

Exhibit R-046

SENARA, Hydrological Study of the
Huacas-Tamarindo Aquifer

May 2003



***Servicio Nacional de Aguas
Subterráneas,
Riego y Avenamiento (SENARA)***



***Evaluación del potencial y demanda
hídrica subterránea en el acuífero costero
Huacas - Tamarindo, Santa Cruz,
Guanacaste, Costa Rica.***

***Realizado por:
Geól. Sigifredo Morera G.
Ing. Germán Matamoros B.***

Mayo, 2003

Contenido

1. Introducción	1
1.1 Justificación	1
1.2 Objetivo general	1
1.3 Objetivos específicos	1
2. Ubicación del área de estudio	2
3. Método de trabajo	2
4. Caracterización y análisis del área de estudio	3
4.1 Hidrografía. Información hidrológica disponible	3
4.1.1 Cuenca del río Matapalo	3
4.1.2 Cuenca del río San Andrés	4
4.2 Aspectos climáticos	5
4.2.1 Información disponible	5
4.2.2 Régimen de precipitación	5
4.2.3 Temperatura	5
4.2.4 Humedad relativa del aire	6
4.2.5 Horas de sol	6
4.2.6 Evapotranspiración potencial	6
4.3 Marco geológico regional	6
4.3.1 Complejo Nicoya	6
4.3.2 Manglares	7
4.3.3 Aluvión	7

4.4 Hidrogeología	8
4.4.1 Medición de niveles estáticos	8
4.4.2 Propiedades hidráulicas del acuífero Huacas – Tamarindo. .	10
4.4.3 Radio de influencia	11
4.4.4 Cálculo del tiempo de tránsito de los contaminantes	11
4.4.5 Extracción de agua en la zona de estudio	12
4.4.6 Balance Hídrico	14
4.5 Hidrogeoquímica	15
4.6 Vegetación y uso actual del suelo.....	15
4.6.1 Caracterización de suelos	15
4.6.2 Metodología de trabajo	16
4.6.3 Descripción de los muestreos.....	16
4.7 Capacidad de uso del suelo	20
4.8 Relieve y pendientes	20
4.9 Aspectos sociales:	
Diagnóstico de las aguas subterráneas en la Región Chorotega	21
4.9.1 Contexto histórico de la región	21
4.9.2 Cambios de rumbo en la región	22
4.9.3 Importancia del turismo	23
4.9.4 Infraestructura existente, bienes de consumo colectivo, uso y tenencia de la tierra	24
4.9.5 Problemas identificados en la zona de estudio	27
4.9.6 Tasas de crecimiento poblacional	29

4.9.7	Supuestos para definir la tendencia poblacional de los distritos de la región Chorotega	30
5.	Conclusiones y recomendaciones	31
5.1	Conclusiones	31
5.2	Recomendaciones	34
6.	Referencias bibliográficas consultadas	35
7.	Anexos	37
Anexo 1	Figuras	
Anexo 2	Cuadros	
Anexo 3	Pruebas de infiltración	
Anexo 4	Perfiles geológicos	
Anexo 5	Gráficos precipitación vs. nivel estático	
Anexo 6	Resultados de los análisis físico-químicos	
Anexo 7	Resultados de los análisis bacteriológicos	
Anexo 8	Fotografías	
Anexo 9	Cálculo del consumo de aguas	

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

Debido a que el turismo en Costa Rica ha tenido un gran crecimiento y se ha enfocado principalmente a las zonas costeras que son las más visitadas por los turistas; se hace necesaria la búsqueda de nuevas fuentes de agua para abastecer proyectos de desarrollo turístico que allí se pretenden realizar; por lo que el SENARA, interesado en proteger la calidad y la cantidad de agua subterránea, se ha trazado como meta realizar estudios en las zonas costeras del país, con la finalidad de determinar el estado actual de los acuíferos y dar recomendaciones, dentro de las cuales uno de los fines primordiales es darle a las municipalidades, comités, asociaciones u otro tipo de organizaciones; los instrumentos técnicos, para lograr establecer un ordenamiento y regulación de su territorio. El SENARA se ha dedicado a realizar estudios en aquellas zonas que por población, área, proyección turística y por constitución geológica se han considerado de interés; de allí que la zona de Huacas-Tamarindo se seleccionó para realizar un estudio integrado durante un año.

1.2 Objetivo general

Evaluar el potencial y demanda hídrica subterránea para las actividades turísticas y poblacionales y analizar la posibilidad de intrusión salina en el Acuífero Costero Huacas- Tamarindo, Guanacaste, Costa Rica.

1.3 Objetivos específicos

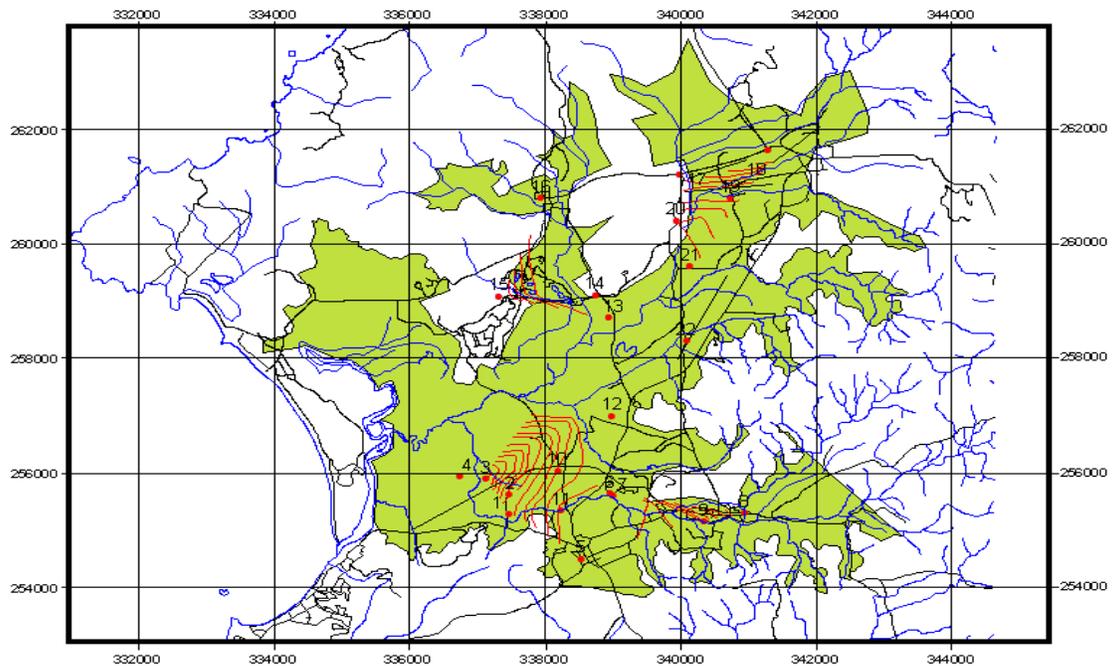
- Determinar el potencial del acuífero de Huacas-Villarreal y la demanda hídrica subterránea.

- Caracterizar la calidad físico-química del y bacteriológica del agua subterránea y verificar la posible influencia de la intrusión salina en el acuífero.
- Evaluar el excedente disponible del agua subterránea en este acuífero.
- Caracterizar y analizar el estado biofísico de las cuencas.

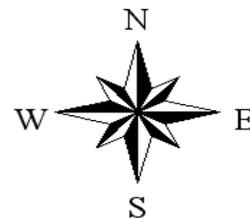
2 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza en las hojas topográficas, escala 1:50000 del IGN, Matapalo, Villarreal, entre las coordenadas Lambert 361-376 Este y 204-221 Norte, comprendiendo la zona costera entre y pueblos aledaños (ver figura 1).

Ubicación



-  Rios finales.shp
-  Red de pozos.shp
-  Lineas de perfil.shp
-  Isofreaticas huacas.shp
-  Calles finales.shp
-  Acuifero huacas villareal.shp



3. MÉTODO DE TRABAJO

- a- Recopilación de datos de la base de archivo de pozos del SENARA, y de informes técnicos existentes.
- b- Se realizó una visita de campo para establecer la red de monitoreo de pozos (medición de niveles y otros parámetros), labor que se prolongó por un periodo de 12 meses.
- c- Se realizaron pruebas de infiltración para determinar la velocidad de infiltración de los contaminantes (aguas servidas, jabonosas u otro tipo de efluentes que sean depositados en el subsuelo), mediante el método de doble anillo concéntrico de Kostiakov.
- d- Se hicieron dos muestreos de agua subterránea tanto de pozos excavados como perforados, en época de verano e invierno, con el fin de determinar la composición química de las aguas (iones mayoritarios) y la potabilidad de la misma.
- e- Se realizó un diagnóstico de las características biofísicas de las cuencas de los ríos Matapalo y San Andrés, con el objeto de analizar las condiciones actuales de esas unidades geográficas con respecto a la recarga hídrica.
- f- Se realizaron entrevistas a los lugareños, y a los dueños de cabinas y hoteles, para determinar una extracción aproximada de agua en la zona. Además, se estableció contacto con las personas que manejan el acueducto con el fin de investigar el volumen de agua que se consume en la comunidad.

4. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Hidrografía. Información hidrológica disponible

La zona de estudio incluye las cuencas de los ríos Matapalo y San Andrés. La primera tiene una superficie de 60. km² y la segunda 27.0 km². En la Figura 1 se puede observar la localización de la suma de las dos cuencas, para un total de 87 km².

4.1.1 Cuenca del río Matapalo

La red de drenaje de esta cuenca presenta un eje con alineamiento Noreste–Suroeste. La hidrografía de la cuenca del río Matapalo es bastante ramificada, con muchas quebradas y yurros, siendo un indicio de un excelente drenaje superficial. Sin embargo, por la topografía bastante plana, existen sectores, principalmente de la parte media y baja de la cuenca, donde se presentan algunos desbordamientos y encharcamientos. En tales sectores los cursos de agua no tienen un cauce bien definido y, por ende, es frecuente su desbordamiento. Incluso, algunos ríos como el Lajas y el Matapalo, atraviesan caminos que frecuentemente permanecen encharcados durante los meses de invierno. El río Matapalo se une al río San Andrés a escaso un kilómetro de la desembocadura al mar, en el Estero Matapalo.

El Matapalo nace en unas pequeñas estribaciones hacia el noroeste de la cuenca. Su red está conformada básicamente por dos ríos principales, a saber: el Matapalo y el Lajas. Del primero son tributarias las quebradas Piedra, Sesteo, Tamarindo, Honda. Del segundo lo son los ríos Zapote y Raimundo, los cuales tienen sus cabeceras hacia el Este de la cuenca, además de las quebradas Madero, Jicarito, Sacamil, El Salto Blanco, Cuajiniquil, Tacasolapa y Palmar.

De todos los cursos mencionados no existe información hidrométrica, lo que indica que estas fuentes no han sido de mucho interés por las instituciones que utilizan el recurso hídrica de la zona.

De acuerdo con información de lugareños, la mayoría de estas quebradas se secan a partir del verano, dada la pobre recarga que se da durante el invierno

aunado a condiciones de suelo, relieve y cobertura que favorecen el escurrimiento superficial en el momento de las lluvias. Además, manifiestan que aún en los primeros meses de invierno (mayo y junio), muchos de los cursos permanecen secos. Al respecto, se pudo observar que en abril todos los ríos y quebradas estaban completamente secos, aún el Matapalo como cauce principal.

4.1.2 Cuenca del río San Andrés

El río San Andrés tiene una cuenca hidrográfica de captación más pequeña que la del Matapalo, conformada por una red de pequeñas y numerosas quebradas que lo tributan a lo largo de su curso. Presenta un eje con dirección Este - Oeste. Entre las quebradas podemos citar la Triste, Mina, Pital, Carrasposa, Espavel, Rigito, Honda Pilas, Guastomate, Coneho, La Escuela y Cedro. Como se citó en párrafos anteriores el río San Andrés confluye al río Matapalo como un kilómetro antes de la desembocadura al mar en el estero Matapalo.

Igualmente, en todas los cursos al iniciar el verano desaparece el flujo superficial. Sin embargo, en invierno algunos ríos como el San Andrés se desbordan frecuentemente, dado el poco desnivel entre el cauce y los terrenos en algunos tramos cercanos a Santa Rosa.

En general, las riberas de los cauces de ríos y quebradas, en esta cuenca, se encuentran protegidos con arboledas que le ofrecen sombra al cauce.

4.2 Aspectos climáticos

4.2.1 Información disponible

Para caracterizar el régimen de lluvia de esta zona se utilizaron los datos de la estación Cartagena (Nº00074018), operada por el SENARA, de la cual se tiene un registro desde 1968 hasta el 2002, es decir 35 años. Para realizar el balance hídrico se contó con la información de temperatura, humedad relativa y evapotranspiración potencial (Etp) de la estación Santa Cruz (Nº00074003). De esta última estación, se tienen además, datos de brillo solar, velocidad del viento y evaporación. Los datos geográficos de estas estaciones se encuentran en el cuadro 1 del anexo 2.

4.2.2 Régimen de precipitación

Ambas cuencas se ubican en la Región Climática del Pacífico Norte. El promedio de precipitación total anual es de unos 1813.6 milímetros. La distribución de las lluvias en esta zona de Guanacaste presenta una época lluviosa bien definida que va de mayo a octubre, presentando los máximos de precipitación en los meses de junio (primera etapa del invierno), setiembre y octubre (segunda etapa del invierno), como se aprecia en la figura 1A del anexo 1. En julio se registra una disminución en la lluvia como consecuencia del “veranillo”, el cual, casi siempre se presenta en este mes. La época seca comprende los meses de diciembre a marzo. Abril y noviembre se consideran meses de transición en los cuales hay precipitaciones irregulares. En el cuadro 2 del anexo 2 se aprecia tal distribución.

