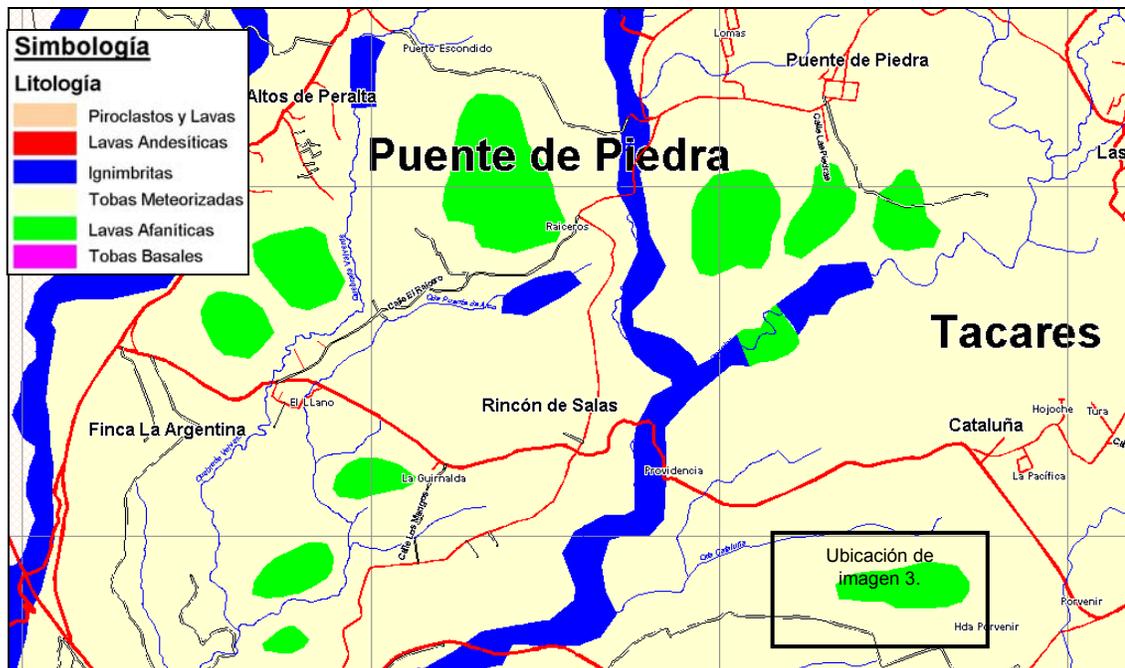


Figura 3.3 Distribución de Lavas Afaníticas en el sector Puente de Piedra y Rincón de Salas (ver simbología). El recuadro de la parte inferior derecha señala la ubicación del cerro mostrado en las imágenes 3. y 3.

3.1.1.1.3 Tobas e ignimbritas sanas

Se manifiestan como una alternancia de tobas líticas y pumíticas e ignimbritas. Generalmente se presentan sanas y presentan una coloración gris claro a oscuro. En las facies ignimbríticas es fácil reconocer estructuras de fluidez y pueden tener espesores de hasta 60 metros. Son las responsables de la topografía relativamente plana que se puede observar en la parte sur del cantón Grecia. A escala regional, se correlacionan con la formación Avalancha Ardiente, que cubre gran parte del Valle Central.

Estas rocas se observan claramente en cortes de la carretera Bernardo Soto en el descenso hacia el río Poás. También afloran en los cauces y cañones de los ríos Sarchí, Agualote, Colorado, Grande, Rosales y Poás. La distribución espacial de afloramiento se presenta en la figura 3.4

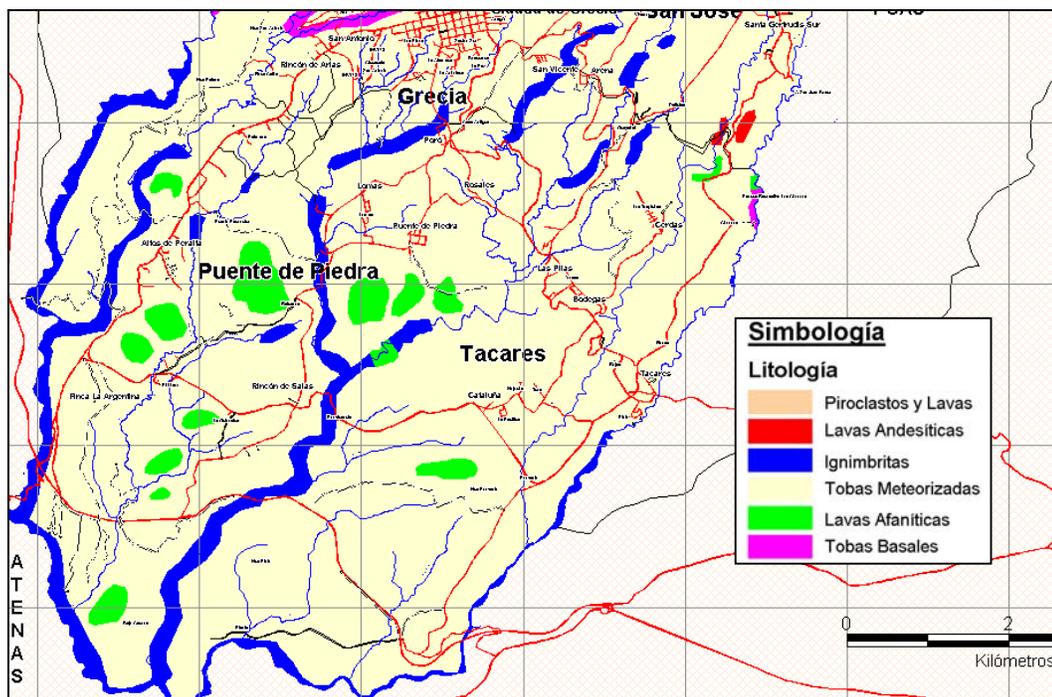


Figura 3.4 Distribución espacial del afloramiento de las rocas ignimbritas (ver simbología).

3.1.1.1.4 Lavas andesíticas y basaltos de Poás

Son lavas sanas de una coloración gris claro y con un notable contenido de piroxenos y no muestran signos de meteorización. Afloran en los cauces de los ríos y se han encontrado principalmente en la parte norte del cantón Grecia. A nivel regional se

correlacionan con la formación Andesitas de Poás y con la Formación Barba como se muestra en el **Mapa Geológico 3.3**.

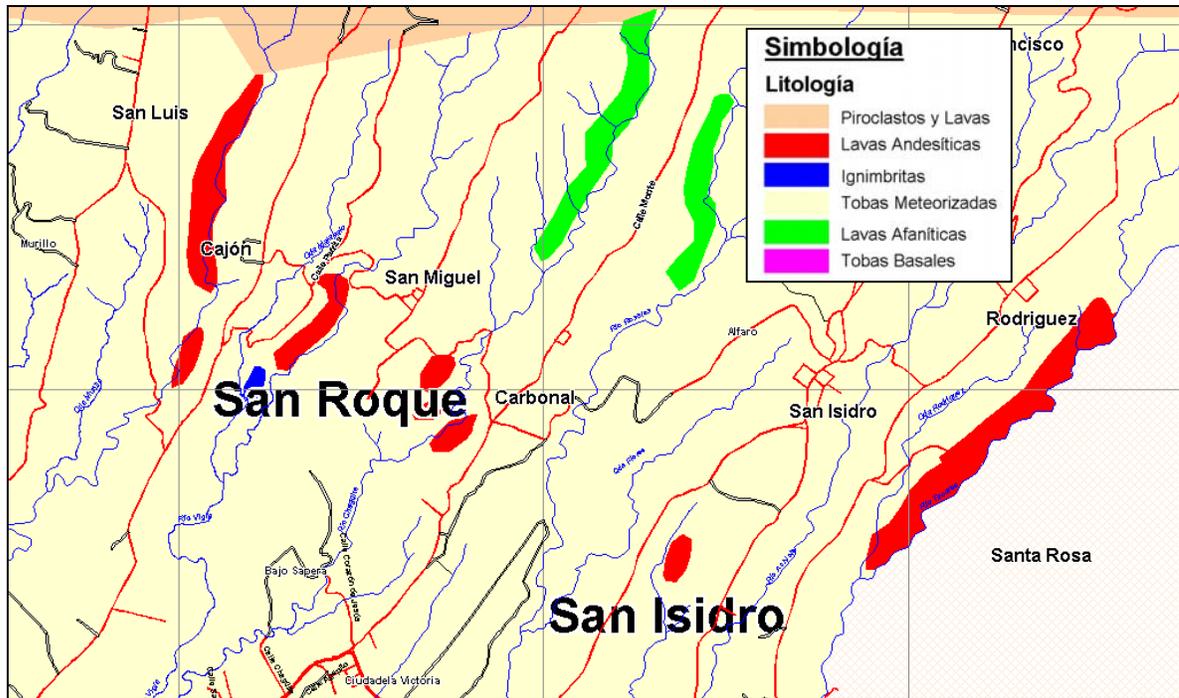


Figura 3.5 Afloramiento de Lavas Andesíticas en la parte norte del Sector Occidental (ver simbología).

3.1.1.1.5 Tobas meteorizadas superiores

Es la unidad litológica que prácticamente cubre toda el área. Se encuentra sobre las unidades rocosas descritas anteriormente, esto cuando no ha habido suficiente erosión. No cubren la superficie de los cerros isla que se mencionaron, ya que los mismos se hallan formados por lavas afaníticas más antiguas. Contienen varias facies: tobas pumfíticas, líticas y cineríticas. A escala regional se correlacionan con rocas de la formación Barba.

En la figura 3.6 se muestra la distribución de estas rocas en el cantón que como puede apreciarse, es la unidad litológica de mayor extensión en superficie.

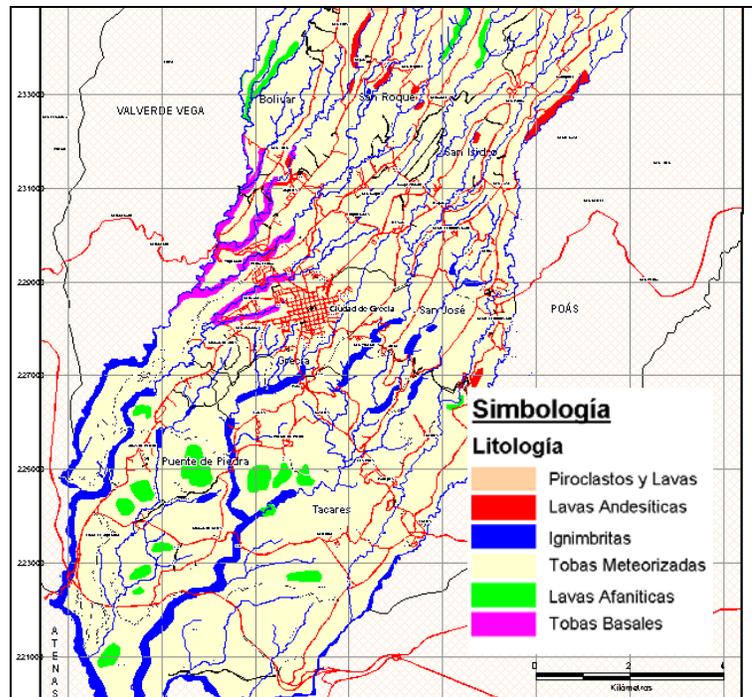


Figura 3.6 Distribución de Tobas Meteorizadas en el cantón (ver simbología).

3.1.1.1.6 Aluviones y lahares

También se menciona en algunos de los estudios consultados la presencia de una última unidad superficial reciente, formada por aluviones y lahares. Estas unidades se encuentran en disposición muy localizadas: los aluviones, sólo en los cauces de algunos ríos, y los lahares, sin ningún patrón. Debido a fines meramente prácticos no se han mostrado en el mapa geológico ni en el perfil hidrogeológico.

De todos esos materiales que se encuentran en este sector del cantón los de mayor utilidad son las tobos e ignimbritas de la formación Avalancha Ardiente. Éstos son explotados por varios tajos para usarse como material de construcción. Las características rocosas de los materiales permiten que éstos puedan ser extraídos sin grandes dificultades, además, sus propiedades permiten procesarlos para la obtención de lastre y arena sin incurrir en altos costos de producción.

Un ejemplo de esos tajos es el que se muestra en la imagen 3.3 ubicado en las inmediaciones de la carretera Bernardo Soto, cerca de la entrada principal a Grecia.



Imagen 3.3 Tajo de explotación de tobas e ignimbritas sanas. De esas rocas se obtiene arena, lastre y materiales para la construcción.

3.1.1.2 Geología Estructural Relevante

En el mapa de amenazas naturales se muestra el rasgo de dos fallas muy cercanas entre sí, que además presentan la misma dirección. La más significativa está en la zona conocida como escarpe de Alajuela, que es una franja de terreno que se ha deformado a causa de la intrusión del magma que originó el vulcanismo de la Cordillera Volcánica Central (Borgia et. al., 1990). Se conoce que esta falla causó daños en los años 1851 y 1888. No se han presentado otros movimientos de importancia desde entonces (*Borgia A, Burr J, Montero W, Morales LD y Alvarado GE, 1990*).

La identificación de este tipo de deformaciones de la corteza terrestre es un aspecto relevante en planificación territorial pues contribuye a recomendar sitios no aptos para la infraestructura, sobre todo si se tiene evidencias de que sean fallas activas.

Conociéndose esta situación, puede dejarse una zona de protección a ambos lados del trazo de la falla cuando la misma haya sido identificada con claridad en el campo.

En la siguiente figura, que corresponde a una panorámica aérea de la ciudad de Grecia, se muestra la Falla Alajuela en su posición más cercana a la ciudad.



Figura 3.7 Falla de Alajuela. Esta falla pasa cercana a la ciudad de Grecia, aproximadamente a unos 500 m del casco urbano.

3.1.1.3 Caracterización Litológica Sector Distrito Río Cuarto

En esta zona, las rocas que se presentan tienen también un origen volcánico, provenientes de la Cordillera Volcánica Central y posiblemente del área del Cerro Congo y sus alrededores.

De acuerdo con referencias anteriores (DGMP, 1982), se pueden diferenciar dos grandes tipos rocosos. El más antiguo está presente en las partes altas de la cordillera y el más reciente en las áreas más bajas y de menor pendiente. La primera de estas unidades se conoce con el nombre de Edificios Volcánicos Recientes y Piroclastos y la segunda como

Lahares sin diferenciar. Las características generales de cada una de ellas se comentan a continuación, y su distribución se muestra en el **mapa geológico de Grecia 3.4**

3.1.1.3.1 Edificios Volcánicos Recientes y Piroclastos

Forman las partes altas de la zona, que son de fuerte relieve montañoso y de alta pendiente. Específicamente se refiere a las faldas de la Cordillera Volcánica Central. Entre estos materiales se encuentran coladas de lava y piroclastos. Algunas de las coladas de lava recorrieron una distancia suficiente hacia el norte como para formar el basamento rocoso de la parte de menor pendiente y que corresponde a la segunda unidad litológica. Esto define en gran parte la forma que presenta el perfil de Grecia

Los rasgos más sobresalientes de esta unidad son el Cerro Congo y la Laguna Hule. El Cerro Congo está clasificado como un cono volcánico de donde se originaron una serie de coladas de lava y piroclastos. La Laguna Hule, por su parte, corresponde con una estructura conocida como “maar”, que es una caldera o depresión de forma casi circular, originada por una gran explosión volcánica. Este caso puede ser el único en su clase en Costa Rica (Alvarado, Cigarán y Pérez, 2000). El fondo de la depresión resultante se ha impermeabilizado y actualmente forma la Laguna Hule por la acumulación del agua de lluvia y posiblemente por algún aporte de aguas subterráneas provenientes de las partes más altas del sur.

En la imagen 3.4 se ilustra la estructura anterior. En sus alrededores se observa la presencia de bosque en su estado natural correspondiendo con la zona de vida bosque pluvial premontano. Toda esa área actualmente se encuentra protegida por el Refugio Nacional de Vida Silvestre Bosque Alegre.

En la figura 3.8 se da la ubicación de ambos rasgos geológicos, tanto del Volcán Congo como de la Caldera de Hule. También se muestra el área que cubre la unidad litológica conocida como Edificios Volcánicos Recientes y Piroclastos.



Imagen 3.4 Laguna de Hule, formada por la acumulación del agua de lluvia sobre el fondo impermeabilizado de un “maar” que es una caldera o depresión de forma casi circular .

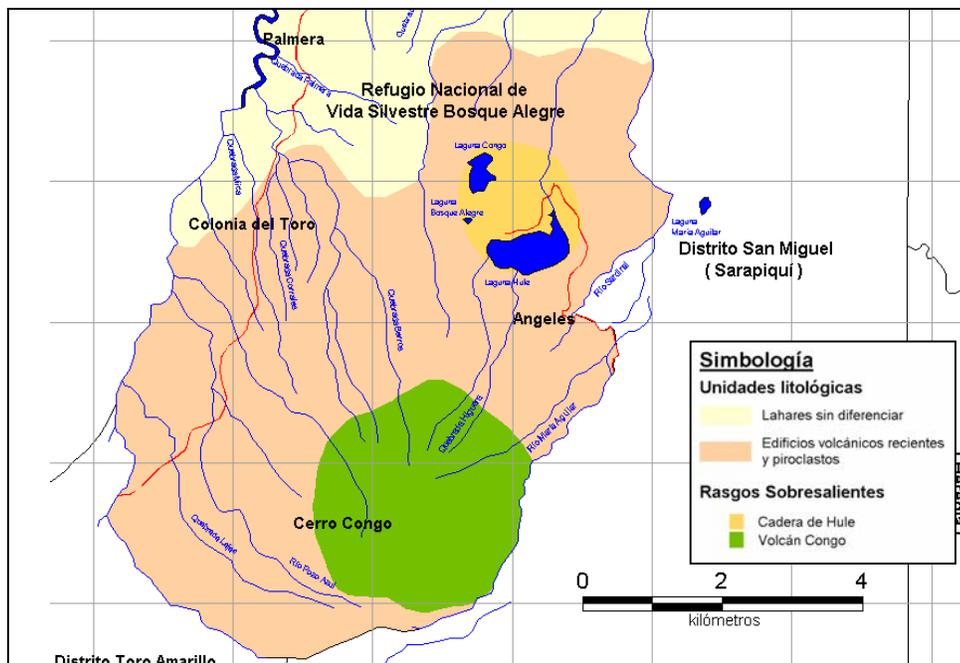


Figura 3.8 Distribución espacial de la unidad litológica Edificios Volcánicos Recientes y Piroclastos (ver simbología) y los rasgos más sobresalientes de esta unidad.

3.1.1.3.2 Lahares sin diferenciar

Éstos son materiales que se encuentran depositados sobre una topografía antigua. Los lahares son depósitos de materiales que han sido acarreados por acción de la gravedad como coladas de lodo, que han descendido por la superficie del terreno desde sitios más altos. Por su mismo origen, se trata de capas de una matriz areno-arcillosa que engloba fragmentos rocosos de tamaño variado y de forma generalmente angular. Además de estos lahares, se ha detectado la presencia de tobas y otras acumulaciones de piroclastos en las partes de baja pendiente.

El contacto entre esta unidad y la de Edificios Volcánicos Recientes y Piroclastos está identificado por el notable cambio de relieve que se nota a unos 3 km al sur de la Laguna Hule, como se muestra en el **Mapa 3.2 de Río Cuarto**

3.1.2 GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología es la rama de la geografía general que estudia las formas superficiales de la tierra, describiéndola (morfología), ordenándolas sistemáticamente e investigando su origen y desarrollo (morfogénesis). La geomorfología dinámica o analítica estudia los factores endógenos (vulcanismo y sismicidad) y exógenos (epirogénesis, orogénesis, erosión, denudación, etc.), mientras que la sintética muestra tipos morfológicos de paisaje como resultado de la acción conjunta de fuerzas endógenas y exógenas.

Su análisis es sumamente importante en la medida que ayuda a comprender cual ha sido la formación de las formas de relieve que el hombre conoce en la actualidad, que posteriormente ayudará a determinar la aptitud que presentan los terrenos para los diferentes usos del suelo.

3.1.2.1 Caracterización Área de Influencia

Es importante hacer notar que en este apartado se hace una referencia de carácter regional debido a que el cantón de Grecia se divide en dos sectores, a los cuales ya se ha hecho referencia por lo tanto se debe hacer referencia a ambos sectores los que son bastante distintos.

El Valle Central de Costa Rica es una depresión con orientación E-W que separa a la Cordillera Volcánica Central (al norte) de la Cordillera de Talamanca (al sur) y constituye el límite septentrional de ésta última. Del mismo modo, el Valle Central así como la Cordillera Volcánica Central, forman parte de la fosa tectónica de Nicaragua, llevando de este modo el límite sur del graben de Nicaragua hasta las estribaciones volcánicas de la fila de Matama (espolón nor-caribe de la Cordillera de Talamanca), como se muestra en el **mapa 3.5**.

Se reconocen geográficamente dos áreas bien definidas:

1. El Sector Peri-graben: Constituido por la Cordillera Volcánica Central y el Valle Central.
2. El sector Inter.- graben: Formado por las llanuras de acumulación que se extienden en la base de la Cordillera Volcánica Central, atravesada por un gran alineamiento tectónico con dirección NW-SE interrumpido por los depósitos de piedemonte modernos del Volcan Barva, (que lo ocultan)

El Valle Central, en términos tectónicos, es una depresión constituida por una serie de fallas escalonadas, entalladas en la vertiente norte de la Cordillera de Talamanca y recubiertas por diferentes depósitos correlativos que ocultan dichos accidentes tectónicos en gran parte¹, drenado por toda una red de ríos, quebradas y nacientes que descienden del piedemonte volcánico norte y vierten finalmente sus aguas a los ríos Virilla y Grande.

El límite norte del valle lo constituye la Cordillera Volcánica Central, compuesta por varios edificios volcánicos separados por pequeñas depresiones (pasos, por donde penetran los vientos o flujos de aire húmedo del Caribe). Está constituida por los conos de los volcanes Turrialba e Irazú, que comparten un mismo edificio o base volcánica, individualizados a partir de los 2.700 metros. Ambos conos dominan el Valle Central Oriental y alcanzan sus máximas altitudes en los bordes de sus cráteres actuales con 3.453 m para el Irazú y 3.328 m para el Turrialba.

¹ Weil T. 1971. Clasificación Morfotectónica de Costa Rica. Instituto Geográfico Nacional.

El Valle Central Occidental, se encuentra dominado por tres grandes edificios volcánicos. El primero de ellos, es el complejo volcánico Zurquí-Cacho Negro-Barva. Contiguo a éste, se levanta un segundo complejo volcánico compuesto por el doble cráter del Volcán Poás, el cono inactivo del volcán Congo, la Caldera de la laguna Hule y el Maar de la Laguna Río Cuarto.

Finalmente, el tercer edificio y más occidental, también está formado por una serie de volcanes con vestigios de una intensa actividad explosiva, como son las huellas dejadas por calderas de colapso y de explosión. Estos cráteres son los del Platanar, Porvenir, Viejo, Avión y los vestigios del Cerro Chayote, reconocido solo por su litología y por su drenaje radial (Bergoeing, 1982)².

Por las características físicas que presenta, el Valle Central se ha dividido en dos secciones, el Valle Central Oriental y el Valle Central Occidental. Este último es el de interés para el estudio con respecto al plan regulador del Cantón Grecia.

Por su disposición, el Valle Central Occidental presenta diferencias importantes en sus vertientes. Por un lado, la vertiente norte es más joven, por estar constituida por los promontorios de los estrato-volcanes Barva, Poás y Chayote con un tejido de drenaje sub-paralelo orientado NE-SW. El mismo termina en un escarpe, al pie del cual se han levantado dos de las ciudades más importantes del Valle Central Occidental como son Alajuela y Heredia.

Este sector presenta saltos y caídas en los fondos o talwegs de quebradas y ríos, y en las zonas entre cañones las superficies son planas y están formadas por depósitos volcánicos que han dado origen a suelos fértiles, propios para cultivos intensivos.

En algunas partes de fuertes pendientes donde se requieren sistemas de manejo de suelos, la actividad humana ha deteriorado las formaciones superficiales, presentándose y

² Ibid.

acelerando procesos de erosión como reptación del suelo, deslizamientos en masa y solifluxión.

Por otro lado, el sector sur se forma mediante una serie de glacís de piedemonte, erosionados por efectos fluviales, y que descansan sobre una serie ignimbrítica que queda al descubierto en algunos sectores como en el Río Virilla en Heredia y en el área de Río Rosales. Las ignimbritas del Valle Central Occidental, corresponden a una fase ácida de vulcanismo intermedio que finalmente originó la Cordillera Volcánica Central. Dichas ignimbritas se reparten siguiendo una dirección predominantemente NE-SW, similar a la de los depósitos de cenizas volcánicas, aunque en estas últimas intervino la mecánica eólica.

El fondo del Valle es una meseta profundamente entallada por cañones (el más importante es el del Río Virilla), está formada casi exclusivamente por coladas de lavas andesíticas y basálticas y recubierta superficialmente por depósitos de piedemonte con espesores variables, avenidas de lodo y lahares que han originado una topografía plana irregular y disectada por pequeños niveles debido a la erosión fluvial reciente y actual.

La vertiente oeste del Valle Central Occidental, compuesta por dos cuencas diferentes, la de Atenas y la de Palmares-San Ramón, es un sector netamente volcánico (Terciario: grupo Aguacate), de cumbres desprovistas de vegetación por efectos antrópicos (primera zona de ocupación humana durante el siglo XIX). Corresponde con un área homogénea formada por rocas volcánicas del grupo Aguacate, nombre que proviene precisamente de los Cerros del Aguacate que se encuentran al sur oeste de San Ramón. Por ello, sus límites son bien precisos y los principales ríos que la recorren son el Zapote y el Grande, que entallan sus cursos siguiendo antiguos alineamientos tectónicos hasta unirse con el río Virilla para dar origen al colector principal conocido como río Grande de Tárcoles.

El área de influencia del Cantón Grecia se caracteriza por la presencia de las siguientes formas:

3.1.2.1.1 Formas de origen volcánico

Fundamentalmente la forma del área en estudio es producto de la actividad del vulcanismo de la Cordillera Volcánica Central llevada a cabo principalmente por los volcanes Barva y Poás, y por supuesto, debido a la erosión posterior y la meteorización que han tenido influencia también en el origen final de estas formas.

En ese sentido por el norte se presentan algunos cerros y colinas que se remontan al vulcanismo de intragraben (graben = fosa tectónica), es decir, eventos volcánicos que sucedieron en la fosa tectónica de Nicaragua, y que son parte de la geodinámica interna. Esos cerros se conocen como Lomas Sardinal y Cerros Chaparrón. Se caracterizan por ser de laderas de pendientes fuertes, casi verticales en la parte expuesta hacia Pangola y San Rafael. Pero también se encuentran otros pequeños cerros o colinas de laderas escarpadas como Sardinal y Los Arrepentidos, frente a Chilamate y Puerto Viejo de Sarapiquí, que presentan valles profundos y algunos otros que tienen la apariencia de cerros volcánicos, conos todavía en proceso activo de erosión, chimenea³, cuyas áreas al pie de estos cerros y conos volcánicos forman parte de la llanura.

Para Chávez, 1970, (mencionado en Madrigal, 1980⁴), el tipo de roca que presenta esta unidad es de lavas, brechas, piroclastos y lahares con un dominio en su composición de basalto olivino augítico con augita titanífera. Madrigal, Malavassi, 1970⁵, se refieren a algunos de estos cerros y le dan a estas rocas el nombre de Formación Cureña.

La unidad se debe a procesos volcánicos cuyas rocas han sido fechadas en 1,4 millones de años⁶, en las cuales la erosión ha tomado parte activa en su forma actual. Estas dataciones apuntan a que la unidad se originó en el límite entre el Terciario y el Cuaternario, o sea, Plioceno-Pleistoceno.

³ Madrigal G., Rodolfo, 1980. Manual descriptivo del mapa geomorfológico de Costa Rica. Imprenta Nacional

⁴ Ibid.

⁵ Madrigal y Malavassi, 1967. Estudio regional de la Zona Atlántica Norte de Costa Rica. Informes técnicos y notas Geológicas. Dirección de Geología, Minas y Petróleo.

⁶ Tournon, Jean. 1972. Presence de basaltes alcalins recents au Costa Rica.

También dentro de las formaciones volcánicas se encuentran los conos piroclásticos de Aguas Zarcas, ubicados en el área de Aguas Zarcas, y se hallan bordeados por una llanura de aluvión. Entre ellos, el más alto es el cerro Los Chiles con 130 m, está localizado sobre un relleno de abanico aluvial. La forma de estos conos es ligeramente alargada en sentido este-oeste y sus pendientes se presentan moderadas entre los 20° y 30° de inclinación.

Todos estos pequeños conos volcánicos que parecen alineados en una fisura, por el hecho de agruparse en una línea recta de norte a sur, están formados por lapilli (3 cm tamaño promedio), de composición andesítica y se presentan con diferentes grados de meteorización entre unos cerros y otros.

Luego se manifiesta el Maar que es un cráter de explosión, ubicado en Río Cuarto, a 1 Km al norte del caserío del centro de población y comúnmente se le conoce mejor como "La Laguna de Río Cuarto". Esta laguna corresponde a un viejo cráter de explosión sobre una configuración topográfica plana (Maar) del abanico aluvial del Río Cuarto y el Sarapiquí. Su forma es ligeramente alargada con un diámetro mayor (este-oeste) de 750 metros y uno menor (norte-sur) de 525 metros. El nivel del agua se encuentra a unos 20 metros por debajo del borde superior y éste, a su vez, está ligeramente más alto que el terreno que lo circunda. Este borde es de paredes verticales compuestas de lapillis dentro de piroclastos más finos. En cuanto a la profundidad de la laguna sobrepasa los 15 metros y debajo de esa unidad hay lavas.

Siendo una depresión, se debe hablar únicamente de las rocas que la rodean. Estas son piroclásticas hasta donde se ha podido observar en superficie, las paredes podrían presentar lava, pero no se han investigado.

Igualmente se puede considerar de actividad fisural en sus últimas etapas, es decir, cuando esta continuidad ha sido obstruida por sus propios depósitos. El volcán Poás, el cerro Congo, otro volcán y la caldera de la laguna Hule están en una línea recta con esta unidad. Esta recta sigue una dirección norte - sur como la de los conos piroclásticos.

Debido a la ruptura de la continuidad de los depósitos de abanico que la rodean, se podría calcular que su edad es bastante reciente, es decir del Pleistoceno.

La caldera de la laguna Hule, que es otro cráter volcánico, se localiza a 10 Km al norte del volcán Poás. Su forma casi circular tiene un diámetro de 2 Km (este-oeste) y de 2.2 Km (norte-sur) con un nivel de agua aproximada de unos 140 m hacia abajo en relación con su borde este.

Las paredes del lado Sur son las más altas con 700 m y tienen pendientes de más de 45°. Por su lado norte no tiene, posiblemente a causa de una explosión y por erosión.

Actualmente en el fondo del cráter, se han desarrollado tres lagunas, siendo la mayor la Hule, luego está la laguna Congo y Bosque Alegre. Las dos primeras están separadas por un pequeño cono intracrático que se inició posterior a la explosión. La elevación de este pequeño cráter es 130 m sobre el nivel de las aguas, y es el Río Hule quien se encarga de drenar la laguna del mismo nombre.

En cuanto a las rocas encontradas en las paredes de esta unidad están brechas que alternan con capas de piroclastos y en la parte superior de la pared sur se observa una gruesa colada de lava de basalto-andesita con olivino. En la base del cono central, se encuentra escoria volcánica que posiblemente pertenece a una colada, aparentemente basalto-andesítica. Probablemente esta forma pertenece al Plio-Pleistoceno.

Otra de las formaciones es el Volcán Congo, localizado 6 Km al norte del volcán Poás. Hoy día, este volcán en proceso de erosión, tiene una altura de 2014 msnm y pertenece a la falda norte del Poás. De su cono salen varios ríos y quebradas y presenta laderas fuertemente inclinadas con más de 30° y cerca de la cima y en el valle del río Seco, pasan los 45°. Tiene una forma casi circular y la cima del mismo se encuentra cargada hacia el lado sur del cerro.

La roca es una colada de lava de tipo olivino, posiblemente originada en el Volcán Congo y corrió por la ladera, luego la explosión o el hundimiento de la Caldera de Hule la dejó al descubierto en su pared sur. Aunque ya presenta modificaciones en su forma, por efectos

de la erosión como es el valle del río Seco que lo está penetrando, el origen de la unidad es netamente volcánico considerado como del Pleistoceno.

Aparece luego el Volcán Poás cuyo macizo es el más grande del país y con una elevación de 2708 msnm. Este promontorio presenta laderas con todo tipo de pendiente y posee otros conos volcánicos poco conocidos como el Cerro Platanares, el Porvenir, el Viejo y las unidades mencionadas como Caldera de Hule y Congo.

Por el costado sur, a 1 Km del cráter activo, hay un cráter extinto, ocupado por una laguna. Tanto el cráter principal, como el de esta laguna son en realidad calderas.

El Poás tiene toda clase de roca volcánica, pero principalmente de composición andesítica. Su forma se debe a que ha sostenido por varios cientos de años una constante actividad volcánica, y desde luego que la erosión ha afectado determinados lugares, pero su forma actual es exclusivamente el resultado del acúmulo de diferentes coladas lávicas y piroclastos, y a pesar de que es una forma vieja, se considera que su edad no va más allá del Plioceno. **Ver mapa 3.6**

Finalmente dentro de las formaciones de origen volcánico se presenta el Relleno Volcánico del Valle Central que se localiza en el centro del país y donde se localiza el Sector Occidental del cantón Grecia. Consiste en una superficie plano-ondulada cortada por los cauces de los ríos y lomas de baja altura. Esta unidad está formada en superficie por rocas volcánicas, principalmente lavas, tobas e ignimbritas, cubiertas por ceniza de tipo andesítico con un espesor variable⁷.

En términos geomorfológicos, esta unidad no es un valle, pero para todo tipo de referencia se considera preferible seguir llamándolo el Valle Central en lugar de "fosa tectónica" que es como se reconoce técnicamente por sus características geomorfo-geológicas.

⁷ Dóndoli B.C. 1965. Volcanismo reciente de Costa Rica. Informes técnicos y notas geológicas No. 15-B. Dirección de Geología, Minas y Petróleo

Si se ha ubicado a las unidades volcánicas del Poás, Barba e Irazú dentro del Plioceno-Pleistoceno, las rocas de este relleno, que ha sido originado por el mismo tipo de actividad, que es también de la misma edad.

3.1.2.1.2 Formas de sedimentación aluvial

Dentro de estas formas se tiene la unidad Pantano permanente o temporal, que no constituye un solo bloque, sino que está esparcida por todo el país, constituidas por zonas planas con un microrrelieve ondulado y en general localizadas a baja altura.

El tipo de roca de esta unidad, es un relleno de fragmentos líticos muy finos, dominado por arcilla y limo con pequeños lentes arenosos. Los rellenos tienen su origen en aportes fluviales ocurridos entre el Pleistoceno.

Se presenta también la unidad de Llanuras Altas Viejas en proceso de erosión, que se extiende desde el pie de la Cordillera Volcánica Central hacia el norte hasta territorio nicaragüense, ocupando grandes extensiones con pendientes menor al 1%, salvo en las laderas que caen a los cauces las cuales pueden ser del 20-30%.

Los interfluvios son restos planos de pequeña extensión, que no pasan de 240 m de ancho por 400 de largo y si los espacios de los fondos de los valles se amplían mucho, el área se transforma en un pantano. El drenaje de esta unidad es denso lo que pone en evidencia la textura fina de los suelos y alto contenido arcilloso.

El tipo de roca es de composición heterogénea en el tamaño de los fragmentos, son andesíticas y basálticas con fracciones piroclásticas en algunos sitios, todo dentro de una mezcla de arcilla y en ocasiones arena. El origen de estas llanuras se debe al aporte progresivo de grandes corrientes de lodo provenientes de la Cordillera Volcánica Central y aportes fluviales de las mismas. Posteriormente, un pequeño movimiento de ascenso del área elevó unos pocos metros la zona, lo que provocó el reinicio de la erosión de la unidad. Siendo sus materiales de unidades de edad Plioceno-Pleistoceno, su edad debe considerarse también dentro del Reciente.

Aparece también una unidad de Llanuras Bajas Recientes, en algunos casos a menor altura (10-20 m) en relación con la unidad anterior pero suelen pasar imperceptiblemente a aquéllas. Se les llama llanuras recientes debido a su estrecha relación con los últimos aportes de aluvión de los ríos del área.

Éstas presentan un relieve plano con menor grado de entalle que la unidad anterior, es decir, manifiesta valles de menor profundidad que en su mayoría no sobrepasan los 10 m, sus fondos son planos y poseen anchos entre 10 y 20 m. El microrrelieve es más definido y marcado por una mayor cantidad de cauces que hace que los interfluvios sean angostos (menos de 100 m de ancho).

Otra unidad importante es la que comprende las Llanuras Aluviales de Sarapiquí, Río Cuarto, Aguas Zarcas y La Fortuna que representa la sección coalescente de abanicos aluviales. Se incluye aquí una serie de abanicos aluviales al pie de la Cordillera Volcánica Central.

La zona de abanicos presenta una subdivisión: la zona más alta cerca de sus vértices en donde hay mayor influencia de roca volcánica in situ, y la zona baja donde esa influencia es menor o desaparece. Así, ambas zonas han dado origen a la formación de abanicos aluviales, que junto a otras unidades, han contribuido a desarrollar un verdadero "pie de monte". Su forma es paralela a la cordillera, con una pendiente de 11% en la sección alta, mientras que en la parte baja la pendiente es de 1 a 3%. El corte de los ríos efectuado en la zona alta de los abanicos es profundo y de laderas verticales.

La superficie de los abanicos posee muchas vías de drenaje superficial de pocos metros de corte, con espacios interfluviales angostos no mayores de 200 m. Posteriormente la llanura y los abanicos se confunden de manera imperceptible.

En cuanto al tipo de roca en el área de los abanicos, y debido al dominio de lahares y corrientes de lodo, el terreno está formado de gran cantidad de bloques de roca lávica dentro de una matriz arenosa o arcillosa.

En la sección más alta de éstos hay presencia de rocas volcánicas como lavas y piroclastos intercalados en la secuencia que se han formado dichos abanicos. La sección distal muestra únicamente fracciones finas de rocas lávicas dentro de una matriz arcillosa pero, en algunos sitios, es frecuente que a tres metros de profundidad se evidencie la presencia de rocas tobáceas o de corrientes de lodo con mayor grado de meteorización que las superficiales. Estas rocas más viejas y muy meteorizadas, afloran en ciertas áreas, ocasionando un cambio brusco en la condición del suelo.