4.2.3 Temperatura

La temperatura promedio es cercana a los 27.8 °C. Los máximos de temperatura se presentan durante el mes de abril, alcanzando en algunos casos valores próximos a los 36 °C, mientras que las temperaturas mínimas son más probables en los meses que van desde noviembre a marzo, debido al efecto de los

vientos del Norte y Noreste siendo febrero el que presenta el promedio mínimo con 21.2 °C (ver figura 2A anexo 1).

4.2.4 Humedad relativa del aire

La humedad relativa del aire oscila entre los 62 y 70% en la época seca y en la lluviosa entre el 73% y el 82% (ver figura 3A anexo 1). El valor promedio anual es de un 73%.

4.2.5 Horas de sol

Los promedios de brillo solar son menores en los meses de mayo a octubre, con valores entre las 5.7 a 6.1 horas, dada una mayor cobertura nubosa sobre la región. De noviembre a abril se tienen valores mayores, entre las 7.5 y 10 horas, debido a condiciones de poca o nula nubosidad durante la época seca.

4.2.6 Evapotranspiración potencial (Etp)

Con base en la aplicación de la fórmula de Hargreaves para Costa Rica la evapotranspiración potencial (Etp) para la zona se alcanzan como promedio anual unos 1976.5 milímetros, valor que se encuentra por debajo del promedio de lluvia total anual. Ello nos indica que la zona, en el balance hídrico general, es deficitaria de humedad. Los meses de enero a abril, además de julio, se definen como deficitarios.

4.3 Marco geológico regional

4.3.1 Complejo Nicoya

Fue denominado así por los geólogos de la Compañía Petrolera de Costa Rica, al referirse a las rocas más viejas que afloran en la Península de Nicoya, según Dengo (1962); fue formado a finales del Cretácico.

Dengo (1962) lo define como formada por unidades de origen ígneo y sedimentario, una asociación compleja de basaltos, rocas intrusivas gabroicas, calizas silíceas, pedernales y grauvacas, originada por la combinación de procesos volcánicos submarinos, de erosión de las rocas resultantes y la sedimentación de sus detritos, deformadas tectónicamente y parcialmente metamorfizadas en el Cretácico Superior. Tiene un espesor acumulativo de 536 m, este mismo autor propone una edad de Cretácico Inferior- Jurásico.

Küijpers (1979) separa el complejo de Nicoya en dos unidades estratigráficas Unidad Matapalo y Unidad Esperanza.

Unidad Matapalo: Consiste de basaltos sobreyacidos por radiolaritas; el contacto entre los basaltos y las radiolaritas tiende a estar bien expuesto, sin embargo las relaciones estratigráficas se han perdido como consecuencias del intenso plegamiento. En esta Unidad se menciona la presencia de esporádicas intrusiones gabroicas y más frecuentes, sills de diabasa y gabros ofíticos, los cuales se originaron durante la extrusión del magma básico.

Unidad Esperanza: Tiene un espesor de 300 metros y se compone de basaltos toleíticos y diabasas ofiolíticas. También se encuentran rocas gabroicas, particularmente en la parte basal. En algunas de ellas se encuentran mineralizaciones de magnetita y limonita. El basalto infrayacente a las radiolaritas hematíticas, se encuentra localmente cortado por filoncillos hematíticos.

4.3.2 Manglares

Corresponden a las áreas más bajas, por lo que son afectadas por mareas. En estos se encuentra una vegetación típica del trópico húmedo.

4.3.3 Aluvión

Constituye aproximadamente la mitad del área de estudio; está compuesto, de acuerdo con Díaz (1980), por material aluvional y coluvial constituido,

principalmente, por fragmentos volcánicos y sedimentarios acarreados de las partes más altas por corrientes fluviales. Tejera (1980) lo califica como formado por productos de erosión de los basaltos, lutitas y areniscas. Díaz (1980) también incluye en esta formación a los materiales depositados por la acción del mar como los depósitos de playa y a los materiales productos de la lixiviación de las capas carbonáticas superiores como las capas de travertino de 25-50 cm de espesor.

Se realizaron varios perfiles basados en la litología descrita de los pozos del archivo nacional de pozos; obteniéndose una descripción local más precisa de los aluviones de la zona.

En la parte alta de la cuenca del río Matapalo (perfiles I, II y III en Anexo 4) se observan aluviones con espesores entre 5 y 7 metros, y estratos de arcilla con espesores variables entre 2.5 y 10 metros de espesor; el basamento lo constituye el complejo de Nicoya y se encuentra a una profundidad de 25 metros. En la figura 2 se puede observar el mapa geológico que alberga la cuenca de estudio.

4.4 Hidrogeología

Los acuíferos de esta zona de estudio, como es característico en las áreas costeras de Costa Rica, están albergados en materiales de origen aluvional, a su vez, las rocas que constituyen el basamento, son rocas que pertenecen al Complejo de Nicoya.

4.4.1 Medición de niveles estáticos

Los niveles estáticos fueron medidos por un periodo de 12 meses. En el Cuadro 1 se presentan el resumen de todas estas mediciones. En la figura 4A del anexo 1, se presenta la ubicación de la red de pozos.

Las fluctuaciones del nivel freático durante el año oscilan entre 1 y 5 metros. Se realizaron isofreáticas con los escasos datos de pozos que se tenían para el período de verano, éstas pueden observarse en la figura 3.

Cuadro 1

Niveles de agua subterránea de la red de muestreo en la zona de Huacac – Tamarindo, período 2002 – 2003.

POZO	PROPIETARIO	X	Y	Z	Prof.(m)	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1	Des.Bahia Tamarindo S.A.	337500	255275			4.00	4.50	5.07	5.15	3.75	2.6	2.26	2.26	2.36	2.73	3.3	3.8	4.36
2	Des.Bahia Tamarindo S.A.	337500	255625			2.65	3.10	3.56	3.74	2.21	1.3	0.89	0.89	1.19	1.7	2.29	2.68	2.9
3	Des.Bahia Tamarindo S.A.	337150	255900				3.40	3.85	4.08	2.93	2.05	0.57	0.54	0.8	1.25	1.84	2.39	3.63
4		336775	255950		4.9		4.60	seco	seco	seco	seco	0.5	0.5	1.5	1.8	3.8	4.1	4.62
5	Acueducto Rural de Villarreal	338535	254500			2.83	2.92	3.50	2.9	2	2	2.24	2.24	2.1	2.38	2.7	2.8	2.87
6	Maritza Obando Jiménez	338965	255650			4.40	5.38	6.02	4.93	2.9	2.9	2.6	2.6	3.7*	4.05	3.98	4.24	5.35
7		339010	255600			2.97	3.96	4.49	3.35	1.5	1.65	1.3	1.3	2.43*	2.45	2.55	2.78	3.86
8	Magdalena Obando	340950	255300				6.67	7.30	7.23	6	5.4	3.4	3.4	3.5	3	3.21	5.9	7.53
9	Acude. Rural de Santa Rosa	340350	255150				5.55	6.27		4.35	4.4	4.53	4.53	4.66	5.1	5.27	5.48	5.57
10	Elvira Matarrita	338200	256040				8.89	9.40	9.5	8.15	7.6	6.8		6.95	7.37	8.15	8.5	8.88
11	Acueducto Rural de Villarreal	338250	255350					4.02	4.13	1.83	1.12	1.3		2.05	1.8N.B	2.12	3.81	4.55
12	Servicentro El Palmar	339000	257000			1.64					No							
13	Acueducto Rural de Lomas	338950	258700		23			5.38	2.2	0.93	0.89	0.51	1.54	1.79	2.0*	2.28	2.3	2.53
14	Silvanio Rosales	338750	259100		11		6.24	6.70	6.6	5.1	4.55	4.1	3.15	4.38	4.75*	5.28	5.65	6
15	Santos Arrieta Arrieta	337350	259080				3.84	5.40	5.3	4.36	4.1	3.82	2.5	2.2	2.5*	6.35	4.07	4.82
16		337950	260800		7		4.90	4.27	4.95	4.2	4	3.75		3.5	4.15*	4.8	5.26	4.88
17	Florindo Lopez Lopez	340000	261200		7.5		6.25	seco	6.65	5.2	5.3	4.97	3.85	5.2	5.48	5.9	6.2	6.52
18	Maria Luisa Contreras	341300	261625				1.90	2.23	1.26	0.85	1.13	0.92		0.7	1.03	1.35	1.8	1.88
19	Damian Matarrita Rodríguez	340750	260800		7		6.35	7.25	7.35	6.35	6.3	6.02	4.2	4	4.45	5.07	5.89	6.15
20	Paula Celaya Angulo	339950	260400				5.00	5.89	5.43	5.1	4.4	4.03		2.94	3.55	4.052	5.4	5.45
21	Juan Pablo Arrieta Vallejos	340150	259600		4		3.39	3.85	3.87	3	2.95	2.5		1.32	1.62	2.18	2.85	3.34
22	Cupertino Lopez Villarreal	340100	258300				5.15	5.92	6.2	5.3	5	4.56	2.41	3.02	2.33	3.53	4.3	5

Es importante observar como en los gráficos de precipitación versus nivel estático, no se establece una relación directa entre lluvia y variación del nivel freático en los pozos. En el anexo 5, se pueden observar los gráficos de nivel estático versus lluvia de los pozos que se estuvieron midiendo en el período abril 2002- marzo 2003.

4.4.2 Propiedades hidráulicas del acuífero Huacas-Tamarindo

Con base en el registro de pozos de SENARA, se localizaron datos de pruebas de bombeo los cuales se presentan a continuación.

Cuenca	Pozo	t_{prueba}	Q_{prueba}	Prof. (m)	NE (m)	Abat (m)	Qrec. (l/s)	T (m ² /día)
Río Matapalo	Mtp-98	1440	11	31	3.36	5.53	15	1739
	Mtp-142	990	20	30	5.5	5.0		396
Río San Andrés	VI-17		3.5	23	3.72	3.15		430

Abat: abatimiento; Qrec.: caudal recomendado, T: transmisibilidad; NE: nivel estático

Fuente: Archivo de pozos SENARA. 2003

La variación en las transmisibilidades (T) para este acuífero entre 400 y 1739 m²/día es común encontrarla en acuíferos aluvionales como éste; y se debe a su carácter de heterogeneidad y discontinuidad en el espesor, así como su granulometría de finos y gravas.

Con base en los datos que se han recopilado para este acuífero; se estima en 415 m²/día la transmisividad, aunque debido a las características del mismo como fue mencionado anteriormente se pueden encontrar sectores con valores superiores a 1500 m²/día.

4.4.3 Radio de influencia

Este se calcula con la finalidad de determinar el distanciamiento que debe existir entre pozos; para evitar que a la hora de bombearlos, no exista entre ellos interferencia.

Se calculó con la siguiente ecuación:

$$R_o = (2.25T/S)^{1/2}$$

Se utilizó un coeficiente Sy de 0.15

$$y \quad t = 415 \text{ m}^2/\text{día}$$

De allí el Ro 79 metros.

4.4.4 Cálculo del tiempo de tránsito de los contaminantes

a) Zona no saturada

$$T = b * \theta / k$$

La permeabilidad se obtuvo del promedio de 10 pruebas de infiltración que fueron realizadas en el SENARA en la zona. Se obtuvo un valor de 2m/día; por otro lado la porosidad se obtuvo del promedio de 26 pruebas que se realizaron en el campo obteniéndose un valor de 44.

$$T = 4 * 0.43 / 0.92$$

$$T = 1.87 \text{ días.}$$

Como el tiempo que tardarán los contaminantes en llegar al nivel freático es tan corto, no tiene sentido analizarlo para la zona de protección.

4.4.5 Extracción de agua en la zona de estudio.

Para determinar la extracción de agua en la zona de estudio se visitaron las asociaciones de acueductos rurales del lugar, de igual manera se contactó con las asociaciones que manejan el recurso en Playa Tamarindo, y además se realizó un inventario de las habitaciones con que cuentan los hoteles y las cabinas existentes, donde se nos indicó los meses de mayor demanda, así como el porcentaje ocupado en los mismos por los turistas.

En el anexo 9 se presentan los cuadros y cálculos de consumo de agua, elaborados con base en el levantamiento de campo que se realizó.

Se realizó una revisión de los pozos y permisos que aparecen en SENARA, y se obtuvo un total de 81, de los cuales se constató en el MINAE, que, solamente 68 están debidamente con la concesión por lo que con base en éstos y los datos de campo se procedió a determinar el caudal de extracción de las cuencas de estudio.

Luego de una intensa discusión y consulta se asumió un consumo por persona por día de 300 litros por día, con lo que se calculó que la extracción en la zona es de aproximadamente 219 litros por segundo. Con el balance hídrico que se realizó, (metodología de Gunter Schosinsky) se determinó que la recarga es de 240 l/s (litros por segundo), lo que significa que la explotación y la recarga tienen valores muy similares.

La recarga calculada en el acuífero en $m^3/año$ equivale a 6.906.384 $m^3/año$, mientras la extracción es de 6.591.024 $m^3/año$.

A continuación en el cuadro 2, se presenta un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo, en donde se evidencia una clara diferencia en el consumo de agua durante la época de verano e invierno. De acuerdo con estas

estimaciones, los consumo máximos están en un rango de 180 a 247 l/día/persona. A excepción del acueducto Tamarindo AyA, el cual presenta consumos aproximados de 500 l/día/persona.

Cuadro 2
Consumos estimados de agua potable.

LUGAR	CONSUMO PROMEDIO (l/p/día/persona)	
	Verano	Invierno
Villarreal	193	147
Tamarindo (AyA)	503	488
Tamarindo (BEKO)	136	102
Santa Rosa	109	51
Huacas	168	120
La Garita	247	151
Matapalo	180	108
Lomas	159	143

El consumo de agua esperado por persona en la zona, varía entre 260 a 350 l/día/persona. Esta información se obtuvo por medio de comunicación telefónica con el Ing. Alejandro Contreras, encargado de los acueductos del AyA de las zonas de Nicoya, Filadelfia, Liberia, Cóbano y Santa Cruz. En ésta última, según información del Ing. Contreras, se realizó un estudio reciente donde se determinó que la dotación de agua por persona es de aproximadamente de 333 litros por día, con una demanda total de abastecimiento de 40 l/s.

Comparando la información del cuadro 2, con la obtenida de los acueductos del AyA, se observa que los consumos estimados (ver cuadros de consumo en el anexo 9) para las comunidades ubicadas en las cuencas de estudio, están muy alejados de los esperados para esta zona.

Lo anterior significa que las dotaciones estimadas con la información de los recibos de cobro de cada acueducto, se vieron afectados por factores de racionamientos (como es el caso de Matapalo y la Garita) así como por problemas de registro de consumos debido a la falta de medidores.

En el caso del acueducto BEKO en Tamarindo, el bajo consumo por persona puede deberse a que algunos de sus abonados (principalmente hoteles y cabinas) sólo satisfacen una parte de su demanda por medio de BEKO y otra a partir de pozos propios. Asimismo, en el acueducto de Lomas el consumo puede verse disminuido debido a que éste tiene problemas con la calidad del agua, la cual según información de los vecinos, algunas veces es muy turbia.

Con base en lo anterior, las estimaciones de consumo de agua potable en la zona de estudio, se realizarán asumiendo una dotación de 300 l/día/persona. Lo anterior debido a que se considera que ésta es una cantidad intermedia entre 350 l/p/día (la esperada para la zona) y 247 l/día/persona, la máxima obtenida para las comunidades de estudiadas. Sin embargo, la dotación para la comunidad de Tamarindo se asumirá como de 500 l/día/persona, tomando la dotación máxima obtenida a partir de la información del acueducto rural para esta comunidad.

4.4.6 Balance hídrico

Para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual se utilizó el modelo analítico de Gunter Schosinsky y Marcelino Losilla Penón (1999). Para los cálculos se utilizó el promedio de lluvia de 20 años basado en la estación Cartagena.

El modelo de balance hídrico requirió datos de evapotranspiración potencial mensual de la zona. Tales datos de evapotranspiración potencial corresponden a la estación de Santa Cruz N° 074003 y se adjuntan en el cuadro 2A del anexo 2.

Con base en el modelo se obtuvo una recarga para el acuífero de 359.71 mm (ver cuadro 3A), lo que multiplicado por el área del acuífero de la zona

(47.340.000 m²) y haciendo las conversiones de unidades, da como resultado un caudal de 240 litros por segundo.

4.5 Hidrogeoquímica

Fueron realizados muestreos en época de verano y en época de invierno. Se muestreó en abril y en noviembre. Los análisis, físico-químicos y los bacteriológicos (anexo 7) fueron realizados en los laboratorios del AyA ubicados en Tres Ríos, Cartago.

Se graficaron Diagramas de Piper, para determinar la caracterización del agua según el contenido de los iones mayoritarios. En el anexo 1, se observan estos gráficos, donde se determina que las aguas son bicarbonatadas cálcicas, algo típico de zonas de recarga.

4.6 Vegetación y uso actual del suelo

En el mapa de vegetación de Costa Rica de Gómez¹, se observa que esta área estudiada corresponde a la formación de Bosque Siempreverde Estacional de Bajura y que se extiende sobre formas de sedimentación aluvional (aluviones). Tradicionalmente en esta zona se ha desarrollado la ganadería de carne extensiva, con pasto de piso natural. Sin embargo, ocasionalmente y en la época de invierno se siembra arroz, maíz y frijol. En los últimos años se ha incrementado la actividad turística, encontrándose sitios vacacionales con amplios campos de golf.

4.6.1 Caracterización de suelos

La caracterización de suelos que se realizó en este estudio, tiene el propósito de conocer algunas características físicas como la textura, retención de humedad y agua útil, densidad aparente, tres fases del suelo, porosidad y velocidad de infiltración. Esta información nos permite saber en términos generales

¹ Gómez, L.D. 1896. Vegetación de Costa Rica. San José, Costa Rica, Editorial Universidad Estatal a Distancia. 327p

los tipos de suelos presentes y algunos resultados de los análisis de laboratorio, se utilizan en el cálculo de balance de humedad del suelo.

El área de las cuencas estudiadas cubre aproximadamente, 87 km², lo que incluye los siguientes poblados y lugares: aeropuerto, Refundores, Llanito, Colegio de Villarreal, Santa Rosa, Lomas de Matapalo, Rancho Pacific Royal, Lajas, Huacas, Garita Viejo, Calle Mangos, Camino Playa Grande, Conchal y El Palmar.

4.6.2 Metodología de Trabajo

En cada uno de los lugares mencionados en el ítem anterior, se tomó una muestra de suelo a dos diferentes profundidades: la muestra superficial de 0 a 30 cm y la subsuperficial de 75 cm a 1 metro. En los casos que el suelo es poco profundo la muestra subsuperficial se tomó de 30 a 50 cm y/o de 50 cm a 75 cm cuando el suelo es moderadamente profundo.

Cada una de la muestras se analizaron en el laboratorio del Ministerio de Agricultura y Ganadería para determinar la textura y retención de humedad. Para conocer la densidad aparente, relación de las tres fases del suelo (gaseosa, líquida y sólida), porosidad se tomaron muestras indisturbadas “in situ” por medio de un cilindro de volumen conocido (100 ml) a esas profundidades predeterminadas.

En los 14 sitios muestreados, se realizaron 13 pruebas de infiltración, anexo 3 excepto en Huacas que no se pudo realizar por problemas de accesibilidad al lugar durante el invierno. El método utilizado fue el del doble cilindro y para calcular la infiltración acumulada y velocidad de infiltración se utilizó la fórmula de Kostiaikov.

4.6.3 Descripción de los muestreos

Los suelos que se extienden en la planicie del acuífero Huacas-Villarreal, se han desarrollado a partir de materiales aluvionales y en las cercanías de los piedemonte tienen aportes coluviales. El paisaje predominante es la llanura aluvial,

atravesada por los ríos San Andrés y Matapalo, en los cuales desembocan afluentes y quebradas tributarias que en la época seca disminuye considerablemente el caudal o llegan a secarse.

Cuando se estima la recarga de un acuífero, el suelo juega un papel determinante en relación con la precipitación, porque parte del agua de lluvia que penetra en el suelo queda retenida, otra se escurre superficialmente y el resto se percola. Las estimaciones de recarga, se realizan con el agua percolada y los cálculos son más reales si se conocen algunas características físicas del suelo. En el cuadro 4 de características físicas, se presentan los resultados del trabajo de campo.

a. Profundidad de suelo

La mayoría de los sitios donde se realizaron los muestreos son suelos profundos a muy profundos que superan el metro. En las observaciones de suelo que corresponde a Llanito y Santa Rosa la profundidad del suelo es de 0.50 m, mientras que en la muestra de Conchal es de 0.75 m.

b. Textura

En las muestras analizadas se determinó la textura arcillosa, arcillo limosa, franco arcillosa, franco arcillo limosa, franco arcillo arenosa y franco arenosa, todas están en las muestras superficiales y subsuperficiales, excepto la textura franco arenosa que solamente está subsuperficialmente. La textura superficial (0 a 0.30 m) predominante es la franco arcillo arenosa, seguida por los suelos de textura franco arcillosa y franco arcillo limosa. Las texturas arcillo limosa y arcillosa solamente se determinaron en un 1.4% y un 7% respectivamente del total muestreado.

La textura subsuperficial de 11 muestras corresponde a un estrato de 0.75 a 1.00 m de profundidad, en las cuales se determinaron para tres muestras la textura franco arcillosa y otras tres muestras de textura franco arcillo arenosa. La textura franco arenosa se determinó en dos muestreos y tres muestras con texturas arcillo

limosas, franco arcillo limosa y arcillosa respectivamente. Los suelos que corresponden a las observaciones de barreno de Llanito, Santa Rosa y Conchal, no alcanzaron el metro de profundidad y las muestras se tomaron en estratos entre 0.30 a 0.50 m, obteniéndose texturas franco arcillosa, franco arcillo arenosa y franco arenosa.

c. Retención de agua en el suelo o agua útil

La retención de agua en el suelo se puede determinar cuantitativamente y corresponde a la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. Desde el punto de vista agrícola, esta es el agua útil para los cultivos; pero en este estudio de recarga del acuífero, se cuantifica la precipitación, se estima el agua que queda retenida y el exceso de agua percolada, la cual es el principal factor de recarga del acuífero.

La capacidad de campo y punto de marchitez permanente se determinó en el Laboratorio del Ministerio de Agricultura y Ganadería y, posteriormente, por diferencia se calculó el agua retenida. Se puede observar en el cuadro 4 que el suelo de textura arcillosa tiene la mayor retención de humedad (24.7%), mientras que los suelos con texturas franco arcillosa, franco arcillo limosa, arcillo limosa y franco arcillo arenosa se pueden agrupar por la tendencia de los valores similares, presentando un extremo inferior de 13.3% y superior de 23.7%, no obstante la textura franco arcillo arenosa se aproxima más al límite inferior. La textura franco arenosa que solamente está subsuperficialmente, posee los valores de retención de agua más bajo, los que oscilan en un rango de 8.3 a 12.6%.

d. Tres Fases

Las tres fases del suelo es una relación que se usa frecuentemente para determinar si un suelo tiene la condición "ideal", donde el volumen de sólidos debe ser un 50% y el volumen de líquido y gas un 25% respectivamente. En el cuadro 4 A del anexo 2 se observa que el volumen de sólidos tiene un límite inferior de un 44% y el superior de 71%; en cuanto al volumen de líquidos los valores están entre

28 y 56%, mientras que el volumen de aire es muy bajo, e incluso se determinó el valor de 0. Esta relación de datos del volumen de líquido y sólido se da debido a que en el momento de realizarse el muestreo de suelos, éstos estaban en condiciones de saturación.

e. Porosidad

Para el cálculo de balance de agua en este acuífero, la porosidad juega un papel muy importante, porque permite estimar la velocidad de tránsito de los líquidos a través de las capas del suelo. Los valores de porosidad están en el rango de 29% a 56%, correspondiendo ese valor mínimo a la textura franco arenosa. En el estrato superficial la porosidad es menor que en el estrato subsuperficial y es probable que se debe a compactación de suelo por el laboreo agrícola y actividad ganadera.

f. Velocidad de infiltración

La velocidad de infiltración es afectada por varios factores, destacándose la textura, estructura, cantidad de arcilla, materia orgánica, uso del suelo, etc. Los resultados de las pruebas de infiltración son heterogéneos y no permiten establecer un criterio en que coincida la textura con la velocidad de infiltración obtenida. Por ejemplo, el valor más alto es de 8.364 cm/hr y el más bajo de 0.084 cm/hr, ambos para texturas superficiales franco arcillo arenosa y con textura subsuperficial franco arenosa a franco arcillo arenosa.

Para el balance hídrico del suelo, como un nivel de referencia y según los valores obtenidos, es preferible eliminar los valores inferiores a uno y superiores a cinco, de tal forma que se pueda determinar la recarga potencial de la cuenca, con rangos más ajustados y que la textura del suelo no sea una condicionante de la capacidad de infiltración.

4.7 Capacidad de uso del suelo

Con base en el mapa de capacidad de uso del suelo 1:200000 (Hoja Nicoya, OPESA), aplicado a las dos cuencas, en los cuadros 5A y 6A anexo 2, se incluyen las clases de uso identificadas así como los porcentajes aproximados de área que abarcan en ellas.

De ambos cuadros se desprende que en un alto porcentaje, ambas cuencas presentan condiciones para el desarrollo de diversas actividades agropecuarias, la producción forestal y el manejo de bosque, requiriendo sin embargo, de adecuadas prácticas de manejo de sus suelos ya que la primera limitante es la profundidad la que no alcanza en la mayor parte del territorio de los 75 centímetros. Tales desarrollos pueden presentar, en algunas zonas, el inconveniente del relieve un poco quebrado. En las zonas bajas y cercanas a la costa, hay terrenos con pendientes menores al 3%, con aptitud para el manejo de bosque, pero que presentan algunas limitantes como drenaje y riesgo de inundación.

En las dos cuencas, aunque de manera dispersa y fragmentada, tanto en las partes bajas, medias y altas, se localizan áreas cuyos terrenos son únicamente aptos para la protección (áreas de recarga acuífera, preservación de flora y fauna y belleza escénica), pues presentan limitantes de profundidad efectiva y pendientes superiores al 45%, muy susceptibles a los procesos erosivos.

4.8 Relieve y pendientes

El relieve de las dos cuencas se caracteriza, en un alto porcentaje (cerca del 55% en la del Matapalo, 40% en la de San Andrés), por presentar pendientes de categoría plano ondulado, abarcando la mayoría de los terrenos con pastos y ganadería extensiva, con pendientes entre un 5 y 15%. Es poco frecuente el encharcamiento en eventos de fuertes aguaceros. En menor proporción (15%) las pendientes entre un 15 y 30% abarcan terrenos con pastos y charrales, definidos como relieves accidentados. Únicamente, hay un pequeño sector, cercano al

estero Matapalo con pendientes menores al 5%, donde prácticamente, hay encharcamientos durante todo el invierno y parte del verano, donde el drenaje es prácticamente nulo. Entre un 20% a un 25% del área de las cuencas presentan relieves muy accidentados, con pendientes entre un 40 a un 60%. Comprende los cerros y afloramientos rocosos, donde prácticamente no se deberían realizar ningún tipo de actividad productiva.

Los terrenos más accidentados de ambas cuencas se presentan hacia el sector este, noreste y sureste, donde se constituyen las partes altas de las dos unidades geográficas y sus divisorias naturales de aguas. La descripción anterior, se basa en las visitas de campo efectuadas, verificando la información vertida en el mapa elaborado por la Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria, escala 1:200000.