Tanto los abanicos como la llanura en sí han sido originados por el aporte enorme que en épocas pasadas hicieron los ríos. Este relleno debe haber iniciado al final del Terciario (Plioceno) para continuar hasta nuestros días. Posiblemente su comienzo se efectuó dentro de la llamada “Fosa de Managua”, ocupada por el Mar Caribe.

Se presenta también un abanico aluvial denominado Abanico Aluvial de Aguas Zarcas, ubicado a unos 10 Km al noreste de Ciudad Quesada, presenta una forma triangular y su formación se debe a los aportes del río Aguas Zarcas. Esta unidad está confinada por lomas volcánicas ya descritas y su pendiente aproximada está por el orden de 5% de inclinación, con laderas en los ríos muy escarpadas. Hacia el norte el abanico se confunde rápidamente con la llanura aluvial de la que forma parte. Las rocas son fragmentos de lavas andesíticas dentro de una matriz piroclástica muy meteorizada. Este abanico se formó con grandes aportes de lahares y corrientes de lodo transportados desde los volcanes Viejo, Platanares y Porvenir que se encuentran dentro de la unidad del Volcán Poás. La edad que se le da a este abanico es de Plioceno al Cuaternario⁸

Otra unidad son los Abanicos aluviales del río Sarapiquí y Río Cuarto que cubren varias poblaciones como La Virgen, San Miguel y Río Cuarto. La forma de este abanico se caracteriza porque su parte sur es ancha en lugar de mostrar un vértice, extendiéndose hacia el norte hasta confundirse con la unidad llanura. La superficie que presenta es plano-ondulada, cerrada por numerosos cauces que están espaciados al inicio cada 500 metros y luego se abren a espacios de uno a dos kilómetros. Los cauces tienen cortes casi verticales de poca profundidad con espacios interfluviales planos. Hacia la sección

⁸ Malavassi V. E. 1970. Estudio regional de la Zona Atlántica Norte de Costa Rica. Informes técnicos y notas geológicas. Dirección de Geología, Minas y Petróleo.

sur-oeste la superficie es suavemente ondulada debido a la presencia de coladas de lava superficiales cubiertas por el relleno aluvial.

La importancia de este tipo de unidad es que por su forma mayoritariamente plana presenta una aptitud para cultivos principalmente de carácter extensivo. Aunque por otra parte se debe tener en cuenta que pueden ser fácilmente inundables y pueden ser una amenaza para la población.

Los fragmentos de roca de este relleno, son volcánicos y dentro de ellos se encuentran pedazos de rocas andesíticas, basálticas y de tobas bien conservados, aunque, en algunos sitios coexisten materiales muy meteorizados, evidenciando coladas de lodo de diferentes épocas y de distinto grado de meteorización.

Los ríos Toro, Cuarto y Sarapiquí han contribuido con este relleno. Actualmente el río Toro y el río Sarapiquí se hallan varias decenas de metros bajo el nivel del abanico. Este relleno se puede fechar hacia finales del Pleistoceno a más reciente⁹, pues sus materiales datan de unidades del Plio-Pleistoceno.

3.1.2.2 Caracterización Local Sector Occidental

3.1.2.2.1 Pendientes

El relieve de este sector presenta formas muy variadas dispuestas en un rango altitudinal que va desde los 480 msnm hasta los 2527 msnm. Esta variación en la altitud sucede en una distancia longitudinal relativamente corta (ver figura 3.9 Perfil Topográfico Longitudinal) siendo posible distinguir esquemáticamente tres niveles generales de cambio de crecimiento de pendiente.

Es importante señalar que en este sector más del 50% del área posee pendientes mayores al 20%. En la tabla 3.1 se muestra el porcentaje de cada categoría de pendiente y en el **mapa de pendientes 3.7**, se presenta la distribución espacial de éstas. Esa característica también es notable en el mapa topográfico de esta área donde se observa

⁹ Madrigal G., R. 1980. Manual descriptivo del Mapa Geomorfológico de Costa Rica.

una concentración significativa de curvas de nivel, sobre todo en la parte alta de este sector del cantón.

Tabla 3.1
Porcentaje para cada Categoría de Pendiente
Sector Occidental

Categorías de Pendiente (%)	Porcentaje respecto al área total
0-5	29,8%
5-10	4,3%
10-20	14,9%
20-30	15,2%
30-40	12,2%
> 40	23,6%

Fuente: Mapa de Pendientes del área

Es importante recalcar que la variable pendiente juega un papel crucial en el proceso de planificación territorial, ya que de acuerdo con la legislación costarricense, existen algunos usos de la tierra que no pueden ser permitidos según el rango de pendiente que se trate.

Para ser consecuentes con esto, las categorías de pendiente dadas en el cuadro anterior corresponden a los rangos establecidos en la ley forestal y están relacionadas directamente con los usos de la tierra permitidos en cada una, quedando claro que en pendientes mayores al 40% el único uso permitido es la protección.

Figura 3.9
Perfil Topográfico Longitudinal
Sector Occidental

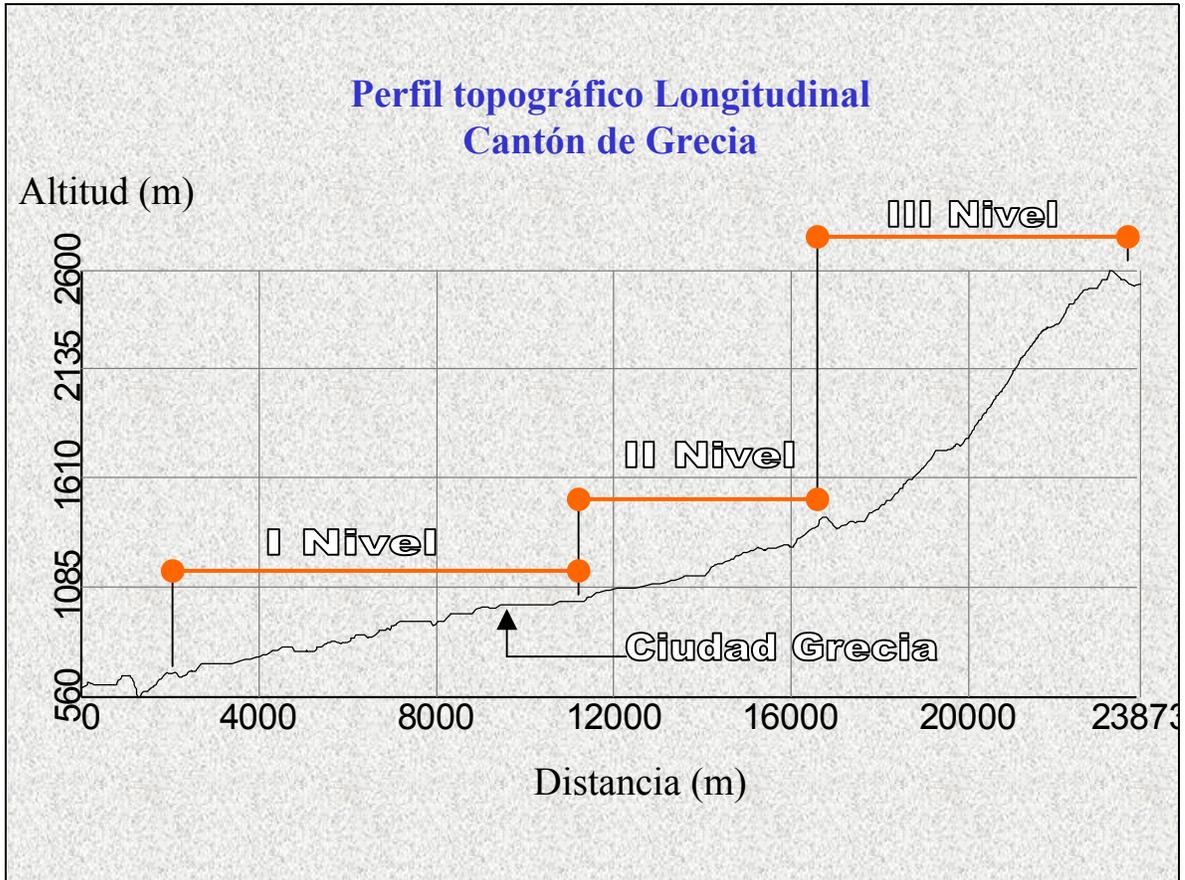


Figura 3.9 Perfil Topográfico Longitudinal del cantón Grecia Sector Occidental. Los niveles que en él se muestran corresponden a secciones longitudinales que poseen un cambio general de pendiente. Fuente: Curvas de Nivel Cartografía 1:50000.

A continuación se describe cada una de las formas de este sector según el proceso morfológico que les dio origen. Su distribución se presenta en el **mapa geomorfológico** respectivo.

3.1.2.2.2 Geodinámica interna

Estas formaciones corresponden a lo que es propiamente la estructura:

Planos y mesetas estructurales: se refiere a las formas horizontales, de origen estructural, que se encuentran elevadas producto de una sucesión de coladas de lava durante todo el

Cuaternario. Son formas planas que no han sufrido plegamiento desde su origen y poseen una secuencia estratigráfica completa (Bergoeing. 1982)¹⁰.

3.1.2.2.3 Modelado Volcánico

Como su nombre lo indica se refiere a las formas producto del vulcanismo o bien heredadas del mismo:

Frentes de coladas de lava: son escarpes rocosos de coladas de lava generalmente al descubierto, a veces recubiertos por aportes recientes de vertientes (coluvios, escorrentía...) Corresponden a la extensión máxima de una colada de lava. Se manifiestan en dos sectores, uno que ya fue mencionado, hacia los 1.350 msnm y los otros frentes de coladas se presentan aproximadamente a los 1.000 msnm al final de los planos y mesetas estructurales.

En la imagen 3.5 se observa el frente de una colada de lava donde el uso de la tierra predominante son los pastos. En la figura 3.10 se presenta gráficamente la ubicación de los frentes hacia los 1000 msnm en el límite inferior de los planos y mesetas estructurales.

¹⁰ Ibid.



Imagen 3.5 Frente de colada de lava localizado cerca de San Luis de Grecia.

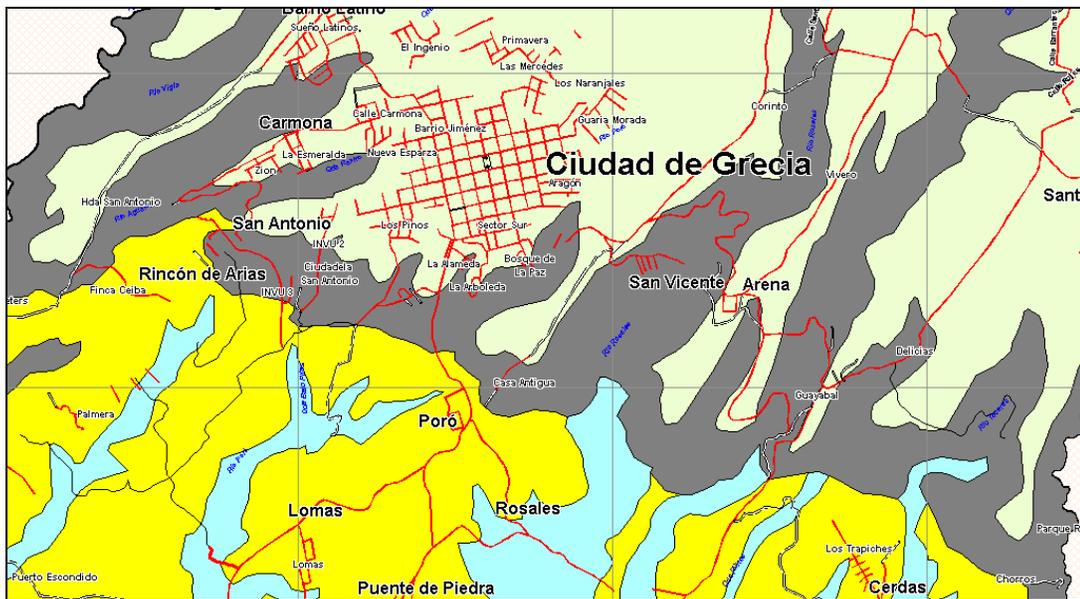


Figura 3.10 Frentes de coladas de lava ubicados hacia los 1000 msnm (color gris oscuro).

Áreas volcánicas (Piedemontes volcánicos cuaternarios): Están formadas por los depósitos volcánicos de los edificios Poás-Congo y Barva-Cacho Negro. Por tratarse de estrato-volcanes, el piedemonte está compuesto por depósitos alternos de lavas (basaltos y andesitas principalmente), cenizas volcánicas, lahares y depósitos torrenciales de vertientes, que resultan en un tipo de relieve multiconvexo (ondulado), con espesores variables de alteritas y profundamente entallado debido a la poca cohesión del subsuelo dada la cantidad de ríos que en él nacen.

De manera transversal en esta zona se presentan frentes de coladas de lava aproximadamente entre los 1.350 msnm. Por encima de esta cota se manifiestan problemas de erosión como desprendimiento y/o reptación.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de estos frentes donde se da una cierta transición del uso de la tierra pasando de los cultivos de café a algunas áreas de pasto y bosque, estos últimos formando parte de la Reserva Forestal Grecia.

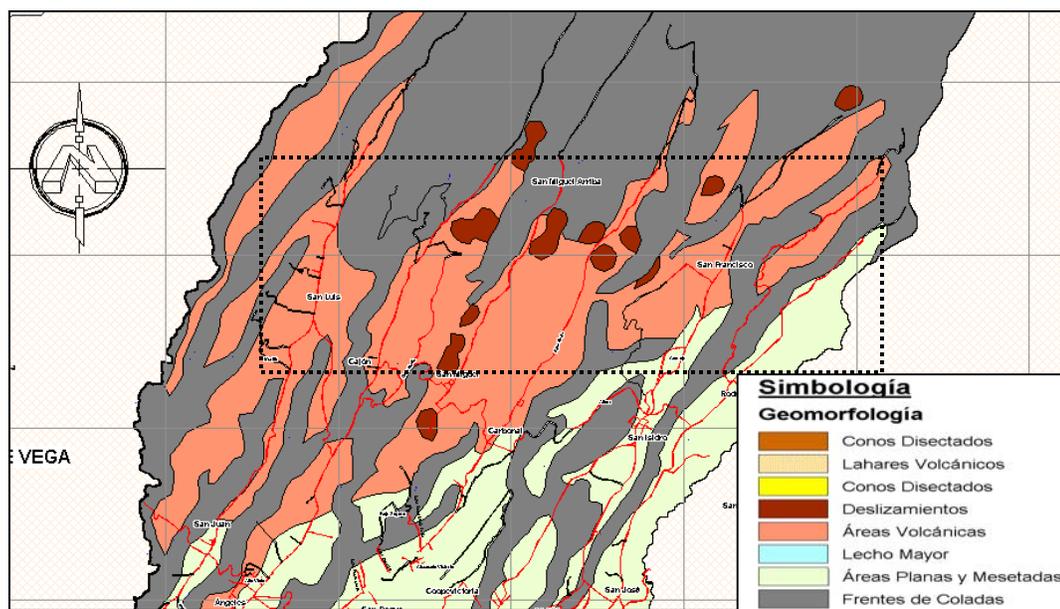


Figura 3.11 Frentes de coladas de lava hacia el norte de San Luis y San Miguel Arriba (área en recuadro).

3.1.2.2.4 Modelado fluvio-lacustre

Atañe a todas las formas relacionadas con las acciones de los ríos:

Cañones fluviales: Corresponden al entallamiento profundo y súbito de un escarpe fluvial formado por paredes verticales y dejando escarpes rocosos a la vista. La mayoría son grandes áreas de taludes de erosión. Esta característica se evidencia en el Perfil Topográfico Transversal de la figura 3.12.

Figura 3.12
Perfil Topográfico Transversal
Sector Occidental

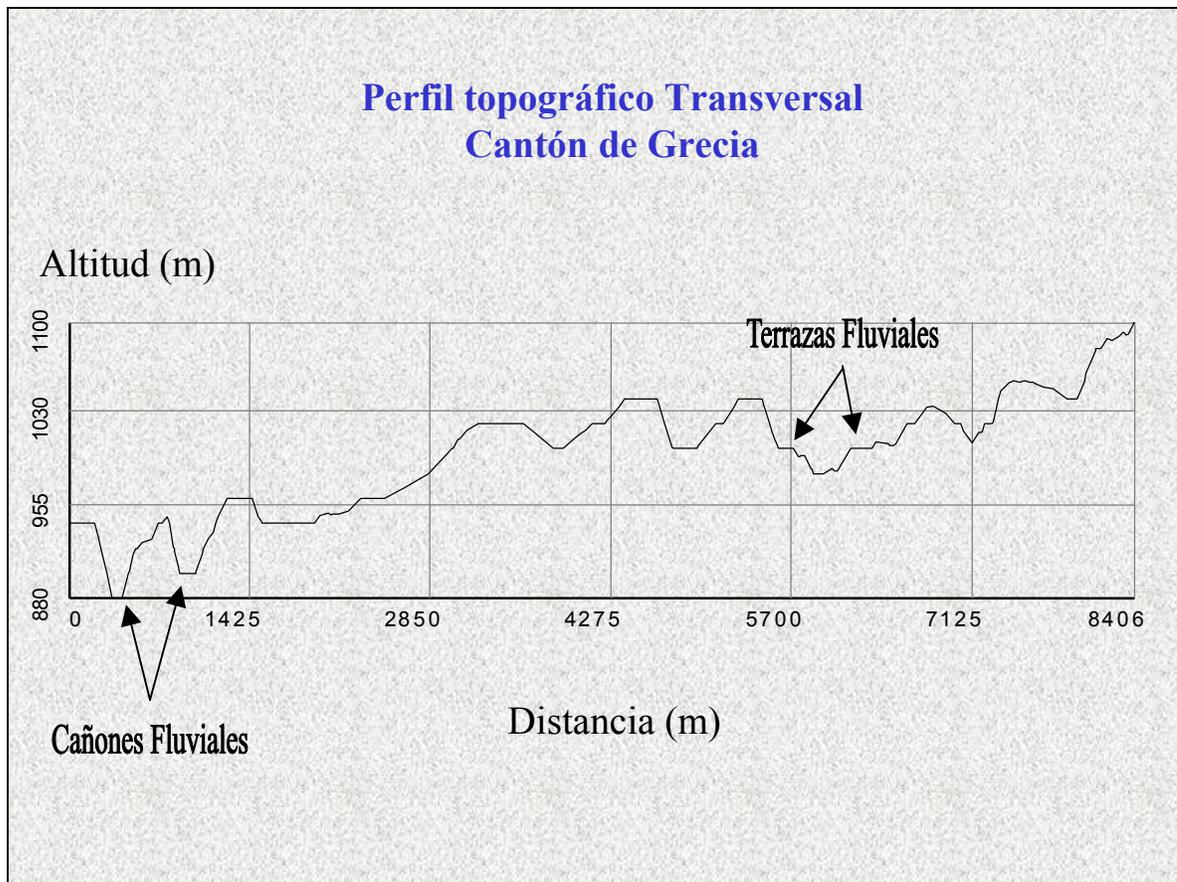


Figura 3.12 Perfil Topográfico Transversal cantón Grecia Sector Occidental.

En la imagen 3.6 se presenta un ejemplo de estos cañones fluviales. El mismo corresponde al cañón del río Colorado precisamente donde se ubica el puente Rafael

Iglesias. Puede apreciarse al fondo las paredes verticales producto de la acción fluvial. Este cañón no sólo es ancho sino también profundo, evidencia de ello es la dimensión del puente antes mencionado.



Imagen 3.6 Cañón del Río Colorado a la altura del puente Rafael Iglesias en la carretera Bernardo Soto.

Terrazas fluviales: Son sectores planos y elevados en las márgenes de los ríos, formados por el material fluvial cuando el río poseía su talweg a ese nivel. Se pueden presentar en forma de niveles simples o bien de niveles encajonados. En la figura 3.12 se evidencia la presencia de estas formas del relieve.

Niveles de terrazas: los ríos al ir ahondando su cauce han creado niveles sucesivos disimétricos.

3.1.2.2.5 Procesos erosivos

Son todos aquellos que dejan profundas huellas visibles en la superficie y son causados por agentes meteóricos así como por la fauna y por el hombre.

Desprendimientos por gravedad o reptación: Estas zonas son sitios donde han quedado al descubierto aleros, nichos y en general cicatrices por efectos de los desprendimientos.

Relieves residuales: Son cerros testigos producto de erosión diferencial y corresponden a los cerros que se localizan en las áreas planas del sector sur

3.1.2.2.6 Procesos sedimentarios

Son todos aquellos procesos acumulativos recientes producto de causas diversas: volcánicas, fluviales, marinas, escorrentía, etc.

Lahares o avenidas torrenciales de origen volcánico: los lahares son una masa caótica de rocas volcánicas, pómez y arcilla, a temperaturas elevadas (700 °C), que baja por las pendientes del cono volcánico al producirse una erupción. Más frecuentes son las avenidas torrenciales por ser producto de lluvias excepcionales que ponen en movimiento grandes masas de arcillas y rocas por escorrentía, desembocando en una acumulación caótica y mal rodada que forma los piedemonte.

Conos disectados de piedemonte volcánico: corresponde a acumulaciones aluviales y coluviales depositadas al pie del piedemonte volcánico, luego son erosionados por efectos pluviales y fluviales quedando en su mayor parte disectados.

3.1.2.3 Caracterización Local Sector Distrito Río Cuarto

3.1.2.3.1 Pendientes

El distrito Río Cuarto, como en la mayor parte de los casos, difiere notablemente con respecto al Sector Occidental, y en el caso de la altitud esta no es la excepción. Para este sector se tiene una diferencia altitudinal de 1974 metros de elevación que inicia desde los 40 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), hasta encontrar su punto más alto en el Volcán Congo a 2014 m.s.n.m. Su morfología es relativamente más sencilla pues obedece fundamentalmente a dos tipos de proceso: modelado volcánico y sedimentación aluvial.

El relieve es plano en términos generales, alcanzando un 60% del área con pendientes entre 0% y 5%. El porcentaje del área con pendientes mayores al 20% alcanza apenas un 15% del área total. En la tabla 3.2 se muestra el porcentaje de pendiente respecto al área del distrito para cada categoría de pendiente. Su distribución espacial se muestra en el **mapa de pendientes 3.8.**

En el mapa topográfico es visible el distanciamiento entre curvas de nivel fundamentalmente en las áreas de sedimentación aluvial.

Tabla 3.2
Porcentaje para cada Categoría de Pendiente,
Sector Distrito Río Cuarto

Categorías de Pendiente (%)	Porcentaje respecto al área total
0-5	60,7%
5-10	13,0%
10-20	10,7%
20-30	4,9%
30-40	2,8%
> 40	7,8%

Fuente: Mapa de Pendientes del área. Elaborado por ECOPLAN

3.1.2.3.2 Modelado volcánico

Área volcánica del Cuaternario: Está formada por depósitos volcánicos del edificio Poás-Congo, (macizo volcánico más grande del país), cuyo piedemonte está compuesto por depósitos alternos de lavas y cenizas volcánicas, con relieve escarpado y profundamente entallado a falta de cohesión en el subsuelo por la cantidad de ríos que nacen en el área. En la zona existen algunos frentes de coladas de lava y de piroclastos.

Esta unidad presenta laderas con todo tipo de pendiente y en ella se encuentran otros conos volcánicos como son el Congo y la Caldera de la Laguna Hule. Del Volcán Poás (fuera del Distrito Río Cuarto) nace una línea fisural perpendicular a la línea volcánica central que une los sistemas volcánicos que originaron el volcán Congo, la Caldera de Laguna Hule y el Cráter de explosión de Laguna Río Cuarto. También se encuentra todo tipo de rocas volcánicas, pero principalmente de composición andesítica. A pesar de ser

una forma vieja, debe considerarse que su edad no va más allá del Plioceno (Madriral, 1980)¹¹.

Volcán Congo: Se localiza 6 Km al norte del volcán Poás y actualmente está en proceso de erosión. Su altura es de 2.014 msnm desde donde surgen varios ríos y quebradas, formando una red de drenaje semi-circular ya que los mismos nacen tanto en la parte sur como sureste de su cono. Uno de ellos es el río Seco el cual ha realizado una fuerte incisión.

Todas sus laderas son de fuerte pendiente, más de 30°, sobrepasando los 45° cerca de la cima y en el valle del Río Seco.

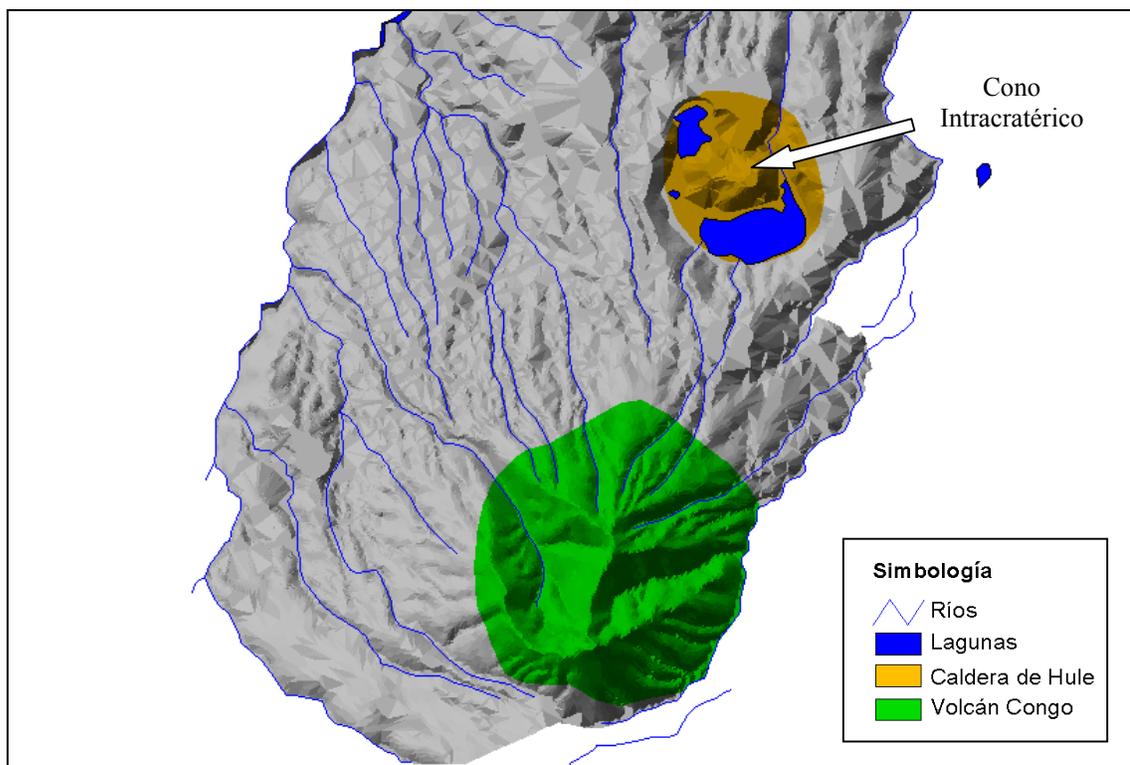


Figura 3.13 Volcán Congo y su drenaje semi-circular.

¹¹ Ibid.

En términos morfológicos se presenta en planta casi circular con la cima recostada hacia el lado sur del cerro. La roca, originada por una colada de lava, es de tipo olivino. Esta colada, cuyo origen tuvo lugar en el mismo Volcán Congo, corrió por la ladera, quedando al descubierto en la pared sur luego de la explosión o hundimiento de la Caldera de Hule.

De acuerdo con lo que se mencionó sobre el vulcanismo del Valle Central, aunque éste se inició desde tiempos muy antiguos, sus formas son más recientes por lo que se consideran del Pleistoceno.

Caldera de la laguna Hule: Se localiza 10 Km al norte del volcán Poás y forma parte del mismo macizo. Su forma es aproximadamente circular, posee un diámetro este-oeste de 2 Km y norte-sur 2,2 Km, con un nivel de agua a unos 140 m de profundidad en relación con el terreno del borde este. Las paredes más altas están hacia el lado Sur con 160 m y se presentan fuertes pendientes de más de 45°. La pared del lado norte desapareció posiblemente por explosión, sumado a los procesos de erosión.

Actualmente, en el fondo del cráter hay tres lagunas: Hule que es la mayor, ubicada en el sector sur del cráter (ver imagen 3.7), la laguna Congo al noreste, y otra muy pequeña sin nombre ubicada en el sector oeste del cráter. Las dos primeras se encuentran separadas por un cono intra-cratérico post explosión, que tiene una elevación de 130 metros sobre el nivel del agua. La laguna Hule es drenada por un río que lleva su mismo nombre, éste es tributario del Río Cuarto y su convergencia se da a la altura de Santa Rita.

La imagen siguiente corresponde a la Caldera de la Laguna Hule. En ella se distinguen dos de los rasgos sobresalientes de esta caldera, la Laguna Hule y el cono intra-cratérico.



Imagen 3.7 Laguna Hule (izquierda) y cono intra-cratérico (derecha). Al fondo se observa las paredes verticales de la caldera. Foto: Magdalena León Coto. 2003

En la imagen 3.7 se aprecia la profundidad a que se encuentra el nivel superior de la laguna respecto a verticalidad de la pared sur de la caldera. Al fondo, se nota vegetación menor tipo lirios que se ha fijado en el umbral tierra-agua tanto del cráter principal como del cono volcánico que se encuentra en el centro de la laguna. Igualmente se aprecia movimiento en la superficie del agua que denota la ingerencia de los vientos que entran encajonados desde la vertiente norte. Este rasgo geomorfológico también se describe gráficamente en la figura 3.14

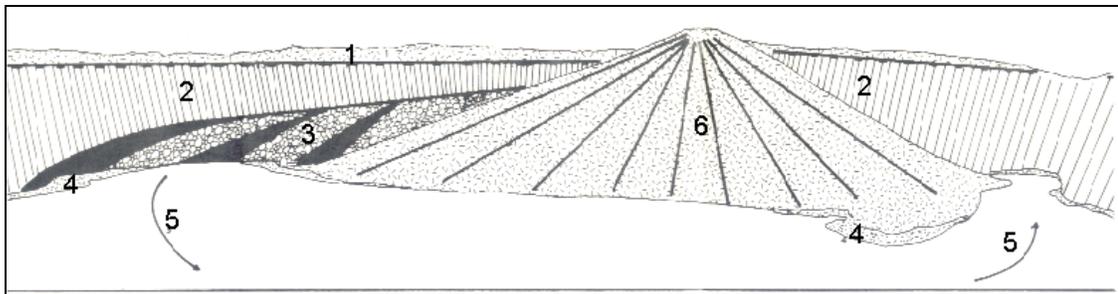


Figura 3.14 Caldera de Hule. Interpretación: el borde de caldera corresponde a la parte superior del fondo (1); paredes verticales (2); aluviones recientes (3); playas lacustres (4); sentido de la corriente de viento (5) y el cono adventicio (6).

La siguiente imagen también corresponde a la Laguna Hule. La misma se observa bordeada de una exuberante vegetación, ecosistema que se protege por medio del Refugio Nacional de Vida Silvestre Bosque Alegre.



Imagen 3.8 Caldera de la Laguna Hule rodeada de vegetación exuberante donde se muestra las paredes casi verticales que la rodean

Es casi probable que después de la explosión que originó la Caldera de la laguna Hule, la actividad se mantuviera durante un período no muy breve, ya que hubo un remanente de actividad que se tradujo en el levantamiento de un nuevo cono volcánico en el centro de la caldera. Al cesar la actividad, las lluvias se concentraron en las partes bajas originando una laguna única, circular, con una isla volcánica al centro. Posteriormente, los aluviones y los nuevos aportes hídricos contribuyeron para que se formaran las tres lagunas que hoy se conocen.

La Caldera de la Laguna Hule posee un Rim de paredes casi verticales, bien conservadas y recubiertas por una espesa vegetación natural. Los tipos de roca que se encuentran en las paredes de esta unidad son brechas, alternando con capas de piroclastos, y en la parte superior de la pared sur una gruesa colada de lava de basalto-andesita con olivino. En la base del conito central, se encuentra escoria posiblemente de una colada basalto-andesítica. Por tanto, el material que tapiza el lugar es fundamentalmente volcánico, con gran abundancia de cenizas, lapilli, tobas y lavas andesíticas y basálticas. Cronológicamente es probable que esta forma sea del Plio-Pleistoceno.

En realidad, estas dos unidades posiblemente fueron un sólo macizo volcánico y dicho edificio estuvo activo probablemente hasta el periodo Holoceno, pero al cesar éste su actividad efusiva fue profundamente erosionado por las frecuentes lluvias que se presentan en la vertiente Caribe.

Es posible que dicho volcán originalmente estuviera compuesto por dos poderosos conos: el actual Cerro Congo y otro que ocupaba el espacio que forma hoy la Laguna Hule. El Cerro Congo debe haber sido menos activo, ya que al parecer el cono de Hule explotó y/o colapsó, dando origen a la caldera que existe hoy día.

El área está profundamente afectada por la erosión, ya que el material es relativamente blando (cenizas y lavas), lo que ha permitido la formación de profundos cañones, aunque no tan importantes como los del Irazú, debido posiblemente, a que en este sitio la protección vegetal es mayor.

La tectónica del lugar es muy activa, prueba de ello son los numerosos aflamamientos que recorren el área, siguiendo un rumbo general NW-SE cortados perpendicularmente por otro sistema de fallas menores. La hidrografía, como es natural, tiende a formar sus cauces siguiendo este sistema de debilidad cortical.

De esta manera se puede decir que el complejo volcánico Congo-Laguna Hule presentó un episodio de mucha actividad ígnea en la Cordillera Volcánica Central, suscitado a partir del Pleistoceno y hasta el Holoceno en que cesó dicha actividad al derrumbarse el edificio ya descrito. Este complejo, como se mencionó antes, se inscribe en una línea fisural

(perpendicular al alineamiento general de la Cordillera Volcánica Central), que permitió la ascensión magmática, dando origen a este edificio volcánico.

Maar cráter de explosión de Río Cuarto: Se localiza en la zona plana del distrito, aproximadamente 1 Km al norte del poblado Río Cuarto y la unidad es comúnmente conocida como "Laguna de Río Cuarto". Como se ha mencionado, esta unidad corresponde a un viejo cráter de explosión en una topografía plana (Maar), con una forma ligeramente oblonga con diámetro mayor este-oeste de 750 metros y menor de norte a sur de 525 metros y un nivel de agua a 20 metros por debajo del borde superior, borde que se encuentra ligeramente más alto que el terreno que lo circunda. Presenta paredes verticales y la profundidad de la laguna pasa de los 15 metros. Esta depresión está rodeada por el abanico aluvial del río Cuarto y el Sarapiquí, aunque debajo de esa unidad hay lavas.

En la imagen 3.9 se muestra, desde una perspectiva aérea de norte a sur, el "maar" de Río Cuarto bordeado de un pequeño parche boscoso en su costado sur y este. En la imagen 3.9 se aprecia desde una perspectiva más cercana las paredes verticales que posee esta laguna en su borde sur.



Imagen 3.9 Laguna de Río Cuarto. Esta laguna es un viejo cráter de explosión localizado en una topografía plana más conocido como Maar.

En relación con el tipo de roca y por tratarse de una depresión, se hace referencia únicamente a las rocas que la rodean. Éstas son piroclásticas y lapillis dentro de piroclastos más finos, las paredes podrían presentar lava. Su morfogénesis obedece a la actividad de fisura en las últimas etapas, cuando la continuidad fisural fue interceptada por sus propios depósitos. Por estas razones su edad debe ser bastante reciente, posiblemente sea del Pleistoceno, lo que además se evidencia por la ruptura que ocasionó a la continuidad de los depósitos de abanico que la rodean. El Volcán Poás, el Congo, y la Caldera Hule están en una línea recta con esta unidad y su orientación es norte-sur.



Imagen 3.10 Laguna de Río Cuarto. Al fondo puede apreciarse las paredes verticales de esta depresión.

3.1.2.3.3 Formas de sedimentación aluvial

Abanico aluvial de Río Cuarto: Esta unidad ocupa dos terceras partes del distrito y se extiende por la planicie cubriendo varias poblaciones del área, entre ellas La Virgen, San Miguel y Río Cuarto. Este abanico se caracteriza por tener una forma ancha (en lugar de vértice) en su parte sur, con topografía suavemente ondulada, esto como consecuencia de la presencia de coladas de lava a muy escasa profundidad parcialmente cubiertas por el relleno aluvial. Se extiende hacia el norte hasta confundirse con la Llanura aluvial de San Carlos.

Su superficie, en esta sección septentrional, es plano-ondulada, segmentada por numerosos cauces con cortes casi verticales pero de muy poca profundidad, los cuales están espaciados primero cada 500 metros y luego de uno a dos kilómetros. Únicamente

los ríos Toro, Caño Negro y el Cuarto presentan un corte de unos 10 a 15 metros de profundidad. Los espacios interfluviales son generalmente planos.

El tipo de roca de este relleno está constituido por fragmentos de rocas volcánicas. Dentro de ellos se encuentran porciones de rocas andesíticas, basálticas y de tobas, en su mayoría bien conservados. En algunos sitios más al sur, se encuentra material muy meteorizado que evidencia coladas diferenciadas de lodo con distintos grados de meteorización. La morfogénesis de esta unidad, como se ha expuesto, encuentra su origen en un relleno de coladas de lodo bajadas principalmente de la falda norte del macizo del volcán Poás con la contribución de los ríos Toro, Cuarto y Caño Seco. En cuanto a la edad de la unidad se puede fechar hacia finales del Pleistoceno a más reciente, esto por cuanto es derivado de unidades del Plio-Pleistoceno.

Llanura aluvial de San Carlos: Esta unidad se encuentra en el extremo más septentrional del distrito Río Cuarto, en la llanura que encierra el triángulo entre San Rafael, Chaparrón y Pangola. Puede decirse que es la parte final de la unidad anterior donde desaparece la influencia de roca volcánica e inicia el predominio de materiales de relleno por arrastre. Presenta una superficie plana que en algunos sitios es ligeramente ondulada, posiblemente ocasionada por algún paleo-relieve que corresponde con tobas y corrientes de lodo muy meteorizadas.

En el área de abanicos fluviales, el tipo de roca está dominado por lahares y corrientes de lodo, por lo que el terreno está formado de bloques de lava dentro de una matriz arenosarcillosa que cambian la condición de los suelos.

De acuerdo con su morfogénesis, el relleno debe haberse efectuado dentro del Graben de Nicaragua durante el final del Terciario (Plioceno), prolongándose hasta nuestros días con el arrastre fluvial, es decir, por el aporte de los ríos.