4.9 Aspectos sociales: Diagnóstico de las aguas subterráneas en la región Chorotega

4.9.1 Contexto histórico de la región

Antes de la década de 1950, el desarrollo social y productivo de la zona se caracterizó por el predominio de la gran hacienda ganadera, especializada en ganado de carne para exportación al mercado centroamericano y consumo local. Las mismas se caracterizaron por el uso extensivo del suelo, escasa inversión y tecnología, mantenían una mezcla de relación salarial entre propietarios, asalariados y campesinos, y un gran deterioro del medio al convertir grandes áreas en pastizales.

La ganadería extensiva, junto a la extrema polarización de la tenencia de la tierra, provoca grandes movimientos migratorios, que muchas veces parece ser selectiva, limitándose a los sectores más jóvenes y más activos de la población regional, el cual constituye un elemento más en el círculo vicioso del estancamiento regional. Además, el desarrollo de la ganadería como eje primordial de la economía guanacasteca, le imprimió un rasgo diferencial al resto del país, el cual

es un poblamiento disperso y poco denso, y predominando patrones de la gran propiedad. (Estado de la Nación, p.c. 311, 2000)

“El sector costero conocido como playa Tamarindo tiene una historia de colonización reciente. Entre los años 1940 y 1945, se dio el desarrollo de fincas ganaderas de apreciable extensión que ocuparon la mayor parte de las áreas detrás de playa Tamarindo. La Familia Brenes tenía una de las fincas más extensas que se localizaban detrás de la playa y alrededor del estero San Francisco”. (plan regulador Playa Tamarindo)

Posterior a ello, se asentaron pescadores artesanales los cuales fueron construyendo sus ranchos muy cerca al litoral o bien se desplazaban desde poblados cercanos. Otro factor coadyuvante ha sido la rápida construcción de casas de veraneo y la visita masiva de turismo de camping.

El complejo turístico que marca la pauta del desarrollo hotelero de la zona, el cual se construye actividad de 1975. Aunado a ello, la venta de la finca de los Brenes para la urbanización hace que el patrón de uso y tenencia del suelo tenga un cambio radical, aniquilando toda actividad agrícola y pecuaria.

4.9.2 Cambios de rumbo en la región

La actividad agropecuaria ha dejado ser el eje de la economía regional se ha fortalecido el sector turismo. El fortalecimiento de esta actividad ha provocado el posicionamiento de grandes consorcios hoteleros nacionales e internacionales en nuestra costa pacífica así como también operadores internacionales dedicados al turismo masivo y a la compra y venta de propiedades.

El informe del Estado de la Nación publicado en el año 2000 enuncia que “existen mas de 35 oficios o puestos de trabajo en la hotelería, el comercio, las agencias turísticas o la construcción (entre otros, cocineras, bartender, guías turísticos, botones, lavaplatos, electricistas, cajeros, guardas, mucamas, soldadores, saloneros, plomeros, contadores, puestos gerenciales, promotores,

jardineros), con una fuerte presencia de mujeres. Según varios dirigentes comunales, en un lapso de diez años el turismo se convirtió en la principal actividad económica de la zona costera del cantón de Santa Cruz. Hay comunidades como Santa Rosa, Brasilito o Potrero, en Santa Cruz, donde las familias tienen al menos un miembro que trabaja en los hoteles de playa o en actividades relacionadas con el turismo. (pc 316).

4.9.3 Importancia del turismo

En la década de 1980 se manifiesta un rápido crecimiento de la actividad turística, con especial interés en el turismo de sol y playa. Según los datos estadísticos del Instituto Costarricense de Turismo (ICT), se estimó la llegadas de turistas desde diferentes destino para 1980 en 332.900 personas, 17 años después las mismas estimaciones alcanzan los 811.400 turistas.

Son varios los elementos coadyuvantes para escoger a Costa Rica como destino turístico, de los cuales es necesario mencionar algunos, tales como; la presencia de Áreas de Conservación y Parques Nacionales que se consolidan como un atractivo eco-turístico, la situación política y económica de Costa Rica con respecto a otros países del trópico, la divulgación a través del mundo de nuestras bellezas costeras y la existencia de infraestructura turística de buena calidad.

En el mismo período mencionado anteriormente, los ingresos generados por el sector turismo creció de 84.433 a 719.300 millones de dólares, lo que evidencia la importancia de ese aporte a la economía nacional. (Plan regulador, playa Brasilito, pc. 17, 1997)

En consecuencia, el ICT, considera que el sector turismo genera unos 62.026 empleos directos y 60.313 indirectos para un total de 122.369 empleos que garanticen la prestación del servicio turístico de la mejor manera.

A nivel local:(Tamarindo – Huacas

En la zona en estudio prevalecían las grandes propiedades. Hará unos 40 años cuando las familias que tenían en posesión esas tierras y litoral deciden iniciar la lotificación con el fin de que otras personas se asentaran ahí. De ésta manera se empieza con la construcción de casas de veraneo, principalmente de personas que se desplazaban desde el valle central.

Esta forma de asentamiento se caracterizó por estar carente de todo elemento de planificación ni control, lo que fue evidenciándose con el crecimiento desmedido de playa Tamarindo.

En el caso de las otras comunidades aledañas, como Villarreal, Huacas, Lajas y Matapalo, son habitados por personas oriundas del lugar los cuales han mantenido, en muchos casos, sus propiedades por sucesiones familiares.

El desarrollo turístico en las playas ha permitido el surgimiento de muchos locales comerciales como cafés, talleres, depósitos de materiales de construcción, panaderías, supermercados, almacenes de suministros en equipos de buceo, piscina, jacuzzi y ventas de artesanías entre otros. Este fenómeno se presenta tanto en la playa como en las comunidades cercanas.

Ante esta situación, se elabora un plan regulador para planificar el uso del suelo que apenas alcanza un 15% al momento de su implementación. En otras palabras, las áreas mas vulnerables ya se encontraban ocupadas por residencias, comercio y hoteles con la consecuentes alteraciones del litoral.

4.9.4 Infraestructura existente, bienes de consumo colectivo, uso y tenencia de la tierra

El área de estudio se caracteriza por presentar un desarrollo turístico creciente lo que le ha favorecido para obtener mejoras sustanciales con respecto a otras comunidades de la región Chorotega.

Desde hace muchos años la vía que comunica Belén con Huacas, Villarreal y otros sitios se asfaltó, lo que facilita el desplazamiento de vehículos particulares, colectivos y camiones rúteros que abastecen los diferentes supermercados, pulperías, restaurantes, sodas y hoteles entre otros.

De igual manera se cuenta con todos los servicios públicos básicos (electricidad, teléfono, agua), agencias bancarias, servicio de transporte público y Equipos Básicos de Atención Integral en Salud (EBAIS).

El tramo que comunica Villarreal con playa Tamarindo recientemente fue reconstruida y tiene un capa asfáltica temporal en espera de la definitiva. También hay una pista de aterrizaje que recibe vuelos comerciales locales con turistas extranjeros y algunos residentes que lo utilizan por la rapidez del servicio.

Entre la infraestructura hotelera y Gastronómica, se puede enunciar algunos como Hotel Costa Real, Cabinas Pozo Azul, Hotel Tamarindo Dirιά, Capitan Suizo, Hotel Pasatiempo, Hotel Pueblo Dorado, Condominios Vista Capitán, restaurante y condominios Naranjales del Oeste, Hotel Tropicana, , Compañía Hotelera Playa Tamarindo, Cabinas Zullynar, Cook Charles, Iguana turismo, entre otros. La gran mayoría de éstos y otros establecimiento se encuentran frente a la playa, lo que nos hace afirmar que en su mayoría, la playa se dedica exclusivamente a la recreación turística, extendiéndose hasta casi 400 metros hacia atrás, por las cerranías y desplazándose hacia playa Langosta.

La dirigente comunal, Sra. Hellen Acosta, comentó que se han lotificado muchos terrenos en las cerranías cercanas a la playa para uso residencial. De continuar esa tendencia el problema ambiental se agravaría por la eliminación de cobertura boscosa, demanda de agua, extracción de aguas subterráneas, aumento en la cantidad de aguas servidas y residuos sólidos.

Tanto Playa Tamarindo, Villarreal, Huacas, Lajas, Santa Rosa y Matapalo cuenta con acueductos rurales administrados por un comité local el cual se

encarga de la distribución del recurso y cobro del servicio. Además, son los responsables de las mejoras del acueducto.

Como se mencionó anteriormente, la zona ha presentado un rápido crecimiento en infraestructura turística y residencial lo que ha provocado, en algunos casos, que los acueductos hallan colapsado y se necesiten mejoras sustanciales de las redes de distribución. Además, el crecimiento en la demanda, los largos períodos de sequía en la región, el uso irracional del recurso hídrico (síndrome del jardín verde) se manifiesta en un desabastecimiento casi permanente del líquido en muchas de las comunidades.

En el caso de Playa Tamarindo, el acueducto rural no da abasto a la demanda de la comunidad. Alternativo a éste, Beko S.A. suministra agua a ciertas propiedades, convirtiéndose de esta manera en un comerciante de agua.

Uno de los problemas que se presentan en las zonas costeras del área de estudio, son las edificaciones que se ubican en la zona pública de los 50 metros. En el caso de Playa Tamarindo, el 8.15% de las propiedades se localizan en zona pública, el 20.57% en zona Marítimo terrestre sujetas a la Ley 6043 y el restante 71.28% a propiedades inscritas en el Registro de la Propiedad ubicadas también en los 150 metros de la ZMT (Plan Regulador de Playa Tamarindo).

Propiamente, en playa Tamarindo, según los datos obtenidos del Plan Regulador, el 47.37% de las propiedades oscilan entre los 100 a 5000 metros cuadrados, como producto de su uso para el desarrollo turístico comercial y hotelero.² En el recorrido realizado en la semana del 22 al 25 de abril de 2002 no se evidencia actividad agrícola en el área de influencia y la ganadería es de subsistencia y extensiva.

² Plan Regulador Playa Tamarindo.

4.9.5 Problemas identificados en la zona de estudio

Contaminantes

El crecimiento en infraestructura tanto en Playa Tamarindo como en comunidades aledañas provoca en primer lugar mayor demanda de agua, aumento en las cantidades de aguas servidas producto del lavado de ropa, utensilios, baño y otros.

La carencia de adecuadas redes de eliminación de residuos fecales nos hace suponer que muchas de las descargas se depositan en lugares poco adecuados o que se descargan directamente en la playa.

La afluencia turística genera grandes cantidades de basura que no se depositan en recipientes y quedan tirados en las calles. En la época lluviosa, ésta es arrastrada por la escorrentía hasta el estero y al mar.

Cobertura boscosa

Tanto en el litoral como en áreas cercanas se evidencia problemas de deforestación y alteración del medio.

Las comunidades de Huacas, Villarreal, Lajas y Matapalo se asientan en tierras que anteriormente se utilizaron como pastizales, por lo que tienen poca o nada de cobertura boscosa. Otro elemento degradante son las quemadas que año a año se presentan en la zona sin permitir una regeneración de la flora y fauna que pueda existir en ella.

La zona costera presenta otros problemas tales como alteración de la flora existente por sustitución de la cobertura.

Presión por actividades

Las áreas costeras de la zona de estudio tienen un fin recreativo-turístico, con lotificaciones para vivienda para veranear. Las actividades tradicionales como la ganadería y agricultura prácticamente han desaparecido.

El rápido crecimiento de estos establecimientos de manera poco planificado sin la existencia de adecuados bienes de consumo colectivo genera graves a problemas a nivel social y ambiental.

El cantón de Santa Cruz tiene el 8.49% de la oferta de hospedaje en operación con declaración turística, lo que representa 32 empresas dedicadas al turismo y un total de 1273 habitaciones, esto, lo coloca en el tercer lugar a nivel nacional con oferta de hospedaje en operación superado sólo por las ciudades de San José y Puntarenas.

Las grandes cantidades de agua que requieren muchos de éstos negocios generan desabastecimiento de agua potable a toda la comunidad. Por otro lado, el síndrome del jardín verde, provoca un uso irracional del recurso agua. La mayoría de los extranjeros asentados en éstas comunidades acostumbran disponer de mucho agua para regar sus jardines, mantenimiento de piscinas y otros.

Otro gran atractivo de la zona para los turistas extranjeros, lo representa los campos de golf los cuales deben estar siempre verdes contrarrestando con la sequía de toda la zona. Estos campos demanda cierta cantidad de agua y se le aplican grandes cantidades de químicos para fortalecer el pasto. Este último agrava la situación ya que son un riesgo de contaminación latente de los acuíferos por su infiltración en el suelo.

Además, para mantener siempre verde este campos, se recurre a la perforación de muchos pozos los cuales al ser sobre explotados puede dar paso a la intrusión salina provocando daños prácticamente irreversibles en el acuífero.

No cabe duda que el surgimiento de muchos hoteles, cabinas, restaurantes, bares, discotecas y campos de golf son actividades lucrativas que compiten con las comunidades por el uso del agua.

La comunidad de Matapalo requiere urgentemente de una fuente de agua que garantice el abastecimiento de una parte del poblado. Para ello, se mantienen conversaciones para que el acueducto de Lajas ceda una parte del caudal extraído al pozo comunal, pero que pasará cuando la comunidad de Lajas, dado su crecimiento, decida retirar su apoyo a Matapalo. Es aquí cuando se empiecen a evidenciar los grandes conflictos sociales que acarrea el mal uso del agua.

4.9.6 Tasas de crecimiento poblacional

El área de estudio comprende los distritos Cabo Velas y Tamarindo de Santa Cruz. En el caso de Cabo Velas, cuenta con una población estimada a enero del 2000 por crecimiento vegetativo de 2132, distribuidos de la siguiente manera, 1092 hombres y 1040 mujeres y un promedio de ocupación de 3.9 personas por casa. Tamarindo a la misma fecha, cuenta con una población de 1864 hombres y 1661 mujeres para un total de 3525 y un promedio de ocupación de 4.0 personas por vivienda.