3.11. Llanuras aluviales, características del sector de Río Cuarto

3.1.3 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 por efecto de 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 composición química, su grado de desmigajamiento y su espesor.

En el suelo se desarrollan las raíces de las plantas, y en él viven los organismos más pequeños (bacterias, hongos, gusanos), y en parte otros animales más desarrollados. Los horizontes del suelo son el resultado de factores pedogénicos. Como consecuencia de estos factores, y sobre todo del influjo del clima (precipitaciones, humedad, etc.), se originan diferentes tipos de suelos, cada uno con un determinado perfil. 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 muchos los suelos intermedios: de arena limosa, de limo arenoso, de limo arcilloso, etc. Según el tipo de suelo, la reacción es ácida, neutra o alcalina.

La Edafología por otra parte, es la ciencia que se ocupa de los componentes, propiedades, clasificación, géneros, distribución y cultivo de los suelos. La mecánica del suelo se interesa por las propiedades físicas de los suelos y de los efectos de grandes 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).

Es importante conocer las características de cada uno de los suelos presentes en el área de estudio, debido a que sus características físicas permiten establecer las condiciones de suelos aptos para ciertos tipos de actividades sobre todo agrícolas, en la que las condiciones de acidez porosidad y otras características permite determinar los diferentes usos del suelo

3.1.3.1 Caracterización Área de Influencia

Para el cantón Grecia y su área de influencia, los distintos tipos de suelos que se presentan son seis. De norte a sur se encuentran: Ultisoles, Inceptisoles, Andisoles, Entisoles, Alfisoles y un sector muy pequeño de Vertisoles.

3.1.3.1.1 Ultisoles

Estos suelos se encuentran en diferentes sectores del área de influencia, principalmente en el sector norte correspondiente a zonas de rellenos de material volcánico y una pequeña parte en el 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 propio de

climas húmedos y calientes y hasta con 20% de aumento en el contenido argílico. El color es de amarillo a rojizo con menos de 35% de saturación de bases.

3.1.3.1.2 Inceptisoles

Los Inceptisoles son los tipos de suelos que aparecen ocupando una gran parte del área de influencia. Son ligeramente desarrollados, con pendientes de suavemente onduladas a fuertemente onduladas. Todos son derivados 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 Troprothent. Los hay derivados de rocas volcánicas de grano fino o intermedio con alto grado de fertilidad; son andepts que son suelos más húmedos que el suelo típico: y los tropepts que son suelos más húmedos y calientes.

3.1.3.1.3 Andisoles

Estos tipos de suelos son derivados de cenizas volcánicas (arenosas), muy asociados con Vitrandept (vidrio volcánico), son sumamente fértiles, oscuros, profundos, 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 localizan en las zonas montañosas. En el área de influencia se presentan en una franja muy ancha con orientación sureste-noroeste y junto con los Inceptisoles son los que ocupan la mayor extensión del área.

3.1.3.1.4 Entisoles

Estos suelos se presentan en pendientes muy escarpadas, son muy delgados sin ningún desarrollo y de formación muy reciente. 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 Troprothent sin suelos asociados. Se les conoce también como litosoles. Se les observa comunmente en los cañones de los ríos Grande, Colorado y Poás.

3.1.3.1.5 Alfisoles

Se hallan localizados en dos sectores de extensión reducida, con relieve plano a ondulado, profundos, de textura media a pesada. Son suelos aluviales de clima caliente y

seco (ústico). El horizonte es argílico con más de un 35% de saturación de bases, similar a los Ultisoles pero con un alto potencial de fertilidad.

3.1.3.1.6 Vertisoles

Finalmente aparecen dos pequeñas manchas correspondientes a este tipo de suelos. Son planos, pesados, de color oscuro y agrietados, muy arcillosos (con más de 35% de arcillas en todos sus horizontes y más de 50% de minerales de fracción de arcilla).

3.1.3.2 Caracterización Local Sector Occidental

Dóndoli¹² afirma que los mejores terrenos y de mayor fertilidad del Valle Central son los originados sobre formaciones volcánicas recientes principalmente, siendo más fértiles en las zonas donde han ocurrido lluvias de cenizas volcánicas.

Sin embargo, las características individuales dependen de varios factores: material matriz, modo de formación, edad, condiciones topográficas, vegetación, y además, dadas las condiciones del clima, los suelos del valle Central Occidental tienden hacia la laterización¹³.

De esta manera en la zona se presentan suelos clasificados como Inceptisoles, Andisoles, Entisoles y Alfisoles. Su distribución se muestra en el **mapa de suelos 3.9** de este sector.

3.1.3.2.1 Inceptisoles

Los suelos de la parte central y sur de Grecia son ligeramente pesados, con textura arcillosa y franco-limosa, constituidos por lomas bajas. Son ideales para cultivos permanentes, especialmente para la caña. Se han clasificado como Inceptisoles y son también derivados de materiales volcánicos, razón por la que presentan una fertilidad media a buena.

¹² Dóndoli, C. 1943. Visión rápida geoagronómica de la Meseta Central. Departamento Nacional de Agricultura. San Pedro de Montes de Oca. Boletín Técnico N° 45-46. San José, Costa Rica , pp.2-3

¹³ Torres y Vargas, V. 1958. Estudio preliminar de suelos de la región Occidental de la Meseta Central. Boletín Técnico N° 22 , Ministerio de Agricultura y Ganadería e Industrias. San José Costa Rica, 64 p

En la siguiente imagen se presenta un área cultivada con caña sobre suelos inceptisoles. La distribución espacial de estos suelos en este sector del cantón se muestra en la figura 3.15



Imagen 3.12 Cultivo de caña en suelos inceptisoles de la parte sur del cantón de Grecia.

En ellos es posible distinguir una secuencia de horizontes moderadamente desarrollados. Por el origen relativamente reciente de la mayoría de los materiales parentales sobre los cuales se desarrollan, asocia a otros órdenes, de modo que se encuentran toposecuencias que incluyen Inceptisoles con características ándicas.

Igualmente son poco problemáticos y permiten una amplia gama de producción agropecuaria, entre otras la caña de azúcar, café, granos básicos, ganadería en todas sus formas, bosque de producción, etc.

Son suelos bajos en saturación de bases con características ándicas, ondulados, con pendientes de 2 a 10%, un horizonte B cámbico y, en general, lo que se encuentra en ellos son mezclas de varios tipos de arcillas y minerales primarios, cuyas propiedades se

presentan en condiciones intermedias o alteradas por procesos intergradacionales que originan tendencias de tipo alofánico u oxídico.

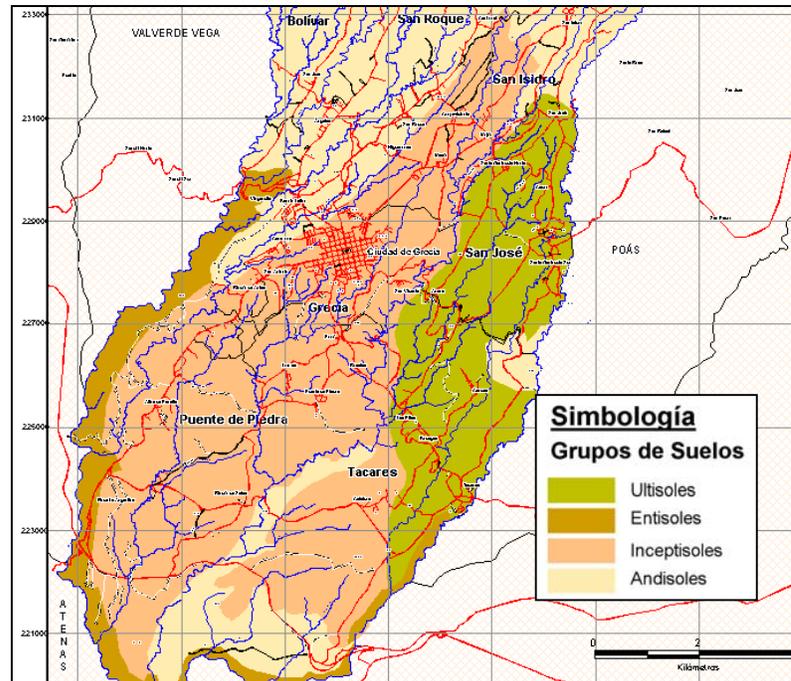


Figura 3.15 Distribución espacial de los suelos inceptisoles (ver simbología) en el Sector Occidental del cantón Grecia.

En conjunto, los Andisoles y los Inceptisoles de la zona constituyen la base productiva cafetalera y, además, una gran parte de la producción de caña de azúcar, hortalizas, diversos productos no tradicionales de exportación y ganadería de leche de altura.

Cabe recordar que en este tipo de terrenos se deben aplicar métodos de conservación de suelos dado el uso intensivo que se les da, y la aplicación de prácticas equivocadas de quema post-cosecha. Por otra parte, por la susceptibilidad de erosión que presentan tanto laminar como eólica que ocupan espacios donde no han tenido lugar procesos de rejuvenecimiento, y por el contrario han estado sometidos a lixiviación.

3.1.3.2.2 Andisoles

Son suelos derivados de materiales volcánicos que ocupan parte del Valle Central y las faldas de sus volcanes en todos sus flancos y algunas regiones del norte del país, donde

se encuentran deposiciones fluvio-volcánicas sobre las cuales también se han desarrollado.

Por su origen, se han estado rejuveneciendo frecuentemente, y se han beneficiado con un enriquecimiento nutricional paulatino. Son suelos profundos, aunque esta característica depende de la magnitud de la o las deposiciones y sus colores son oscuros o pardo oscuros. Las condiciones físicas son muy buenas debido a la presencia de altos contenidos de órgano-minerales, especialmente en el horizonte superficial, resultando suelos muy bien estructurados que propician el buen drenaje, pero a su vez, una buena retención de humedad, pero por su baja densidad aparente, los hace susceptibles de compactarse. En partes cercanas al volcán son de textura franco-arenosa o arenosa, mientras que en las posiciones intermedias presentan textura franco-limosa o franca.

Estos suelos pueden catalogarse como fértiles, y su potencial está definido por las características de las cenizas que los forman. Tienen la ventaja de renovarse con suficiente frecuencia. Por lo tanto son suelos que se mantienen jóvenes y conservan buenos niveles de nutrimentos.

Las cenizas recién depositadas y los suelos volcánicos en sus primeros estados de desarrollo son muy susceptibles a la erosión hídrica, y si a esto se agrega las fuertes pendientes y uso intensivo, se corre el riesgo de erosionarlos rápidamente lo cual, a pesar de su buena profundidad efectiva, traerá consecuencias adversas en el mediano plazo.

A más de 1.100 m.s.n.m., donde la topografía es más irregular y presenta ondulaciones, lomas, cerros y escarpes, dominan tierras negras de origen volcánico de mediana fertilidad, pero por las pendientes solo deben ser aprovechadas en cultivos permanentes. A más de 1.500 metros de altitud no es posible intensificar el uso de la tierra siendo preferibles las actividades pecuarias y silvo-pastoriles con sistemas de manejo de suelos y agua.

Para Rojas¹⁴ los suelos de Grecia poseen una alta fertilidad y excelentes condiciones físicas para ser explotados intensivamente con el favorecimiento de tener pendientes suaves que los convierte en suelos mecanizables. Estos suelos son especialmente aptos para el cultivo de café, caña de azúcar, tabaco, maíz, frijoles y tomate entre otros.



Imagen 3.13 Cultivo de café.

Por su parte, menciona el mismo autor que los suelos ondulados exhiben una buena fertilidad aparente y también buenas condiciones físicas, pero están en desventaja por las pendientes, que alcanzan inclinaciones de hasta un 20% por lo que no son mecanizables. Sin embargo, son aptos para cultivar café, caña de azúcar y otros cultivos anuales en las áreas de topografía más regular, siempre y cuando se empleen sistemas de manejo y conservación adecuada de suelos.

Estos suelos, planos y ondulados, son moderadamente ácidos, con promedios de pH 5,71 y 5,34 respectivamente, razón por la que constantemente deben recibir aplicaciones de

¹⁴ Rojas, V.M. 1973. Estudio de algunos suelos del Cantón de Naranjo. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Tesis, p. 106

cal para neutralizar la acidez inherente. Esta acidez se debe a los procesos de meteorización y el continuo lavado de las bases, que producen una acidificación progresiva por la extracción de los elementos nutritivos y el uso de fertilizantes.

Las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo son influenciadas por esta característica de la reacción de los suelos, por lo que es una propiedad muy importante¹⁵.

Es necesario recalcar que la cafcultura en Grecia se ha desarrollado preferentemente a más de 1,000 metros de altitud donde las tierras tienen una fertilidad excelente pero están limitadas por la topografía del terreno.

Los andisoles son los suelos de mayor extensión en el Sector Occidental y su distribución se presenta en la figura 3.16 siguiente.

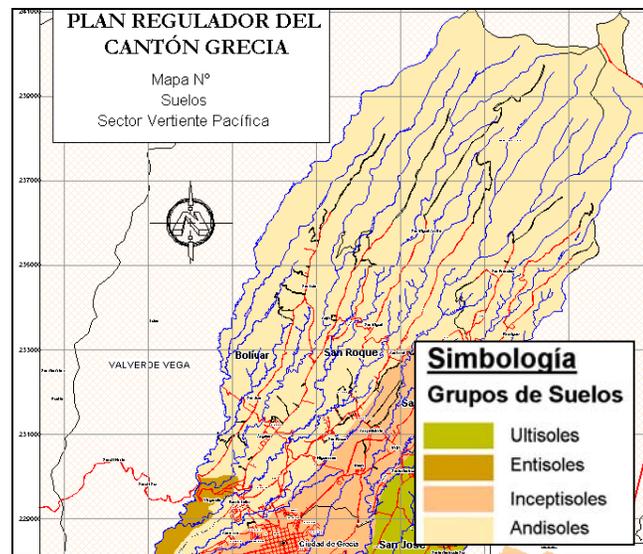


Figura 3.16 Distribución espacial de los suelos andisoles (ver simbología) en el Sector Occidental.

3.1.3.2.3 Entisoles

Los Entisoles son suelos localizados en las pendientes fuertes de los ríos y quebradas. Son de poco desarrollo, sin horizonte diagnóstico, azonales, totalmente inmaduros y en el

¹⁵ Fassbender, H., Vieira, L. Y Stabile, M.E. 1975. Química de suelos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica, 398 p

cantón están ocupando el sector sur en los ríos Prendas, Poás y Colorado. En la figura 3.17 se muestra gráficamente su distribución.

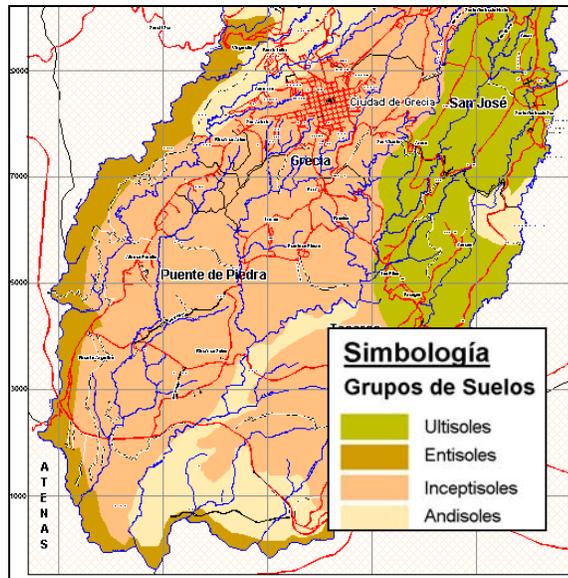


Figura 3.17 Distribución espacial de los suelos Entisoles (ver simbología) en el Sector Occidental del cantón Grecia.

3.1.3.2.4 Alfisoles

Otro tipo de suelos que se encuentra en la zona son los Alfisoles, éstos son de mayor desarrollo, más viejos y por lo tanto con un mayor grado de meteorización. Poseen una capa arable pero presentan problemas debido al manejo intensivo, por lo que se requieren fuertes medidas de conservación de suelos y agua.

Se originan por el efecto prolongado de factores climáticos (principalmente precipitación durante tiempo prolongado), prácticamente sobre casi cualquier tipo de material parental. Su principal característica es su bajo nivel de bases y la formación de un horizonte de acumulación de arcilla iluviada (que migra del horizonte superficial al profundo). El Si (Silicio) se lava mientras que el Al (Aluminio) y el Fe (Hierro) se concentran; este último, en su forma oxidada, es el que confiere las tonalidades pardo rojizas o rojizas a estos suelos.

El principal criterio para clasificar estos suelos dentro de estos órdenes es la presencia de un horizonte argílico sustancialmente enriquecido de arcillas y óxidos de Fe y Al. Aunque

estos materiales son finos, presentan estructuras desarrolladas recubiertas de óxidos y constituyen un tipo de partícula de mayor tamaño que es conocida como "pseudoarena".

La presencia de estas estructuras semejantes a arenas confiere a estos suelos excelentes condiciones físicas, en particular de estructuración y drenaje naturales. Sin embargo, si existen prácticas de manejo como mecanización intensiva que modifiquen estas características naturales, las condiciones físicas pueden deteriorarse.

Se localizan desde Tacares hasta Santa Gertrudis Norte incluyendo además Santa Gertrudis Sur, Arena, Guayabal, Los Trapiches, Las Pilas entre otros. Su distribución se ilustra en la figura 3.18

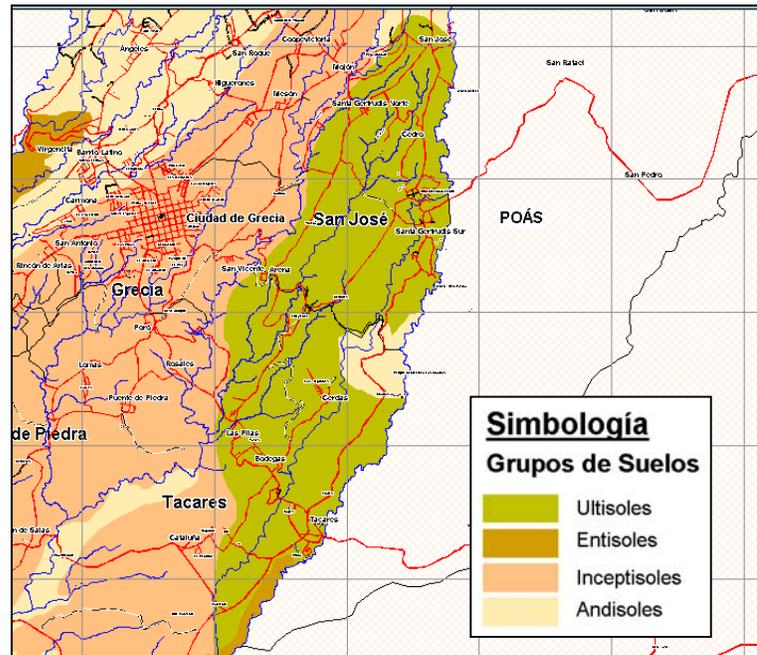


Figura 3.18 Distribución espacial de los suelos Ultisoles (ver simbología) en el Sector Occidental del cantón Grecia.

3.1.3.3 Caracterización Local Sector Distrito Río Cuarto

3.1.3.3.1 Inceptisoles

Son suelos fluviovolcánicos ligeramente ondulados y planos, formados por los aluviones de los ríos, con buen drenaje y de fertilidad aparente buena en las partes altas. Conforme

se descende el drenaje es de moderado a lento, con una alta susceptibilidad a la compactación, especialmente aquellos influenciados por el intemperismo más fuerte (temperaturas altas y mayor precipitación), posiblemente presenten más problemas nutricionales que los suelos de las partes altas. **Ver mapa 3.10.**

El suelo principal es Humitrocept de zonas aluviales planas, con potencial agrícola y abundante materia orgánica. Son profundos pero bajos en bases, de color pardo rojizos y con drenaje de moderado a lento.

Cubren la mayor parte del territorio de este distrito tal y como se muestra en la figura 3.19

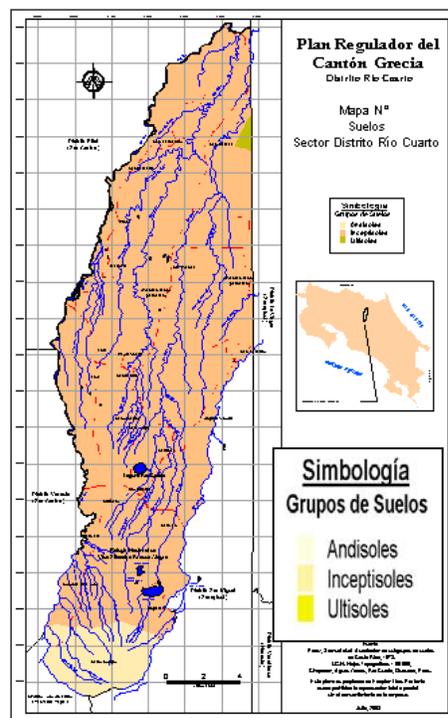


Figura 3.19 Distribución espacial de los suelos Inceptisoles (ver simbología) en el distrito Río Cuarto. Ocupan la mayor parte de ese territorio.

3.1.3.3.2 Andisoles

Los suelos Andisoles de este sector presentan las mismas características apuntadas en el Sector Occidental: oscuros y profundos, con buen contenido de materia orgánica y bajos

en bases, derivados de cenizas volcánicas, asociados a suelos de texturas más gruesas, etc.

Ocupan un pequeño sector en la parte sur del distrito coincidiendo prácticamente con el macizo del Cerro Congo. En la figura 3.20 se aprecia la ubicación de este tipo de suelo en el sector mencionado.

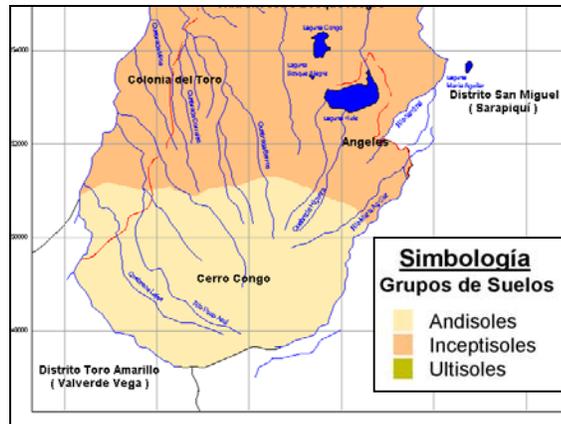


Figura 3.20 Ubicación de los suelos Andisoles (ver simbología) en el distrito Río Cuarto.

En síntesis, se puede decir que el recurso suelo es de vital importancia, en la medida que constituye la capa de la tierra donde el hombre realiza la mayor parte de sus actividades. Es importante hacer hincapié en la protección de este recurso debido a la relevancia que presenta sobre todo en un cantón donde la agricultura es la base de la economía, por lo tanto deben protegerse y conservarse y otorgarle el valor de importancia que se requiere para su permanencia en el futuro. Esta situación requiere de que la cobertura de cemento, tan característica de los grandes centros urbanos, no sea tan evidente en el cantón de Grecia de manera que se permita la filtración de agua en los suelos

3.1.4 CLIMA

Conocer las características de los elementos del clima de un espacio geográfico es 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 durante 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, ya sea para establecer cultivos son más resistentes a las condiciones climáticas o bien que necesiten de ellas para su pleno desarrollo.

No sólo en las labores propias de la agricultura es necesario este conocimiento, en otras actividades, como por ejemplo en los diseños de viviendas o infraestructura dedicada a servicios o recreativa, se deben considerar las características de los elementos para diseñar los espacios, los profesionales en turismo, deben de considerarlos para promocionar sitios según temporadas o tipos de actividades.

En el caso concreto de Grecia, el tema de clima se abordará a nivel regional, considerando las características de la región climática del Valle Central, según Herrera, y el régimen pluvial según Gómez, y la clasificación de Vargas, ya que se realizan buenas caracterizaciones de los elementos meteorológicos y el área de estudio se localiza dentro de ellas.

Para el análisis local se tomarán los datos consignados en diferentes estaciones meteorológicas, con la finalidad de ratificar lo señalado en el apartado anterior y determinar algunas conclusiones para efectos del ordenamiento.

3.1.4.1 Caracterización Área de Influencia (Valle Central)

El clima, referido a las condiciones medias (promedios) de los elementos meteorológicos en un espacio geográfico, se basa en observaciones y mediciones en series de varios años (decenas o más). Es por ello que se toman los datos de fuentes secundarias que ya han realizado dicho análisis y que permite así comprender la situación climática de la zona de estudio.

El estudio del clima de nuestro país ha dado como resultado la división climática de Costa Rica. La caracterización de cada una de estas se desarrolla de manera clara y didáctica

por el Dr. Gilbert Vargas Ulate, en su libro Geografía Turística de Costa Rica (1997) y comprende el análisis y síntesis de los siguientes elementos meteorológicos: precipitación promedio anual, la temperatura promedio anual, la humedad relativa y un factor del clima, la topografía o relieve.

Es importante mencionar que el Valle Central, donde se localiza la mayor parte del cantón de Grecia, presenta una precipitación promedio anual de 2000 a 2500 mm, una temperatura promedio anual de 17 a 22 °C, con cuatro a cinco meses secos y una humedad relativa de 85%. Las variaciones climatológicas obedecen a la influencia de los vientos alisios del noreste o de los vientos oestes ecuatoriales que varían durante el año, así como a los efectos topográficos de las depresiones y sistemas montañosos.

Los vientos alisios del NE procedentes del Caribe penetran al Valle Central a través de los pasos de montaña La Palma, el Desengaño y Los Angeles (al norte de la ciudad de San Ramón), descargando parte de la humedad que transportan. Los vientos oestes ecuatoriales penetran por el valle del Río Tárcoles y el paso del Aguacate, ubicado entre los cerros Turrubares y cerros del Aguacate. Así los períodos secos o lluviosos en el Valle Central dependen del sistema de vientos dominantes; sí es el alisio del NE provocará una estación seca y sí son vientos del Pacífico (oeste) lloverá copiosamente, especialmente en la tarde.

En diciembre y julio domina el alisio en el Valle Central, llega sin humedad provocando un efecto desecante, el fenómeno ocurre o se repite en julio, en un período corto conocido como veranillo de San Juan. En agosto y octubre aumenta la intensidad de los oestes ecuatoriales y con ello las lluvias. Este comportamiento se puede entender mejor considerando los datos de precipitación y vientos que arroja la estación Juan Santamaría de Alajuela (ver Tabla 3.3 y el gráfico pluviométrico respectivo).

Los datos de la estación Juan Santamaría evidencian un comportamiento diferente de las lluvias en dos períodos muy marcados, la estación lluviosa y la seca. La estación lluviosa va de abril a noviembre, se da una ligera disminución en el mes de julio, correspondiendo al veranillo de San Juan, como se muestra en el gráfico 3.1, y por otro lado el período más lluvioso es de agosto a octubre y comienza a descender en noviembre.

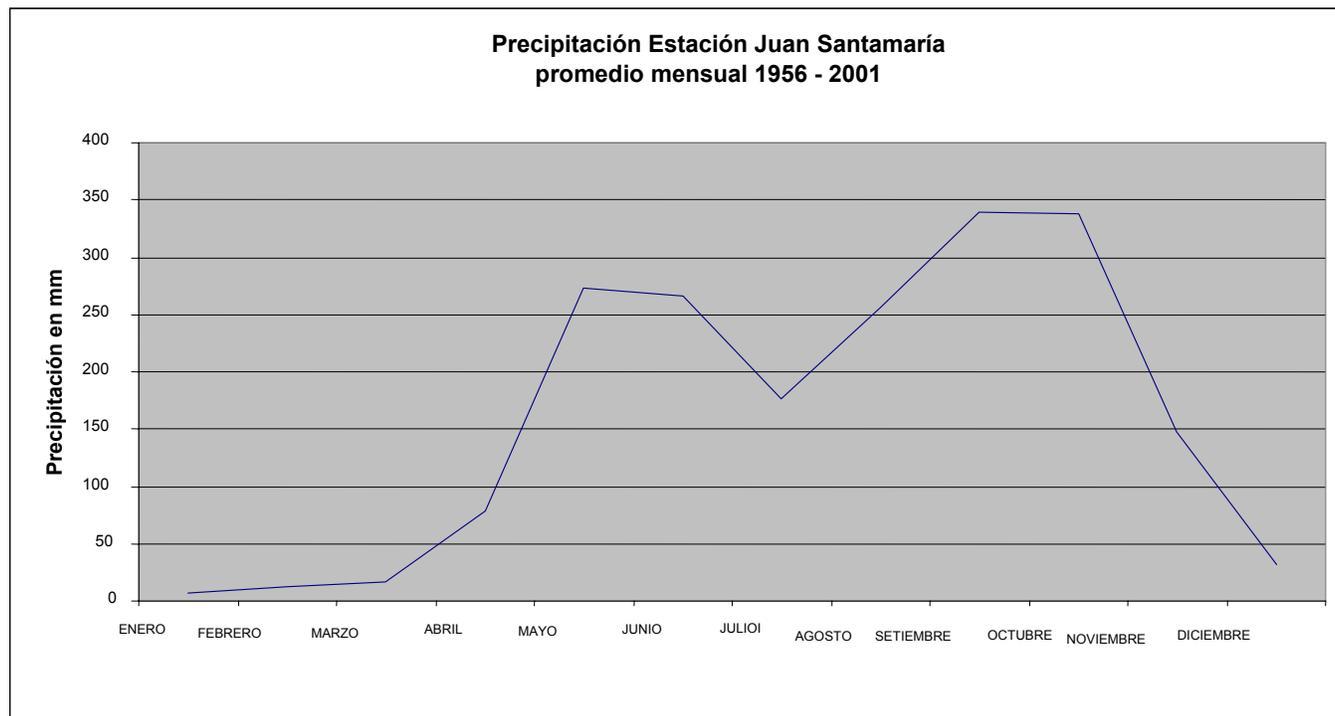
Tabla 3.3
Promedios Mensuales, Elementos Meteorológicos
Estación Juan Santamaría 1956 – 2001

ELEMENTO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
LLUVIA	7.3	12.9	17.2	79.1	273.1	265.6	176.6	257.0	339.9	337.3	148.1	31.8
TEMP.	22.6	23.1	23.6	23.9	23.4	22.9	23.0	22.9	22.5	22.3	22.5	22.6
B.SOLAR	9.1	9.4	9.1	8.0	5.9	4.8	4.9	5.0	4.9	5.2	5.7	7.7
RADIACIÓN	18.9	20.1	21.8	20.2	17.2	15.6	15.6	16.2	16.1	15.5	15.2	16.6
HÚMEDAD	68	67	66	68	79	83	79	81	86	85	79	71
VIENTO	26.8	27.3	24.3	21.2	14.6	12.7	16.0	14.5	11.6	11.8	15.4	22.7
PRESIÓN	909. 5	909.5	909.4	909.3	909.4	909.6	909.5	909.6	909.5	909.2	909.2	909.3
EVAPOTRA.	6.5	7.3	7.8	7.5	5.1	4.3	4.7	4.6	3.7	3.5	4.0	5.2

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Lluvia en mm. Temperatura en grados celsius. Brillo solar en horas y décimas de horas. Humedad relativa en %. Viento en kilómetros por hora; dirección predominante E (este). Evaporación en milímetros. Presión atmosférica en Hectopascales.

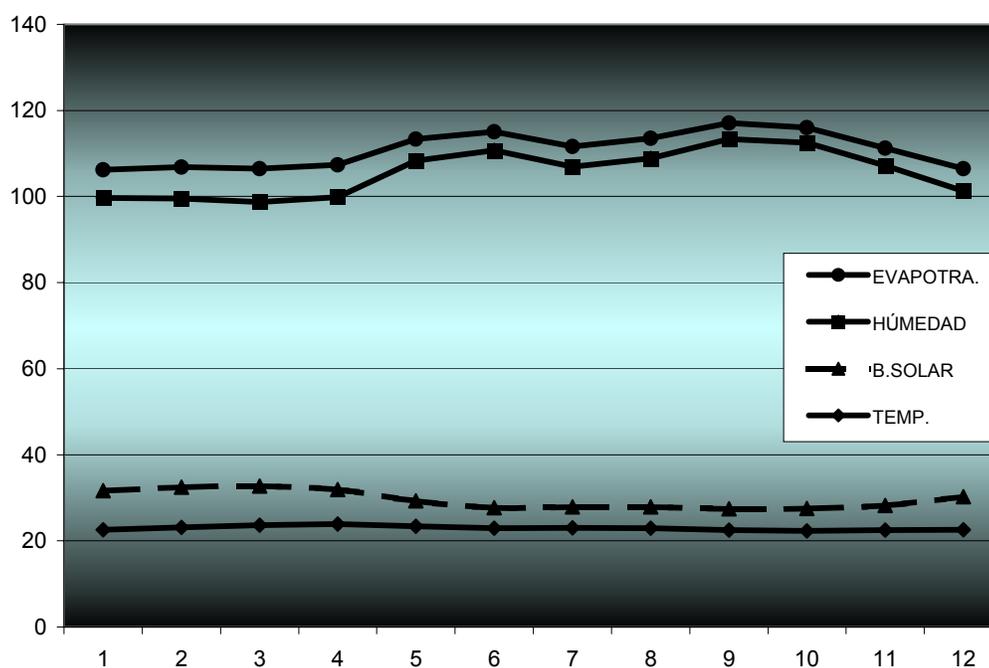
Gráfico 3.1
Lluvia Estación Juan Santamaría



Fuente: Instituto Meteorológico Nacional.

Por otro lado, el comportamiento de otros elementos meteorológicos, como la temperatura y el brillo solar, sobre todo este último están estrechamente ligados al comportamiento de las lluvias y los vientos que marcan su inicio y final. En el siguiente gráfico, a pesar de que no se pueden correlacionar los datos por medirse en escalas o valores distintos, sí nos permite apreciar el comportamiento durante el año y llegar a concluir que efectivamente están estrechamente ligados a la primera variable.

Gráfico 3.2
VARIABLES METEOROLÓGICAS, ESTACIÓN JUAN SANTAMARÍA
PROMEDIOS MENSUALES, 1956 - 2001



Fuente: Instituto Meteorológico Nacional.

El gráfico 3.2 nos muestra como la humedad tiene un comportamiento similar al de la precipitación. Existe una correspondencia entre los meses lluviosos y los meses de mayor humedad, la atmósfera está saturada, de ahí que las probabilidades de aguaceros sea alta y que sea necesario, en caso de la agricultura, tomar las prevenciones del caso para evitar la aparición de hongos o enfermedades en los cultivos; o bien, suelos saturados que conllevan al favorecimiento de los deslizamientos, o inundaciones (desbordamientos) de ríos y quebradas.

Igual situación puede observarse con la evapotranspiración, que está asociada directamente a la precipitación y la temperatura, pero sobre todo a la primera ya que el comportamiento de la segunda no representa una gran amplitud térmica, sino lo contrario, es muy semejante a lo largo del año. Todo lo contrario ocurre con el brillo solar, ya que las horas efectivas de sol disminuyen considerablemente, casi el 50% , durante los meses lluviosos, esto es importante sobre todo en la agricultura, pues los cultivos necesitan luz solar para su desarrollo.

Herrera (1985) se refiere también a Regiones Climáticas, y como parte de ellas a los Valles del Centro, y específicamente el de interés, el Valle Central Occidental, estableciendo las siguientes condiciones climáticas para esta región que resumen en parte lo expuesto anteriormente:

- ✎ Una estación seca de diciembre a abril
- ✎ Una estación lluviosa de mayo a noviembre
- ✎ Vientos alisios del noreste (diciembre – abril)
- ✎ Vientos del Pacífico (oestes ecuatoriales) portadores de lluvia (mayo – noviembre)
- ✎ Un régimen pluvial y térmico semejante.

3.1.4.2 Caracterización Climática Local Sector Occidental

3.1.4.2.1 Régimen Pluvial

El Instituto Meteorológico Nacional (IMN) reconoce tres regímenes de precipitación bien definidos en Costa Rica: Régimen Pacífico, Régimen costero Atlántico y Régimen Atlántico.

El régimen del Pacífico es propio de las tierras ubicadas entre las cumbres del sistema montañoso principal y la costa Pacífica. Grecia (la sección Pacífica) es afectada por ese régimen pues se ubica en parte en las faldas de la cordillera Volcánica Central, específicamente en las faldas del Volcán Poás, pero además, es afectada por el régimen Atlántico ya que se localiza entre las Depresiones de La Palma y Los Angeles, las cuales favorecen la entrada de vientos cargados de humedad la mayor parte del año.

Cuando esos vientos provienen del Caribe (vientos del noreste, alisios) descargan parte de ella en las cumbres (lluvias orográficas) y cuando provienen del Pacífico (vientos oeste ecuatoriales), producen también lluvias del tipo orográfico debido al efecto barrera de las Cordillera Volcánica Central.

Una de consecuencia directa y positiva de lo anterior es que en las partes altas la humedad es alta y la precipitación efectiva, favoreciendo que se den excelentes acuíferos en la zona, que son aprovechados en la época seca para el riego de las plantaciones agrícolas y sobre todo para el consumo humano. Sin embargo, no se tienen datos específicos de elementos meteorológicos para este sector, al que podríamos denominar parte alta, ya que no hay estaciones del Instituto Meteorológico Nacional. No obstante, en el sector medio – bajo sí se tienen datos de la estación La Argentina de Grecia.

En la Tabla 3.4 se presentan los datos de esa estación meteorológica que es del tipo B, ya que sólo registra datos de dos elementos meteorológicos, lluvia y temperatura.

Los datos permiten observar, según los gráficos 3.3 y 3.4, como el comportamiento que presentan ambos es muy similar a los de otras estaciones del Valle Central, como lo es la del Juan Santamaría entre otras y, que ratifica que el clima de Grecia, puede entenderse estudiando el del Valle Central Occidental, tal y como se desarrolló en la primera parte.

Tabla 3.4
Promedio de elementos Meteorológicos,
Estación La Argentina Grecia.

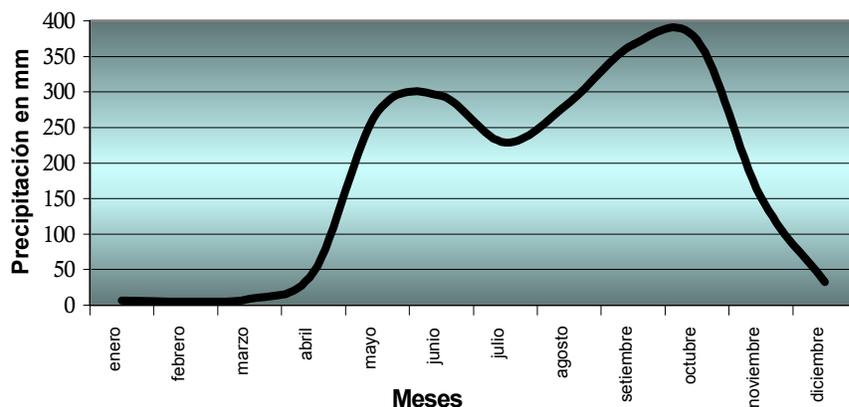
Mes/Elemento	Precipitación	Temperatura Media
Enero	6.6	23.2
Febrero	5.2	23.6
Marzo	9.2	24.1
Abril	46.4	24.5
Mayo	271.7	24.3
Junio	294.7	23.8
Julio	229.1	23.7
Agosto	284.5	23.6
Setiembre	366.5	23.4
Octubre	373.4	23.3
Noviembre	152.8	23.4
Diciembre	32.8	23.3

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional. Estación La Argentina Grecia. N° 84003.
Localización: 223.900 / 498.100

La distribución de la lluvia es de tipo bimodal, es decir se presentan dos períodos muy marcados, uno seco que va de diciembre a marzo y otro lluvioso, de abril a noviembre, con un ligero descenso en el mes de julio, lo que corresponde a la canícula o veranillo de San Juan. Estas características son importantes como se mencionó antes para determinar tipos de cultivos apropiados, sistemas de riego, etc. Por su parte la temperatura no presenta una gran oscilación térmica a lo largo del año, con temperaturas moderadas que dan como resultado un espacio geográfico agradable, fresco, pero que sin embargo, durante la estación seca llega a determinar períodos de déficit hídrico. Es decir la evapotranspiración es mayor que la precipitación, situación ambiental o climática que se ve superada con técnicas como el riego, vía canal o tubería, dada la presencia de acuíferos.

Gráfico 3.3
Precipitación: Estación La Argentina Grecia

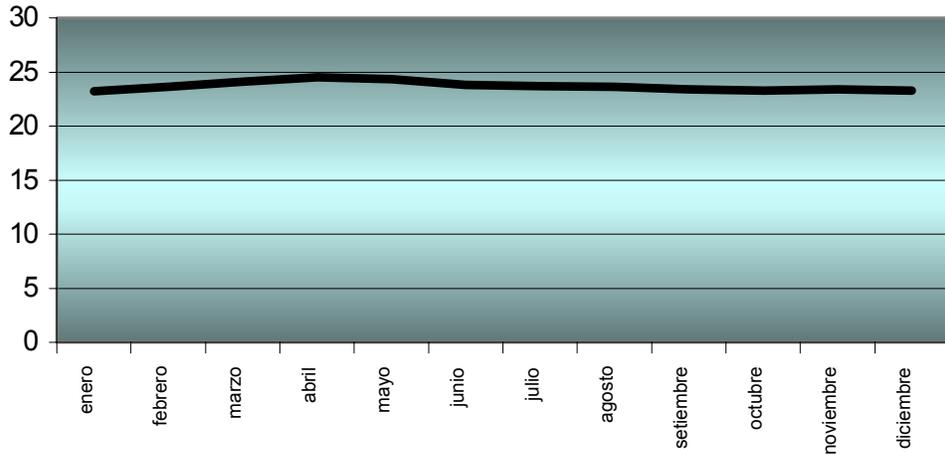
Lluvia 1937 - 2001
estación La Argentina " Grecia"



Fuente: Instituto Meteorológico Nacional. Estación La Argentina Grecia. N° 84003.
Localización: 223.900 / 498.100

En el gráfico 3.4 se presenta el comportamiento de la temperatura en promedio anual, la variación térmica como se indicó anteriormente no es significativa, y el rango es de moderada.

Gráfico 3.4
Temperatura promedio 1970 - 2001
Estación La Argentina



Fuente: Instituto Meteorológico Nacional. Estación La Argentina Grecia. N° 84003. Localización: 223.900 / 498.100

En síntesis, se puede observar como el cantón de Grecia presenta condiciones favorables en sus condiciones de clima. De esta manera se puede observar que presenta un período seco que va de diciembre a abril coincidiendo con la época de vacaciones. Dicha situación puede aprovecharse para la promoción turística del cantón, así como actividades que tomen ventaja de esas condiciones.

Por otra parte, presenta un período lluvioso que va de marzo a noviembre. Esta variedad climática es la que propicia la variedad de cultivos presentes en el cantón tanto en su parte Occidental, como en el distrito de Río Cuarto.

Las condiciones climáticas también presentan una estrecha relación con la presencia del agua en el cantón, de ahí que ambos recursos se pueden considerar de un alto valor para el Cantón.

3.1.5 HIDROGRAFÍA

El estudio de la hidrografía es también muy importante en la medida que permite analizar las características del patrón hidrográfico así como la forma y distribución que presentan los ríos del cantón.

3.1.5.1 Caracterización Área de Influencia (Cuencas Hidrográficas)

De acuerdo con el IMN - MINAE (2003), el país cuenta con 34 cuencas hidrográficas, agrupadas en tres vertientes: Caribe, San Juan y Pacífico, dividida esta última en Central, Sur y Norte.

El Cantón Grecia ocupa dos subcuencas que desaguan hacia dos de las vertientes, según su ubicación con respecto al Volcán Poás, es decir:

- La cuenca que se ubica en la cara suroccidental del volcán, cuyas aguas escurren con dirección noreste – suroeste, hacia la Vertiente del Pacífico.

Comprende los distritos Bolívar, San Roque, San Isidro, San José, Grecia, Puente de Piedra y Tacares y forma parte de la microcuenca del Río Colorado y el Río Rosales, en los cuales descargan sus aguas el Río Sarchí y el Río San Juan que nacen en las zonas altas del cantón. Así como el Río Achote al Rosales, río que nace cerca de la cúspide del volcán y desciende atravesando toda esta porción pacífica del cantón hasta conjuntarse al ramal de los ríos Cacao, Grande, Colorado y Poás, que descienden junto con el Río Alajuela hasta la unión del Río Virilla con el Río Grande de Tárcoles, formando parte, por lo tanto, de la cuenca del Río Grande Tárcoles, la cual a su vez, drena sus aguas en el Golfo de Nicoya. Ésta es definida por algunos autores como la Gran Cuenca del Golfo de Nicoya.

- La cuenca que se ubica en la cara Nororiental del Volcán Poás, cuyas aguas escurren con dirección suroeste – noreste hacia la Vertiente del río San Juan y que comprende el Distrito Río Cuarto. La misma está compuesta, principalmente, por las microcuencas de los ríos Toro y Cuarto, los cuales descienden a través

del distrito hasta conjuntarse y continuarse como Río Toro por las Llanuras de San Carlos. Éste se une al Río Sarapiquí para desembocar en el Río San Juan, formando parte de la Gran Cuenca del Río San Juan. El Río Tercero y las Lagunas Congo, Hule y Río Cuarto forman parte de la microcuenca del Río Cuarto.

3.1.5.2 Caracterización Local Sector Occidental (Microcuencas)

En razón de su origen geológico y su configuración geomorfológica así como su influencia climática, el cantón Grecia en general posee características favorables para el desarrollo de una gran cantidad de cauces fluviales de carácter permanente que en este sector drenan sus aguas en la vertiente Pacífica mencionada anteriormente.

El drenaje de este sector alcanza un índice de 2.3 km/km² y entre los colectores más importantes destacan los ríos Rosales, Póas, Vigía, Sarchí, San Juan, Agualote y Colorado. La mayor parte de éstos se caracteriza por sus cauces profundos producto de la erosión que ellos mismos llevan a cabo en su recorrido sobre materiales que favorecen su acción erosiva. La pendiente general que presenta este sector así como la forma de los interfluvios permite que las cuencas de estos ríos sean desaguadas en tiempos relativamente cortos.

Por otra parte, debe señalarse que no todas las cuencas se ubican completamente dentro del territorio griego, esto por cuanto algunos ríos son límites naturales de este cantón y por tanto una parte de la cuenca queda fuera de la jurisdicción administrativa. Este es el caso de la cuenca de los ríos Sarchí, Colorado, Poás y Prendas.

En el **mapa de microcuencas 3.11** se presenta la delimitación de éstas al interior del cantón en su Sector Occidental. La numeración dada ordena a las cuencas en forma ascendente de acuerdo al área de cada una dentro del cantón iniciando con las de mayor área y finalizando con la de menor extensión. En la imagen 3.13 se observa una sección del Río Prendas que muestra su cauce relativamente profundo y la pendiente de éste facilitando el rápido escurrimiento de sus aguas.

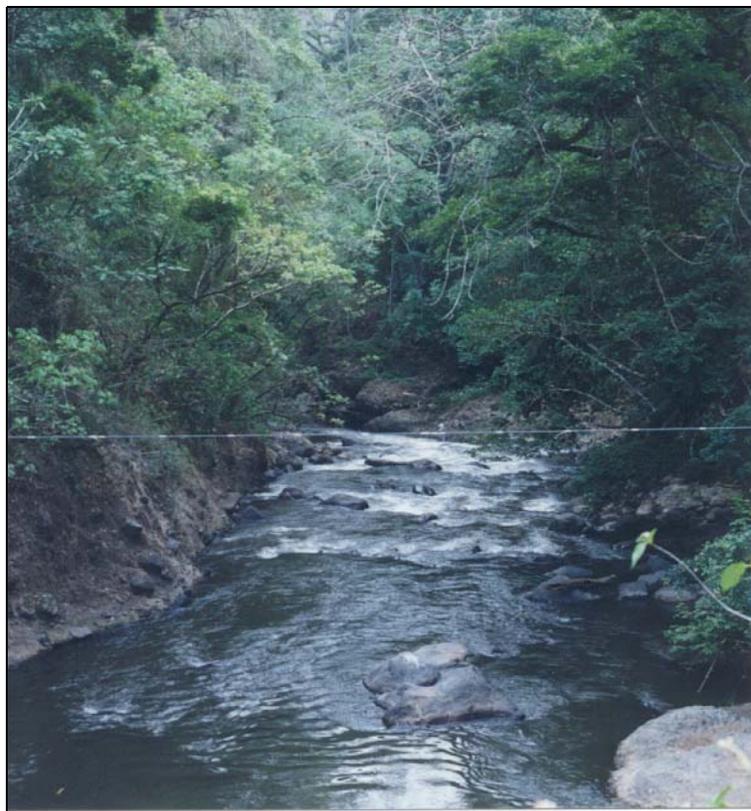


Imagen 3.14 Sección del Río Prendas Este río es límite natural entre Grecia y el cantón Poás.

3.1.5.3 Caracterización Local Sector Distrito Río Cuarto (Microcuencas)

El drenaje de este sector es también denso alcanzando un índice de 1.5 km/km². Sin embargo, el número de cuencas cuya área completa o parte de ellas se ubica dentro de este distrito es menor en relación con el Sector Occidental aunque la extensión de éstas es mayor.

Los ríos en este caso se caracterizan por sus cauces poco profundos separados entre sí por algunos metros en sus nacientes y por algunos kilómetros en las partes bajas, los espacios interfluviales son planos. En la imagen 3.14 se presenta una sección del Río Toro que ilustra las características descritas.



Imagen 3.15 Río Toro. Su cauce es poco profundo, ancho y en sus alrededores se observa la gran cantidad de material arrastrado por éste.

Las principales cuencas de este sector corresponden a la de los ríos Toro, Cuarto, Caño Negro y Sardinal. Igualmente, en los casos del Río Toro y el Río Sardinal, su cuenca no se ubica completamente dentro del distrito, ya que los mismos constituyen límites naturales del mismo.

En el **mapa de microcuencas 3.12** de este sector se muestra la delimitación de éstas y, de la misma forma que para el Sector Occidental, la numeración dada ordena estas cuencas ascendentemente desde la de mayor extensión a la de menor extensión.

3.1.6 HIDROGEOLOGÍA

3.1.6.1 Aguas Subterráneas

El estudio del agua subterránea y de su permanencia en el tiempo es de vital importancia sobre todo en un cantón con una gran vocación agrícola como Grecia, donde se debe de hacer un uso racional y controlado para poder garantizar su utilización en el futuro.

En la actualidad el agua subterránea ha venido a sustituir en gran parte la utilización del agua superficial ya que ésta esta más propensa a la contaminación por químicos y otros productos o, ya ha sido contaminada desde hace mucho tiempo. Es por esto que la perforación de pozos para obtener el agua subterránea es muy frecuente como forma alternativa de obtención de agua para consumo humano, que por lo general presenta muy buena calidad. La principal limitación que se presenta es que la obtención de este recurso es por lo general más oneroso.

3.1.6.1.1 Características hidráulicas de los tipos rocosos

El principal parámetro a tomar en cuenta es la permeabilidad o habilidad de un material para dejar pasar agua a través suyo. En lo que se refiere a la parte del cantón que drena hacia el Pacífico los tipos rocosos se han agrupado en tres categorías con base en el rendimiento que han mostrado los pozos que cuentan con información:

Materiales de baja permeabilidad: son rocas generalmente meteorizadas, con cierto contenido limoso o arcilloso, o materiales sanos pero con una ausencia de fracturación. Entre los primeros se tienen las tobas basales y las tobas y lahares superiores. Entre los segundos están las tobas sanas de la formación Avalancha Ardiente. Los pozos que sólo captan estas rocas tienen una baja producción, generalmente menor a 5 l/s (litros por segundo).

Materiales de permeabilidad media: son rocas sanas con cierto grado de fracturación. Entre ellas se ubican ignimbritas de la formación Avalancha Ardiente y algunas lavas. Los pozos que las captan pueden rendir caudales del orden de los 5 l/s.

Materiales de permeabilidad alta: rocas sanas con un alto grado de fracturación. Entre ellas están las lavas e ignimbritas muy fracturadas y las brechas lávicas de la formación Lavas de Intracañón. Los pozos que las captan reportan caudales del orden de los 20 l/s ó más, al igual que es alto el caudal de los manantiales, como es el caso de Los Chorros.

En el distrito Río Cuarto no se cuenta con una cantidad de información de pozos como en la vertiente pacífica por las razones de que el crecimiento general no ha avanzado tanto y porque se encuentra en una zona mucho más lluviosa, lo que hace que la necesidad de explotar los recursos hídricos subterráneos sea bastante menor.

No se cuenta con ningún dato o ninguna referencia de pozos construidos en la parte de Edificios Volcánicos Recientes, pero por su misma constitución es de esperarse que los horizontes de las lavas fracturadas y brechosas sean capaces de tener una permeabilidad alta.

Los lahares, por su parte, pueden tener una permeabilidad más baja sobre todo si se encuentran con proporciones importantes de material arcilloso entre los bloques rocosos. Lo mismo sucede con las tobas que se encuentran ahí, si su matriz es arcillosa meteorizada, su permeabilidad será limitada.

3.1.6.1.2 Acuíferos y niveles de agua subterránea

En primera instancia se hará una descripción de los acuíferos en el sector suroeste del cantón y posteriormente se tomarán las condiciones del distrito Río Cuarto.

Según la referencia brindada por los pozos con información, hay acuíferos en las tres categorías de materiales rocosos comentados en los párrafos anteriores, sin embargo, la producción de los pozos en cada uno de ellos dependerá de la permeabilidad de los materiales captados. Así, es lógico pensar que los acuíferos formados en brechas lávicas

presentarán pozos mucho más productivos que los formados en las tobas superiores o en las partes tobáceas sanas de la formación Avalancha Ardiente.

Puede decirse que prácticamente en la totalidad del subsuelo del cantón Grecia se encuentran acuíferos, pero la productividad dependerá de las características hidráulicas de los materiales que los conformen.

Es posible diferenciar tres acuíferos en el área. El más superficial está formado en las lavas superiores que se encuentran hacia las partes altas, en los flancos del volcán Poás. Ese sistema acuífero ha sido llamado por Pérez (2001) como Acuífero Poás, y por su mismo origen, no se encuentra presente en términos generales a elevaciones más bajas que la ciudad de Grecia.

Un segundo acuífero está formado en materiales meteorizados, principalmente en las tobas superiores, en las partes más permeables de las tobas sanas y probablemente en algunas capas más arenosas de las tobas superiores o los lahares, de donde se pueden extraer caudales bajos por pozo, y que tiene un nivel de agua (nivel estático) de poca profundidad, entre 1 y 25 m aproximadamente.

Finalmente existe un tercer acuífero formado en las secciones sanas y fracturadas de las ignimbritas de la formación Avalancha Ardiente y en los horizontes fracturados y de brecha lávica de las lavas de la formación Lavas de Intracañón. En este último acuífero el nivel estático se encuentra a profundidades mayores, del orden de los 35 m ó más en la parte sur del cantón. En algunos pozos se ha registrado este nivel de agua a la profundidad de 65 m. Esto indica que hay una cierta independencia hidráulica con los acuíferos superiores.

El nivel estático del acuífero intermedio o en materiales meteorizados al igual que toda la caracterización anterior se muestra a lo largo del perfil hidrogeológico de la Figura 3.1, y ahí también se presenta el del acuífero inferior, en el extremo izquierdo de esa figura es donde se cuenta con pozos que claramente evidencian estar captándolo.

Las producciones por pozo en el acuífero intermedio, formado en materiales meteorizados (tobas superiores) son del orden de los 3 a 5 l/s, las producciones de los pozos que captan el acuífero inferior (brechas lávicas, lavas fracturadas) pueden tener producciones de hasta 25 l/s.

Hay un parámetro hidráulico llamado transmisividad, que es un indicador de la cantidad de agua que un acuífero puede dejar pasar a través suyo. Con base en un análisis de las pruebas de bombeo con que se cuenta se concluye que la transmisividad del acuífero intermedio es baja, menor a $15 \text{ m}^3/\text{d}$, mientras que pozos que captan el acuífero inferior indican valores de entre 50 y $500 \text{ m}^3/\text{d}$, lo cual es un valor muy alto e indicativo de acuíferos productivos por pozo.

La dirección del flujo subterráneo en estos acuíferos es de noreste a suroeste, siguiendo de manera semejante a la pendiente del terreno. Eso puede verse en el corte transversal y en los datos de los pozos, además fue mencionado por Pérez (2001). Es muy posible que el flujo subterráneo presente ciertas distorsiones en las cercanías de los ríos y manantiales que son líneas o puntos de descarga de aguas subterráneas. La ausencia de pozos colocados en una posición adecuada impiden cuantificar este efecto.

En relación con las áreas de recarga acuífera, y de acuerdo con la referencia recién mencionada, la recarga a los acuíferos se produce en los terrenos que se encuentran a elevaciones mayores a la ciudad de Grecia, ya que es ahí donde los materiales superficiales presentan mejores condiciones. Hacia el suroeste, en donde el terreno es más bajo, la recarga sucede en una proporción menor. Una cuantificación de la recarga y del volumen disponible anualmente de agua subterránea escapa a los objetivos y alcances del presente estudio.

En lo que se refiere al distrito Río Cuarto, la ausencia de pozos que se mencionó impide hacer una caracterización hidrogeológica. Puede decirse que en los lahares se ha detectado un nivel de agua subterránea a una profundidad de 16 m en la planicie entre Río Cuarto y el río Toro, pero es muy posible que la profundidad del agua subterránea sea bastante menor en aquellos sitios de menor elevación y más planos como Pinar, Santa Marta, San Fernando y San Rafael.

3.1.6.1.3 Uso del agua subterránea

Pozos

En el cantón Grecia se tiene registrado un total de 126 pozos (archivos SENARA, 2003). Los pozos existentes en la parte que drena hacia el Pacífico se presentan en el **Mapa de Pozos y Manantiales 3.13 y 3.14**. Algunos de esos pozos presentan suficiente información, pero una cantidad considerable no tiene ninguna referencia acerca de sus características constructivas ni de uso. Sin embargo, se tiene anotado en esos archivos el uso que se le da al agua. Esta información ha sido clasificada en cuatro categorías de uso, para hacer cálculos acerca del uso del agua subterránea. La legislación vigente establece que los pozos se deben proteger en un radio de 30 metros a su alrededor para evitar la contaminación

Para algunas de esas categorías se requirió el caudal de extracción. Cuando ese caudal se encontraba entre los datos del pozo se utilizó esa cifra, pero cuando estaba ausente, entonces se realizó un estimado considerando la profundidad del pozo, su ubicación y el probable acuífero que estaba captando.

Los aspectos utilizados para estimar la extracción anual de agua subterránea en cada categoría de uso fueron los siguientes.

Abastecimiento público: aquí se incluyen los pozos administrados por instituciones públicas como por asociaciones de acueductos y los que se construyeron con fines urbanísticos que llegarían a ser operados por un ente público. Se supuso un bombeo de 18 horas diarias al caudal reportado durante 365 días al año.

Uso doméstico: se considera que abastecen a una o dos viviendas unifamiliares. En general se calcula que una familia de 5 personas consume un promedio de 1.5 m³/día. En este estudio se asumió que estas familias con pozo consumen un poco más, equivalente a 3 m³/d durante los 365 días del año. Esto representa una cifra constante de 1095 m³/año/pozo.

Agroindustrial e industrial: en este caso se supone que los pozos son bombeados 12 horas al día como promedio al caudal reportado por 286 días al año.

Riego: bombean 6 horas diarias al caudal reportado durante 5 meses, ó 300 días al año.

Los cálculos se hicieron en el formulario que se presenta en la Tabla 3.5, el total resultante de extracción de agua subterránea por medio de pozos es de 3626992 m³/año.

En el distrito Río Cuarto sólo se cuenta con dos pozos registrados, y de ellos, ninguno tiene datos del caudal. Uno se reporta como de uso para abrevadero y el otro para uso industrial. Como se mencionó, la cantidad tan limitada de pozos obedece a la poca necesidad que se tiene en esta parte del cantón, por la presencia de importantes ríos y por lo lluvioso de la zona.

Manantiales

Para tener una idea de la cantidad de manantiales o nacientes en la parte del cantón que drena hacia el océano Pacífico se obtuvo el listado de pozos que se adjunta en el Anexo 1. Este listado fue conseguido en los archivos del Departamento de Aguas del Ministerio del Ambiente y Energía, y abarca no sólo el cantón de estudio sino las áreas vecinas, mostrando un total de 169 manantiales. La cantidad de nacientes que están fuera del cantón Grecia es de 62, lo que indica que en las tierras del cantón Grecia que drenan hacia el Pacífico se tienen 107 manantiales o nacientes. Todos esos manantiales se presentan en el **mapa de Pozos y Manantiales** respectivo.

Por último, hay que resaltar la importancia que reviste el determinar la presencia de acuíferos y las características de las capas que los cubren en el proceso de planificación, ya que este conocimiento contribuye a limitar el desarrollo de ciertas actividades que podrían afectar negativamente el agua subterránea. Como ya se dijo, su protección es de vital importancia para su permanencia en el tiempo.

3.1.7. AMENAZAS NATURALES

Una amenaza es la posibilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino, de origen humano o natural. Para el caso que nos atañe es realmente poca la potencialidad existente en cuanto a amenazas antrópicas, ya que es evidente en el terreno, a excepción de algunos pequeños deslizamientos por uso inadecuado de la tierra conjuntados con la acción gravitacional, la no presencia de amenazas de este tipo.

Pero sí se presentan amenazas naturales principalmente de tipo geológico en el Sector Occidental. En el Sector Distrito Río Cuarto, además de amenazas de tipo geológico, se suman las amenazas de tipo hidrometeorológico, ya que existe una mayor probabilidad de ocurrencia de inundaciones debido al efecto conjugado de tres factores principales: se presentan más precipitaciones que en el Sector Occidental, el área es relativamente mucho más plana y los tipos de suelos poseen un contenido más alto de arcillas lo que los hace menos permeables.

Estas amenazas deben ser tomadas en cuenta en un proceso de planificación integral que incorpore consideraciones acerca del peligro que éstas representan, así como estrategias destinadas a la protección del medio ambiente, el crecimiento económico y al mejoramiento de los niveles de educación y de las condiciones de vida. En este sentido se incrementan las capacidades, y mediante el desarrollo se logra reducir la vulnerabilidad, de modo que se utiliza la planificación para trazar planes que orienten no sólo el desarrollo económico sino social. **Ver mapas 3.15 y 3.16**

3.1.7.1 Amenazas Geológicas

Se consideran tres tipos de amenazas geológicas: sísmica, volcánica y por deslizamientos. Los siguientes comentarios a cada uno de esos tipos se basan en la información brindada por la Comisión Nacional de Emergencias (CNE).

3.1.7.1.1 Amenaza sísmica

En varias ocasiones se ha presentado cierta actividad sísmica en el cantón, la causa ha sido una serie de fuentes sísmicas que están tanto en los alrededores como dentro del cantón.

La falla o escarpe de Alajuela, señalado en el mapa geológico, entró en un período de reactivación en los años 1851 y 1888 y causó daños considerables a los poblados del cantón. En la región de Bajos del Toro, a unos 17 km al norte de la ciudad de Grecia existe una fuente sísmica que en varias ocasiones ha generado ciertos daños en el pasado, específicamente el 28 de agosto de 1911, el 6 de junio de 1912, y más recientemente el 1 de setiembre de 1955. Además, a unos 35 km al suroeste, se presentó un evento sísmico de magnitud considerable que causó daños en el año 1924.

Un evento sísmico puede tener varios efectos y entre los más notorios se tiene:

- Amplificaciones de la intensidad sísmica en sitios en los que hay rellenos poco compactos o suelos con características similares. Los lugares más vulnerables son Grecia y alrededores, los pueblos al norte del cantón como Colonia del Toro, Crucero, Río Cuarto, Carrizal, Santa Rita La Tabla, San Gerardo y Los Ángeles Norte.
- Deslizamientos, sobre todo al sur del cantón, hacia los márgenes de los ríos Prendas, Tacaes Rosales y Sarchí.
- Fracturas en el terreno que podrían dañar viviendas y carreteras.
- Causar serios daños a asentamientos ubicados en áreas de relleno.

3.1.7.1.2 Amenaza volcánica

La amenaza volcánica depende exclusivamente de los volcanes Barva y Poás, sin embargo, por la cercanía con el territorio griego, es este último el que más mayor amenaza representa. Este volcán, ubicado a 25 km al noreste de la ciudad de Grecia, en las ocasiones que ha presentado una actividad importante, ha afectado al cantón, sobre todo en la parte norte del Sector Occidental. En los últimos años se ha generado lluvia

ácida debido a las constantes emisiones de gases. Ese fenómeno se ha traducido algunas veces en pérdidas para la agricultura de la región.

En caso de una erupción volcánica importante, los efectos principales serían:

- Caída de cenizas con la consecuente contaminación de los ríos Achioté, Rosales, San Juan, Sarchí, Prendas, Toro y Cuarto. La acumulación de cenizas en los cauces podría provocar un represamiento y posteriores avalanchas en los ríos.
- Emanación de gases, afectando los poblados al norte de la ciudad de Grecia, con efectos sobre la respiración, causando daños a los cultivos y a la actividad ganadera.

De acuerdo con los mapas de amenazas se tiene que hay un área que está afectada por caída de piroclastos de más de 30 cm de diámetro. Esta área corresponde a las cercanías del volcán en la reserva forestal Grecia. Otro sector que se vería afectado por la caída de piroclastos de menor tamaño (6,4 a 30 cm de diámetro), abarca un área más extensa que la de los detritos anteriores debido precisamente a su tamaño más reducido, pero siempre dentro del área de la zona alta del cantón en la reserva mencionada.

Además, hay otra área más extensa que potencialmente puede verse afectada por la caída de cenizas volcánicas, ya que estas partículas, al ser más pequeñas que las dos anteriores, son trasladadas por la fuerza eólica, es decir por el viento (en período seco), hacia lugares más alejados. En condiciones de lluvia esas cenizas pueden caer más cerca y producir taponamientos en ríos y quebradas con potenciales avenidas posteriores. También debe recordarse los problemas que causaría en sembradíos, animales, casas y edificios, estos últimos por efecto de las conocidas deposiciones que pueden provocar la caída de techos por sobrepeso, etc.

Sumado a ello se presentan amenazas en cuanto a la potencialidad de flujos de barro con torrentes e inundaciones. Esto ocurre porque generalmente, en condiciones de actividad volcánica, en las cimas de la actividad se generan cambios microclimáticos que producen lluvias torrenciales. Estos torrentes fluyen a través de los cauces y originan inundaciones en los alrededores.

3.1.7.1.3 Amenaza por Deslizamientos

Dentro de las amenazas también están los deslizamientos que tienden a dispararse por actividad sísmica volcánica, o bien, relacionada directamente con fallas locales o por liberación de energía producto del roce de las placas tectónicas. Recuérdese que el centro del cantón es atravesado por la falla de Alajuela que ha presentado Isosistas de intensidad VIII en la escala de Mercalli, con aceleraciones horizontales máximas registradas de 45%.

Hacia el sector distrito Río Cuarto existen fuertes pendientes en terrenos compuestos por rocas volcánicas muy fracturadas en donde se han presentado deslizamientos, sobre todo hacia la margen del río Toro. Estos deslizamientos han sido accionados por la actividad sísmica o por las fuertes lluvias. Hacia el Sector Occidental hay algunos lugares vulnerables a este proceso, sobre todo en cortes de carreteras o las márgenes de los ríos Tacares y Prendas.

Existen otras áreas que presentan algún grado de riesgo por deslizamientos, mismo que se ha originado por la ocupación humana en áreas no aptas para un uso residencial. Es el caso de San Vicente, Bajo Las Pilas, Guayabal, Arena, Bajo Rosales, Río Sarchí (cerca de la carretera que comunica a Grecia con Sarchí), en las cuales se ha permitido el levantamiento de casas de habitación cercanas a taludes de fuerte pendiente tanto en la parte inferior como en la parte superior de dichos taludes. Ciertamente no es que esas áreas intrínsecamente constituyan un factor de amenaza natural como sí lo es, por ejemplo, la falla de Alajuela o el volcán Poás cuyos efectos pueden alcanzar sitios alejados.

Por el contrario, la amenaza se presenta por la ocupación indebida que una población vulnerable ha hecho de ellas, en la mayoría de los casos con el aval de las instituciones encargadas precisamente de evitar esas situaciones. En ese sentido se podría estar hablando no de una amenaza natural ni de una amenaza antrópica estrictamente, sino más bien una combinación de ambas debido a las razones expuestas anteriormente.



Imagen 3.16 Casas construidas al pie de un talud con posibilidades de deslizamiento en San Vicente, distrito de Grecia. En la parte superior del talud también existen casas.

La identificación de esos sitios en el mapa de amenazas se ha hecho por medio de un círculo que señala las áreas que poseen esta problemática y se han denominado como sitios en riesgo por deslizamientos.

Es vital que en las áreas propensas a sufrir este tipo de proceso se evite la construcción de infraestructura como viviendas o edificaciones de otros tipos, aunque pueden permitirse los corrales y similares, que no impliquen gran tamaño y que no sean de uso habitacional. El terreno en estas áreas puede usarse para agricultura y ganadería pero no para actividades que impliquen inversiones permanentes.

Todas esas amenazas pueden verse en forma regional en la figura 3.21. Debe recordarse que la identificación de amenazas naturales en general es fundamental para la delimitación de áreas propensas a sufrir los efectos de procesos geológicos que puedan causar daño a las actividades humanas y con ello incorporar dichas áreas a la zonificación propuesta dentro del plan regulador en cuestión.

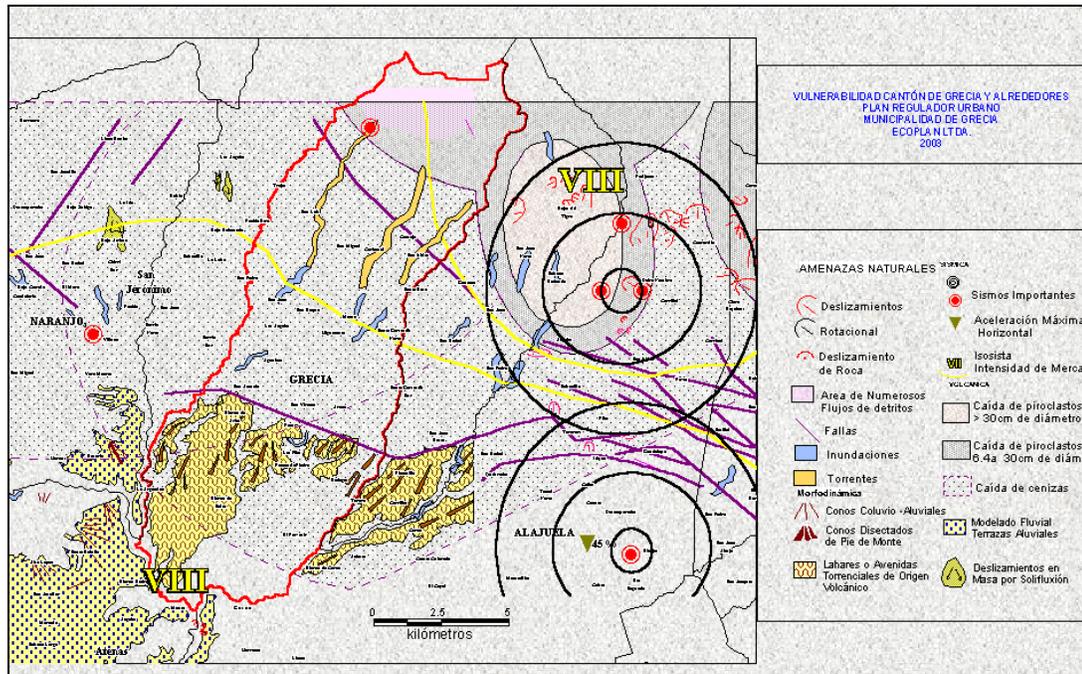


Figura 3.21 Amenazas naturales a nivel regional pero que efectivamente tienen la posibilidad de afectar directamente el cantón Grecia.

3.1.8 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”¹⁶.

De manera más simple, es un concepto que define el mayor uso (intensidad) que puede dársele a una unidad de terreno sin deteriorar el recurso. 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.

¹⁶ Cubero, Diógenes. 1994. Manual de manejo y conservación de suelos y aguas. Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Para establecer la capacidad de uso se deben tomar en cuenta varios elementos como suelos, pendientes, erosión sufrida, clima, drenaje, que entre mayor limitación presente cada elemento, mayores restricciones para su uso y por lo tanto se deben realizar más prácticas de conservación.

Esta clasificación está establecida por Clases de I a VIII, siendo las clases de orden menor las que soportan mayor intensidad de uso; las clases de mayor orden son las zonas de protección. Las Clases de I a IV corresponden a las tierras agrícolas, la Clase V es de vocación pecuaria y las Clases VI y VII de reforestación y manejo de bosques, por último, la Clase VIII es estrictamente de Protección.

Dicha clasificación es un instrumento muy valioso para la planificación y ordenamiento territorial, sin embargo, no debe olvidarse que existen leyes específicas las cuales establecen otros tipos de restricciones a la propiedad cuyo cumplimiento obligatorio es responsabilidad de técnicos y encargados de la fiscalización y aplicación de dichas restricciones. En ese sentido, por ejemplo, la Ley del Ambiente, la Ley de Aguas, la Ley de Áreas Silvestres y otras, establecen zonas específicas de protección sin tomar en cuenta la vocación de esas tierras. Por esa razón el dominio de estas leyes que ponen limitaciones y restricciones a la propiedad es requisito fundamental durante la elaboración de un Plan regulador.

3.1.8.1 Caracterización Área de Influencia

De acuerdo con la clasificación propuesta para la capacidad de uso, en la zona de influencia del cantón Grecia se presentan varias clases de capacidad de uso de la tierra.

La clase de menor orden que se encuentra es la clase II, la misma es apta para cultivos anuales. Sustenta leves limitaciones que restringen ligeramente la elección de cultivos, además, demanda prácticas de manejo y conservación de suelos ya que presenta relieve ligeramente ondulado y leve erosión. Los suelos son profundos, de textura fina a moderadamente gruesa, con fertilidad media a alta, drenaje moderado, con zonas de vida secas. Espacialmente ocupa tres pequeñas partes en el sector Distrito Río Cuarto hacia el centro y flancos de éste.

Aparecen luego áreas de clase III, aptas para cultivos anuales con algunas prácticas de manejo de suelos y aguas y para cultivos permanentes. Estos últimos requieren menos prácticas de manejo. Ocupa áreas del Sector Occidental en una forma triangular y en el sector Distrito Río Cuarto ocupa una gran área plano-ondulada desde la llanura hacia las partes de mayor pendiente. Las limitaciones moderadas restringen la elección de los cultivos o incrementan los costos de producción. Estas limitaciones son relieve moderadamente ondulado, erosión, drenaje moderadamente excesivo y condiciones de neblina y viento muy moderados.

También se encuentran sitios de clase IV cuya aptitud son los cultivos anuales. Se ubican en los costados este y oeste del sector sur del área influencia, en el pie de monte de ambos sectores de la cordillera y poco más al noreste del área. Poseen fuertes limitaciones por lo que su uso se restringe a actividades con cobertura de vegetación semipermanente a permanente. Los cultivos anuales se pueden desarrollar sólo ocasionalmente con intensivas prácticas de manejo y conservación de suelos y agua. Las limitaciones de esta clase vienen dadas por el relieve ondulado, erosión moderada, suelos poco profundos, texturas muy finas, alguna pedregosidad, fertilidad media, drenaje excesivo y condiciones de neblina y viento moderadas.

La clase VI corresponde a tierras aptas para el manejo forestal y el uso de cultivos permanentes como frutales y café pero con intensivas prácticas de manejo, esto debido a sus severas limitaciones en cuanto a suelos, topografía, fertilidad, etc., que prácticamente confinan su uso al manejo de sistemas forestales y recuperación de suelos. Se localiza en áreas planas del sector norte con erosión sufrida fuerte y en algunas partes del pie de monte del sector sur.

En el sector norte y oeste del macizo del Volcán Poás aparece una pequeña área de clase VII. Ésta es exclusiva para el manejo forestal en caso de existir cobertura boscosa, o bien, para la regeneración natural o inducida donde la misma esté ausente.

Finalmente, las zonas que ocupan cañones de ríos y las partes más altas de la zona de influencia deben dedicarse exclusivamente a la protección de los recursos que contienen y a la recuperación de sus suelos.

3.1.8.2 Capacidad de Uso de la Tierra Sector Occidental

En relación con la capacidad de uso de la tierra del Sector Occidental, sobresale la gran extensión de tierras que éste posee en condiciones inmejorables cuya vocación es agrícola. Pero además, coexisten otras áreas cuya vocación difiere de la primera, siendo posible encontrar también áreas para reforestación o cultivos permanentes, manejo de bosque natural o regeneración natural y para la protección. **Ver mapa 3.17**

Estas áreas se caracterizan a continuación a partir de las categorías de capacidad de uso de la tierra presentes en el área:

Clase II: estas tierras presentan leves limitaciones, solas o combinadas, que reducen la elección de cultivos o incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo y conservación de suelos.