Si tomamos como parámetros que una persona necesita, al menos 250 litros de agua al día tenemos estimaciones de demanda de agua para el cantón de Santa Cruz y distritos permitiéndonos valorar el potencial hídrico y tomar medidas correctivas con respecto a la explotación y uso del agua subterránea en la zona. (ver cuadro 8A anexo 2)

A continuación se presenta un cuadro donde existen estimaciones sobre la demanda de litros por segundo, por día, por persona, que se calcularon para los distritos de Cabo Velas y Tamarindo; aunque son valores muy altos que creemos se escapan de la realidad, se presentan de manera informativa para que se observe el contraste con aquellos valores que fueron tomados de los acueductos

rurales en el campo. Las estimaciones de demanda para ambas comunidades se presentan en el cuadro 7A en el anexo 2.

El Instituto Nacional de Estadística y Censos efectúa estimaciones y proyecciones poblacionales. El método para efectuar estas estimaciones y proyecciones fue el de componentes de cambio demográfico de las cohortes. Se usaron grupos de edad decenales e intervalos de proyección de 10 años (ver cuadro 9A anexo 2). Todas las poblaciones fueron ajustadas de modo que reproduzcan las estimaciones nacionales y la proyección recomendada.³

Los datos anteriores nos lleva a volver a pensar en la situación que se vive en las comunidades de Huacas, Lajas, Santa Rosa, Villarreal y Tamarindo, la cual presenta una gran devastación ambiental, un gran crecimiento habitacional en términos turísticos y el “boom” de la práctica del golf. De ésta manera, es necesario establecer algunas acciones que garanticen el abastecimiento de agua potable a las comunidades en el mediano y largo plazo.

- Proyección tomando en cuenta que hay una disminución de la migración hacia fuera gracias a los esfuerzo de desarrollo de la región. Las tasas de crecimiento demográfico anuales se asume que continúan siendo las mismas que la tasa de crecimiento demográfico nacional desde 1990 a 1998. (JICA, 2000, 6-11).

El crecimiento ponderado para distritos costeros es de 1.63%. El crecimiento ponderado para distritos no costeros es de 1.16% (JICA 6-12)

4.9.7 Supuestos para definir la tendencia poblacional de los distritos de la región Chorotega

Se debe estimar tomando en cuenta la tasa de crecimiento poblacional quinquenal multiplicada con la población base, estos resultados sumados se dividen entre la sumatoria de las poblaciones bases.

³ INEC. Estimaciones poblacionales.

Por ejemplo $\Sigma = \frac{(p^1 * t^1)}{\Sigma \text{ poblaciones}} + \frac{(p^2 * t^2)}{\Sigma \text{ poblaciones}} + \frac{(p^3 * t^3)}{\Sigma \text{ poblaciones}}$

Estas tendencias tienen dos escenarios, para el caso de los distritos con tasas negativas, se asumen que la migración hacia fuera persiste en el tiempo y caso contrario en los otros distritos los cuales mantienen constante su crecimiento vegetativo.

- 1- La migración hacia afuera persistirá.
- 2- La migración hacia fuera disminuirá como resultado de algunos esfuerzos en desarrollar la región.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. La composición bicarbonatada cálcica y bicarbonatada cálcica con tendencia magnésica, obtenida en los muestreos nos indica que son aguas típicas de zonas de recarga.
2. En lo que respecta a los análisis bacteriológicos de los pozos analizados, solamente el N°16 presentó coliformes fecales en el muestreo de verano (43 coliformes fecales), mientras en el de invierno ascendió a más de 2400; lo cual puede deberse a contaminación antropogénica o a la cercanía del pozo con algún tanque séptico.
3. En los gráficos de lluvia versus nivel estático se aprecia que no existe una relación directa entre la lluvia y las fluctuaciones del nivel estático, lo que puede deberse principalmente a que la composición de los suelos tiene, en toda la cuenca, un fuerte aporte de limos y arcillas por lo que se infiere que la recarga del acuífero se produce en los cauces de los ríos (ríos influentes) o en los bordes de las laderas.

4. El volumen de recarga se calculó para el acuífero Huacas-Tamarindo es de 6.906.384 m³/año mientras el de extracción es de 6.501.024 m³/año.
5. El acuífero del área de Huacas-Tamarindo se caracteriza por estar constituido por materiales de origen aluvional y por ser de poco espesor (máximo encontrado 15 metros), donde el basamento está constituido por el Complejo de Nicoya.
6. Este acuífero Huacas-Tamarindo tiene en la parte superior un suelo con alto contenido arcilloso, no obstante es muy vulnerable debido a que el nivel estático es muy somero y esta capa arcillosa se extrae a la hora de hacer edificaciones, al igual que cuando se construyen los tanques sépticos.
7. Con base en el balance hídrico elaborado y en la cuantificación de la extracción realizada en el campo, se debe indicar una alerta en cuanto a la explotación que se está realizando en las cuencas, y de esta manera tomar algunas precauciones en el área de estudio relativas a la explotación; pues se determinó que la cantidad de agua que se está extrayendo tiene un valor similar al agua que se está infiltrando.
8. Los usos y coberturas en las dos cuencas no son los ideales para favorecer mejores condiciones de recarga hídrica. Abundan potreros con malos pastos, pocos de bosque, cerros y laderas bastante descubiertos, donde los procesos de erosión laminar son notorios durante el invierno de cada año. Las prácticas de quema de charrales, tan comunes, favorecen la destrucción del suelos durante los inicios del invierno.
9. Desde el punto de vista hidrológico, el régimen natural está bastante modificado por la gran alteración de la cobertura en la mayoría de las cuencas. Lo anterior se nota cuando desde diciembre y hasta junio, muchas de las quebradas aún se encuentran secas, dado que no se da la suficiente recarga por lluvias como para mantener un flujo base mínimo. Muchas de los cursos, principalmente en la

cuenca del río San Andrés, son efímeros e intermitentes, en parte por ser parte de una red hidrográfica con áreas de captación (cuencas) muy pequeñas.

10. En general, en la mayoría de los caminos, no existen sistemas de alcantarillas ni drenajes adecuados, por lo que es común durante los fuertes aguaceros, ver los mismos con grandes encharcamientos y con un arrastre fuerte de sedimentos sobre los terrenos de mayor pendiente, los que son depositados en abundancia en relieves más planos de las partes medias y bajas de las cuencas. El desnivel entre los cauces de los ríos y quebradas con respecto a los terrenos es muy poco y, por lo tanto, es muy fácil el desbordamiento de las aguas principalmente durante fuertes aguaceros.

11. En la zona la actividad agrícola y pecuaria es escasa. Predomina la ganadería extensiva con malos pastos. La topografía es adecuada, no así las condiciones climáticas principalmente en los meses secos, donde los terrenos se secan a extremo, además de que se resquebrajan dado alto contenido de material arcilloso.

12. En ambas cuencas se están dando procesos acelerados de desarrollo turístico con un auge fuerte en el sector construcción y, dado a que no se están considerando medidas para dotar de infraestructura de alcantarillado, cada día habrá una mayor posibilidad de contaminación de las fuentes hídricas, tanto subterráneas como superficiales. En el mismo sentido, con la apertura del puente sobre el río Tempisque, la afluencia del turismo hacia las playas de la zona, generará un mayor incremento en la demanda de servicios para la atención de sus necesidades (hoteles, cabinas, etc.), dándose una mayor presión sobre los recursos naturales principalmente, los hídricos. Ello resultará en una mayor carga de agentes contaminantes sobre los acuíferos (aguas negras y servidas, generación de desechos variados).

5.2 Recomendaciones

1. Hacer de conocimiento entre los distintos actores de las cuencas (comunidades, instituciones como el ICT, AyA, MINAE, MAG; MS, grupos organizados, municipalidad, hoteleros), de la problemática actual y futura del recurso hídrico, dada la gran presión que se está generando y que se dará a futuro sobre el mismo, con visos de sobre explotación marcada en los acuíferos, provocando en situaciones de años secos, crisis tanto en cantidad como en calidad, lo que afectaría notablemente todo el desarrollo socioeconómico de la zona.
2. Propiciar formación de comisiones que vayan buscando, de manera consensuada, alternativas de solución a los conflictos de uso, pensando en la formulación de planes de manejo y gestión del recurso hídrico, perfilando acciones de corto, mediano y largo plazos, tendientes a atenuar la problemática sobre el recurso agua.
3. Se recomienda continuar con la medición mensual de niveles estáticos de la red de monitoreo y además medir la salinidad y conductividad eléctrica .
4. Realizar dos muestreos anuales de iones mayoritarios así como muestrear aquellos pozos que hallan dado valores de coliformes fecales muestrearlos al menos una vez al mes
5. Se recomienda realizar análisis de bromuros que es un excelente indicador de una eventual contaminación por intrusión salina.
6. Determinar mediante pruebas de bombeo en pozos, algunos parámetros hidráulicos con el objetivo primordial de determinar el radio de influencia y así tener un mejor criterio a la hora de determinar el distanciamiento entre pozos.
7. Realizar aforos diferenciales para determinar en cuales sitios los ríos son influentes o en su defecto efluentes.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CONSULTADAS

1. ALVARADO, A.; PÉREZ, S. 1978. Mapa de asociación de subgrupos de suelos de Costa Rica Hoja Nicoya. Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria. San José, Costa Rica. Escala 1:200000. Color
2. ARIAS, M.E. 2002. Evaluación geofísica en Sámara. Proyecto Evaluación del acueducto de Sámara, SENARA- Escuela de Geología, UCR. San José (informe interno).
3. ARIAS, M.E. 2000. Aplicación de la Geofísica en la Prospección de Aguas Subterráneas. Sección de Sismología, Vulcanología y Exploración Geofísica. Escuela Centroamérica de Geología. Informe interno. 85 p.
4. _____. 2000. Las Técnicas Geofísicas Aplicadas en Hidrogeología. Primer Simposio Regional: Manejo Integrado de Aguas Subterráneas, un reto para el futuro. Organismo Internacional de Energía Atómica - Universidad Nacional (en prensa).
5. _____. 2000. Métodos Geofísicos. -en: Denyer, P. & Kussmaul, S.(comp.): Geología de Costa Rica. Ed. Tecnológica de Costa Rica, Cartago. 520 p.
6. ASTORGA, A. 1987. El Cretácico Superior y el Paleógeno de la vertiente pacífica de Nicaragua meridional y Costa Rica septentrional: origen, evolución y dinámica de las cuencas profundas relacionadas al margen convergente de Centroamérica. -San José, Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica, Tesis de Licenciatura. 250 p.
7. BARAHONA, M; VARGAS, C. 2001. Práctica geológica: realizada en Sámara y Buenavista, provincia de Guanacaste. Proyecto acuíferos costeros SENARA-UCR. San José, Costa Rica. Mapas. 29 p.
8. DENGO, G. 1962. Estudio Geológico de la región de Guanacaste, Costa Rica. -Informe Semestral, Instituto Geográfico de Costa Rica. 1962: 1-112
9. DIAZ, J., 1980. Estudio geológico del Cerro Sámara y alrededores. Península de Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. -San José, Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica, Campaña Geológica. 42 p.

10. GAMBOA, E. 1985. Geología del área de Carrillo y alrededores Península de Nicoya, Provincia de Guanacaste, Costa Rica. –San José, Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica, Campaña Geológica. 43 p.
11. GEONICS, 1980: Electromagnetic terrain conductivity measurement at low Induction numbers. Ontario (Technical Note).
12. GEONICS,1992: Groundwater Exploration Applications. Ontario (Technical Note).
13. GEOTEST. 1990. Informe de perforación y explotación del pozo Ga-21. SENARA
14. GINNEKEN, P.V.; CALDERÓN, R. 1978. Mapa de categorías de pendientes de Costa Rica Hoja Nicoya. Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria. San José, Costa Rica. Escala 1:200000. Color
15. HIDALGO CH., M. 2002. El Pochote y la biología reproductiva de este árbol quiropterófilo en el huerto semillero clonal en la Estación Experimental Forestal Horizontes. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 3 p. *Artículo bajado de Internet.* www.ac.guanacaste.ac.cr/rothschildia/v5n1/textos/13.html , mhidalg@samara.una.ac.cr
16. INSTITUTO Geográfico Nacional. Hojas cartográficas Cerro Brujo (1982), Cerro Azul (1989) y Garza (1983). San José, Costa Rica. Escala 1:50000. Color
17. MEYER DE STADELHOFEN, C. 1995: Applications de la géophysique aux recherches d" eau. Lavoisier, París, 177 p.
18. KÜIJPERS, E.P. 1979. La geología del Complejo Ofiolítico de Nicoya, Costa Rica. –Informe Semestral, Instituto Geográfico Nacional, 1979(2): 15-75
19. TEJERA, R. 1980. Geología de Playa Barrigona y alrededores. Cantón de Nicoya, Provincia de Guanacaste, Costa Rica. –San José, Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica, Campaña Geológica. 19 p.

ANEXO 1

FIGURAS

ANEXO 2

CUADROS

Cuadro 1^a

Datos geográficos de las estaciones meteorológicas

Estación	Número	Latitud	Longitud	Elevación	Período de Registro
Cartagena	00074018	10°23'	85°41'	63	May 1968 – Dic 2002
Santa Cruz	00074003	10°16'	85°35'	54	May 1970 – Dic 1993

Fuente: Base datos de clima del Área de Aguas Subterráneas, SENARA. 2002, y del IMN.