Esta clase se caracteriza por su relieve ligeramente ondulado, erosión leve, suelos profundos y de textura moderadamente fina a moderadamente gruesa en superficie y fina a moderadamente gruesa en el subsuelo, no presenta pedregosidad y tiene una buena fertilidad. Su drenaje es moderado con un período seco, el viento es moderado.

Clase III: esta categoría presenta limitaciones moderadas que restringen la elección de los cultivos o incrementan los costos de producción. Para producir cultivos anuales se requiere la utilización de prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y agua, ya que el relieve es moderadamente ondulado, hay mayor erosión, el drenaje es de moderado a excesivo, con un período seco y condición de viento moderado.

Estas dos clases se han agrupado en una sólo categoría denomina “clase A”. La misma se distribuye a lo largo de toda la parte baja y media de este sector del cantón y coincide con el desarrollo de la actividad cañera y cafetalera.

Clase VI: las tierras que están dentro de esta categoría son aptas para la producción forestal, pero también soporta cultivos permanentes como frutales y café. Estos últimos

requieren intensivas prácticas de manejo y conservación de suelos y aguas. Las limitaciones de esta clase radican en su relieve ya que es fuertemente ondulado, con erosión severa, suelos moderadamente profundos de texturas muy finas a gruesas y de muy finas a moderadamente gruesas en el subsuelo, con pedregosidad. La fertilidad es baja y el drenaje moderadamente excesivo, la zona de vida es de mayor precipitación, con condiciones de neblina y viento moderadas.

Clase VII: estas tierras tienen severas limitaciones que permiten sólo el manejo forestal y reforestación. Sus limitaciones consisten en relieve escarpado, severa erosión, los suelos son superficiales, de texturas muy finas a gruesas y con pedregosidad. La fertilidad es baja, con drenaje excesivo y condición de neblina y viento fuerte.

Clase VIII: se presenta en los cañones de los ríos y en las zonas más altas dentro de la reserva forestal Grecia. No reúnen condiciones para ninguna actividad sino que su vocación es exclusiva para la protección de la flora y fauna, recarga de acuíferos y belleza escénica.

3.1.8.3 Uso Actual de la Tierra Sector Occidental

Para efectos de este plan regulador en el Sector Occidental de Grecia, se han definido varios usos de la tierra, entre los que se encuentran el café con 64.7 Km², la caña con 30.5 Km², el bosque con 23.0 Km², el uso urbano con 13.1 Km², el pasto con 10.1 Km², las hortalizas y granos con 1.1 Km² y, por último los tajos con 0.2 Km², tal como se muestra en la tabla 3.6. **Ver mapa 3.19.**

Tabla 3.5
Usos de la tierra

USO	AREA Km ²
Tajo	0,2
Café	64,7
Caña	30,5
Bosque	23,0
Pasto	10,1
Urbano	13,1
Hortalizas y Granos	1,1

Fuente: Fotografías aéreas escala 1:60.000, 1992

Como se ha presentado en la tabla anterior, el uso de la tierra que ocupa mayor cantidad de territorio en el sector occidental del cantón de Grecia es el café, el cual se localiza más concentrado y en grandes extensiones principalmente hacia el oeste y norte de la ciudad de Grecia, así como en las partes altas, localizadas en los distritos de Bolívar, San Roque, San Isidro y San José. También se presenta de forma más dispersa, entremezclado con otros cultivos hacia el sur y al este.



Imagen 3.17 Plantación de café cercana al poblado de San Luis.

El segundo lugar en extensión lo presenta los cultivos de caña los cuales se presentan más concentrados, con grandes extensiones localizadas hacia el sur de la ciudad de Grecia y de forma más dispersa hacia el este y noreste de la ciudad, entremezclado con los cultivos de café y otros usos como la caña y el uso de carácter urbano.



Imagen 3.18 Cultivo de caña de azúcar en la parte baja del cantón.

Cabe mencionar que en los dos usos del suelo anteriores, corresponden con áreas donde los suelos por lo general son de origen volcánico con una alta fertilidad, la cual se hace evidente con la presencia de esos cultivos.

Otro uso del suelo que se muestra bastante importante por su extensión es el bosque, el cual se localiza principalmente hacia el norte del sector occidental del cantón, en las partes más altas de los distritos de Bolívar, San Roque, San Isidro y San José, correspondiente con el área de la Reserva Forestal de Grecia, que es colindante con el volcán Poás. También se encuentran importantes áreas de bosque a lo largo del Río Grande hacia el sector sur, así como en las riveras de los ríos Colorado y Sarchí hacia el oeste en los límites del cantón.



Imagen 3.19 Bosque secundario del Parque Recreativo Los Chorros en el distrito Tacares.

Muy relacionado con el uso de bosque, se localiza las áreas dedicadas a los pastos, que también están localizados en las partes más altas del sector occidental de Grecia, aunque por otro lado se presentan terrenos de manera muy dispersos, como pequeñas manchas localizadas a lo largo del territorio de este sector, mezclado con las zonas de café y caña.



Imagen 3.20 Área dedicada a pastos cerca de San Luis en el Sector Occidental. La loma que se observa en esta imagen corresponde a una colada de lava.

El uso de carácter urbano es el que se presenta el sexto lugar en intensidad de uso. Se caracteriza porque corresponde a la ciudad de Grecia y a los demás centros poblados. Se presentan de forma ramificada debido a que las áreas residenciales y centros poblados por lo general se localizan de manera lineal con respecto a las vías. El uso urbano tiende a consolidarse más en la vía de acceso a la ciudad de Grecia y hacia el noreste y norte, en las partes altas del sector occidental extendiéndose hasta la cercanía con la reserva forestal de Grecia.



Imagen 3.21 Ciudad de Grecia desde una perspectiva aérea. La expansión urbana compete con las actividades de uso agrícola.

También se encuentra el uso de hortalizas y granos, con una muy pequeña porción de este territorio. Estos se localizan principalmente hacia el sur de la ciudad de Grecia y se muestran como pequeñas áreas dispersas entremezclado con cultivos de café, caña y pastos.

Por último se encuentran los tajos con una cantidad de terreno muy reducida localizados de forma puntual hacia el sur de la ciudad de Grecia. Un ejemplo de ellos se muestra en la imagen 3.3

3.1.8.4 Condición de Uso de la Tierra Sector Occidental

Con la información sobre capacidad de uso y uso actual de la tierra es posible determinar la Condición de Uso de la tierra para un área específica. Esta condición de uso se define en tres categorías: uso correcto, sobreuso y subuso. La identificación de estas categorías en el territorio permite ordenar el desarrollo de las diferentes actividades de uso de la tierra, lo anterior con el propósito de realizar un mejor aprovechamiento de este recurso a partir de su vocación. La distribución espacial de estas áreas en el territorio puede apreciarse en el **mapa de condición de uso de la tierra 3.21** de este sector.

Las áreas en "*uso correcto*" son aquellas donde el uso actual de la tierra concuerda con la Capacidad de Uso de las unidades. Específicamente son aquéllas donde converge el uso agrícola de cultivos anuales o estacionales con las clases II o III de capacidad de uso, los cultivos permanentes con las clases IV o V, o bien, las clases VII y VIII con áreas de bosque.

Las áreas en "*sobreuso*" son aquéllas en las cuales el uso actual de la tierra sobrepasa la capacidad de uso de las mismas. Sucede cuando, por ejemplo, se tienen pastos en clases VII u VIII de capacidad de uso. Se debe recordar que las tierras dentro de estas clases son aptas sólo para la protección. Otros usos diferentes a éste provoca la degradación del recurso.

Las áreas en "*subuso*" son aquéllas en las que el uso actual de la tierra esta por debajo de su capacidad de uso. Lo anterior significa que tales actividades podrían ser intensificadas (sin sobrepasar su capacidad) y no causar daño al recurso suelo, o bien, cambiar el uso actual por una actividad que sea más productiva. Esta categoría, en el caso de Grecia específicamente en el Sector Occidental, está asociada a aquellas tierras con capacidad de uso de clase III pero que actualmente son aprovechadas en la actividad cafetalera.

De acuerdo con las condiciones anteriores es necesario desarrollar e implementar políticas a través de programas de desarrollo social que tiendan a buscar el equilibrio, o al menos minimizar los efectos negativos al medio, en las áreas sobreutilizadas. Éstas, en realidad, corresponden a un área muy pequeña, pero desde ahora debe buscarse la forma de evitar que dicha área aumente su extensión, pues precisamente se trata de una porción del territorio donde las pendientes son fuertes y por tanto se requiere el empleo de prácticas efectivas de manejo y conservación de suelos.

En ese sentido, dado que son tierras de clase VII y VIII, se deberán implementar programas de reforestación, regeneración natural y protección del bosque aprovechando los incentivos que ofrece el Estado por medio del MINAE, programas silvopastoriles tendientes a la arborización de potreros e inducir las cercas vivas con especies forrajeras para mejorar el suplemento alimenticio del hato ganadero.

En cuanto a las tierras que están siendo subutilizadas es preferible, dadas las condiciones de gran estabilidad entre el uso y la vocación de las tierras, que permanezcan así ya que no están afectando de ninguna manera a los recursos.

Por su parte las tierras en buen uso son las que en este momento estarían siendo evaluadas respecto a costos de oportunidad en relación con la concentración y expansión del casco urbano de la ciudad de Grecia ya que al estar casi colapsado el centro poblacional debido a la densidad de ocupación y de funcionamiento como nodo principal del cantón y alrededores, se deben considerar condiciones como tenencia de la tierra, tendencias o proyecciones de los pobladores, costos beneficios, bienes y servicios insuficientes, etc., que puedan dar orientación de cómo o hacia dónde y a quienes se afectaría, el tomar decisiones de expansión del centro urbano de Grecia.

3.1.8.5 Capacidad de Uso de la Tierra Sector Distrito Río Cuarto

Para este otro sector se encuentran las mismas clases que en el Sector Occidental sumándose también la Clase V. Su distribución espacial se presenta en el **mapa de capacidad de uso de la tierra 3.18** de este sector. De esta manera encontramos:

Clase VIII: corresponde a la zona del Volcán Congo. Esta área se incluye dentro de esta categoría porque posee pendientes que sólo permiten la protección y conservación de los recursos que en ella se encuentran. Esta clase también está presente en el área del cráter de la Laguna Hule incluyendo la Laguna Congo y Bosque Alegre, además, se toma como factor limitante también la nubosidad de la zona. Un pequeño sector sobre el cañón del Río Toro, desde Pueblo Nuevo hasta la altura de Crucero, pertenece a esta misma clase.

Clase VII: esta clase se localiza en los alrededores de la clase anterior. Posee fuertes pendientes, neblina y vientos. También se extiende un poco desde el Volcán Congo hacia el oeste hasta el lugar conocido como Pueblo Nuevo. En este caso es afectada no sólo por las pendientes sino por la zona de vida que allí se encuentra.

Clase VI: ocupa una sección amplia distribuida por el centro del Distrito Río Cuarto, ocupando las zonas de pendientes entre los 15 y 30% de inclinación y que corresponden a suelos cuya limitante es la zona de vida en que se encuentran, sumado esto, en algunos casos, a textura arcillosa o fertilidad baja, lo que convierte a estas tierras en zonas aptas para la producción forestal, café y frutales. La agricultura de cultivos anuales se puede practicar con altos costos de producción o bien con bajos rendimientos.

La Clase V: se localiza hacia el norte del distrito bordeando la clase anterior. Estas tierras están limitadas por la baja fertilidad, texturas arcillosas y pendientes que van de 8 a 15%, su relieve es ondulado y requieren medidas de conservación de suelos por ello la selección de los cultivos debe ser muy cuidadosa. Los suelos en esta clase son superficiales y contienen una pedregosidad moderada pero con drenaje moderado a lento. Preferiblemente se recomienda el uso de estas tierras en actividades de pastoreo o manejo forestal.

Por último se encuentran también las tierras agrícolas *Clase III*, en ellas se pueden desarrollar cultivos anuales seleccionados debido a los altos costos de producción. Además, se requieren prácticas de manejo de suelos ya que el terreno es moderadamente ondulado, sufre una leve erosión, el drenaje es moderado con riesgo de inundación. Puede presentar alguna pedregosidad lo que restringe o limita igualmente las actividades agrícolas.

3.1.8.6 Uso actual de la tierra Sector Distrito Río Cuarto

En relación con el uso de la tierra de este sector, se hizo una caracterización general a partir de las siguientes clases: bosque, cultivos, pastos y urbano. Dicha generalización obedece a la inexistencia de fotografías aéreas a mayor escala que permitieran una mejor fotointerpretación de los rasgos de la superficie terrestre.

En la Tabla 3.6 se muestra el porcentaje respecto al área total correspondiente a cada una de estas clases. Su distribución espacial se halla en el **mapa de uso actual 3.20** de este sector.

Tabla 3.6
Usos de la tierra

Categoría de Uso	Área km ²
Bosque	47,33
Cultivos	86,78
Pastos	120,76
Residencial	0,79

Fuente: Fotografías aéreas escala 1:60000, I.G.N 1992

Como se muestra en la Tabla 3.6 se puede observar que se han definido varios usos de la tierra como los pastos con un total de 120.76 Km², los cultivos con 86.78 Km², los bosques con 47.33 Km² y residencial con 0.79 Km².

En este distrito de Río Cuarto las condiciones de suelo son adecuadas para algunos cultivos que deben ser seleccionados según las características de los suelos. Se pueden encontrar una diversidad de cultivos aunque los más importantes son la yuca y la piña. La primera se produce para exportación y las áreas de cultivo son de menor extensión comparada con la segunda. La piña que también es producida para el consumo nacional y para exportación, presenta un uso mucho más intensivo, encontrándose en grandes extensiones de terreno localizadas principalmente hacia el norte del distrito y hacia el noroeste del poblado de Río Cuarto.



Imagen 3.22 Plantación de piña ubicada cerca de San Rafael de Río Cuarto. Las características topográficas de este sector satisfacen las exigencias de las prácticas culturales de este cultivo.

Se encuentran en la zona algunos otros cultivos sobre todo de subsistencia que consisten en plantaciones pequeñas principalmente de maíz, ñampí y otros.

Por otra parte, los pastos son el uso más extendido en la zona. Se presenta una gran cantidad de terrenos dedicados a los pastos para la ganadería, que por lo general se encuentran mezclados con reductos del bosque, con especies en regeneración características de esta zona. Esta situación es evidente en el sector hacia el norte del poblado de Río Cuarto, extendiéndose hasta el límite norte del distrito, de forma bastante prolongada.



Imagen 3.23 Vista aérea de una sección del abanico aluvial de Río Cuarto. Los pastos para la ganadería extensiva es la actividad de uso de la tierra predominante de esta zona.

El bosque es un uso bastante extendido en el distrito de Río Cuarto. Se localiza un importante sector cubierto de bosque donde se encuentra el Refugio Nacional de Vida Silvestre Bosque Alegre, donde se protege una importante muestra del bosque característico de este piso altitudinal. Por otra parte, se observan un conjunto de manchas o sectores de bosque, localizadas a lo largo de todo el distrito, de mucha

importancia debido a que se protegen especies de la zona, protegiendo también las especies de fauna relacionada.

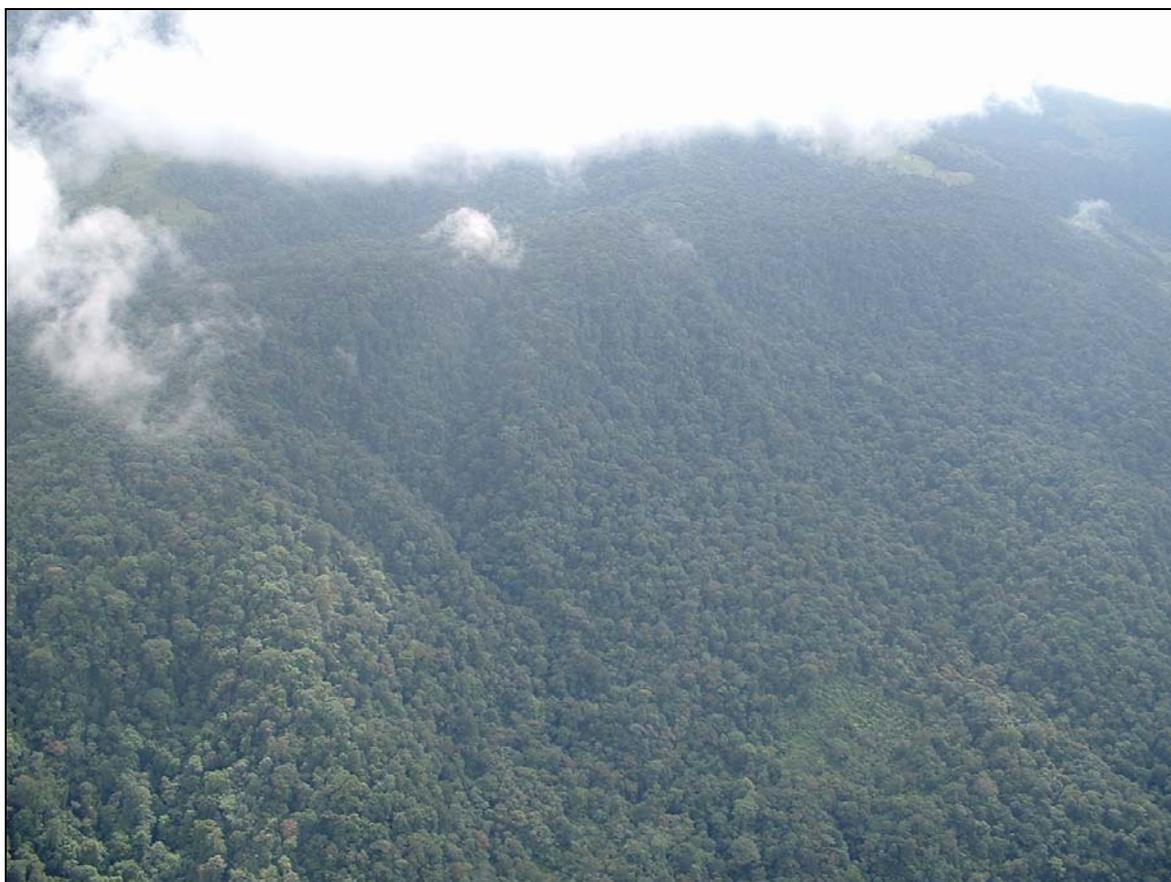


Imagen 3.24 Bosque en el área de edificios volcánicos del sector Río Cuarto. Las fuertes pendientes allí presentes hacen que se requiera de este uso para la protección del recurso suelo.

El uso residencial es el de menor extensión debido a que la población aquí es más reducida, con una tendencia a ubicarse de forma lineal a las principales vías del distrito. Los centros poblados más importantes lo constituyen Río Cuarto y Santa Rita como se evidencia en el mapa de uso de este sector.



Imagen 3.25 Poblado Río Cuarto. El crecimiento de estos pueblos se da en forma lineal a lo largo de sus principales vías.

En términos generales se puede decir que el uso de la tierra en el cantón se presenta de manera adecuada a las condiciones y vocación de las mismas. Es importante mencionar que se requiere brindar mayor asistencia técnica a los productores para que empleen prácticas adecuadas de manejo y conservación de los suelos. Se puede prevenir así el deterioro del recurso ya que se encuentran cultivos que hacen un uso intensivo del suelo. Además de la utilización de una importante cantidad de sustancias tóxicas lo cual es evidente en algunos rótulos localizados en las plantaciones. Esta situación, a mediano plazo podría estar causando problemas de salud y de contaminación de aguas de escorrentía y subterráneas.

3.1.8.7 Condición de Uso de la tierra Sector Distrito Río Cuarto

En relación con la condición de uso de la tierra en este sector, se puede decir que en términos generales no hay mayor afectación al recurso suelo dado que las actividades humanas desarrolladas concuerdan con la capacidad de uso indicada en un apartado anterior. La distribución espacial de estas categorías de condición de uso se muestra en el **mapa temático 3.22 respectivo**.

Tabla 3.8
Porcentaje respecto al área total
de la condición de uso de la tierra

Condición de Uso	Porcentaje (%)
Uso Correcto	49,95
Subuso	26,40
Sobreuso	23,35

Fuente: Mapa de uso actual de la tierra y Mapa de capacidad de uso

Sí es notable, según se muestra en la tabla 3.8, que hay un área relativamente importante cuya condición es más bien de subuso. Esto sucede por la presencia de áreas de pastoreo en sectores que podrían ser explotados con usos más intensivos. Ciertamente tal situación ya está sucediendo con la presencia de las plantaciones de piña que se pueden observar a lo largo de todo el distrito. Recuérdese que la fuente usada para determinar el uso actual de la tierra es del año 1992. Sin embargo, las áreas en subuso no deben ser motivo de preocupación, pero sí las áreas en sobreuso a las cuales en un proceso planificado debería buscárseles un cambio de uso con la pretensión de evitar el deterioro acelerado que se podría estar manifestando en el recurso suelo.

3.2 MEDIO BIOLÓGICO

El medio biológico esta referido principalmente a todos aquellos elementos de la flora y la fauna presentes en la zona de estudio. Es importante decir que el estudio del medio biológico brinda una perspectiva de la condición ambiental, es decir, la presencia de bosques por lo general definen una condición ambiental favorable par la población, debido

a que otorga una mejor calidad de ambiente. Por otro lado, se define la presencia de especies de fauna relacionadas con el bosque, las cuales deben ser protegidas en su totalidad. Las zonas de vida para el caso de Costa Rica se define a partir de un conjunto de variables que determinan el tipo y características de bosque, clasificandolas de acuerdo a criterios específicos dando como resultado los diferentes tipos de bosque.

3.2.1 ZONAS DE VIDA

Según el sistema de Clasificación de Zonas de Vida del Mundo de L. R. Holdridge, y el mapa ecológico de Costa Rica (Bolaños R. y V. Watson, 1993), en el cantón Grecia converge un grupo importante representativo de zonas de vida (Tabla 3.9). Partiendo desde las áreas de menor altitud del cantón hacia las partes más altas, se encuentran las siguientes zonas de vida: Bosque Húmedo Premontano (bh-P), Bosque Húmedo Premontano Basal Tropical (bh-p▼), Bosque Húmedo Tropical Transición a Premontano (bh-T▲), Bosque muy Húmedo Premontano (bmh-P), Bosque muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB), Bosque Pluvial Montano (bp-M) y Bosque Pluvial Montano Transición Montano Bajo (bp-M▼) (**Mapa de Zonas de Vida 3.23**).

En el caso del Distrito Río Cuarto, y siguiendo el mismo orden (Tabla 3.10), se presenta el Bosque Pluvial Montano Bajo (bp-MB), Bosque Pluvial Premontano (bp-P), Bosque muy Húmedo Tropical (bmh-T) y Bosque muy Húmedo Premontano Transición Basal Tropical (bmh-P▼) (**Mapa de Zonas de Vida 3.24**).

Tabla 3.9

Descripción de las Zonas de Vida Presentes en el Cantón Grecia, Sector Occidental

ZONAS DE VIDA PRESENTES	DESCRIPCIÓN
<p>BOSQUE HÚMEDO PREMONTANO (bh-p)</p>	<p>En la descripción de las zonas de vida se define el Bosque húmedo Premontano como un bioclima muy atractivo para el asentamiento humano y que probablemente es la zona de Vida más apreciada del país, debido a su clima. Es también un excelente bioclima para el desarrollo de actividades del uso agrícola.</p> <p>El rango de precipitación para esta zona de vida varía entre los 1200 y 2200 mm, como promedio anual y su biotemperatura media anual oscila entre los 17° y 24° C y presenta un período efectivamente seco de 3.5 a 5 meses.</p> <p>El Bosque húmedo Premontano es semidecídúo, con poca cantidad de epífitas, de dos estratos, árboles de fustes cortos y macizos, poco denso y con una altura aproximada de 25 metros. Estas características las presenta el bosque en condiciones inalteradas. Sin embargo, en las partes donde se presenta esta zona lo que existe son sólo algunos reductos o parches de bosque aislados.</p> <p>Esta zona de vida se manifiesta en este sector del cantón en una franja territorial que va desde el Parque Recreativo Los Chorros pasando por Tacaes y hasta la Hacienda Pinto en las cercanías de la carretera Bernardo Soto (figura 3.22)</p>
<p>BOSQUE HÚMEDO PREMONTANO BASAL TROPICAL (bh-p▼)</p>	<p>Para este caso, el rango de precipitación es de 1500 a 1950 mm, con una biotemperatura media que varía entre los 24° y 24.5 °C, mientras que la temperatura media es de 24 a 27.8 °C.</p> <p>Salvo lo indicado, toda la descripción del (bh-p) anterior se mantiene para éste. Comprende un área reducida en el extremo sur de este sector en Bajo Cedros y Planta cercano a los ríos Grande y Poás (figura 3.22)</p>

ZONAS DE VIDA PRESENTES	DESCRIPCIÓN
<p style="text-align: center;">BOSQUE HÚMEDO TROPICAL TRANSICIÓN A PREMONTANO (bh-T ▲)</p>	<p>El bh-T ▲, presenta temperaturas más frescas que el bosque húmedo tropical típico, oscilando entre los 21.5 y los 24 °C como promedio anual. El rango de biotemperatura se presenta entre los 24° y 25 °C. El período efectivamente seco es muy variable: de 0 a 5 meses. Esta zona de vida presenta condiciones muy favorables para el establecimiento y desarrollo de diferentes actividades de uso de la tierra.</p> <p>La vegetación natural de este bioclima está constituida por bosques relativamente altos y relativamente densos, intermedios entre lo que sería un bosque seco y un bosque muy húmedo tropical. Su altura media es de 30 a 40 metros y posee tres estratos. La vegetación es siempre verde, excepto en las zonas con largo período seco, en donde es semicaducifolia. Las epífitas son abundantes pero no en exceso. Su distribución se da desde la finca La Argentina hasta las cercanías de la parte su de la ciudad de Grecia, incluyendo además los sectores de Puente de Piedra, Rosales y Las Pilas (figura 3.23)</p>
<p style="text-align: center;">BOSQUE MUY HÚMEDO PREMONTANO (bmh-P)</p>	<p>De acuerdo con esta misma clasificación, el Bosque muy húmedo Premontano presenta una condición favorable, pero no óptima, para el desarrollo de actividades de uso de la tierra, debido a la abundante, aunque no excesiva, cantidad de precipitación.</p> <p>Posee un rango de precipitación bastante amplio: entre los 2000 y 4000 mm, como promedio anual. Su rango de biotemperatura, el cual es similar al rango de la temperatura, varía entre los 17° y 24° C. El período seco en esta zona de vida es también muy variable, dependiendo de la región donde esté ubicada. Puede variar desde 0 hasta aproximadamente 5 meses efectivamente secos.</p> <p>La vegetación natural inalterada del Bosque muy húmedo Premontano se caracteriza por ser de mediana altura, aproximadamente de 30 y 40 metros, densidad media, de dos o tres estratos y es siempre verde, con algunas especies deciduas durante la estación seca. Hay moderada o abundante cantidad de epífitas.</p> <p>Comprende prácticamente toda la parte media de este sector del cantón. Su distribución se muestra en la figura 3.24</p>

ZONAS DE VIDA PRESENTES	DESCRIPCIÓN
<p>BOSQUE MUY HÚMEDO MONTANO BAJO</p> <p>(bmh-MB)</p>	<p>El bosque muy Húmedo Montano Bajo, presenta limitaciones moderadas para el desarrollo de algunas actividades de uso de la tierra, especialmente para la producción de cultivos agrícolas.</p> <p>El bosque muy Húmedo Montano Bajo posee un rango de precipitación que oscila entre 1850 y 4000 mm como promedio anual, con una biotemperatura media (al igual que la temperatura) entre 12° y 17° C. El período seco para este bioclima varía entre 0 y 4 meses efectivamente secos. La presencia de neblina en este bioclima es bastante común.</p> <p>El bosque inalterado de esta Zona de Vida se caracteriza por ser Siempreverde, denso, con dos estratos, de moderada altura (25-35 m), con abundante cantidad de epífitas.</p> <p>Se ubica en las inmediaciones de la Reserva Forestal Grecia en la parte alta de ese cantón (figura 3.25).</p>
<p>BOSQUE PLUVIAL MONTANO</p> <p>(bp-M)</p>	<p>El clima de esta zona de vida es poco atractivo para el asentamiento humano, debido a la condición húmeda imperante. Este bioclima también limita el desarrollo de actividades agropecuarias o forestales.</p> <p>El rango de precipitación puede variar entre 2200 y 4500 mm aproximadamente. La biotemperatura y la temperatura media anual tienen el mismo rango en este bioclima, oscilando entre 6 y 12 ° C. El período efectivamente seco no existe o es corto (0 a 2 meses).</p> <p>Los bosques primarios se caracterizan por ser de baja a mediana altura (10 a 30 metros), siempreverdes, con dos estratos, densos, la epífitas son comunes principalmente el musgo. La mayor parte de la vegetación del lugar tiene hojas coriáceas y es común la existencia de bambú (Chúsquea) en el sotobosque. Se localiza en un área muy pequeña dentro del cantón en la parte alta, prácticamente en lo que es el Parque Nacional Volcán Poás (figura 3.25).</p>
<p>BOSQUE PLUVIAL MONTANO, TRANSICIÓN MONTANO BAJO</p> <p>(bp-M▼)</p>	<p>El clima de esta zona de vida es poco atractivo para el asentamiento humano, debido a la humedad imperante. También para las actividades agropecuarias o forestales este bioclima constituye un factor limitante.</p> <p>El rango de precipitación puede variar entre 2200 y 4500 mm aproximadamente. La biotemperatura y la temperatura media anual tienen el mismo rango, oscilando entre 6 y 12 ° C. El período efectivamente seco no existe o es corto (0 a 2 meses).</p> <p>Los bosques primarios se caracterizan por ser de baja a mediana altura (10 a 30 metros), siempreverdes, con dos estratos, densos, la epífitas son comunes, principalmente el musgo. La mayor parte de la vegetación del lugar tiene hojas coriáceas y es común la existencia de bambú (Chúsquea) en el sotobosque. Corresponde con un reducto dentro del cantón situado en la parte alta (figura 3.25).</p>

Tomado de Bolaños R. y V. Watson (1993)



Figura 3.26 Distribución de las zonas de vida bosque húmedo premontano basal tropical y bosque húmedo premontano en el área del Sector Occidental de Grecia (ver simbología).



Imagen 3.26 Vegetación presente en el área correspondiente a la zona de vida bosque húmedo premontano. Probablemente ésta sea un área de transición entre el bosque húmedo premontano y el bosque húmedo premontano basal tropical.

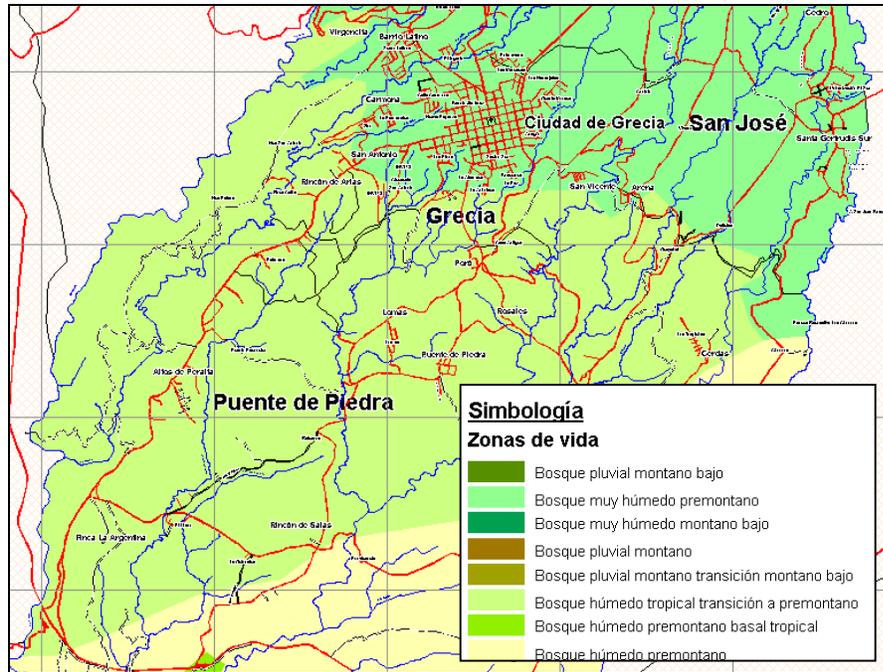


Figura 3.27 Distribución de la zona de vida bosque húmedo tropical transición a premontano (ver simbología).

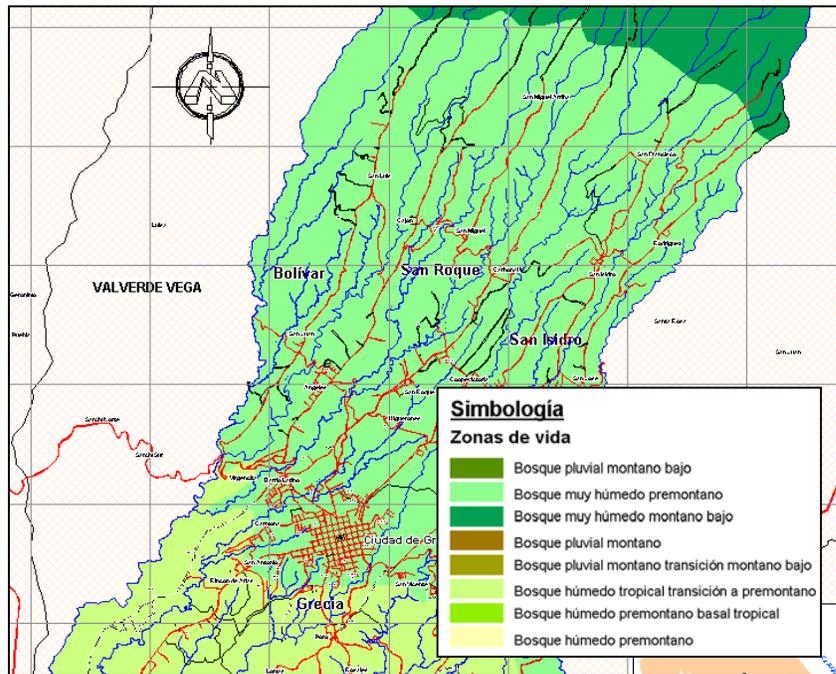


Figura 3.28 Distribución del bosque muy húmedo premontano (ver simbología).

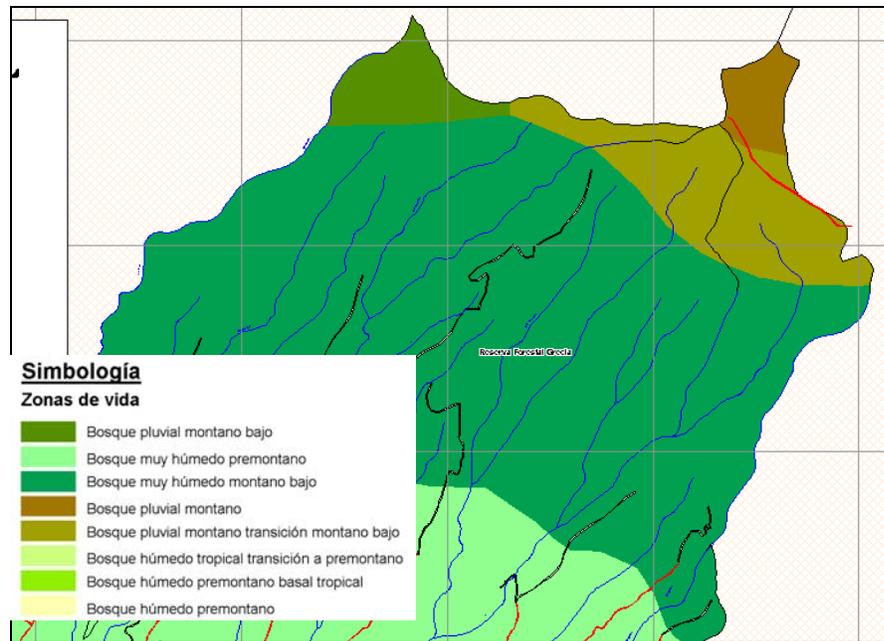


Figura 3.29 Distribución de algunas zonas de vida en la parte alta del Sector Occidental (ver simbología).

Tabla 3.10 Descripción de las Zonas de Vida Presentes en el Sector del Distrito Río Cuarto

ZONAS DE VIDA PRESENTES	DESCRIPCIÓN
BOSQUE MUY HÚMEDO TROPICAL (bmh-T)	<p>Para fines de uso de la tierra, este bioclima presenta algunas limitaciones debido al exceso de precipitación que ocurre durante la mayor parte del año, por ende, los terrenos bajo esta condición ecológica son muy susceptibles a la erosión. Sin embargo para fines de producción de biomasa son muy importantes, de este modo, resultan muy atractivos para actividades forestales, aparte de que en su condición natural inalterada presentan una gran biodiversidad. Los bosques tropicales más exuberantes y los más altos se desarrollan en este bioclima.</p> <p>El rango de precipitación pluvial oscila entre 4000 y 6000 mm, como promedio anual. La biotemperatura media anual varía entre 24° y 25° C, con una temperatura media de 24° a 27° C.</p> <p>En su estado natural inalterado, los bosques de este bioclima poseen una altura que varía entre 40 y 50 metros, pero se localizan árboles que sobrepasan esta altura. El árbol de la especie conocida como ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>), puede alcanzar en el bosque muy húmedo tropical alturas de 55 a 60 metros. El bosque de este bioclima es siempre verde, con muy pocas especies deciduas durante un corto período en la época</p>

ZONAS DE VIDA PRESENTES	DESCRIPCIÓN
	seca; presenta tres estratos y muchas especies de árboles tienen gambas (aletones). Los árboles son altos y rectos, con troncos libres de ramas durante sus primeros 20 o 30 metros. Las epífitas y lianas son abundantes.
<p>BOSQUE MUY HÚMEDO PREMONTANO TRANSICIÓN BASAL TROPICAL</p> <p>(bmh-P ▼)</p>	<p>Posee condiciones favorables, pero no óptimas, para el desarrollo de actividades de uso de la tierra, debido a la abundante, aunque no excesiva, cantidad de precipitación. Los cultivos de tipo permanente y los pastos son las actividades que mejor se adaptan a este bioclima.</p> <p>En el caso de la transición Basal Tropical (transición cálida) es una transición bastante importante por su extensión. Posee un rango de precipitación entre 3000 y 4000 mm como promedio anual. Su rango de biotemperatura, media anual es de 24° a 25° C, con un rango de temperatura entre 24° y 27° C. Se considera este bioclima como una condición intermedia entre el bh-T y bmh-T. El período seco en esta zona de vida es también muy variable, dependiendo de la región donde se ubique. Puede variar de 0 hasta aproximadamente 5 meses efectivamente secos.</p> <p>La vegetación natural inalterada del bosque muy húmedo Premontano se caracteriza por ser de mediana altura, aproximadamente entre 30 y 40 metros de altura, densidad media, de dos o tres estratos y es siempreverde, con algunas especies deciduas durante la estación seca. Hay moderada o abundante cantidad de epífitas.</p>
<p>BOSQUE MUY HÚMEDO TROPICAL TRANSICIÓN A PREMONTANO</p> <p>(bmh-T ▲)</p>	<p>En su transición a Premontano, el rango de precipitación es de 4000 a 5500 mm, y con un ámbito de temperatura y biotemperatura equivalentes de 21.5 y 24° C. El período efectivamente seco puede variar entre 0 a 3.5 meses.</p>
<p>BOSQUE PLUVIAL PREMONTANO</p> <p>(bp-P)</p>	<p>En general los bioclimas pluviales son muy restrictivos para el desarrollo de actividades agropecuarias en forma sostenible, debido a la excesiva precipitación y a la alta tasa de humedad predominante. Por estas mismas razones pocos grupos humanos habitan en esta zona de vida.</p> <p>Se caracteriza por presentar una precipitación pluvial superior a los 4000 mm anuales y en algunas partes del país sobrepasan los 6000 o 7000 mm. No presenta período efectivamente seco definido o este es muy corto (menos de 2 meses). La ocurrencia de neblinas es muy común en esta zona de vida.</p> <p>Los bosques en esta zona de vida se caracterizan por ser siempreverdes, con abundante cantidad de epífitas, alta biodiversidad, son muy densos, de mediana altura (30 a 40 m) y de 3 estratos.</p>

ZONAS DE VIDA PRESENTES	DESCRIPCIÓN
<p>BOSQUE PLUVIAL MONTANO BAJO</p> <p>(bp-MB)</p>	<p>El bosque pluvial Montano Bajo es una Zona de Vida sumamente restrictiva para el desarrollo de las actividades de uso de la tierra, debido a la excesiva precipitación pluvial y el alto grado de humedad ambiental. Es también un clima muy inhóspito para el hombre.</p> <p>Este bioclima presenta un rango de precipitación pluvial superior a los 3600 mm, su límite máximo no está definido, pero puede alcanzar en algunos sectores los 7500 a 8000 mm. El ámbito de biotemperatura media anual, al igual que la temperatura varía entre 12° y 17° C. El período seco para este bioclima es moderado o no existe (entre 0 y 3 meses efectivamente secos), dependiendo si está en la vertiente del Pacífico o del Caribe. Las neblinas son parte integral de esta zona de vida.</p> <p>Los bosques de esta zona de vida se caracterizan por ser Siempreverdes, de baja a mediana altura (20 a 30 m), muy densos, con troncos delgados y muchas ramas, con abundantes epífitas, especialmente musgos, que comúnmente cubren todo el tronco y ramas de los árboles.</p>

Tomado de Bolaños R. y V. Watson (1993)

Las zonas de vida de este sector se distribuyen transversalmente desde la parte alta hacia la parte baja siendo la de mayor presencia en cuanto a extensión la zona de vida bosque muy húmedo premontano que cubriendo lugares aledaños a Santa Rita, Santa Isabel, La Tabla, entre otros. La zona de vida de menor extensión es la de bosque pluvial montano bajo y se encuentra cubriendo el área del Cerro Congo.

3.2.2 MACRO TIPOS DE VEGETACIÓN

Conforme lo describe Gómez (1986) en la “Clave para macro-tipos de vegetación de Costa Rica”, Grecia, en condiciones inalteradas, presenta aptitudes para el desarrollo de cinco tipos de vegetación (Tabla 3.11): Vegetación Arbustiva, Arbustiva con Bosquetes Aislados o Parches de Vegetación Sabanoide”, “Bosques Semidecuiduos de Bajura Tropicales”, todos ellos distribuidos en las partes bajas. Esta característica se extiende bordeando la Cordillera Volcánica Central, la Cordillera de Tilarán y la Codillera Volcánica de Guanacaste. A una altitud intermedia se encuentra el “Bosque Lluvioso Tropical Submontano Siempreverde”, típico de las altitudes intermedias de la Cordillera Volcánica Central. En las partes altas del cantón se presenta el “Bosque Lluvioso Tropical / Subtropical Montano”, el cual es característico de zonas que sobrepasan los 2000 metros

de altitud. Este bosque se ubica, dentro de las partes altas del cantón, en una posición intermedia, zona que está inmersa en la “Reserva Forestal de Grecia”. Finalmente, también dentro de la reserva forestal, en la zona más alta del cantón, se localiza el “Bosque Tropical/Subtropical Lluvioso-Nuboso” (**Mapa de Tipos de Vegetación 3.25**).

La zona del Distrito Río Cuarto (Tabla 3.12) presenta características propicias para el desarrollo de cuatro macrotipos de vegetación bien definidos: “Bosque Tropical Lluvioso de Bajura”, “Bosque Tropical Lluvioso Submontano”, “Bosque Tropical Lluvioso Submontano Siempreverde” y “Bosque Lluvioso Tropical/Subtropical Montano” (**Mapa de Tipos de Vegetación 3.26**).

Tabla 3.11
Descripción de Macro Tipos de Vegetación Presentes en el Cantón Grecia, Sector Occidental

MACRO TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES	DESCRIPCIÓN
VEGETACIÓN ARBUSTIVA, ARBUSTIVA CON BOSQUETES AISLADOS, O PARCHES DE VEGETACIÓN SABANOIDE.	Se desarrolla este tipo de vegetación sobre formas de sedimentación aluvial, topografía plano-cóncavo (0 a 5%) o plana, o con colinas suaves. Suelos predominantes con vertisoles, typic.pellustert, asociados con udic pellustert, ustic humitropept y vertic ustropept, sonsocuites. Cerca del mar con deposición periódica de sal (mezquiales, caracterizados por la presencia de Prosopis, Uniola y Opuntia). En otras condiciones por Parkinsonia, Crescentia, etc. En algunos lugares con parches de palmas (Bactris o Scheelea) y de vegetación sabanoide entonces con esas palmas.
BOSQUES SEMIDECIDUOS DE BAJURA, TROPICALES	A los Bosques Semidecuidos de Bajura, Tropicales, se les describe sobre formas, también de origen volcánico, con topografías moderadas: planas, plano cóncavas en algunas zonas, a terrenos accidentados (pendientes de 5 a 30 %). Suelos inceptisoles con predominancia de typic dystrandept (andosoles asociados a material volcánico) y ustic dystrandept (latosoles con planosoles pardo-rojizos, arcillosos, pegajosos); suelos secos por más de 90 días al año.
BOSQUE LLUVIOSO TROPICAL SUBMONTANO SIEMPREVERDE	Se describe el Bosque Lluvioso Tropical Submontano Siempreverde, sobre formas de origen volcánico y de topografía accidentada, con pendientes de 15 a 60 % o más. Suelos predominantes typic dystrandept y lithic dystrandept, asociados con typic vitrandept, typic hydrandept y afloramientos y coladas de lavas. Sotobosque muy denso y muy rico en especies.

MACRO TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES	DESCRIPCIÓN
BOSQUE LLUVIOSO TROPICAL/ SUBTROPICAL MONTANO	El “Bosque Lluvioso Tropical / Subtropical Montano”, se desarrolla sobre formas de origen volcánico, de topografías y suelos similares a la categoría anterior de Bosque Lluvioso Tropical Submontano Siempreverde, difiriendo de ella por la mayor riqueza de palmas, helechos arborescentes y formas de sotobosque y una abundancia relativa mayor de epífitas. Es la región típica de los carrizales de bambúes (<i>Chusquea</i> , <i>Elytrostachys</i> , <i>Rhipidocladum</i>).
BOSQUE TROPICAL/ SUBTROPICAL LLUVIOSO-NUBOSO	Se ubica sobre formas de origen volcánico en las Cordilleras de Guanacaste y Volcánica Central, o formas de origen tectónico en Cordillera de Talamanca. Topografía irregular y muy accidentada, pendientes entre 30 y 60% o más. Suelos predominantes inceptisoles, typic placandept, typic dystrandept, andic humitropept (asociado con entic dystrandept y andic tropohumult. Bosques mixtos con riqueza de <i>Quercus</i> , <i>Magnolia</i> , <i>Lauraceae</i> , <i>Podocarpus</i> , <i>Myrcianthes</i> . En el límite superior, con transición a una vegetación arbustiva, esclerifolia, amplifolia y, vegetación arbustiva micrófila, con predominancia de Compositae, Ericaceae, Beberidaceae.

Tomado de: Gómez (1986).

TABLA 3.12
Descripción de Macro Tipos de Vegetación Presentes en el Sector del Distrito Río Cuarto

MACRO TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES	DESCRIPCIÓN
BOSQUE TROPICAL LLUVIOSO-DE BAJURA	Se desarrolla sobre formas de sedimentación aluvial, con topografía plano-ondulada con sierras irregulares y colinas. Suelos inceptisoles del tipo oxic ystropept asociados con aeic tropaquept.
BOSQUE TROPICAL LLUVIOSO-SUBMONTANO	El Bosque Tropical Lluvioso Submontano se desarrolla sobre formas de origen volcánico, topografía irregular de lomeríos, sierras, gargantas y valles angostos, con pendientes de 15 a 40%. El macrotipo presente en esta zona presenta suelos del tipo andic humitropept asociados con fluventic dystropept y andic dystropept, de tendencia ácida y con una mezcla de materiales aluviales y volcánicos.

MACRO TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES	DESCRIPCIÓN
BOSQUE LLUVIOSO TROPICAL SUBMONTANO SIEMPREVERDE	El Bosque Lluvioso Tropical Submontano se describe Siempreverde, desarrollado sobre formas de origen volcánico y de topografía accidentada, con pendientes de 15 a 60 % o más. Suelos predominantes typic dystrandept y lithic dystrandept, asociados con typic vitrandept, typic hydrandept y afloramientos y coladas de lavas. Sotobosque muy denso y muy rico en especies.
BOSQUE LLUVIOSO TROPICAL/ SUBTROPICAL MONTANO	El “Bosque Lluvioso Tropical / Subtropical Montano”, se desarrolla sobre formas de origen volcánico, de topografías y suelos similares a la categoría anterior de Bosque Lluvioso Tropical Submontano Siempreverde, difiriendo de ella por la mayor riqueza de palmas, helechos arborescentes y formas de sotobosque y una abundancia relativa mayor de epífitas. Es la región típica de los carrizales de bambúes (<i>Chusquea</i> , <i>Elytrostachys</i> , <i>Rhipidoctadum</i>).

Tomado de: Gómez (1986).

En conclusión, se puede decir que en el cantón de Grecia existen condiciones favorables para el desarrollo de diferentes tipos de vegetación por las diferencias altitudinales que se presentan. Esta situación puede tomarse como una condición positiva para el desarrollo de ciertas actividades que tienen que ver con el turismo y las actividades recreativas por lo tanto se puede decir que Grecia en este aspecto presenta un gran atractivo que ya ha sido descrito en aspectos turísticos de la zona.

Es importante resaltar que las áreas protegidas de Grecia han servido para la protección de las zonas de vida presentes en el cantón. Aunque también se debe anotar que estas mismas zonas están amenazadas por la presión que ejerce el desarrollo del proceso urbanístico. La desaparición eventual de esas zonas de vida significará problemas ambientales muy graves, por lo cual es recomendable su protección firme como ya sucede en los sectores montañosos del cantón.

3.2.3. TIPOS DE CLIMA

Aunque ya se ha hablado del clima en el cantón de Grecia, en este apartado se hará referencia a los tipos de clima, en su forma más general. Los grupos climáticos presentes

en el cantón, tal como se observa en el **Mapa de Bioclima 3.27** y se describe en la Tabla 3.13, son característicos de zonas continentales internas intermedias y altas.

De acuerdo con los mapas de “Tipos de clima de Costa Rica y claves”, elaborados por Wilbert Herrera (Gómez, 1986), estos grupos son los siguientes: el grupo climático (B₁) y (B₄), que se caracteriza por poseer un régimen subhúmedo húmedo, muy caliente, con déficit muy grande de agua; los grupos climáticos (C₄), (E₄), (F₄), (F) y (G₅), descritos como de clima húmedo, caliente y con déficit muy grande de agua; el grupo (G₆) de clima húmedo, caliente, pero con un déficit moderado de agua; el grupo (G₈), cuyo régimen es de muy húmedo, cambiando a templado y con déficit moderado de agua. A mayor altitud se aprecia también los tipos de clima (G₉) y (G₁₀), considerados húmedos, templados, con déficit de agua muy pequeño o sin déficit.

En el Distrito Río Cuarto, los grupos climáticos presentes, tal como se observa en el **Mapa de Bioclima 3.28** y se describe en la Tabla 3.14, y de acuerdo con los mapas de “Tipos de clima de Costa Rica y claves”, elaborados por Wilbert Herrera (Gómez, 1986), son los siguientes: el grupo climático (G₂), y (G_{2a}), que se describe como de clima húmedo, muy caliente, con déficit pequeño de agua y sin déficit; los grupos climáticos (G₄) y (G₇), descritos como de clima húmedo, caliente y con déficit muy pequeño o sin déficit de agua; el grupo (G₉), que es de clima húmedo, cambiando a templado, con déficit pequeño de agua o sin déficit. Por último, en las áreas más altas se presentan climas del tipo (H₃) y (H₄), excesivamente húmedos, templados y sin déficit de agua.

Tabla 3.13
Grupos Climáticos Presentes en el Cantón Grecia, Sector Occidental

GRUPOS CLIMÁTICOS PRESENTES	CARACTERÍSTICAS
<p align="center">Grupo climático: B₁</p>	<p>Descripción: Clima subhúmedo húmedo, muy caliente, con déficit muy grande agua. Precipitación media anual (mm) 1710-2050 Temperatura media anual (°C) 23-27* Evotranspiración potencial (mm) 1565-1710 Índice de aridez % muy grande >20 Índice hídrico %: subhúmedo húmedo 0-20 Estación seca (con déficit de agua): Diciembre, enero, febrero, marzo y abril. También puede haber déficit en mayo y la primera quincena de junio. Localidades representativas: Península de Nicoya, Cuenca del Golfo de Nicoya, Valle Central Occidental, Cuenca del Río Térraba.</p>
<p align="center">Grupo climático: B₄</p>	<p>Descripción: Clima subhúmedo húmedo, caliente, con déficit muy grande agua. Precipitación media anual (mm) 1565-2052 Temperatura media anual (°C) 21-26 Evotranspiración potencial (mm) 1565-1710 Índice de aridez % muy grande >20 Índice hídrico %: subhúmedo 0-20 Estación seca: desde la última semana de diciembre hasta la primera quincena de mayo. Localidades representativas: Valle Central Occidental (Palmares, San Ramón) y Cuenca del Golfo de Nicoya.</p>
<p align="center">Grupo climático: C₄</p>	<p>Descripción: Clima húmedo, caliente, con déficit muy grande de agua. Precipitación media anual (mm) 1900-2400 Temperatura media anual (°C) 21-24 Evotranspiración potencial (mm) 1565-1710 Índice de aridez % >20 Índice hídrico %: 20-40 Estación seca: La estación seca se presenta al finalizar diciembre y durante los meses de enero, febrero, marzo y abril. En algunas ocasiones se prolonga el déficit hasta fines de mayo. Localidades representativas: Valle Central Occidental, Valle de Candelaria y Cuenca del Golfo de Nicoya.</p>

GRUPOS CLIMÁTICOS PRESENTES	CARACTERÍSTICAS
<p>Grupo climático: D₄</p>	<p>Descripción: Clima húmedo, caliente, con déficit muy grande de agua.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 1900-2400</p> <p>Temperatura media anual (°C) 21-25</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) 1565-1710</p> <p>Índice de aridez % >20</p> <p>Índice hídrico %: 40-60</p> <p>Estación seca: A finales de diciembre y durante los meses de enero, febrero, marzo y abril.</p> <p>Localidades representativas: Valle Central Occidental, Cordillera de Guanacaste y Cuenca del Río Térraba.</p>
<p>Grupo climático: E₄</p>	<p>Descripción: Clima húmedo, caliente, con déficit muy grande de agua.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 2500-3100</p> <p>Temperatura media anual (°C) 22-26</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) 1565-1710</p> <p>Índice de aridez % 10-20</p> <p>Índice hídrico %: 60-80</p> <p>Estación seca: El déficit comienza en las postrimerías de diciembre y concluye a mediados de mayo.</p> <p>Localidades representativas: Valle Central Occidental y Cuenca del Río Barranca.</p>
<p>Grupo climático: F₄</p>	<p>Descripción: Clima húmedo, caliente, con déficit muy grande de agua.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 2800-3420</p> <p>Temperatura media anual (°C) 21-23</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) 1565-1710</p> <p>Índice de aridez % >20</p> <p>Índice hídrico %: 80-100</p> <p>Estación seca: En diciembre, enero, febrero, marzo y abril.</p> <p>Localidades representativas: Cuenca del Río Barranca.</p>
<p>Grupo climático: F₇</p>	<p>Descripción: Clima húmedo, caliente, con déficit muy grande de agua.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 2560-3130</p> <p>Temperatura media anual (°C) 18-21</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) 1420-1565</p> <p>Índice de aridez % >20</p> <p>Índice hídrico %: 80-100</p> <p>Estación seca: Desde finales de diciembre hasta mediados de abril.</p> <p>Localidades representativas: Valle Central Occidental.</p>

GRUPOS CLIMÁTICOS PRESENTES	CARACTERÍSTICAS
Grupo climático: G ₅	<p>Descripción: Clima húmedo, caliente, con déficit muy grande de agua.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 2840-3500</p> <p>Temperatura media anual (°C) 18-21</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) 1420-1565</p> <p>Índice de aridez % >20</p> <p>Índice hídrico %: 100-300</p> <p>Estación seca: Desde segunda quincena de diciembre hasta finales de abril.</p> <p>Localidades representativas: Llanuras del Norte y Valle Central Occidental.</p>
Grupo climático: G ₆	<p>Descripción: Clima húmedo, caliente, con déficit moderado de agua.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 2840-4000</p> <p>Temperatura media anual (°C) 18-21</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) 1420-1565</p> <p>Índice de aridez % 10-20</p> <p>Índice hídrico %: 100-300</p> <p>Estación seca: Enero, febrero, marzo y abril.</p> <p>Localidades representativas: Cordillera de Guanacaste, Cordillera de Talamanca (Occidental).</p>
Grupo climático: G ₈	<p>Descripción: Clima muy húmedo, templado, con déficit moderado de agua.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 2550-5680</p> <p>Temperatura media anual (°C) 15-18</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) 1275-1420</p> <p>Índice de aridez % 10-20</p> <p>Índice hídrico %: 100-300</p> <p>Estación seca: Enero, febrero, marzo y primera quincena de abril.</p> <p>Localidades representativas: Cordillera de Guanacaste, Cuenca del Río Chirripó y Valle Escondido.</p>

GRUPOS CLIMÁTICOS PRESENTES	CARACTERÍSTICAS
Grupo climático: G ₉	<p>Descripción: Clima muy húmedo, templado, con déficit pequeño de agua o sin déficit.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 2550-5680</p> <p>Temperatura media anual (°C) 15-18</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) 1275-1420</p> <p>Índice de aridez % 0-10</p> <p>Índice hídrico %: 100-300</p> <p>Estación seca: En la Vertiente Pacífica el déficit de humedad del suelo se presenta en marzo y abril, lo mismo sucede en la Vertiente noroccidental de la Cordillera Volcánica Central (Los Ensayos, Buena Vista). En otras regiones de la Vertiente Caribe, el suelo permanece húmedo todo el año. En algunas ocasiones podría presentarse déficit en marzo.</p> <p>Localidades representativas: Fila Matama, Cordillera de Guanacaste.</p>
Grupo climático: G ₁₀	<p>Descripción: Clima húmedo, templado, con déficit pequeño de agua.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 2300-5100</p> <p>Temperatura media anual (°C) 12-15</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) 1140-1275</p> <p>Índice de aridez % 0-10</p> <p>Índice hídrico %: 100-300</p> <p>Estación seca: En la Vertiente Pacífica (divisoria de agua continental), el déficit de agua se presenta en febrero y marzo. También puede extenderse a la primera quincena de abril. En la Vertiente Caribe el suelo permanece húmedo todo el año. Algunos días en marzo podrían presentar déficit.</p> <p>Localidades representativas: Cordillera de Talamanca.</p>

Tomado de los mapas y claves de Tipos de Clima de Costa Rica, elaborados por Wilbert Herrera (Gómez, 1986).

Tabla 3.14
Grupos Climáticos Presentes en el Sector del Distrito Río Cuarto

GRUPOS CLIMÁTICOS PRESENTES	CARACTERÍSTICAS
Grupo climático: G ₂	<p>Descripción: Clima húmedo, muy caliente, con déficit pequeño de agua.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 3420-6840</p> <p>Temperatura media anual (°C) 23-27</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) >1710</p> <p>Índice de aridez % 0-10</p> <p>Índice hídrico %: 100-300</p> <p>Estación seca: Enero, febrero y marzo. También puede prolongarse el déficit de agua hasta la primera semana de abril.</p> <p>Localidades representativas: Valle del Coto Colorado, Cuenca Río Reventazón.</p>
Grupo climático: G _{2a}	<p>Descripción: Clima húmedo, muy caliente, sin déficit de agua.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 3420-6840</p> <p>Temperatura media anual (°C) 25-27</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) >1710</p> <p>Índice de aridez % 0-2</p> <p>Índice hídrico %: 100-300</p> <p>Estación seca: Prácticamente el suelo permanece mojado todo el año. En marzo la precipitación desciende bruscamente y pueden presentarse pocos días con déficit de agua.</p> <p>Localidades representativas: Río Esquinas (Golfo Dulce); Barra del Colorado.</p>
Grupo climático: G ₄	<p>Descripción: Clima húmedo, caliente, con déficit pequeño de agua o sin déficit.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 3130-6840</p> <p>Temperatura media anual (°C) 21-26*</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) 1565-1710</p> <p>Índice de aridez % 0-10</p> <p>Índice hídrico %: 100-300</p> <p>Estación seca: En el Pacífico Sur, el déficit se presenta desde la última semana de enero y concluye a finales de marzo. En las Llanuras del Norte, el déficit de humedad sobreviene en marzo y abril. En otras regiones de la Vertiente Caribe, no hay déficit de agua: el suelo permanentemente está mojado.</p> <p>* Las temperaturas en el Pacífico Sur, oscilan entre las 21 y 23°C. En la Vertiente Caribe entre los 22 y 26°C.</p> <p>Localidades representativas: Pacífico Sur, Llanuras del Norte y Vertiente Caribe.</p>

GRUPOS CLIMÁTICOS PRESENTES	CARACTERÍSTICAS
Grupo climático: G ₇	<p>Descripción: Clima húmedo, caliente, con déficit muy pequeño de agua.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 3840-6840</p> <p>Temperatura media anual (°C) 18-22</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) 1420-1565</p> <p>Índice de aridez % 0-10</p> <p>Índice hídrico %: 100-300</p> <p>Estación seca: En la Vertiente Pacífico hay un déficit en febrero, marzo y abril. En la Vertiente Caribe únicamente presenta déficit de agua en el suelo en marzo y abril (Cordillera Volcánica de Guanacaste y Central). En otras regiones de la Vertiente Caribe, el suelo permanentemente mojado todo el tiempo.</p> <p>Localidades representativas: Cordillera de Guanacaste, Valle Coto Brus, Cordillera de Tilarán, Cuenca Río Telire.</p>
Grupo climático: G ₉	<p>Descripción: Clima muy húmedo, templado, con déficit pequeño de agua o sin déficit.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 2550-5680</p> <p>Temperatura media anual (°C) 15-18</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) 1275-1420</p> <p>Índice de aridez % 0-10</p> <p>Índice hídrico %: 100-300</p> <p>Estación seca: En la Vertiente Pacífica el déficit de humedad del suelo se presenta en marzo y abril, lo mismo sucede en la Vertiente noroccidental de la Cordillera Volcánica Central (Los Ensayos, Buena Vista). En otras regiones de la Vertiente Caribe, el suelo permanece húmedo todo el año. En algunas ocasiones podría presentarse déficit en marzo.</p> <p>Localidades representativas: Fila Matama, Cordillera de Guanacaste.</p>
Grupo climático: H ₃	<p>Descripción: Clima excesivamente húmedo, templado, sin déficit de agua.</p> <p>Precipitación media anual (mm) 5100-8000</p> <p>Temperatura media anual (°C) 15-20</p> <p>Evotranspiración potencial (mm) 1275-1420</p> <p>Índice de aridez % 0</p> <p>Índice hídrico %: 300-600</p> <p>Estación seca: No se presenta déficit de agua en el suelo: llueve todo el año.</p> <p>Localidades representativas: Cuenca Río Reventazón, Cuenca Río Pacuare, etc.</p>

GRUPOS CLIMÁTICOS PRESENTES	CARACTERÍSTICAS
Grupo climático: H ₄	Descripción: Clima excesivamente húmedo, templado, sin déficit de agua. Precipitación media anual (mm) 4560-8000 Temperatura media anual (°C) 12-15 Evotranspiración potencial (mm) 1140-1275 Índice de aridez % 0 Índice hídrico %: 300-600 Estación seca: No presenta. Llueve todo el año. Localidades representativas: Cordillera Volcánica Central, Cuenca Río Reventazón.

Tomado de los mapas y claves de Tipos de Clima de Costa Rica, elaborados por Wilbert Herrera (Gómez, 1986)

3.2.4 GRUPOS CLIMÁTICOS, ZONAS DE VIDA Y TIPOS DE VEGETACIÓN ASOCIADOS

En las zonas más bajas del cantón Grecia, a una altitud entre los 500 y 600 msnm, en el extremo sur de los distritos Puente de Piedra y Tacaes, en una porción muy reducida y donde se encuentran los niveles más bajos de los cursos de agua, en los alrededores de la conjunción de los ríos Cacao, Colorado, Rosales y Poás, se presenta el bioclima de Bosque Húmedo Premontano Transición a Basal, considerado muy atractivo para el asentamiento humano y para el desarrollo de actividades de uso de la tierra.

Estas zonas poseen aptitud para el desarrollo del tipo de Vegetación Arbustiva, Arbustiva con Bosquetes aislados o Parches de Vegetación Sabanoide, asociado al tipo de clima B₁, el cual, junto con la manifestación del tipo de clima B₄, presente en una muy reducida área en el extremo sureste del distrito Tacaes, conforman un clima subhúmedo húmedo, muy caliente y con déficit muy grande de agua.

Dentro de la porción territorial dominada por el tipo de clima B₄, en la parte intermedia del distrito Tacaes, se aprecia la zona de vida de Bosque Húmedo Premontano, que mantiene las características anteriores, pero con un incremento muy moderado del período de lluvias.

La parte central y norte del distrito Puente de Piedra y la porción sur del Distrito San Roque, está dominada por el bioclima representativo del Bosque Húmedo Tropical Transición a Premontano, el cual presenta temperaturas más frescas que el bosque húmedo tropical típico, con predominancia de Bosques Semidecíduos de Bajura Tropicales, con tipo de clima C₄, ubicado a una altitud entre los 800 y 1000 msnm, considerado como clima propiamente húmedo, con precipitaciones entre los 1900 y los 2400 milímetros anuales.

La porción sur del Distrito San José, la totalidad del Distrito Central, Grecia, la porción sur central del Distrito San Roque y la porción sur de los Distritos Bolívar, San Roque y San Isidro, se caracterizan por estar dentro de la zona de vida de Bosque muy Húmedo Premontano, que presenta características favorables, pero no óptimas, para el desarrollo de actividades de uso de la tierra.

Se mantienen las características del tipo de vegetación, Bosques Semidecíduos de Bajura Tropicales, con los tipos de clima D₄, F₄, F₇ y G₅, también catalogados de clima húmedo, caliente y con un déficit muy grande de agua, pero percibiéndose ya, conforme se asciende aproximadamente entre los 1000 y 1500 msnm, un incremento importante en el nivel de precipitación y disminución de la época seca.

En el nivel comprendido entre los 1500 a 2300 msnm, y abarcando el extremo noreste y final del distrito San Roque, además de los extremos noreste pero no terminal del territorio de los Distritos San Isidro y Bolívar, domina el bioclima correspondiente al Bosque muy Húmedo Montano Bajo, nivel donde se percibe el nacimiento del Río Achiote y el Río San Juan. Aquí se encuentra el bosque inalterado caracterizado por ser siempreverde, denso, con dos o tres estratos y árboles de altura moderada que oscila entre los 25 y 35 m. Esta zona es característica del tipo de vegetación de Bosque Lluvioso Tropical / Subtropical Montano, el cual se desarrolla, al igual que el Bosque Lluvioso tropical Submontano Tropical Siempreverde del nivel anterior, sobre formas de origen volcánico, difiriendo de éste por la mayor riqueza de palmas, helechos arborescentes y formas de sotobosque y una abundancia relativamente mayor de epífitas.

Los tipos de clima que encontramos en estos niveles son los G_6 , G_8 y G_9 , donde el primero todavía presenta características de clima húmedo y caliente, no obstante, presenta un déficit de agua moderado. Para los otros dos tipos de clima el régimen pasa a muy húmedo, se transforma a un clima templado y mantiene déficit moderado de agua.

Hacia los niveles de mayor altitud del cantón, en los extremos norte de los Distritos San Isidro y Bolívar, en su última porción territorial, se puede apreciar, en el caso del Distrito Bolívar, la presencia de la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo que mantiene el tipo de vegetación de Bosque Lluvioso Tropical / Subtropical Montano del estrato anterior, variando el tipo de clima a G_{10} , que es templado y con un déficit pequeño de agua. Sus características son propias de la Fila el Gorrión y alberga el nacimiento del Río Sarchí.

Por su parte, la última porción del territorio del Distrito San Isidro se encuentra dominada por el bioclima Bosque Pluvial Montano Transición a Basal, y en su extremo último, muy cerca de la cúspide del Volcán Poás, se halla dominado por el Bosque Pluvial Montano, ambos muy poco atractivos para el asentamiento humano, además que es limitante para el desarrollo de actividades agropecuarias y forestales debido al clima húmedo imperante. Los bosques primarios, como los que aquí se desarrollan, se caracterizan por ser de baja a mediana altura (10 a 30 m), siempreverdes, con dos estratos, densos y donde las epífitas son comunes, principalmente el musgo, con tipo de vegetación manifiesta de Bosque Tropical / Subtropical Lluvioso-Nuboso. Esta porción también está dominada por el tipo de clima G_{10} , que posee un régimen húmedo, templado y donde el déficit de agua es pequeño y no existe época seca.

En el caso del Distrito Río Cuarto, cuya cuenca forma parte de la Vertiente del Río San Juan, se presenta en el extremo norte del distrito, en sus zonas más bajas con altitudes alrededor de los 100 msnm, abarcando los poblados Chaparrón, Cerro Blanco, San Fernando y San Rafael, la Zona de Vida Bosque muy Húmedo Tropical, bioclima que, según Bolaños y Watson (1993), presenta algunas limitaciones debido al exceso de precipitación, no obstante, se considera muy activo para la producción de biomasa, especialmente en actividades forestales, además, presentan una gran biodiversidad.

De acuerdo con estos autores, los bosques tropicales más exuberantes y los más altos se desarrollan en este bioclima. Este bioclima vuelve a estar presente más al sur del distrito, muy cerca de la Laguna de Río Cuarto, cubriendo los poblados Bajo Latas, Ángeles Norte y Carrizal. Estas áreas están dominadas por el tipo de vegetación Bosque Tropical Lluvioso de Bajura, el cual se desarrolla sobre formas de sedimentación aluvial, con topografía plano ondulada, con sierras irregulares y colinas.

El tipo de clima presente en las zonas bajas del extremo norte del distrito es de tipo G_{2a} , definido como húmedo, muy caliente y con déficit pequeño de agua e índices de aridez muy bajo (entre 0 y 10 %), donde el suelo se mantiene mojado prácticamente todo el año.

La otra porción más al norte descrita anteriormente, posee un tipo de clima G_4 , que mantiene un comportamiento climático muy similar al descrito anteriormente, con la salvaguarda de que el déficit de agua es pequeño o no tiene, según se define para la vertiente del Caribe y probablemente para la del Río San Juan. Los bosques presentes en esta zona de vida se caracterizan por ser de baja a mediana altura (20 a 30 m), muy densos, con troncos delgados y muchas ramas con abundantes epífitas.

La zona intermedia de Río Cuarto, localizada entre las dos zonas de vida descritas anteriormente, mantiene un bioclima de Bosque muy Húmedo Premontano Transición Basal Tropical, abarcando las comunidades Pinar, Santa Isabel, Tabla, Santa Rita y San Gerardo. Dentro de esta zona de vida inician su curso las quebradas Grande, Saíno y Sonora, así como el Río Caño Negro.

El tipo de clima presente en esta zona de vida está dominado por el G_2 , clasificado como húmedo, muy caliente y con déficit pequeño de agua, con una representación de dos tipos de vegetación: Bosque Lluvioso Tropical de Bajura en la porción Este de esta zona y Bosque Tropical Lluvioso-Submontano en la porción Oeste, desarrollándose este último sobre formas de origen volcánico y en topografías irregulares de lomeríos.

La vegetación natural inalterada de esta zona de vida se caracteriza por ser de mediana altura, aproximadamente entre 30 y 40 metros, densidad media, de dos o tres estratos y es siempreverde, con algunas especies diciduas durante la estación seca. Esta zona de

vida se considera favorable, pero no óptima, para el desarrollo de actividades de uso de la tierra, debido a la abundante, pero no excesiva, cantidad de precipitación, siendo los cultivos de tipo permanente y los pastos las actividades que mejor se adaptan a este bioclima.

En altitudes intermedias, cercanas a los 500 msnm, a la altura de la Laguna de Río Cuarto y conteniendo las comunidades Río Cuarto, Marcella y Crucero, se encuentra la Zona de Vida Bosque muy Húmedo Tropical Transición a Premontano, el cual posee características similares a la zona de vida anterior, diferenciándose por una disminución en el período seco y un aumentando en el rango de precipitación. Incluso, los tipos de vegetación presentes son los mismos, es decir, vegetación de Bosque Lluvioso Tropical de Bajura y de Bosque Tropical Lluvioso-Submontano, no obstante, el primero ya se ve muy reducido, abarcando apenas un pequeño parche en el extremo

Este del área bioclimática en cuestión, en los alrededores del Río Hule y Tercero; no así el segundo tipo de vegetación, que cubre el área restante, siendo la vegetación representativa de la Laguna de Río Cuarto. El tipo de clima predominante en esta zona de vida, es el del tipo G₄, que mantiene un comportamiento climático con déficit de agua pequeño y que probablemente no tiene período seco.

Ascendiendo en dirección hacia el volcán Poás, y comprendiendo una franja que alcanza prácticamente todo el resto de la zona alta de Río Cuarto, hasta los extremos sureste a la altura de Isla Bonita y suroeste, salvo la porción central superior que está dominada por el Cerro Congo, se encuentra una zona de vida representada por el Bosque Pluvial Premontano, considerado muy restrictivo para el desarrollo de actividades agropecuarias, lo que también limita los asentamientos humanos.

En esta zona encontramos la Laguna Congo y la Laguna Hule, donde se desarrollan las comunidades La Colonia, Toro y Los Ángeles. En la zona domina el tipo de vegetación Bosque Lluvioso Tropical Submontano Siempreverde y los tipos de clima G₇ y G₉, con algunas incursiones del clima tipo G₄. En las áreas de menor altitud de esta franja se observa una mayor manifestación del tipo de clima G₇ con las incursiones de tipo de clima G₄, los cuales son considerados como húmedos, calientes y con un déficit muy pequeño

de agua, advirtiéndose un cambio en la clasificación de la parte superior de la franja, donde predomina el tipo de clima G₉, considerado como muy húmedo, templado y con un déficit de agua muy pequeño o sin déficit.

Finalmente, en su extremo superior sur, en los dominios del Cerro Congo, el Distrito Río Cuarto alcanza su límite administrativo, en el rango aproximado comprendido entre los 1500 y 1800 msnm. Se da allí la manifestación del bioclima Bosque Pluvial Montano Bajo, zona considerada sumamente restrictiva para el desarrollo de actividades de uso de la tierra dada su excesiva precipitación pluvial y el alto grado de humedad ambiental, lo cual lo hace también inhóspito para el hombre.

Los bosques de esta zona de vida se caracterizan por ser siempreverdes, de baja a mediana altura (20 a 30 m), muy densos, con troncos delgados y muchas ramas con abundantes epífitas. El tipo de vegetación presente en esta zona de vida es del tipo Bosque Lluvioso Tropical / Subtropical Montano, desarrollándose sobre formas similares a las descritas para el Bosque Lluvioso Tropical Siempreverde. Aquí se encuentran los tipos de clima representativos H₃ y H₄, donde el tipo H₃ es exclusivo de la cúspide del Cerro Congo.

Ambos tipos de clima son considerados como excesivamente húmedos, templados y sin déficit de agua, con rangos de precipitación entre los 5100 y 8000 mm y 4560 y 8000 mm por año, respectivamente y con un índice de aridez de 0%.

3.2.5 BIODIVERSIDAD

El cantón Grecia ostenta una enorme biodiversidad producto de la presencia de una gran variedad de zonas de vida, las cuales, a su vez, son resultado de los diferentes pisos altitudinales y tipos de clima allí presentes. Dicha biodiversidad se acrecienta aún más en las áreas limítrofes entre los distritos de Grecia que se localizan en la Vertiente del Pacífico y el Distrito Río Cuarto y que están separados por la divisoria de aguas de la Cordillera Volcánica Central donde se ubica el Parque Nacional Volcán Poás.

3.2.5.1 Flora y Fauna Sector Occidental

La Flora y Fauna del Parque Nacional Volcán Poás han sido ampliamente descritas. La flora está representada principalmente por los tipos de vegetación Bosque Tropical / Subtropical Lluvioso-Nuboso y Bosque Lluvioso Tropical / Subtropical Montano que es, asimismo, el tipo de vegetación presente y dominante en las zonas altas del cantón Grecia hacia la cara suroccidental del Parque, es decir, las zonas altas de los distritos San Isidro, San Roque y Bolívar.