Cuadro 2A**Distribución mensual de los parámetros climáticos en las cuencas de los ríos Matapalo y San Andrés.**

Mes	P (*) (mm)	P (*) (%)	Tmed (°C)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	H.R. (%)	B.S. (hr/día)	Vel.Vto. (km/hr)	Etp (mm)
Ene	3,0	0,2	27,7	32,8	22,5	67	9,7	17,0	159,67
Feb	1,0	0,1	28,0	34,7	21,1	63	10,0	16,1	160,69
Mar	4,3	0,2	29,0	34,3	22,1	62	9,8	15,5	197,19
Abr	21,5	1,2	29,7	35,8	24,7	63	8,8	13,5	197,43
May	234,2	12,9	28,6	34,0	23,8	73	6,7	8,6	181,84
Jun	269,5	14,9	27,5	31,5	23,5	79	5,7	6,9	159,26
Jul	159,2	8,8	27,3	31,8	23,6	80	5,7	7,8	161,85
Ago	246,0	13,6	27,3	32,4	22,8	80	5,8	7,6	163,97
Set	359,5	19,8	27,0	32,4	22,8	82	5,1	6,4	151,55
Oct	370,0	20,4	26,9	31,6	22,5	82	6,1	6,6	150,12
Nov	127,3	7,0	27,2	32,1	22,2	78	7,5	8,4	142,27
Dic	18,1	1,0	27,2	33,2	22,7	70	8,6	15,9	150,69
Promedios	1813,6	100,0	27,8	33,1	22,9	73	7,5	10,9	1976,5

Fuentes: Estación Santa Cruz, Instituto Meteorológico Nacional, 2003; .

(*): Estación Cartagena; SENARA, 2003.

Cuadro 5A
Capacidad de uso del suelo cuenca del río Matapalo

Clase	Porcentaje	Ubicación	Características
7 S	2	Parte alta este de la cuenca	Suelos con menos de 50 cm de profundidad. Altamente susceptibles a procesos de erosión. Presentan pendientes mayores al 45%. Son suelos aptos únicamente para utilización de bosques con métodos especiales de extracción. Presentan relieves quebrados y accidentados.
5 DN	3	Parte baja de la cuenca en el Estero Matapalo	Suelos con una alta limitación por drenaje, el que va de lento a nulo. Ubicados en zonas de menos de 15% de pendiente. Podrían ser utilizados en actividades agrícolas, ganadería o explotación forestal pero con prácticas especiales de manejo.
4 Sm2	46	Se localizan de la partes medias hacia las zonas bajas costeras de la cuenca	La principal limitante de estos suelos es que se presentan menos de 75 cm de profundidad. Son aptos cualquier tipo de uso pero con una selección cuidadosa de cultivos y actividades a desarrollar. Además, requiere de métodos intensivos de manejo y conservación. Son suelos susceptibles a procesos erosivos. Permanecen secos más de 5 meses al año. En general, son suelos de baja fertilidad principalmente en pendientes de hasta 30%.
6 S	49	Se localizan en su mayor parte en las partes altas de la cuenca con algunas pequeñas unidades en la parte media cerca de Matapalo	La principal limitante es que los suelos presentan menos de 75 cm de profundidad. Requiere de cuidadosas prácticas de manejo. Por sus limitaciones son aptos para cultivos permanentes de tipo semibosque, ganadería o bosque. Son altamente susceptibles a la erosión, presentando pendientes entre el 30 al 60%.

Fuente: Mapa de capacidad de uso de los suelos de Costa Rica Hoja Nicoya. Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria. San José, Costa Rica. Escala 1:200000.

S: Indica que el principal limitante es la profundidad del suelo, m2 la presencia de 5 meses secos.

DN: Indica suelos con drenaje nulo.

Cuadro 6A

Capacidad de uso del suelo cuenca del río San Andrés

Clase	Porcentaje	Ubicación	Características
4 Sm2	46	Se localizan de la parte media hacia las zonas bajas costeras de la cuenca	<p>La principal limitante de estos suelos es que se presentan menos de 50 cm de profundidad. Son aptos cualquier tipo de uso pero con una selección cuidadosa de cultivos y actividades a desarrollar. Además, requiere de métodos intensivos de manejo y conservación. Son suelos susceptibles a procesos erosivos. Permanecen secos más</p> <p>de</p> <p>5 meses al año. En general, son suelos de baja fertilidad principalmente en pendientes de hasta 30%.</p>
6 S	54	Se localizan en su mayor parte en las partes altas de la cuenca con algunas pequeñas unidades en la parte baja suroeste cerca de Tamarindo	<p>La principal limitante de estos suelos es que se presentan menos de 75 cm de profundidad. Requiere de cuidadosas prácticas de manejo. Por sus limitaciones son aptos para Cultivos permanentes de tipo semi-Bosque, ganadería o bosque. Son altamente susceptibles a la erosión, presentando pendientes entre el 30 al 60%.</p>

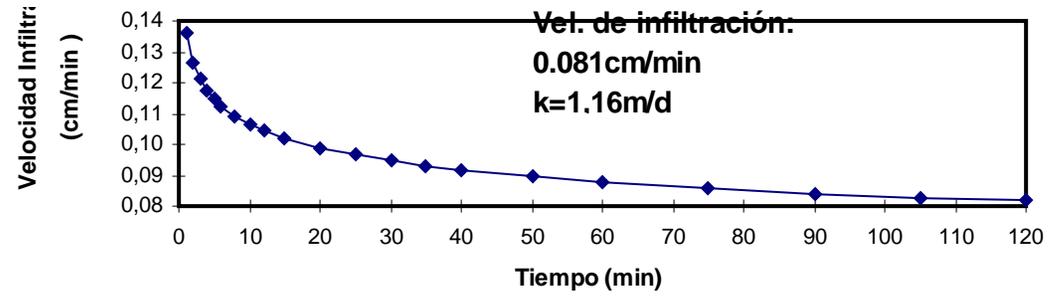
Fuente: Mapa de capacidad de uso de los suelos de Costa Rica Hoja Nicoya. Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria. San José, Costa Rica. Escala 1:200000.

S: Indica que el principal limitante es la profundidad del suelo y m2 la presencia de 5 meses secos.

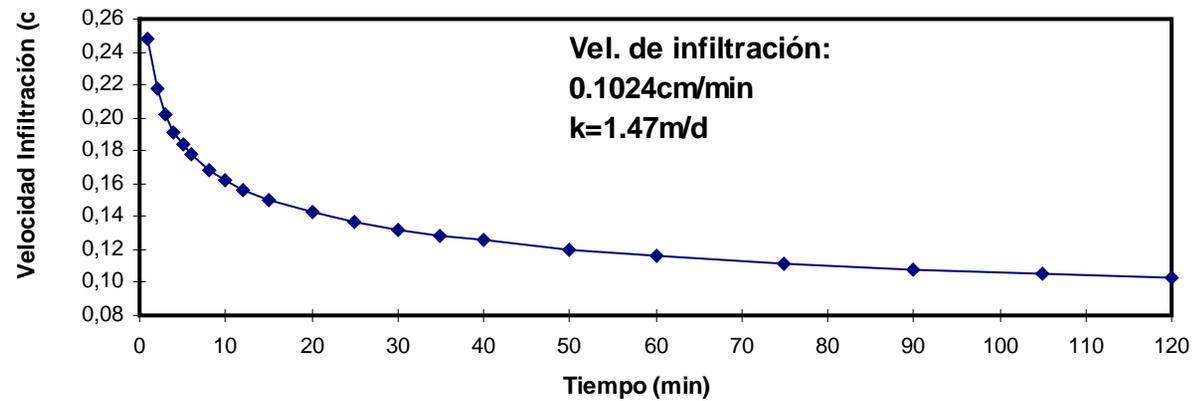
ANEXO 3

PRUEBAS DE INFILTRACIÓN

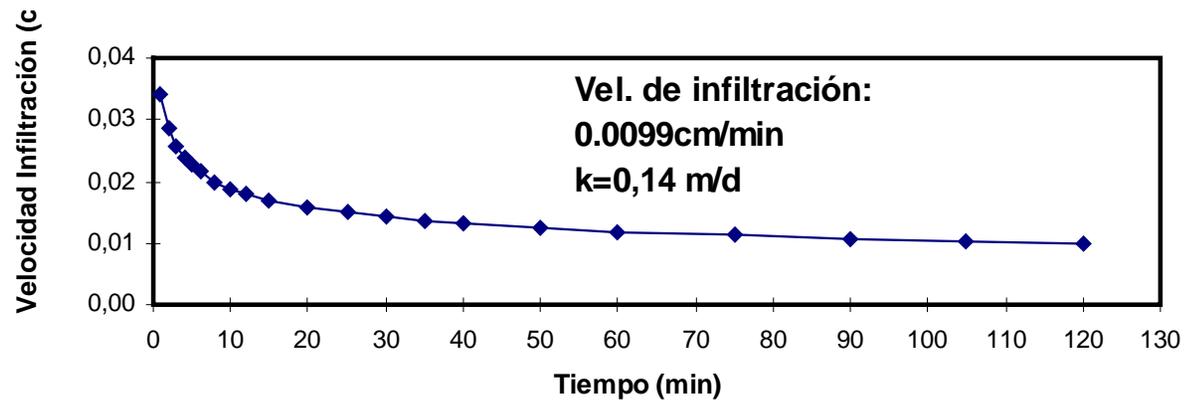
**Prueba de Infiltración Pozo N°1
Margen derecha Río San Andrés- Aeropuerto**



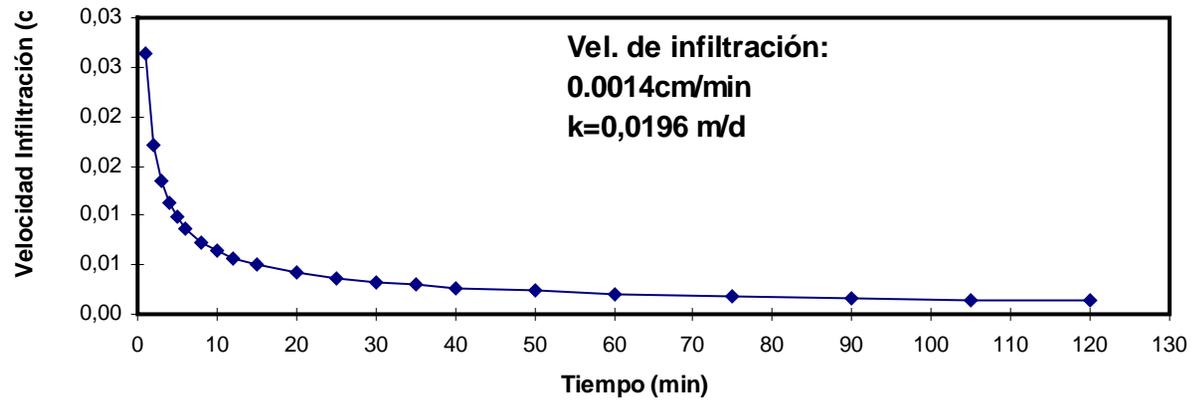
**Prueba de Infiltración Pozo 10
El Llanito**



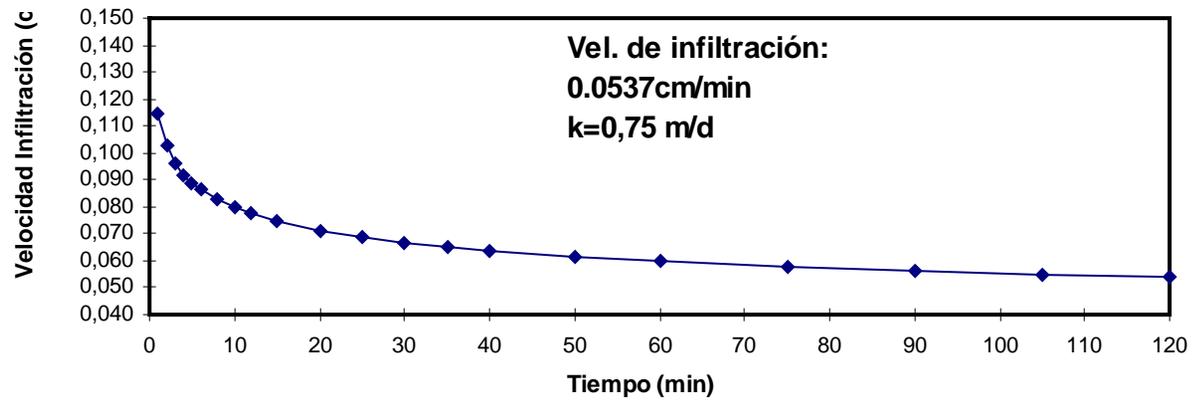
Prueba de Infiltración camino a Conchal.



Prueba de Infiltración El Palmar.

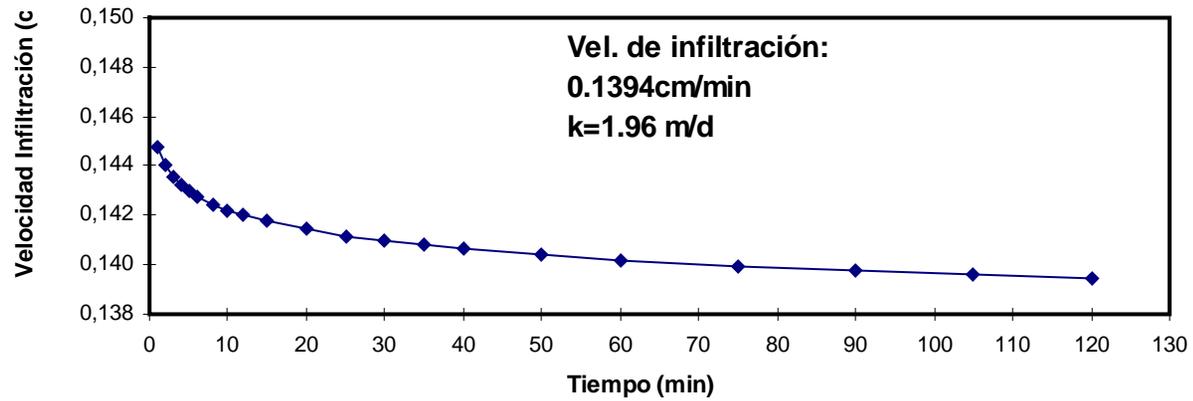


Prueba en Lajas.