Por lo anterior, las especies presentes en el Parque son muy similares a las encontradas en estos distritos del Cantón Grecia. Así, tal como se describe en <http://www.minae.go.cr/accvc/PNPoas/flor.html>, se puede encontrar entre su flora dominante, especies como roble (*Quercus costaricensis*), azahar de monte (*Clusia odorata*), papayillo (*Didymopanax pittieri*), ciprés blanco (*Podocarpus oleifolius*), helecho lengua (*Elaphoglossum lingua*), arrayán (*Vaccinium sp.*), cipresillo (*Escallonia poasana*) y tucuico (*Ardisia sp.*) entre otros, cubiertos de musgos, epífitas y otras plantas, según se aprecia más exhaustivamente en la Tabla 3.15 siguiente:

Tabla 3.15
Especies de Flora Características del Volcán Poás y las Zonas Altas del Cantón
Grecia, Sector Occidental

Nombre científico	Nombre común
<i>Elaphoglossum lingua</i>	Helecho lengua
<i>Vaccinium poasanum</i>	Arrayán
<i>Pernetia coriacea</i>	Arrayán
<i>Clusia odorata</i>	Azahar de monte
<i>Didymopanax pittieri</i>	Papayillo
<i>Escallonia poasana</i>	Ciprecillo
<i>Ardisia sp.</i>	Tucuico
<i>Quercus sp.</i>	Roble
<i>Brunelia costaricensis</i>	Cedrillo
<i>Podocarpus oleifolius</i>	Ciprés blanco
<i>Prumnopytis standleyii</i>	Cipresillo
<i>Magnolia poasana</i>	Magnolia
<i>Gunnera insignis</i>	Sombrilla de pobre
<i>Vaccinium consanguineum</i>	Helecho
<i>Pernetia coriacea</i>	Helecho
<i>Scalonia poasana</i>	Escalonia
<i>Begonia lindleyana</i>	Begonia
<i>Begonia oaxacana</i>	Begonia
<i>Begonia uldisilvestris</i>	Begonia
<i>Anthurium cocinnatum</i>	Anturio
<i>Anthurium pallens</i>	Anturio
<i>Anthurium obtusilobum</i>	Anturio
<i>Anthurium testaceum</i>	Anturio
<i>Cecropia insignis</i>	Guarumo
<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo
<i>Cecropia polyphlepa</i>	Guarumo
<i>Acineta chrysantha</i>	Orquídea
<i>Calante mexicana</i>	Orquídea
<i>Cattleya skinneri</i>	Orquídea
<i>Chondroryncha discolor</i>	Orquídea
<i>Chysis aurea</i>	Orquídea
<i>Cranichis reticulata</i>	Orquídea
<i>Dichaea muricata</i>	Orquídea
<i>Ellenathuus aurantiacus</i>	Orquídea
<i>Epidendrum anoglossum</i>	Orquídea
<i>Epidendrum obesum</i>	Orquídea
<i>Epidendrum polyanthum</i>	Orquídea
<i>Erythrodes tridax</i>	Orquídea
<i>Erythrodes vesicifera</i>	Orquídea

Nombre científico	Nombre común
Lepanthes blepharistes	Orquídea
Lepanthes elata	Orquídea
Lyccaste macrophylla	Orquídea
Malaxis fastigiata	Orquídea

Tomado de: <http://www.minae.go.cr/accvc/PNPoas/flor.html>

En relación con la fauna, y de acuerdo con <http://www.minae.go.cr/accvc/PNPoas/flor.html>, se han identificado 79 especies de aves, entre ellas escarhero (Turdus plebeyus), quetzal (Pharomachrus mocinno), reinita garganta de fuego (Vermivora gutturalis), pava negra (Chamaepetes unicolor), tucancillo verde (Aulacorynchus prasinus) y varias especies de colibríes. Los mamíferos no son abundantes, aunque se encuentran coyotes (Canis latrans), comadrejas (Mustela frenata), conejos (Silvilagus brasiliensis), zorrillos hediondos (Conepatus semistriatus), ardillas (Sciurus sp.), entre otros, tal como se puede apreciar en la Tabla 3.16.

Tabla 3.16
Especies de Aves Características en el Volcán Poás y las Zonas Altas del Cantón Grecia, Sector Occidental

Familia	Nombre científico	Nombre Común
Accipitridae	Buteo jamaicensis	Gavilán colirojo
	Elanoides forficatus	Gavilán tijerilla
	Harpagus bidentatus	Gavilán gorgirrayado
	Leucopternis princeps	Gavilán pechinegro
Ardeidae	Bubucus ibis	Garcilla bueyera
	Egreta thula	Garceta nivosa
Capitonidae	Cathartes aura	Zonchiche, noneca
	Coragyps atratus	Gallinazo zoncho
	Semnornis frantzii	Cocora barbuda
Columbidae	Columba fasciata	Paloma collareja
	Columbia talpacoti	Tortolita rojiza
	Geotrygon chiriquensis	Paloma pechicanela
Corvidae	Cyanocorax morio	Tortolita rojiza
Crascidae	Chamaepetes unicolor	Pava negra
Emberizidae	Diglosa plumbea	Pinchaflores plumizo
	Oryzoborus funereus	Semillero picogrueso
	Pezopetes capitalis	Saltón patigrande
	Pheucticus tibialis	Pico vientreamarillo
	Pselliophurus tibialis	Chingolo, comemaíz
	Zonotrichia capensis	Gallito

Familia	Nombre científico	Nombre Común
	Tiaris olivacea	
	Wilsonia pusilla	Reinita gorrinegra
Fringillidae	Carduelis psaltria	Mozotillo de charral
Furnariidae	Margarornis rubiginus	Trepapalo rojizo
	Pseudocolaptes lawrecii	Trepamusgo cachetón
Hirundinidae	Notiochelidon cyanuleoca	Golondrina azul blanco
Icteridae	Icterus galbula	Cacique veranero
Parulidae	Basileuterus melanogenys	Reinita carinegra
	Basileuterus rufifrons	Reinita cabecicastaña
	Dendroica dominica	Reinita de towsend
	Dendroica towsendi	Reinita cariamarilla
	Dendroica virens	
	Myioborus miniatus	Candelita pechinegra
	Myioborus torquatus	Candelita collareja
	Parulla guturalis	Reinita garganta fuego
Phasianidae	Dendrortyx leucophrys	Chirrascuca, Pederniz
Picidae	Melanerpes formicivorus	Carpintero careto
	Picoides villosus	Carpintero serranero
Ptilonotidae	Phainoptila melanoxantha	Capulinerio amarill neg
	Ptilonotus caudatus	Capulinerio colinegro
Ramphastidae	Aulacorhynchus prasinus	Tucancillo verde
Rhinocryptidae	Scytapus argentifrons	Tapaculo frentiplateado
Thraupidae	Campylopterus hemileucurus	Ala de sable violáceo
	Chlorophonia callophrys	Rualdo
	Chlorospingus pileatus	Tangara de monte
	Colibrí thalassinus	Colibrí ojiviolaceo verde
	Eugenes fulgens	Colibrí magnífico
	Henicorhina leucophrys	Soterry selva pechigris
	Lampornis calolaema	Colibrí montañés
	Panterpe insignis	Colibrí garganta fuego
	Pharomachrus mocinno	Quetzal
	Piranga bidentata	Tangara dorsirallada
	Piranga olivacea	Tangara escarlata
	Selasphorus flammula	Colibrí chispita, mosca
	Tachyphonus delatrii	Tangara coronidorada
Turdidae	Catharus frantzii	Zorzal gorrirojizo
	Catharus gracilirostris	Zorzal piquinegro
	Myadestes melanops	Jilguero
	Turdus nigrensis	Escarchero
	Turdus plebejus	Yigüirro de montaña
Tyrannidae	Contopus borealis	Pibi boreal
	Elaenia frantzii	Tontillo, bobillo
	Empidonax atriceps	Mosquerito cabecinegro
	Mitrephanes phaeocercus	Mosquerito moñudo
Vireonidae	Vireo carmioli	Vireo aliamarillo

Familia	Nombre científico	Nombre Común
	Vireo leucophyrus	Vireo montañoero

Tomado de: <http://www.minae.go.cr/accvc/PNPoas/flor.html>.

Los mamíferos no son muy abundantes en las tierras altas del parque (http://personal.redestb.es/jmunoz/CostaRica/Poas_sp.htm), y consecuentemente tampoco en las zonas más altas de los distritos mencionados. Aunque se encuentran coyotes, comadreas, zorrillos hediondos y algunos felinos, éstos se hallan limitados a los flancos del Caribe.

A un nivel alto intermedio se encuentra la reserva forestal de Grecia que forma un área de contención y amortiguamiento. La misma fue creada con el fin de conservar la zona donde se originan las fuentes de agua que abastecen a la población de Grecia y otros cantones de la región y reducir el impacto. Esta Reserva fue creada mediante Decreto Ejecutivo N° 5463 el 25 de Enero de 1974. Se ubica sobre la Cordillera Volcánica Central en la ladera suroccidental del Volcán Poás y tiene una extensión de 2611 hectáreas. Comprende parte de los distritos San José, San Isidro, San Roque y Bolívar (<http://www.minae.go.cr/accvc/grecia.htm>). Esta reserva tiene una gran importancia pues constituye una prolongación ecológica del Parque Nacional Volcán Poás, y además es un área de recarga de acuíferos (MINAE, 1986).



Imagen 3.27 Límites de la Reserva Forestal Grecia.

Dentro de la reserva se encuentra la Finca “Bosque del Niño”, ubicada al Este de dicha Reserva, entre las coordenadas Lambert Horizontal 236-237 y vertical 509-510. Tiene una extensión de 40.78 hectáreas y cuenta con una riqueza particular en flora y fauna (MINAE, 1986).

La reserva está dominada por el bioclima Bosque muy Húmedo Montano Bajo y el tipo de vegetación de Bosque Lluvioso Tropical Submontano Siempreverde cuya influencia se proyecta hasta la porción sur de los distritos Bolívar, San José, San Roque y San Isidro, así como el centro y sur del distrito central, por lo que su biodiversidad se puede considerar representativa de la porción norte intermedia y media del cantón Grecia.

De acuerdo con (<http://www.minae.go.cr/accvc/grecia.htm>), la Reserva contiene, en su bosque natural, especies vegetales como Ciprecillo (*Podocarpus oleifolius*), Lorito (*Winmania pinnata*), Quizarrá amarillo (*Ocotea stenosauria*), Yas (*Persea schiedeana*), Quizarrá quina (*Nectandra glabrescens*), Cedro dulce (*Cedrela tonduzzi*), Ratoncillo (*Rapanea pellucida - punctata*) y Roble encino (*Quercus sp.*), entre otras. En la porción

norte de la Reserva, en el bosque de coníferas y jaúl, se encuentran las especies de Ciprés (*Cupressus lusitanica*), Pino (*Pinus sp.*) y Jaúl (*Alnus acuminata*).

La fauna silvestre se encuentra representada por el zorro pelón (*Didelphis marsupialis*), zorro cuatro ojos (*Philander opossum*), zorríci (*Metachirus nudicaudatus*), zorro de balsa (*Caluromys dervianus*), armadillo común (*Dasypus novemcintus*), perezoso de tres dedos (*Bradypus variegatus*), oso colmenero (*Tamandua tetradactyla*), conejo común (*Sylvilagus brasiliensis*), Puerco espín (*Coendou mexicanus*). También existen algunas poblaciones muy diezmadas, tal es el caso del Tolomuco (*Eira barbara*), la comadreja (*Mustela frenata*), león breñero (*Herpailurus yaguaroundii*), caucel (*Leopardus wiedii*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), entre otros.

A la altura de la falla geológica conocida como la Falla de Alajuela, se localiza el Parque Recreativo Municipal “Los Chorros Grecia – Poás”. El mismo se halla dentro de la franja dominada por la zona de vida Bosque Húmedo Premontano y el tipo de vegetación de Bosques Semidecíduos de Bajura Tropicales. Esta franja se extiende a lo largo de la porción suroeste del distrito Grecia, es decir, los distritos Tacaes y Punta de Piedra. Por lo anterior, las especies presentes en este parque se consideran representativas del territorio antes mencionado.

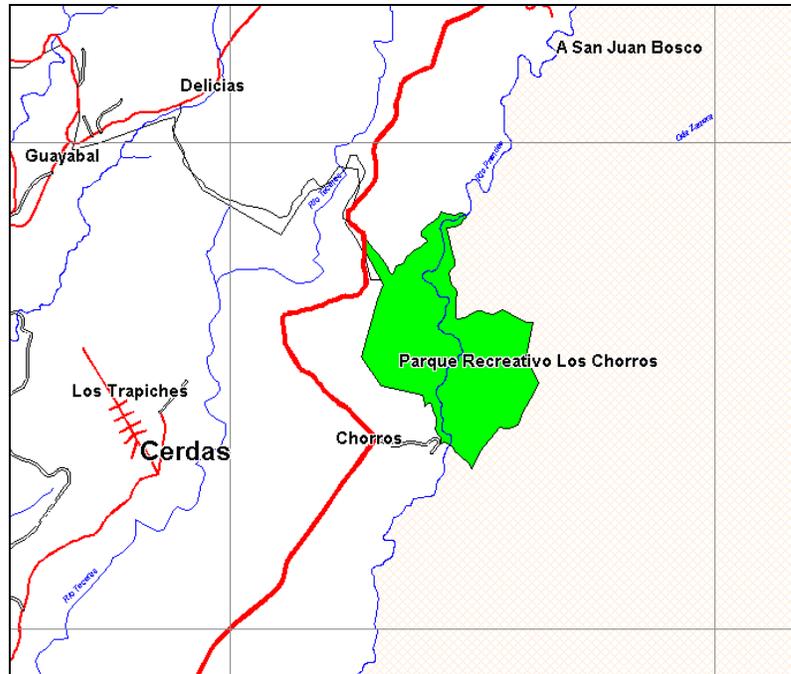


Figura 3.30 Parque Recreativo Los Chorros ubicado en el distrito Tacares. Este reducto boscoso alberga una cantidad importante de nacientes que deben ser protegidas.



Imagen 3.28 Caída de agua en el Parque Recreativo Los Chorros.

A continuación se presenta un listado de las especies representativas presentes en el Parque según lo descrito por Salazar-Rodríguez (2000):

Entre las especies vegetales más sobresalientes cabe destacar el Chapermo (*Lonchocarpus salvadorensis*), el Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), el Targuá (*Cortón gossypiifolius*), el Guachipelín (*Diphysa robinoides*), el Guapinol (*Hymenaea courbaril*), el Guarumo (*Cecropia sp*), el Güitite (*Acnistus arborescens*), el Jinocuave (*Bursera simaruba*), el Ojoche (*Brosimum alicastrum*), el Madero Negro (*Gliricidia sepium*), el Zotacaballo (*Pithecelobium longifolium*), el Huevos de Caballo (*Stemmadenia glabra*), el Laurel (*Cordia allidora*) y el Zahino (*Albizzia carbonaria*).

Dentro de la fauna se encuentran las Ardillas (*Sciurus variegatoides*), el Zorro pelón (*Didelphis marsupialis*), el Armadillo (*Dasybus novemcintus*), el conejo (*Sylvilagus brasiliensis*), tigrillos (*Urocyon cinereoargenteus*), los Mapaches (*Procyon lotor*) y varias especies de Murciélagos, donde sobresale el *Artibeus jamaicensis*. Reporta este autor que a finales de 1993 y durante 1994 se reintrodujeron mamíferos provenientes del Zoológico Simón Bolívar, cinco Monos carablanca (*Cebus capucinus*), un Mono colorado (*Ateles geoffroyi*), un Pizote (*Nasua narica*), un Oso homiguero (*Tamandua mexicana*), un Grisón (*Callictis vitata*) y cinco Mapaches (*Procyon lotor*).

En relación con las Aves, se han registrado cerca de 90 especies en el Parque y sus alrededores entre las cuales destacan: el Zopilote (*Cathartes aura*), Golondrones o Vencejos (*Streptoprocne zonaris*), Chachalacas (*Ortalis cinereiceps*), el saltarín Toledo (*Chiroxiphia liniaris*), el Tinamú mayor (*Nothocercus bonapartei*), Martín pescador (*Ceryle torquata*), la Piririza o andarríos (*Actitis macularia*), la Yuré (*Leptotila verreauxi*) y el Colibrí alas de sable violáceo (*Campylopterus hemileucurus*).

Dentro de la herpetofauna se reporta la presencia de sapitos de género *Eleuterodactylus* y el sapo común (*Bufo marinus*), los Garrobos (*Ctenosaura similis*), los Jesucristos (*Basiliscus basiliscus*) los Geckos (*Colionix mitratus*) y los Gallegos (*Norops sp.*)

En cuanto a serpientes se describen las Boas o Beckers (*Boa constrictor*) y las Zopilotas (*Spilotes palliatus*).

3.2.5.2 Flora y Fauna Sector Distrito Río Cuarto

Según se describe en http://personal.redestb.es/jmunoz/CostaRica/Poas_sp.htm , en las laderas del sector caribeño los bosques son mas altos, muy húmedos, ricos en palmas, helechos arborescentes y epífitas.

El clima es muy húmedo en la fachada del Pacífico, pero excesivamente húmedo en la vertiente del Caribe, de ahí que la Flora y la Fauna del Distrito Río Cuarto presente diferencias sustanciales con respecto a la de la Vertiente del Pacífico.

El predominio del Bosque Pluvial Montano Bajo a la altura del Cerro Congo (primera porción territorial del Distrito Río Cuarto en la dirección sur-norte), continuándose con la presencia del bioclima de Bosque Pluvial Premontano a la altura de la Laguna Hule y Congo, en concomitancia con la presencia del tipo de vegetación de Bosque Lluvioso Tropical / Subtropical Montano y el Bosque Lluvioso Tropical Submontano Siempreverde, en su disposición anillar alrededor del Volcán Poás, presuponen que la biodiversidad presente es muy similar a la descrita para estos tipos de vegetación en el apartado del Cantón Grecia de la Vertiente del Pacífico.

Sin duda alguna, la Laguna de Río Cuarto es el elemento más significativo para la biodiversidad presente en el resto del territorio del distrito, donde se da la característica de tierras bajas y un dominio de los tipos de vegetación Bosque Tropical Lluvioso – Submontano y Bosque Tropical Lluvioso de Bajura.

Tal como lo reporta Ramírez (2000), la Laguna de Río Cuarto se encuentra a 390 msnm y forma parte de la subunidad “relleno volcánico del Valle Central”, a la cual también pertenece el Volcán Congo, el Volcán Poza y el conjunto de lagunas Bosque Alegre, alineados todos en dirección de norte a sur, marcando una fisura cortical profunda relativamente reciente.

La flora y fauna presente en los alrededores de la laguna y en la laguna misma se expone a continuación:

3.2.5.2.1 Flora

De acuerdo con Ramírez (2000), Río Cuarto se caracteriza por poseer especies de estatura de mediana a alta, semiperennifolio, de 2 a 3 estratos, con algunas especies de dosel caducifolias durante la época seca. Los árboles de dosel poseen una altura entre 30 y 40 metros, sus copas son redondas y anchas y los troncos relativamente cortos y lisos. Existen abundantes gambas pero pequeñas.

Los árboles del sotobosque poseen de 10 a 20 metros de altura, con coronas densas y cortezas lisas y oscuras. Se encuentran numerosas raíces adventicias, así como el tipo de hojas largas y angostas, no siendo abundantes los helechos arborescentes. El estrato de arbustos es de 2 a 3 metros de alto, a menudo denso y el suelo se encuentra poco cubierto, con excepción de los helechos. Existen epífitas, pero son muy esporádicas. Se presentan bejucos trepadores herbáceos en abundancia y en su mayoría los árboles permanecen cubiertos por una densa capa de musgo.

Un listado de las especies vegetales presentes se despliega en la Tabla 3.17 siguiente:

Tabla 3.17
Especies de Flora Presentes en los Alrededores de la Laguna de Río Cuarto

Familia	Especie	Nombre común
Actinidaceae	Saurauia vereguensis	Mocos
Annonaceae	Annona muricata	Guanábana
	Annona reticulata	Anona.
	Desmopsis maxonii	Guineo
	Guatteria oliviformis	
	Rollinia microsepala	
Apocynaceae	Stenmadennia glabra	Gujarros
Araliaceae	Dembropanax arboreus	Fosforillo
	Oreopanax xalapanense	
Asteraceae	Ageratum conyzoides	Santa Lucía
	Baccharis trinervis	
	Eupatorium sp.	
	Lyabum sp.	
	Neurolaena lobata	Gavilana
	Vermonia patens	Tuete
Begoniaceae	Begonia sp.	Begonia

Familia	Especie	Nombre común
Bromeliaceae	Aechmea sp.	
	Tulandsi sp.	
Caesalpinaceae	Cassia grandis	Carao
	Senna fruticosa	
Cecropiaceae	Cecropia insignis	Guarumo
	Pouruma aspera	Chumico
Clusiaceae	Clusia odorata	Copey
	Rhedia edulis	Jorco
	Vismia ferruginea	Achiotillo
Cucurbitaceae	Francia pitieri	Tabaco
	Momordica charantia	Sorocí
Euphorbiaceae	Crotón draco	Targuá
	Crotón xalapense	Targuá
	Hieronima oblonga	Pilón
	Sapium trhelocarpum	Yos
Fabeaceae	Eritrina costaricensis	Poró
Lauraceae	Cinnamomun cinnamomifolia	
	Persea americana	Aguacate
Lycopodiophyta	Lycopodium cermuun	Licopodio
	Selaginella sp.	
Malvaceae	Malvaviscus arboreus	Amapola
	Sida rhombifolia	Escobilla
Marantaceae	Calathea insignis	
Melastomataceae	Clidemia setosa	
	Conostegia xalapensis	Lengua de vaca
	Miconia argentea	Lengua de vaca
Mimosaceae	Acacia angustissima	
Mimosaceae	Inga barbouri	Cuajiniquil
	Inga coruscans	Cuajiniquil
	Inga vera	Cuajiniquil
Moraceae	Ficus werckleana	Higuerón
	Ficus citrifolia	Higuerón
	Ficus elastica	Palo de hule
	Puisenia armata	
Myrsinaceae	Ardisia revoluta	Tucuico
Myrtaceae	Eugenia jambos	Manzana rosa
	Eugenia malaccensis	Manzana de agua
	Psidium guajava	Guayaba
	Psidium guinensis	Guájaro
Orchidaceae	Epidendrum radicans	

Familia	Especie	Nombre común
	Oncidium sp.	
	Encyclia sp.	
	Pleurothalis sp.	
	Stellis sp.	
	Nidema sp.	
Piperaceae	Peperomia hernandifolia	
	Peperomia elata	
	Piper aduncum	
	Piper amalago	
	Piper auritum	
	Pothomorphe umbellata	Anicillo
Protaceae	Roupata montana	Danto carne
Pteridophyta	Adiantum sp.	
	Cyathea sp.	Helecho arborecente
Rosaceae	Rubus costaricanus	Mora
	Rubus idaeus	Frambuesa
Rubiaceae	Cephaelis alata	Labios ardientes
	Coffea arabica	Café
	Psichotria polyphlebia	
	Randia armata	Crucillo
Solanaceae	Cestrum lanatum	Zorrillo
	Winterigia solanacea	
Urticaceae	Miriocarpus longipes	
	Phenax mexicanus	
	Pilea hialina	
	Urera caracasana	Ortiga

Tomado de Ramírez (2000)

3.2.5.2.2 Fauna

Avifauna

Las aves están extensamente representadas en el Distrito Río Cuarto y un listado de las especies más representativas en los alrededores de la Laguna de Río Cuarto se presenta en la Tabla 3.18:

Tabla 3.18
Especies de Aves Presentes en los Alrededores de la Laguna de Río Cuarto

Familia	Especie	Nombre Común
Accipitridae	Accipiter bicolor	
	Buteo nitidus	Gavilán
	Elanus leucurus	
	Harpagus bidentatus	Gavilán gorgirrayado
Alcedinidae	Chloroceryle amazona	
	Chloroceryle americana	
	Ceryle torquata	
	Ceryle alcyon	
Anatidae	Cairina moschata	
	Dendrocygna autumnalis	
Anhingidae	Anhinga anhinga	
Apodidae	Steptoprocne zonaris	
	Panyptila cayennensis	
Ardeidae	Bubulcus ibis	Garcilla bueyera
	Butorides striatus	
	Ixobrychus exilis	
	Egretta thula	Garceta nivosa
	Egretta caerulea	
	Botaurus pinnatus	
Caprimulgidae	Nyctidromus albicollis	
Cathartidae	Cathartes aura	
	Coragyp atratus	
Columbidae	Columba flavirostris	
	Columbina talpacoti	Tortolita rojiza
	Claravis pretiosa	
	Leptotila verreauxi	
Corvidae	Cyanocorax morio	Tortolita rojiza
Cracidae	Ortalis cinereiceps	Pava
Cuculidae	Piaya cayana	
	Crotophaga sulcirostris	
Dendrocolaptidae	Deconychura longicauda	
	Dendrocincla fuliginosa	
	Dendrocolaptes certhia	
	Lepidocolaptes souleyetii	
	Sittaomus griseicapillus	
Emberizidae	Arremon aurantirostris	
	Arremonops conirostris	

Familia	Especie	Nombre Común
	Cyanocompsa cyanoides	
	Oryzoborus funereus	Semillero picogrueso
	Oryzoborus nuttingi	
	Saltator coerulescens	
	Saltator maximus	
	Tiaris olivacea	
	Volatina jacarina	
	Zonotrichia capensis	
Falconidae	Herpetotheres cachinnans	
	Micrastur ruficollis	
Formicariidae	Myrmeciza exsul	
	Thamnophilus doliatus	
Furnariidae	Automolus ochrolaemus	
	Xenops minutus	
Heliornithidae	Heliornis fulica	
Hirundinidae	Riparia riparia	
	Stelgidopteryx serripennis	
	Tachyneta albilinea	
Icteridae	Agelaius phoeniceus	
	Amblycercus holosericeus	
	Dives dives	
	Icterus dominicensis	
	Icterus galbula	Cacique veranero
	Molothrus aeneus	
	Psarocolius montezuma	
	Quiscalus mexicanus	
	Sacphidura oryzivora	
Pandionidae	Pandion haliaetus	
Parulidae	Dendroica pensylvanica	Reinita
	Geothlypis trichas	
	Mniotilta varia	
	Phaeothlypis fulvicauda	
	Seiurus noveboracensis	
	Wilsonia pusilla	
Passeridae	Passer domesticus	
Phalacrocoracidae	Phalacrocorax brasilianus	
Picidae	Campephilus guatemalensis	
	Dryocopus lineatus	
	Melanerpes pucherani	Carpintero

Familia	Especie	Nombre Común
	Piculus rubiginosus	
	Veniliornis fumigatus	
Podicipedidae	Tachybaptus dominicus	
	Podilymbus podiceps	
Psittacidae	Aratinga nana	
	Brotogeris jugularis	
	Pionopsitta haematotis	
	Pionus senilis	
Rallidae	Aramides cajanea	
Ramphastidae	Pteroglossus torquatus	
	Ramphastos sulfuratus	
	Ramphastos swainsonii	
Sylviidae	Polioptila plumbea	
Thraupidae	Chlorophanes spiza	
	Cyanerpes cyaneus	
	Euphonia gouldi	
	Phlgothraupis sanguinolenta	
	Piranga rubra	Tangara
	Ramphocelus passerinii	
	Tangara larvata	
	Thraupis episcopus	
	Thraupis palmarum	
Tinamidae	Tinamus major	
Tityridae	Cinnamomeus sp.	
	Pachyramphus sp.	
	Tityra inquisitor	
	Tityra semifasciata	
Tyrannidae	Attila spadiceus	
	Camptostoma imberbe	
	Conopias albobittata	
	Contopus sordidulus	
	Contopus virens	
	Elaenia flavogaster	Tontillo, bobillo
	Empidonax flaviventris	Mosquerito
	Mionectes oleagineus	
	Myiarchus tuberculifer	
	Myiodynastes luteiventris	
	Myiozetetes granadensis	
	Pitangus sulphuratus	
	Todirostrum cinereum	
	Todirostrum silvia	

Familia	Especie	Nombre Común
	Tolmomyias sulphurescens	
	Tyrannus melancholicus	
Trochilidae	Anthrathocorax prevosti	
	Chalybura urochrysia	
	Florisuga mellivora	
	Glaucis aenea	
	Heliiothryx barroti	
	Phaetornis guy	
	Phaetornis superciliosus	
Trogonidae	Trogon melanocephalus	
	Trogon violaceus	
Troglodytidae	Campylorhynchus zonatus	
	Troglodytes aedon	
	Thryothorus atrogularis	
	Thryothorus nigricapillus	
Turdidae	Turdus grayi	
Vireonidae	Vireo flavifrons	

Tomado de Ramírez (2000)

Mastofauna

La población de mamíferos de las tierras aledañas a la Laguna de Río Cuarto constituye un recurso relevante para asegurar la biodiversidad de la zona, ya que muchos de ellos son importantes dispersores y polinizadores de especies arbóreas, sin embargo, la permanencia de algunas de estas poblaciones en el área se encuentra en peligro (Ramírez, 2000).

Un listado de las especies de mamíferos presentes en la zona se presenta en la Tabla 3.19.

Tabla 3.19
Listado de Especies de Mamíferos Presentes en los Alrededores de las Lagunas Río Cuarto y Hule

Familia	Especie	Nombre común
Bradypodidae (Edentata)	<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de tres dedos
Cebidae (Primates)	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo o aullador
	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono colorado
	<i>Cebus capucinus</i>	Mono carablanca
Cervidae (Artiodactyla)	<i>Mazama americana</i>	Cabro de monte
	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
Dasyproctidae (Rodentia)	<i>Agouti paca</i>	Tepezcuintle
	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa
Didelphidae (Marsupialia)	<i>Didelphys marsupialis</i>	Zorro pelón
Erethizontidae (Rodentia)	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín
Leporidae (Logomorpha)	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo de monte
Mustelidae (Carnívora)	<i>Eira barbara</i>	Tolomuco
Procyonidae (Carnívora)	<i>Nasua narica</i>	Pizote
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
Sciuridae (Rodentia)	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla

Tomado de Ramírez (2000).

Representación íctica

En Costa Rica se encuentran representadas tres provincias ícticas, determinando por lo tanto tres ictiofaunas distintas en el país: Pacífico Norte (Chiapas - Nicaragua), Pacífico Sur (Ístmica) y Vertiente del Caribe (San Juan).

Según explican Castro y Coronado (2001), los peces de Río Cuarto están situados en la provincia ictiológica de San Juan, la cual se extiende en la Vertiente del Caribe desde el río Pinzopolka en Nicaragua hasta el Golfo de los Mosquitos en Panamá. La ictiofauna de esta provincia se encuentra compuesta principalmente por descendientes de un ancestro

que penetró en América Media durante el Cretáceo y Paleozoico desde América del Norte (Bussing, 1993, citado por Castro y Coronado, 2001).

Dicha área se caracteriza por su alta precipitación (4600 mm anuales) y formación de numerosos ríos los que en su mayor parte fluyen hacia el norte, específicamente hacia el río San Juan.

La mayor parte de estos ríos nacen en la Cordillera Volcánica Central y aumentan su caudal conforme descienden hacia la planicie, siendo largos y con poca pendiente, diferenciándose en tamaño, velocidad de corriente y tipo de fondo.

1. *Laguna de Río Cuarto*: Esta laguna es de origen volcánico del tipo Maar, de forma de vasija circular, con una superficie de 33.24 Hectáreas. Su profundidad máxima es de 66 m y la media de 35.5 m (Gocke, 1980 y Gocke et al, 1987, citado por Castro y Coronado, 2001). Estas masas de agua se caracterizan por tener una profundidad considerable en relación con su superficie y bajo contenido de nutrientes (Wetzel, 1981, citado por Castro y Coronado, 2001).



Imagen 3.29 Laguna de Río Cuarto. Esta laguna posee el índice de representación ictica más alto en la zona.

2. *Río Cuarto*: Los sectores fluidos de este río se caracterizan por presentar aguas bajas y corrientes moderadas, diversidad de remansos cuyos lechos acumulan cieno y detritos. En la zona de mayor desnivel el agua produce pequeñas caídas seguidas de pozas variables en profundidad y sustrato. Las zonas de remansos que se encuentran a lo largo del río se caracterizan por presentar vegetación ribereña. Existen las zonas de pendientes leves que aumentan la velocidad y turbulencia especialmente en los sectores pedregosos. Las áreas de cauce secundario, formadas por agua retenida o fuertes crecidas, están ausentes por lo que el cauce se considera bien definido (Castro y Coronado, 2001).

3. *Río Tercero*: El curso del cauce fluvial está formado en su mayor parte por corrientes de primer orden, ya que no presentan afluentes de importancia. El agua puede estar confinada en un lecho bien definido, aunque en período de crecida pueden anegar zonas a lo largo del cauce, formando charcas frecuentemente asociadas a bancos de grava, sustrato arenoso o limo. A lo largo de una parte considerable de la orilla del río se

encuentra una cubierta boscosa que aporta gran cantidad de vegetación y otras estructuras modificadoras de corrientes como cauces secundarios de poca profundidad y turbulencia. Es un río con tramos poco profundos en los que las aguas corren velozmente y con turbulencia asociada a rocas mayores. Se dan zonas de cascada como respuesta a los desniveles que se traducen en pequeñas caídas de agua alternando con charcas o pozas someras (Castro y Coronado, 2001).

Índices ecológicos y abundancia

De acuerdo con los autores citados, el mayor número de individuos se obtuvo en la laguna de Río Cuarto. Cichlidae es la familia más representativa, seguida de la familia Characidae y la familia Poecillidae.

Poecillia gillii es la especie más abundante, seguida de *Parachromis dovii* y *Astyanax aeneus*.

La zona referida a la laguna de Río Cuarto presenta la mayor diversidad, predominio de especies y una mayor riqueza debido a que en esta área se obtuvo el mayor número de individuos totales capturados por especie.

Refiriéndose al índice de similitud, la mayor relación se encontró entre los ríos Cuarto y Tercero, posiblemente por ser ecosistemas que presentan características similares; en contraposición, la menor relación se presentó entre las áreas de Río Tercero y la laguna de Río Cuarto por sus variadas características morfológicas.

La Tabla 3.20 muestra el listado de las especies de peces presentes en la Laguna de Río Cuarto, el Río Cuarto y el Río Tercero.

Tabla 3.20
Listado de Especies Ícticas de la Laguna de Río Cuarto, el Río Cuarto y el Río Tercero

Familia	Especie	Nombre común
Cichlidae	<i>Amphilophus citrinellus</i>	Mojarra
	<i>Archocentrus nigrofasciatum</i>	Congo, carete o burra.
	<i>Archocentrus septemfasciatum</i>	Mojarra
	<i>Asthaeros longimanus</i>	Cholesca, carete o pecho rojo.
	<i>Herotilapia multispinosa</i>	Tilapia
	<i>Neetroplus nematopus</i>	Moja
	<i>Parachromis dovii</i>	Guapote
	<i>Parachromis loisellei</i>	Guapote
	<i>Theraps underwoodi</i>	Vieja, moga verde o tuba
Characidae	<i>Astyanax aeneus</i>	Sardina plateada
	<i>Astyanax nasutus</i>	Sardina plateada
	<i>Brycon guatemalensis</i>	Machaca o sabalete
	<i>Bryconamericus scleroparius</i>	Sardina de quebrada
Gobiesocidae	<i>Gobiesox nudus</i>	
Mugilidae	<i>Agonostomus monticola</i>	Tepemechín
Pimelodidae	<i>Rhamdia nicaraguensis</i>	Barbudo
Poeciliidae	<i>Poecillia gillii</i>	Olomina
	<i>Priapichthys annectens</i>	Olomina

Tomado de Ramírez (2000) y Castro y Coronado (2001).

3.3 CONTAMINACIÓN Y PROBLEMAS AMBIENTALES

3.3.1. CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Es importante tomar en consideración los efectos que puede ocasionar la actividad del Volcán Poás al respecto de ordenar y planificar las actividades a desarrollar en sus alrededores.

Según se expone en http://personal.redestb.es/jmunoz/CostaRica/Poas_sp.htm, el Poás es un volcán basáltico compuesto que se levanta a 2.708 m. de altura, con una actividad

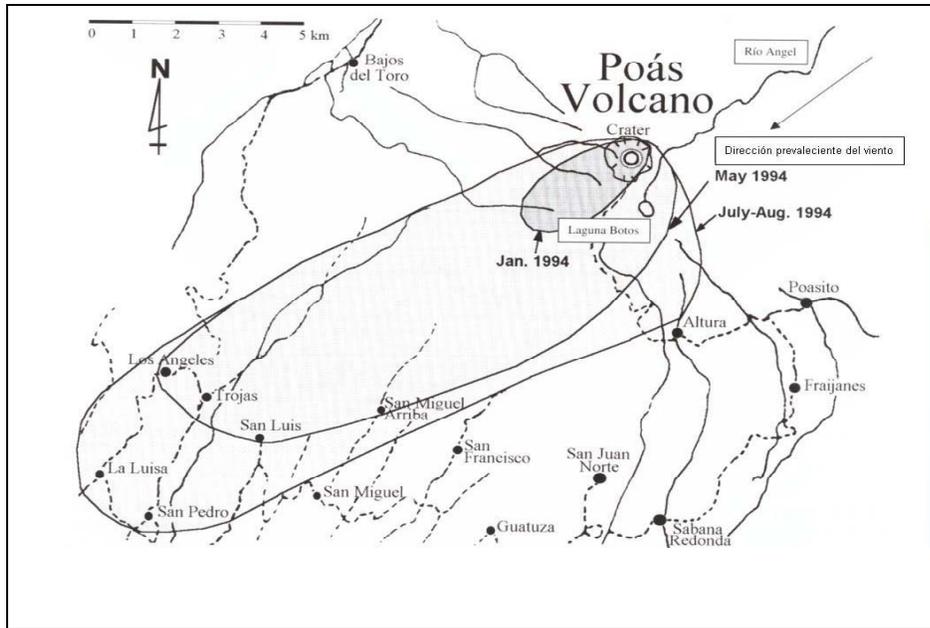
efusiva lenta tipo lacustre. Desde 1989 ha incrementado notablemente la emisión de gases, ocasionando fenómenos de lluvia ácida que han dañado plantaciones de fresa y café en el valle Central Occidental.

Dependiendo de la dirección y velocidad del viento se perciben olores desagradables en lugares tan distantes como Alajuela, Grecia, San Ramón, Sarchí y Naranjo.