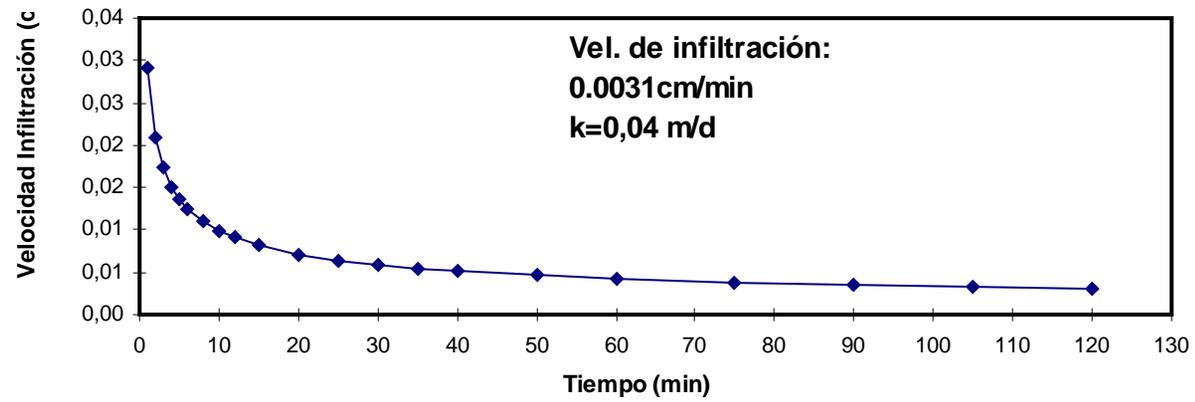


Prueba en Los Mangos.

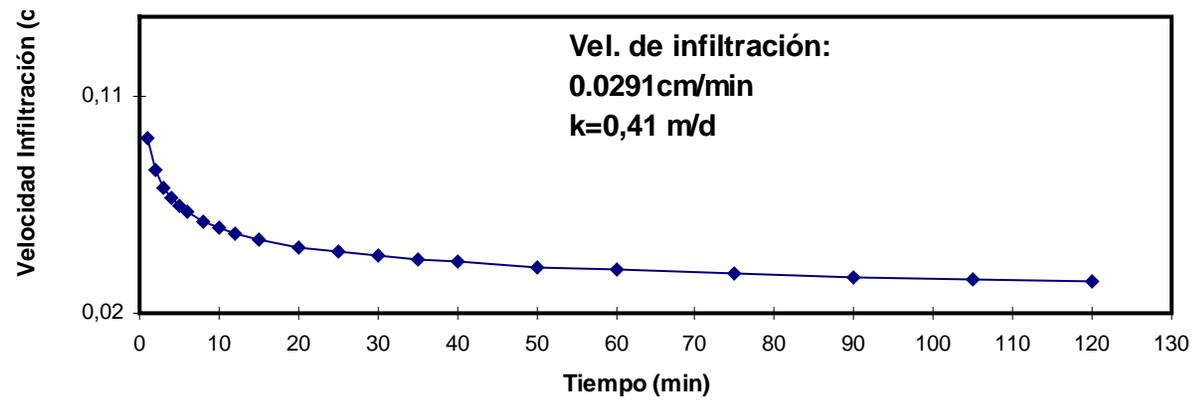
Fig.4



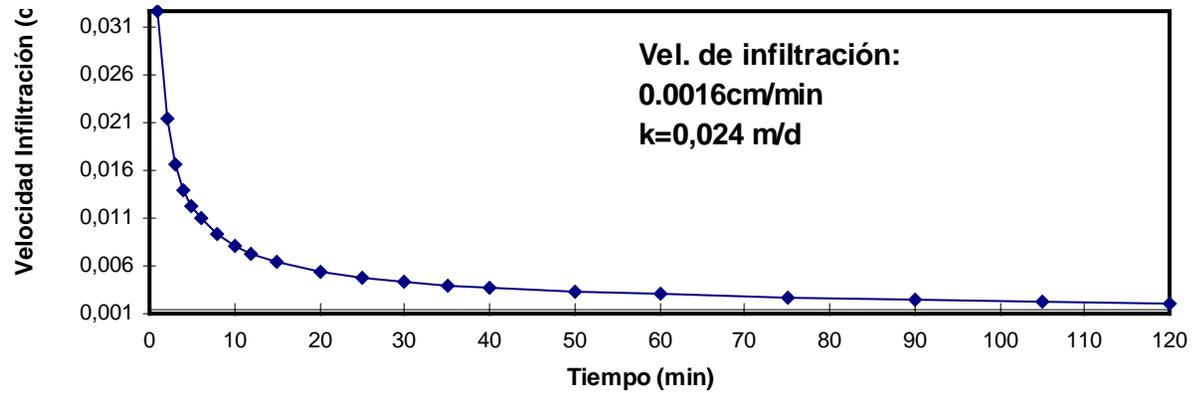
Prueba de Infiltración en el Pacific. Royal



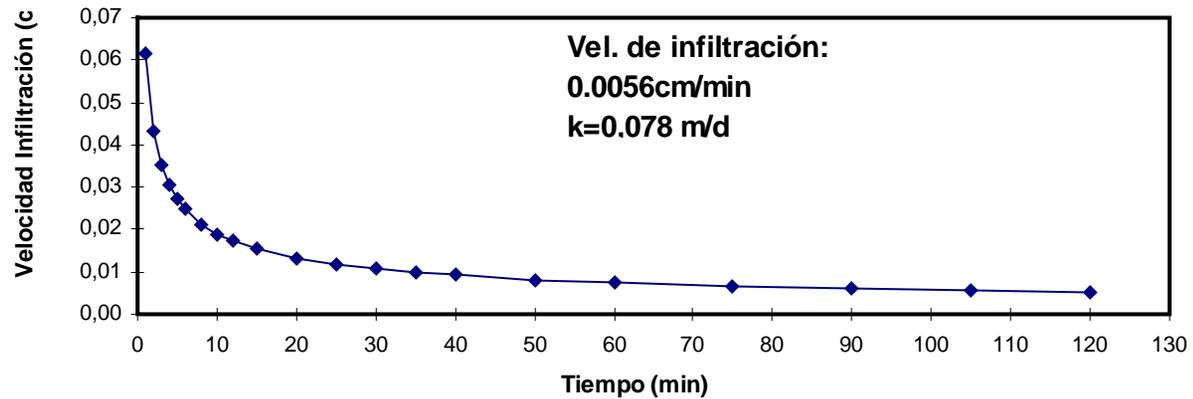
Prueba colegio Villarreal.



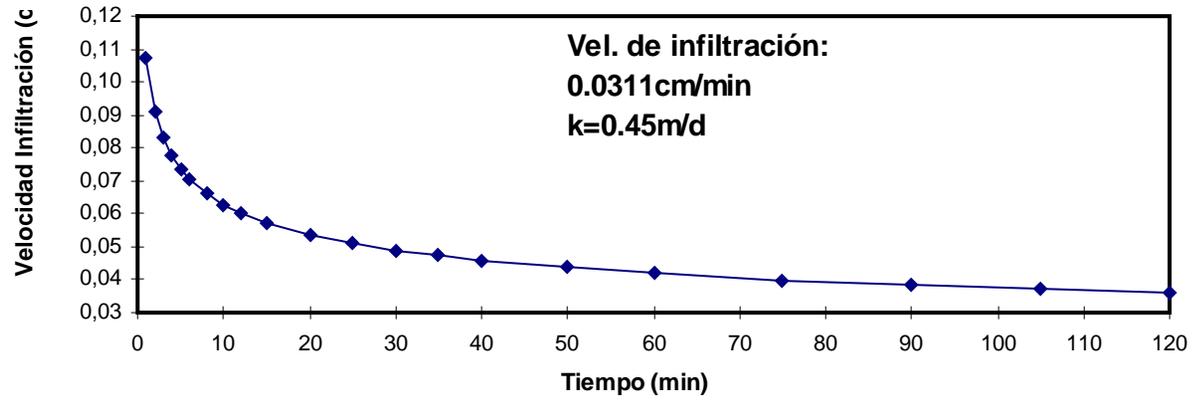
Prueba en Lomas de Matapalo.



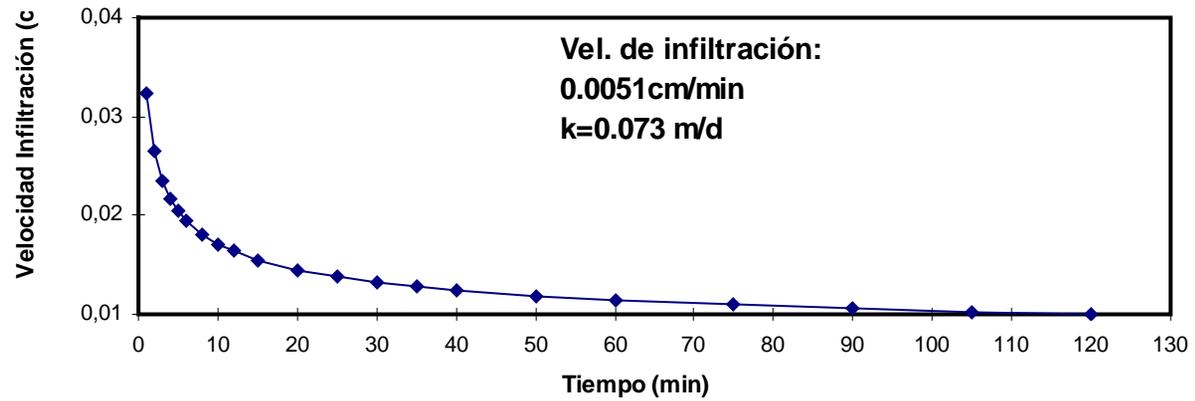
Prueba de Infiltración pozo N°4 Refundores



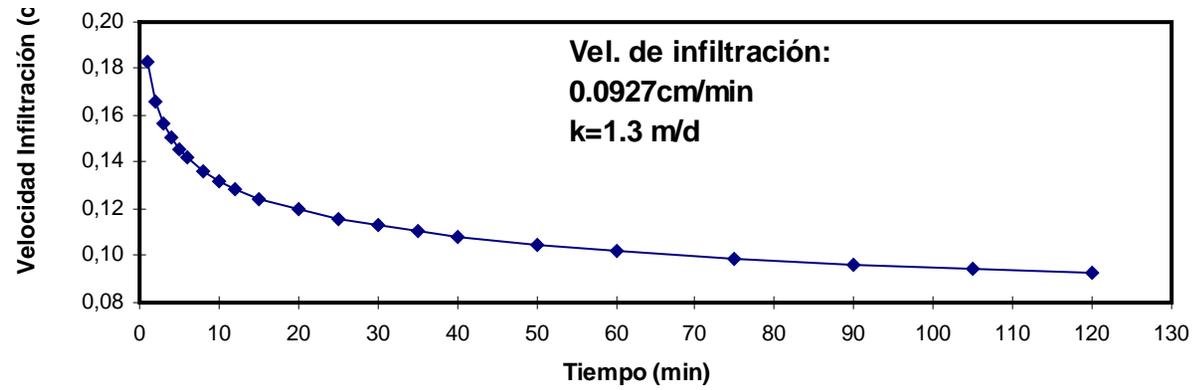
Prueba de Infiltración en Garita Nuevo



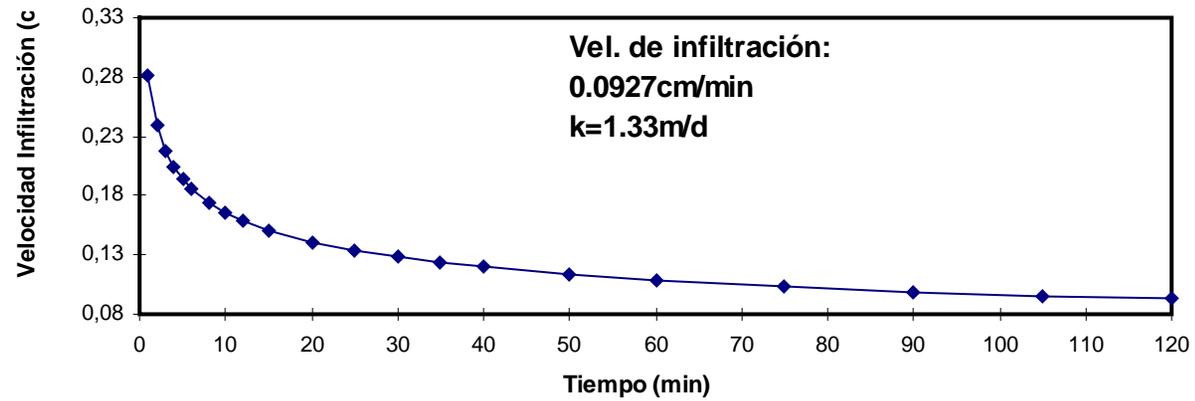
Prueba de Infiltración camino a Playa Grande



Prueba de Infiltración No 1



Prueba de Infiltración en Santa Rosa



ANEXO 4

PERFILES GEOLÓGICOS

ANEXO 5

GRÁFICOS

PRECIPITACIÓN

VS

NIVEL ESTÁTICO

ANEXO 6

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

FÍSICO-QUÍMICOS

ANEXO 7

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

BACTERIOLÓGICOS

ANEXO 8

FOTOGRAFÍAS

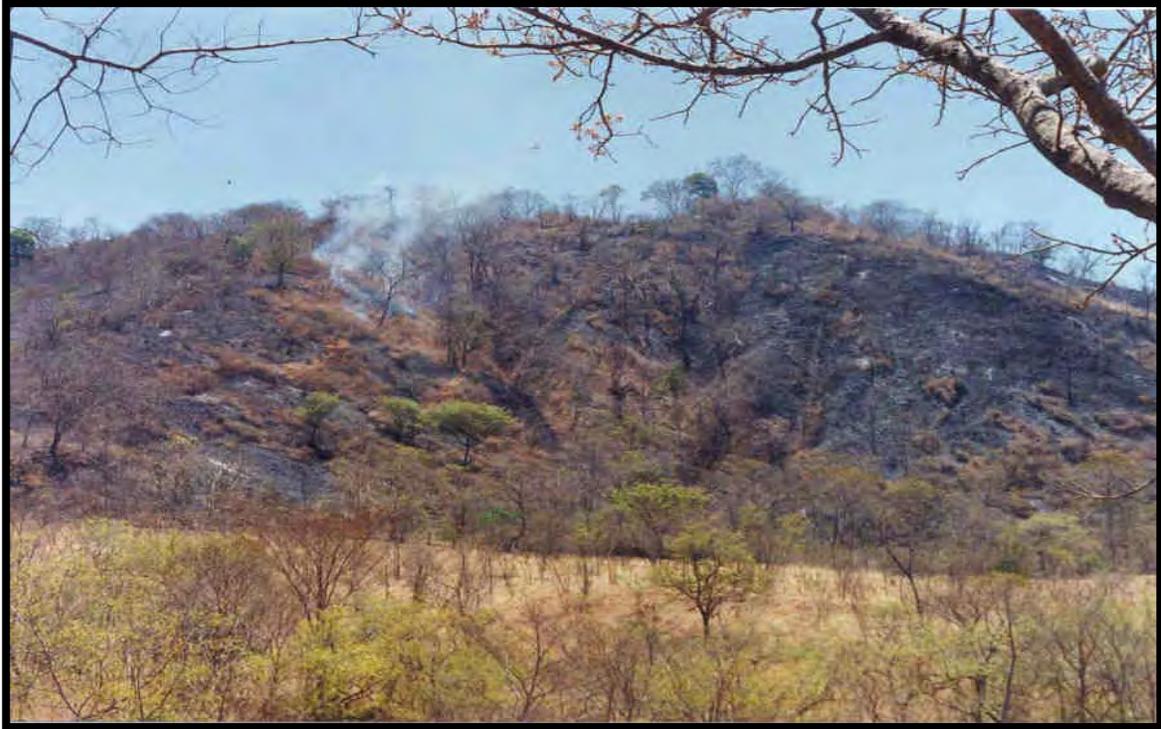


Foto 1 : Pràctica de la quema en cerros de la Cuenca alta del Matapalo, 2002.



Foto 2 : Cerros de la parte alta de la cuenca del rio Matapalo, 2002



Foto 3 : Charrales en zona de Huacas, cerca de Matapalo. 2002.

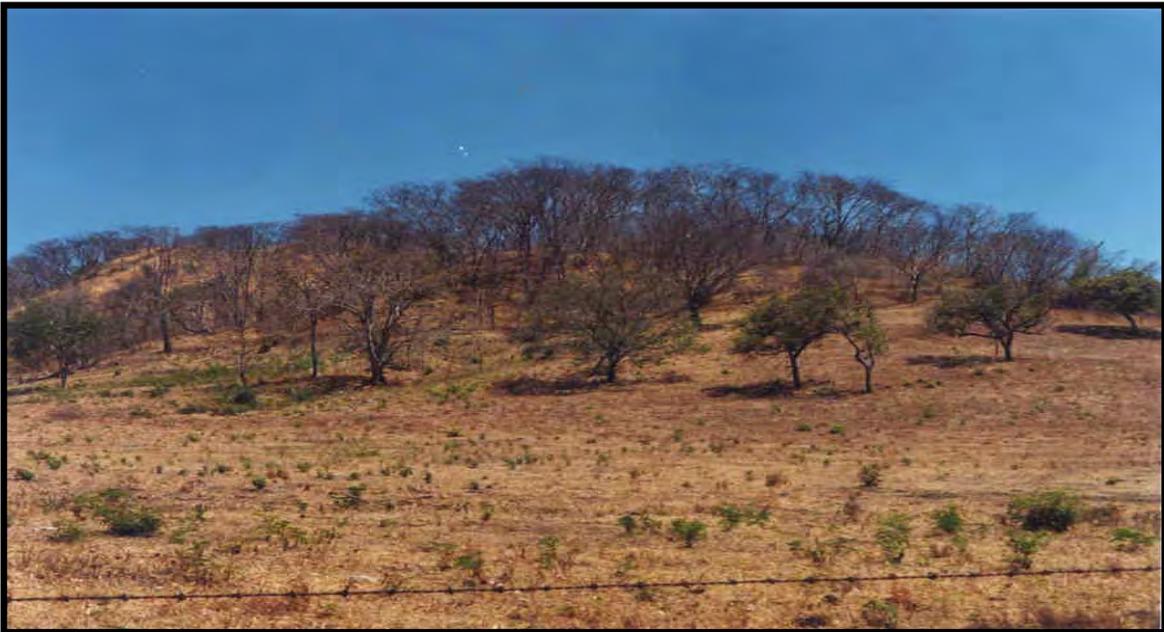


Foto 4 : Colinas con deforestación y potreros. Sector Villarreal, cerca de Cuenca San Andres. 2002



Foto 5: Potrereros en sector de Huacas. Cuenca Matapalo. 2002

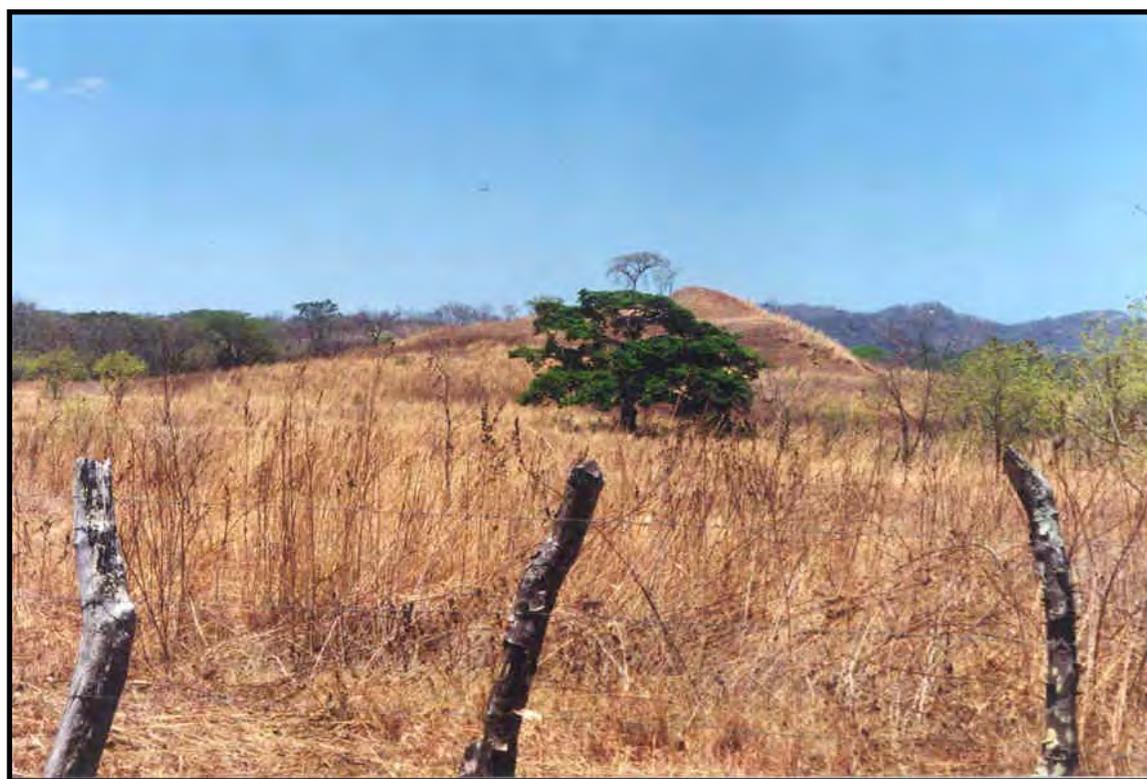


Foto 6.: Cobertura que prevalece (charral – pasto) en la parte media baja de cuenca del Matapalo. 2002



Foto 7: Planicies con potreros con algunos árboles en parte media del Matapalo. 2002



Foto 8 : Potreros con algunos árboles, Cuenca media del Matapalo. 2002

Cálculo del Consumo de Agua

Acueducto Villarreal (AyA)

12 pozos

Mes	Consumo (m ³)	Número de casas
Mayo 2002	11090	386
Junio 2002	8464	387
Julio 2002	8277	389
Agosto 2002	8975	392
TOTAL	38806	

Con base en la información del cuadro anterior, se estima el consumo promedio para la comunidad de Villarreal para la época de verano(diciembre a mayo) e invierno(junio a noviembre).

Si se considera para verano un número de 386 casas, se estima una dotación por casa por mes de:

$$\frac{11090}{386} \approx 28.73 \approx 29m^3 / casa$$

Para invierno, si se considera un promedio de 389 casas y un consumo promedio de 8572 m³, la dotación promedio por casa por mes será de:

$$\frac{8572}{389} \approx 22m^3 / casa$$

Consumo verano (m3)	Consumo Invierno (m3)
67164	51432

Asumiendo un promedio de 5 personas por casa, se obtienen las siguientes dotaciones por habitante por día.

$$\text{Verano: } \frac{29\text{m}^3 * 1000}{5 \text{ personas} * 30 \text{ días}} \approx 193.3\text{l} / \text{p} / \text{ día}$$

$$\text{Invierno: } \frac{22\text{m}^3 * 1000}{5 \text{ personas} * 30 \text{ días}} \approx 147\text{l} / \text{p} / \text{ día}$$

Acueducto Rural Tamarindo AyA

5 pozos

127 abonados

Mes	Consumo (m ³)	Número de casas
Febrero 2002	9361	124
Agosto 2002	9296	127

Debido a que sólo se tiene datos para un mes de febrero y de agosto, se tomarán a éstos como los consumos promedios de verano e invierno.

Consumo verano (m3)	Consumo Invierno (m3)
56166	55776

Asumiendo un promedio de 5 personas por casa, se obtienen las siguientes dotaciones por habitante por día .

$$\text{Verano: } \frac{56166\text{m}^3 * 1000}{124\text{casas} * 5\text{ personas} * 6\text{meses} * 30\text{días}} \approx 503\text{litros} / p / \text{ día}$$

$$\text{Invierno: } \frac{55776\text{m}^3 * 1000}{127\text{casas} * 5\text{ personas} * 6\text{meses} * 30\text{días}} \approx 488\text{litros} / p / \text{ día}$$

Acueducto Tamarindo: Servicios Beko S.A.

266 abonados

Mes	Consumo (m ³) 2001	Consumo (m ³) 2002
Enero	35000	31000
Febrero	32000	38000
Marzo	30000	38000
Abril	39000	35000
Mayo	30000	25000
Junio	25000	22000
Julio	28000	21000
Agosto	22000	25000
Setiembre	20000	
Octubre	24000	
Noviembre	25000	
Diciembre	32000	

Promediando los datos del año 2001, para los meses de verano e invierno, se obtienen los siguientes consumos:

Consumo verano (m3)	Consumo Invierno (m3)
32000	24000

Asumiendo un promedio de 5 personas por casa, se obtienen las siguientes dotaciones por habitante por día . Como número de “casas” se asume los 261 abonados.

$$\text{Verano: } \frac{32000\text{m}^3 * 1000}{261\text{casas} * 5\text{personas} * 6\text{meses} * 30\text{días}} \approx 136\text{litros} / p / \text{día}$$

$$\text{Invierno: } \frac{24000\text{m}^3 * 1000}{261\text{casas} * 5\text{personas} * 6\text{meses} * 30\text{días}} \approx 102\text{litros} / p / \text{día}$$

Acueducto Rural de Santa Rosa

230 casas con medidor

1 pozo de explotación

Mes	Consumo m ³
Marzo 2002	3608
Abril 2002	3929
Agosto 2002	1756

Promediando el consumo de los meses de marzo y abril se obtiene un consumo promedio mensual para verano de 3768.5 m3. Para invierno, debido a que sólo se tiene registro de agosto, se toma éste como consumo promedio mensual de los meses de invierno.

Consumo verano (m3)	Consumo Invierno (m3)
22611	10536

Asumiendo un promedio de 5 personas por casa, se obtienen las siguientes dotaciones por habitante por día . Como número de casas se asume los 230 abonados.

$$\text{Verano: } \frac{22611\text{m}^3 * 1000}{230\text{casas} * 5\text{personas} * 6\text{meses} * 30\text{días}} \approx 109\text{litros} / \text{p} / \text{día}$$

$$\text{Invierno: } \frac{10536\text{m}^3 * 1000}{230\text{casas} * 5\text{personas} * 6\text{meses} * 30\text{días}} \approx 51\text{litros} / \text{p} / \text{día}$$

Acueducto Rural Huacas

210 abonados, sólo 112 medidores

1 pozo de explotación

Mes	Consumo m ³
Julio 2002	2071
Agosto 2002	1960

Acueducto Rural La Garita

300 casas, sólo 50 medidores

1 pozo de explotación

Mes	Consumo (m ³)	Número de casas
Marzo 2002	930	23

Abril 2002	850	25
Junio 2002	451	21
Agosto 2002	590	24

Acueducto Rural de Matapalo

165 abonados, sólo 100 medidores

1 pozo de explotación

Mes	Consumo (m ³)	Número de casas
Abril 2002	2651	98

Acueducto Rural de Lomas de Matapalo

31 abonados con medidores

1 pozo de explotación

Mes	Consumo (m ³)	Número de casas
Abril 2002	738	29
Agosto 2002	665	31
TOTAL		