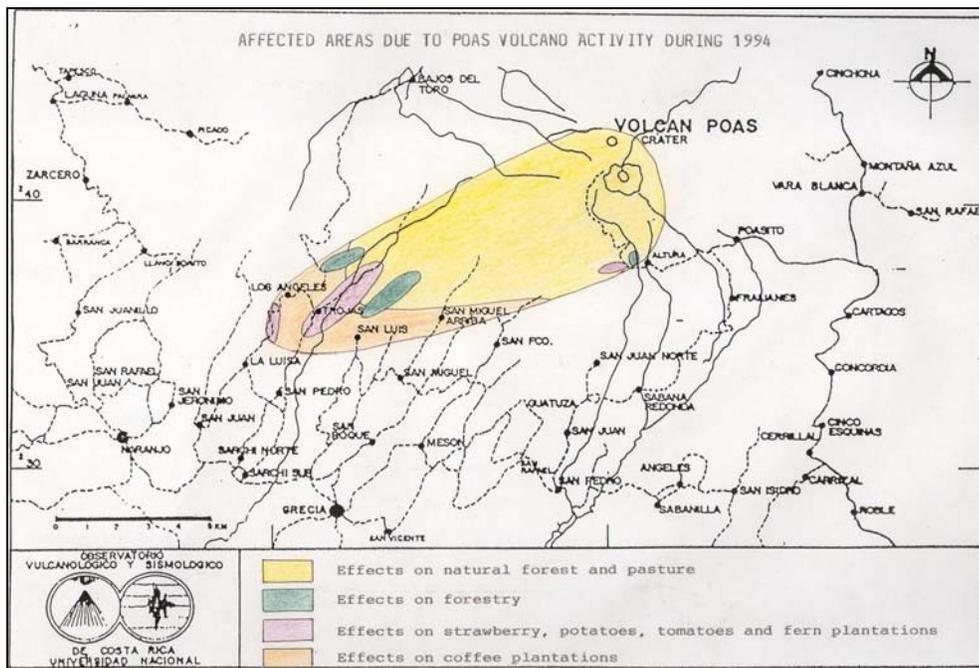
En la cúspide existen dos cráteres: el principal, de 1,5 km. de diámetro y 300 m. de profundidad, presenta en su fondo una laguna circular caliente de unos 350 m. de diámetro y un cono de escorias o estructura dómica que se levanta a unos 40 m. sobre la laguna y que presenta fumarolas muy activas. El segundo cráter es asiento de una laguna de agua fría (Laguna Botos) de origen netamente pluvial, que es desaguada hacia el Caribe por el río Ángel, afluente del Río Sarapiquí.

Por las características del viento, que generalmente sopla en dirección Este – Oeste o Noreste – Suroeste, Martínez et. al. (2000), la pluma de gases nocivos se manifiesta afectando mayormente la cara suroccidental del volcán y en buena medida todo el sector norte del Cantón Grecia.

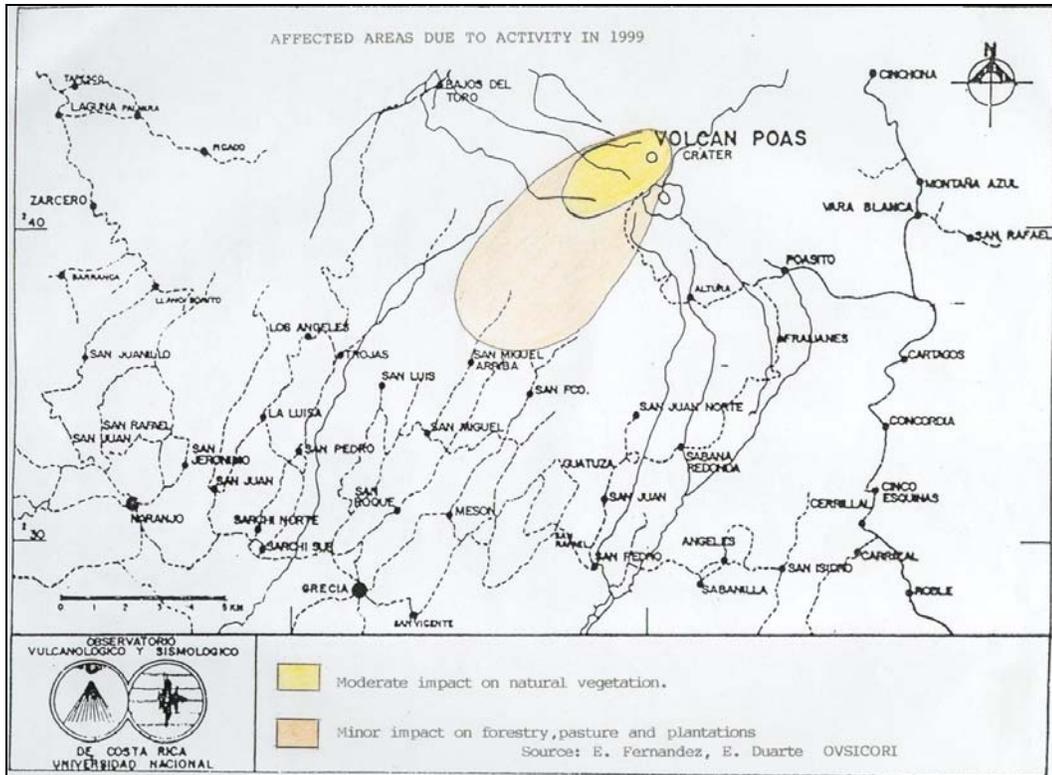
En las siguientes figuras se muestra gráficamente las áreas afectadas por este proceso en diferentes períodos.



Fuente: OVSICORI, 2002.
 Figura 3.31 Pluma de gases volcánicos provenientes del Volcán Poás. El efecto de éstos se hace sentir en las partes altas del cantón Grecia en localidades como San Luis, San Miguel y San Miguel Arriba.



Fuente: OVSICORI, 2002
 Figura 3.32 Efecto de los gases volcánicos sobre diferentes actividades agroforestales durante la actividad volcánica de 1994.



Fuente: OVSICORI, 2002

Figura 3.33 Efecto de los gases volcánicos sobre diferentes actividades agroforestales durante la actividad volcánica de 1999.

3.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La importancia que revisten los bosques de las zonas altas del cantón Grecia en la vertiente pacífica desde el punto de vista de generación del recurso hídrico, tan bien aprovechado y valorado por las comunidades, su relación con las Áreas de Conservación administradas por el MINAE dentro del cantón a través del Parque Nacional Volcán Poás y la reserva forestal de Grecia, indican que se deben fortalecer los lazos de las organizaciones de desarrollo comunal y ambientalistas de carácter cantonal y distrital con los encargados del MINAE en la administración de dichas áreas, para desarrollar acciones y programas conjuntos que permitan la conservación de los bosques y su biodiversidad en sus condiciones naturales, fortaleciendo su condición de protección absoluta.

Además, las acciones deben encaminarse también al desarrollo de acciones conjuntas de mitigación de impactos producidos por los efectos que tiene la emanación de gases del Volcán Poás, que según se describió anteriormente, la dirección de los vientos hace que dichos efectos, por lo general, sean percibidos directamente en las zonas altas de la cara suroccidental, por lo que es importante la existencia de comités contra incendios forestales, la cacería furtiva y otros, los cuales deberían canalizarse a través de la existencia de un programa conjunto del cantón con la Subregión respectiva del Área de Conservación Cordillera Volcánica Central.

Dada la preocupación de los vecinos sobre los problemas de deforestación que se están generando y que se pueden generar en el futuro, producto del interés de urbanizar las áreas que hoy son bosque pero que no están bajo un régimen de protección, y de los problemas de deforestación que se están dando en la zona de la reserva forestal de Grecia y que está en manos privadas, es importante que se elabore una zonificación del área que restrinja más el uso de la tierra y propicie más la protección y la conservación.

Para esto, es importante que se tome en consideración la inquietud de la comunidad, en el sentido de gestionar la incorporación de la franja superior de la reserva forestal al Parque Nacional Volcán Poás para garantizar su protección absoluta, la ampliación de la reserva forestal hacia el sur y la implementación de una zona protectora que funcione como área de amortiguamiento, contemplando la franja restante del área con aptitudes

para el tipo de vegetación Bosque Pluvial Montano y la franja superior del nivel topográfico inferior, es decir, de la franja que presenta condiciones de vegetación del tipo Bosque muy Húmedo Montano Bajo, hasta el nivel de tipo de clima F₄.

En este sentido, no se estaría impidiendo el desarrollo de algunas actividades de uso de la tierra, inclusive la construcción con ciertas restricciones, pero se definiría como prioridad principal la protección y la conservación, de tal manera que las actividades que se pretendan implementar deben tomar en consideración prioritariamente los impactos directos que podrían generar al recurso hídrico de interés comunal y a los ecosistemas del lugar.

Por otra parte, se tendrían mayores oportunidades para la elaboración, gestión e implementación de programas de recuperación y reforestación de los sitios de mayor interés para lograr consolidar una zona de protección como zona protectora.

La organización y el interés de la comunidad de Grecia demuestran un gran apego a las áreas boscosas y una conciencia de conservación muy desarrollada, lo cual permite que se puedan implementar algunas políticas y programas dirigidos a la compra de tierras y el pago por servicios ambientales, de manera que le permita al dueño de la propiedad retribuirse por dejar las áreas para la protección y darles mantenimiento, y a los usuarios (la comunidad) disfrutar de los beneficios tanto directos como indirectos de dichas áreas.

Este régimen especial significa que el uso prioritario que se promueva para las áreas propuestas de conservación, se enfoque bajo el nivel de promoción a través de programas de educación ambiental, en la generación de conciencia de conservación y el pago de Incentivos como parte de los servicios ambientales que le presta a la comunidad y que permitan que dichas áreas se puedan ir consolidando.

Para esto es importante elaborar los estudios de valoración económica que puedan determinar los beneficios económicos de los usos potenciales productivos y lo que esperarían los dueños de propiedad en retribución o ganancia, contra lo que estarían dispuestos los usuarios, o sea los pobladores de Grecia, a pagar para que dichas áreas permanezcan en conservación, prestando los servicios ambientales de generación y

reserva de agua, propiciar y sostener la vida silvestre y contribuir con el mantenimiento del microclima entre otros.

La aplicación de una política de esta naturaleza debe ser canalizada a través de una organización específica que implemente los programas, capte y canalice los recursos generados, elabore y ejecute un programa de educación ambiental permanente y que establezca los enlaces y alianzas estratégicas con otros grupos organizados, instituciones y organismos nacionales e internacionales que fortalezcan y consoliden la organización y sus programas. Esta organización perfectamente podría estar bajo la tutela y respaldo del municipio, creado como un programa de esa dependencia.

Ya se están implementando algunas experiencias de mucho suceso en el país, donde se genera un mutualismo entre el dueño de propiedad y los usuarios a través de un contrato o convenio, sin necesidad de que se tenga que aprobar un canon por servicios ambientales en la Asamblea Legislativa. Lo anterior también puede ser fuertemente apoyado por el sistema de organizaciones comunales y ambientalistas muy desarrolladas en el cantón.

Por otra parte, debido a la gran expansión de actividades productivas que ocupan grandes extensiones como la caña de azúcar y el café, la zona central y sur del cantón no tiene prácticamente áreas boscosas. Pero, por tratarse de actividades de enorme importancia para la economía del cantón, lo que se debería hacer es que el municipio y las organizaciones comunales y ambientalistas promocionen y apoyen el establecimiento de Mini reservas por medio de los programas de incentivos para la protección del bosque del MINAE y otros, iniciándose en primera instancia con los procesos de regeneración natural.

Este programa de Mini reservas puede promoverse a través de las Escuelas y Colegios, donde establecidos los trámites pertinentes para elevar las áreas seleccionadas a dicha condición, se les brinde el apoyo necesario para que ellos asuman el compromiso de brindar el mantenimiento en lo que respecta a la recolección de basura, cercado de áreas críticas, rondas, etc. Lo anterior también apoyaría el desarrollo de programas de educación ambiental en el campo.

Es importante que paralelo a las gestiones anteriores, se elaboren Planes de Manejo específicos para cada una de las microcuencas, de acuerdo con sus propias características y necesidades, específicamente las correspondientes a los ramales del Río Colorado dentro del cantón, es decir, el Río Sarchí y el San Juan, igualmente para la microcuenca del Río Rosales junto con las áreas correspondientes en las zonas de conjunción en las partes bajas del cantón.

Es importante que a este nivel, o sea, en las zonas de conjunción de los ríos y donde se presenta la zona de vida de Bosque Húmedo Premontano Basal Tropical, por las características que lo revisten desde el punto de vista ecológico en el enclave de varias microcuencas, se dé también una categoría importante a los planes de conservación y recuperación del cantón.

También reviste gran importancia el Plan de Manejo de la microcuenca conformada por el Río Prendas y Tacaes, que al nivel del Río Prendas se encuentra representado por el Plan de Manejo que plantea establecer una zonificación elaborada por Salazar Rodríguez (2000) para el Parque Recreativo Los Chorros.

Dada la importancia que lo recubre en lo que respecta al potencial hídrico, ya que es considerada una zona de recarga acuífera muy importante para la región y que representa el último reducto de bosque del sur del cantón Grecia, se deben realizar las gestiones necesarias para que se dé la implementación, con el respaldo del municipio, de los programas requeridos para que la zonificación se haga efectiva en el campo. Este proceso debe realizarse involucrando al municipio de Poás, el cual alberga dentro de su territorio parte significativa del parque.

La diversificación de las actividades productivas conlleva a que se debe dar un proceso de mayor participación del municipio en la promoción para que se implemente la aplicación de tecnologías limpias en las actividades agroindustriales y en la gestión de los recursos económicos, y que de esta forma las empresas puedan acceder a la tecnología para el tratamiento de sus desechos industriales y esto pueda llegar a ser una realidad en el cantón.

La disposición de la cuenca hace ver que tiene un muy buen sistema de drenaje, y presenta características apropiadas para la concentración de afluentes y drenajes que permiten encausar las aguas negras y servidas hacia sistemas de tratamiento antes de ser descargadas a los afluentes naturales. En tal caso, puede considerarse la posibilidad de que el sistema de drenaje de aguas negras y servidas del distrito primero o Grecia, sea llevado a una Planta de Tratamiento, la cual puede ubicarse al sur de la ciudad donde sus aguas tratadas descarguen a la quebrada que la bordea en el extremo este y posteriormente desaguadas hacia el Río Rosales.

En relación con el recurso hídrico del Sector Occidental, es bueno señalar que los acuíferos más productivos son aquéllos que están formados en rocas sanas fracturadas, principalmente en brechas lávicas y en capas de lavas sanas fracturadas. En el área de la ciudad de Grecia se identifican tres acuíferos: lavas superiores del Poás, materiales meteorizados y lavas y brechas lávicas inferiores que se relacionan con la formación Lavas de Intracañón.

Los pozos más productivos son aquellos que captan el acuífero inferior, y para ello se debe pensar en profundidades del orden de los 150 m si están ubicados en la parte sur (área más plana entre La Argentina y Tacaes). No hay buenas referencias de la profundidad requerida en las cercanías de la ciudad de Grecia, pero se estima que para captarlo en esa área se debe pensar en profundidades de cerca de 200 m.

El acuífero más vulnerable a la contaminación es el formado en las lavas superiores, que se encuentra en las mayores elevaciones, esto debido a que es el más superficial y el que estaría recibiendo cualquier sustancia no deseada. En segundo lugar se tiene el acuífero intermedio, formado en los materiales meteorizados. Una parte de éste está protegida por el acuífero superior pero donde esa capa acuífera no existe entonces el intermedio queda desprotegido recibiendo las sustancias que se infiltren.

El acuífero inferior se muestra como el más protegido, ya que tiene encima de sí los materiales de permeabilidad relativamente baja que conforman el acuífero intermedio. Además, el hecho de que su nivel de agua subterránea sea bastante diferente al del acuífero intermedio está indicando que existe un aislamiento hidráulico que lo protege. El

hecho de que las áreas de recarga estén demarcadas en las áreas más altas que la ciudad de Grecia, refuerza el hecho de que este acuífero inferior esté mejor protegido naturalmente, y que los otros sean más vulnerables a la contaminación.

Por lo anterior, debe evitarse en lo posible usar sustancias tóxicas persistentes sobre el terreno, sobre todo en las partes altas.

No hay un cálculo detallado de la recarga pero por el comportamiento mostrado por los pozos hasta ahora se puede suponer que la extracción de agua subterránea no está alcanzando un límite peligroso.

No obstante, dado que no se cuenta con esa cuantificación de los recursos hídricos subterráneos, no debe pensarse que esta fuente de agua es inagotable, y es más bien recomendable realizar estudios hidrogeológicos específicos enfocados a determinar la cantidad de agua subterránea aprovechable anualmente, sobre todo en el área del cantón que drena hacia el Pacífico que es donde el crecimiento se da más velozmente.

En principio, un estudio de este tipo debería tender a determinar las características físicas de los acuíferos (tamaño, límites, espesores, profundidades y estratigrafía), muchas de ellas ya han sido identificadas en el presente estudio. Además, se debería caracterizar las aguas desde un punto de vista hidrogeoquímico para determinar los cambios en sus características y determinar la presencia de contaminantes, y como tercer paso general, llegar a definir la dinámica de los acuíferos, en términos de balance hídrico, zonas de recarga, zonas de descarga, direcciones de flujo, velocidades del agua y la relación con los ríos.

El fin último de un estudio de este tipo es llegar a cuantificar el volumen y sistemas de recarga para no excederse en la extracción de agua subterránea por medio de pozos y para definir aquellas pautas necesarias para preservar una buena calidad del agua. Algunos de estos puntos básicos ya fueron abordados en el presente estudio.

En lo que respecta al Distrito Río Cuarto, es importante también analizar con la comunidad y propietarios, la necesidad de delimitar y gestionar un área de Reserva

Forestal alrededor del Área del Parque Nacional Volcán Poás, que alcanza el Cerro Congo hasta un nivel aproximado entre la curva de nivel de los 1500 msnm y la curva de nivel de los 1000 msnm, o ampliar la Zona Protectora de Río Toro que llega hasta el límite suroeste del Distrito, bordeando el corredor que une el área principal del Parque Nacional Volcán Poás con el Cerro Congo, también de su dependencia.

Esta área estaría funcionando a la vez como de contención y amortiguamiento de los bosques del Parque Nacional y del Refugio de Vida Silvestre Bosque Alegre que abarca las Lagunas Hule, Congo y Bosque Alegre, además de cumplir con la función de corredor Biológico y proteger las nacientes y cursos de la Quebrada Higuera y los ríos Tercero, Hule, las quebradas Lajas, Corrales y Berros de la Cuenca alta del Río Toro, así como el Río Cariblanco, Ángel y María Aguilar de la cuenca alta del Río Sarapiquí.

De esta manera, se está protegiendo la franja alta hacia la vertiente del San Juan que presenta el tipo de vegetación Bosque Lluvioso Tropical Subtropical Montano y la franja superior del área que presenta el tipo de vegetación Bosque Lluvioso Tropical Submontano Siempreverde. Estas zonas constituyen las áreas altas y de pendientes pronunciadas del Distrito Río Cuarto, las cuales están a una altitud moderada lo que incorpora fuerza de escorrentía y velocidad al sistema fluvial de la cuenca.

Las características reglamentarias de reserva forestal y refugio de vida silvestre permiten que se puedan visualizar como áreas donde se genera un interés comunal para participar compartidamente con el MINAE en el manejo de dichas zonas, bajo el concepto de Co-Manejo, más aún en el caso del refugio de vida silvestre Bosque Alegre que es mixto, por lo que es importante, dadas las necesidades de fuentes de trabajo, que se puedan proyectar algunos beneficios económicos para las comunidades aledañas en el desarrollo de actividades que no generen impacto negativo a las áreas de conservación.

De tal manera, es importante promover un acercamiento de las comunidades aledañas a la zona de reserva forestal propuesta y al refugio nacional de vida silvestre Bosque Alegre con el MINAE y los dueños de propiedades, para que se pueda definir y lograr una visión de interés común, así como elaborar propuestas que permitan el establecimiento de los respectivos planes de co-manejo.

Lógicamente, se debe desarrollar un proceso similar al planteado para las zonas altas del sector suroccidental del cantón, tratando de implementar algunas políticas y programas dirigidos a la compra de tierras y el pago de servicios ambientales a los dueños por dejar las áreas para la protección.

A la altura de la Laguna de Río Cuarto, tal como lo menciona Ramírez (2000), las áreas que rodean la laguna, así como las regiones circunvecinas, han sufrido a lo largo de varios años un severo deterioro como resultado de prácticas prolongadas de monocultivo, procesos de fumigación intensiva a base de organoclorados de amplio espectro, deforestación y extracción masiva de especies comerciales.

De esta forma, tal como lo indica Ramírez (2000), las tierras ubicadas en las orillas sur y oeste de la Laguna de Río Cuarto están destinadas al cultivo extensivo de plantas ornamentales para consumo nacional y de exportación. Las riberas norte y este son en su totalidad utilizadas como pastizales, donde está ubicado el camino de acceso a la laguna, el cual es utilizado por la gran cantidad de visitantes que llegan constantemente a la misma. La ladera de la ribera norte es relativamente angosta y presenta una pendiente bastante pronunciada, lo cual incrementa el severo deterioro causado por la erosión y la apertura de caminos.

Dado que estos suelos son de alta fragilidad, por la alta precipitación y la susceptibilidad de los mismos a la erosión, es necesario sustentar la posición del MAG (1997) y el IFAM (citados por Ramírez, 2000) de recomendar que estas zonas deben destinarse única y exclusivamente para la protección de las cuencas hidrográficas y de la vida silvestre, para conservar, a la vez, el paisaje, el cual se constituye en uno de los principales atractivos de Río Cuarto.

El sector aledaño a Río Cuarto centro, así como el Río Cuarto, los márgenes de las quebradas Grande, Saíno y Murciélago, el Poblado de San Rafael y la confluencia de los Ríos Toro y Caño Negro, constituyen un 37% de la superficie del distrito y sus suelos son aptos para cualquier uso, no obstante se hace necesario una mejor selección de los cultivos, ejecución de prácticas agrícolas especiales y prácticas de conservación. En tal

sentido, es importante definir claramente las prácticas adecuadas en coordinación con los peritos del MAG y técnicos del MINAE, apoyados por los diferentes programas como el de Reconversión Productiva del CNP y otros.

Al sureste del poblado de Río Cuarto se observa, según Ramírez (2000), limitantes edáficas, por lo que se debe optar por cultivos permanentes de tipo semibosque, utilización racional del bosque y prácticas precisas de manejo, donde el uso de prácticas edafológicas apropiadas incidan directamente en el mantenimiento de la cubierta boscosa al conservar el suelo, protegiéndose la materia orgánica y la fertilidad del mismo.

La laguna propiamente de Río Cuarto no es un área protegida. Constituye la laguna más profunda de Costa Rica y posee un gran atractivo paisajístico y es de gran visitación durante el período anual.

No obstante, de acuerdo con Ramírez (2000), ha sufrido durante la última década un deterioro ambiental significativo, el cual ha incidido notablemente en la densidad poblacional de guapotes, especies dominantes de este cuerpo de agua.

Naturalmente, durante los meses de diciembre, enero y principios de febrero, los fuertes vientos provocan un proceso de mezcla vertical, produciéndose una reducción significativa en la concentración de oxígeno disuelto en las capas superiores, coincidiendo con un cambio en la coloración de la laguna y la muerte masiva de los peces.

Sin embargo, sigue siendo el principal atractivo turístico de la zona, no sólo por su belleza escénica, sino también por la rica pesca deportiva que la ha caracterizado por muchos años. De acuerdo con el análisis de coliformes termoresistentes realizado durante el proyecto ejecutado por Ramírez, se concluye que la Laguna de Río Cuarto es apta para el uso recreacional y puede clasificarse apta para tener:

- Contacto primario (natación)
- Contacto secundario (navegación) y
- Contacto terciario (paisajista).

El bosque que rodea la laguna se encuentra muy alterado y las especies presentes son en su mayoría de crecimiento secundario, constituido por especies de crecimiento rápido, básicamente arbustos leñosos y árboles de pequeños a medianos.

En este sentido, dada la problemática anterior, es importante que se valore la posibilidad de gestionar que la laguna de Río Cuarto se convierta, junto con Bosque Alegre, en un refugio mixto de vida silvestre, donde además de las proyecciones de conservación de la laguna y de sus zonas aledañas, también se propicie la co-participación de los grupos organizados, tanto en lo que se refiere a las actividades propias de recuperación y conservación, como en las posibles actividades productivas que, a través de la elaboración de un Plan de Manejo, defina los posibles usos productivos.

Para esto es necesario desarrollar un proceso que involucre a los dueños de las propiedades aledañas a la laguna, a los personeros del MINAE y a los grupos organizados para definir opciones, intereses y oportunidades que permitan llevar adelante el proyecto.

Según el trabajo de Ramírez, la mayoría de los pobladores concuerdan en que el problema prioritario de la región es la escasez de empleo, ya que las únicas fuentes, con un volumen importante de trabajo, las constituyen las industrias agrícolas y ganaderas, tales como los viveros Agroverde y La Exótica (para la exportación), las lecherías, polleras y porquerizas, éstas últimas son de las más grandes de todo el país.

No obstante, el desarrollo incontrolado de las porquerizas a gran escala ha ocasionado una severísima contaminación de las quebradas, lagunas y ríos de la localidad, tales como el Río Tercero, importante afluente del Río Cuarto, así como el Río Sardina, el Río Hule y la Laguna de Río Cuarto. Este fenómeno, además de la contaminación del recurso hídrico, ocasiona una contaminación muy fuerte del aire, afectando su atractivo turístico por el mal olor y repercutiendo en la salud de los pobladores principalmente los niños.

En este caso, es importante que nuevos proyectos, tanto de porquerizas como polleras, traten de desarrollarse en una forma más dispersa para no concentrar los malos olores, pero, tanto las nuevas como las que ya están, deben incorporar en el proceso las

prácticas limpias, es decir, deberán construir las plantas de tratamiento para que los desechos no sean lanzados directamente a los cauces, política en la que necesariamente tendrá que involucrarse al Ministerio de Salud, órgano competente de manera vinculante y obligatoria para aplicar la legislación.

Paralelamente, tanto como una opción para el aprovechamiento de las aguas de desecho de las porquerizas como una oportunidad misma de diversificación de la producción, dada la buena disponibilidad del recurso hídrico, es importante que se hagan las valoraciones necesarias para definir la viabilidad de implementación de la acuicultura.

Dada la ubicación central en su recorrido y la importancia que les reviste como afluentes principales del distrito medio hacia la cuenca baja, es prioritario y fundamental que se elaboren planes de manejo específicos para cada una de las microcuencas del Río Cuarto y del Río Caño Negro, orientado a mejorar la producción y mantenimiento del recurso hídrico y dirigido a facilitar la evacuación pluvial y mejorar la calidad del ambiente y por ende de la calidad de vida de sus habitantes.

Pero además, dado el potencial que presenta el Distrito Río Cuarto para las proyecciones de desarrollo social y económico, y de acuerdo con toda la problemática manifiesta, es importante que se elabore un plan de desarrollo que integre la problemática socioeconómica y ambiental de la región.

3.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpizar, Randall. 1995. "Estudio Geológico Integral del distrito de San Roque y alrededores. Grecia, Alajuela, Costa Rica". Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología, Campaña Geológica 1995.
- Alvarado GE, Sigarán C y Pérez W., 2000. "Vulcanismo, sus productos y formas" en "Geología de Costa Rica", compilado por Denyer y Kussmaul. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago.
- Arias, Mario. 1995. "Caracterización Geológica de los alrededores de San Juan de Bolívar y San Pedro de La Unión". Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología, Campaña Geológica 1995.
- Borgia A, Burr J, Montero W, Morales LD y Alvarado GE, 1990. "Fault propagation induce by gravitational failure and slumping of the Central Costa Rica Volcanic Range". J. Geoph, 95 (B9).
- Brenes, William. 1995. "Estudio Geológico Integral del Sector Occidental del cantón Grecia, Alajuela". Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología, Campaña Geológica 1995.
- DGMP, 1982. Dirección de Geología, Minas y Petróleo. "Mapa Geológico de Costa Rica". Hoy Dirección de Geología y Minas del Ministerio del Ambiente y Energía. San José.
- Mora, Mauricio. 1995. "Estudio Geológico de un sector sureste de Grecia, Alajuela". Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología, Campaña Geológica 1995.
- Pérez, José W. 2001. "Hidrogeología del área oeste del Valle Central, Costa Rica. Estudio Técnico. Informe Final". SENARA, Área de Aguas Subterráneas. San José.

Salazar, Jorge. 1995. “ Estudio Geológico Ambiental de la hoja topográfica Puente de Piedra y alrededores”. Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología, Campaña Geológica 1995.

Sandoval, Felipe. 1971. “Geología de una parte de la región noreste del Valle Central (hoja Grecia). Informes Técnicos y Notas Geológicas No. 44. Min. de Economía, Industria y Comercio. Dirección de Geología, Minas y Petróleo. (Hoy Dirección de Geología y Minas del Ministerio del Ambiente y Energía). San José.

Vargas, Ingrid. 1975. “Análisis Geológico Ambiental de la zona este – noreste de la ciudad de Grecia, Alajuela”. Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología, Campaña Geológica 1995.

Bolaños, R. y V. Watson, 1993. Mapa Ecológico de Costa Rica: según el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida de L.R. Holdridge. Centro Científico Tropical, Instituto Costarricense de Electricidad e Instituto Geográfico Nacional.

Castro, A. y M. Coronado, 2001. Composición y Diversidad de la Ictiofauna en Río Cuarto Alajuela: Informes Técnicos N° 2. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional. 29 p.

Gómez, L. D. y W. Herrera. 1986. Vegetación y Clima de Costa Rica. Luis Diego Gómez P., editor. – 1. ed. San José, C.R.: EUNED. 2 V.: maps.; 27 cm.

http://personal.redestb.es/jmunoz/CostaRica/Poas_sp.htm. Parque Nacional Volcán Poás.

<http://www.minae.go.cr/accvc/grecia.htm>- Reserva Forestal Grecia. Área de Conservación Cordillera Volcánica Central.- MINAE, Costa Rica.

<http://www.minae.go.cr/accvc/PNPoas/flor.html>. Flora y Fauna del Volcán Poás. Área de Conservación Cordillera Volcánica Central.- MINAE, Costa Rica.

- Martínez, M., E. Fernández, J. Valdés, V. Barboza, R. Van der Laat, E. Duarte, E. Malavassi, L. Sandoval, J. Barquero y T. Marino. 2000. Chemical evolution and volcanic activity of the active crater lake of Poás volcano, Costa Rica, 1993-1997. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 97. pp127-141.
- MINAE, 1986. Reserva Forestal de Grecia: "Bosque del Niño". Departamento de Planificación, Dirección General Forestal, Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica. 4p.
- Ramírez, Elizabeth. 2000. Plan de Utilización de la Lagunas Hule y Río Cuarto para el Desarrollo Sostenible. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional y FUNDECOOPERACIÓN. 113p.
- Salazar-Rodríguez, Alberto-Hamer, 2000. Plan de Manejo "Parque Recreativo Municipal Los Chorros, Grecia-Poás, Provincia de Alajuela.—1. ed.—Grecia C.R.: Editorial Esfera, 2000. 135 p.
- Brenes, Álvaro. 1995. Elementos de Climatología. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José,
- Jansen, Daniel. 1991. Historia Natural de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José.
- Herrera, Wilberth. 1985. Clima de Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica,
- Instituto Meteorológico Nacional. 2003. Datos promedios de estaciones climatológicas.
- Valerio, Carlos E. 1991. La Diversidad Biológica de Costa Rica. Editorial Heliconia, San José, Costa Rica.
- Vargas Ulate, Gilbert. 1997. Geografía Turística de Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José

ANEXOS

Anexo 1
Cuadro de Pozos y Cálculo del Volumen Anual Extraído

Sigla	Coord X	Coord Y	N.E.	Uso	Caudal	Extracc.
			(m)		(l/s)	(m3/año)
CH-1	457.75	334.85	10.00	P	5	118260
GT-1	446.35	294.80	3.20	D		1095
GT-2	446.35	294.85	3.50	D		1095
GT-3	446.40	294.85	2.50	D		1095
GT-4	446.45	294.70	0.55	P	3	70956
GT-5	446.50	294.95	2.55	D		1095
GT-6	446.40	294.60	1.11	P	3	70956
NA-5	503.50	230.10	4.57	A	5.67	70052.85
NA-6	503.75	230.12	4.57	A	5.67	70052.85
NA-9	502.30	228.85	0.61	A	1.57	19397.35
NA-10	502.05	228.75		I	3	37065
NA-11	501.60	228.30	37.50	D	3	1095
NA-14	500.55	227.60	> 60	D		1095
NA-15	502.24	227.15		D		1095
NA-19	497.65	223.90	30.48	A	3	37065
NA-20	497.85	223.95	13.71	A	5.98	73882.9
NA-21	497.95	223.90	32.00	A	3	37065
NA-22	497.86	223.85	8.53	A	3.15	38918.25
NA-23	499.62	223.48	3.05	R	3	19440
NA-60	503.60	222.70		D		1095
NA-81	500.35	227.50	24.32	S		730
NA-110	498.67	222.25	42.75	I	20	247100
NA-126	504.00	230.90		I	3	37065
NA-131	498.70	222.40	39.79	I	25	308875
NA-139	498.70	222.40		I	13	160615
NA-141	500.12	227.53	48.00	I	2.51	31011.05
NA-142	500.10	227.50	60.50	D	2	1095
NA-145	506.10	220.95	26.00	D		1095
NA-147	499.05	226.70		D		1095
NA-157	502.50	228.20	16.00	D	0.38	1095
NA-160	503.20	223.00	14.00	R	0.73	4730.4
NA-165	503.85	230.95	11.50	I	3	37065

Sigla	Coord X	Coord Y	N.E.	Uso	Caudal	Extracc.
			(m)		(l/s)	(m3/año)
NA-169	501.65	228.75		D		1095
NA-195	502.40	230.65	48.00	D	1.68	1095
NA-215	498.40	225.70		I	3	37065
NA-219	498.50	222.05	45.00	I	3	37065
NA-243	505.75	234.55		I	3	37065
NA-252	506.00	229.48		D		1095
NA-275	504.20	230.80	35.41	D	2	1095
NA-286	504.07	231.10	17.00	I	3	37065
NA-290	502.80	228.75	40.80	D		1095
NA-296	505.20	229.85		D		1095
NA-297	497.40	223.90	15.00	I	4	49420
NA-300	504.70	230.95		D		1095
NA-301	501.77	226.01	25.00	R	5	32400
NA-304	504.97	230.95		D		1095
NA-309	505.35	230.20		P	3	70956
NA-312	502.70	229.82	14.00	R	4	25920
NA-321	498.60	222.00		D		1095
NA-323	499.70	226.85	38.00	D	2	1095
NA-325	502.95	230.90		D		1095
NA-327	498.10	222.10		D		1095
NA-343	498.55	221.97		R	3	19440
NA-346	498.55	221.97	20.00	A	3.78	46701.9
NA-347	500.75	225.80		R	3	19440
NA-352	500.55	227.55		D		1095
NA-353	500.85	228.55	36.00	D	1	1095
NA-355	503.99	227.75		D		1095
NA-356	499.65	224.43		D		1095
NA-361	502.10	226.70		D		1095
NA-363	505.85	230.10		D		1095
NA-377	502.50	227.15		D		1095
NA-393	503.00	223.00		I	10	123550
NA-397	500.15	223.17		D		1095
NA-411	504.48	231.40		I	3	37065
NA-415	505.90	230.34		R	3	19440
NA-420	506.25	229.03	23.70	D	1	1095
NA-423	508.00	234.00		D		1095

Sigla	Coord X	Coord Y	N.E.	Uso	Caudal	Extracc.
			(m)		(l/s)	(m3/año)
NA-424	503.56	233.39		D		1095
NA-425	508.30	234.20		D		1095
NA-430	501.08	228.10		D		1095
NA-435	497.51	224.15	32.00	D	3.15	1095
NA-436	505.38	230.74	7.44	D		1095
NA-439	499.60	226.80	45.00	I	4	49420
NA-440	508.45	233.10	89.00	D		1095
NA-441	498.11	224.80	42.30	D	3.5	1095
NA-442	502.10	231.30	70.00	P	2.26	53453.52
NA-451	502.57	229.12		D		1095
NA-459	502.10	227.50	32.00	D	2	1095
NA-466	500.02	226.97	46.00	I	2	24710
NA-469	504.75	232.75	49.00	D	1	1095
NA-477	503.20	231.00	7.00	D	1	1095
NA-479 A	499.75	225.72	20.00	-	-	
NA-479 B	499.75	225.72	95.22	R	7.7	49896
NA-482	502.65	228.14		I	3	37065
NA-486	504.51	232.09		D		1095
NA-493	499.87	224.81		I	3	37065
NA-495	506.12	228.95	13.00	P	3	70956
NA-496	500.82	228.09		P	3	70956
NA-497	498.71	221.98		D		1095
NA-498	498.65	221.90		D		1095
NA-499	498.61	222.07	45.00	I	3	37065
NA-509	503.20	230.34		P	3	70956
NA-514	499.00	226.45	52.00	D	3	1095
NA-522	497.00	222.40	44.00	D		1095
NA-524	499.67	227.07	60.00	D	2	1095
NA-542	500.90	228.15	27.00	D		1095
NA-582	501.22	229.15	1.00	P	5	118260
NA-586	502.40	229.80	0.00	D	5	1095
NA-589	500.82	227.92	55.00	I	2	24710
NA-599	506.61	233.64		D		1095
NA-600	501.17	231.15		D		1095
NA-611	499.50	226.75	40.00	P	3.8	89877.6
NA-612	498.77	224.00	14.00	D	3	1095

Sigla	Coord X	Coord Y	N.E.	Uso	Caudal	Extracc.
			(m)		(l/s)	(m3/año)
NA-623	504.00	227.80	57.00	D	2	1095
NA-630	498.70	226.00		D		1095
NA-635	503.20	228.95		I	3	37065
NA-662	497.60	224.27		I	3	37065
NA-663	500.74	228.35		P	3	70956
NA-665	506.45	234.42		D		1095
NA-668	501.90	230.85		R	3	19440
NA-673	498.77	222.54	47.00	I	25	308875
NA-677	507.75	225.00		D		1095
NA-678	507.34	234.35		D	1	1095
NA-679	501.60	227.74		D	2.5	1095
NA-680	506.30	228.14	12.10	I	5	61775
NA-689	505.66	230.42	40.00	R	3	19440
NA-694	505.72	230.32	12.00	R	2	12960
NA-695	501.12	229.80		R	2	12960
NA-697	504.04	233.26	103.00	D	3	1095
NA-698	504.90	233.27		R	3	19440
NA-700	506.17	235.48		R	2	12960
NA-701	500.45	226.75		R	8	51840
NA-706	499.90	226.81		R	1	6480
NA-711	500.28	226.56		R	2	12960
RT-18	510.18	258.99	16.55	R	3	19440
RT-22	511.15	258.75		I	3	37065
				Total	(m3/año) =	3626992

Fuente: Base de Datos: SENARA.

Código de uso: P: abast. público, R: riego; A o I: Agroindustrial o industrial, D: doméstico.