

SERVICIO NACIONAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS,
RIEGO Y AVENAMIENTO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y GESTIÓN HÍDRICA

DISPONIBILIDAD DEL ACUÍFERO HUACAS TAMARINDO



8 de septiembre del 2023

Objetivo general

Comisión Técnica Interinstitucional para el manejo de acuíferos (CTI)

Revalorar la condición de disponibilidad de agua en el acuífero por medio de la realización del método de hidrograma de pozos a partir de la información levantada en el monitoreo de los niveles de agua en el acuífero.

Objetivo 6 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

“GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA Y SU GESTIÓN SOSTENIBLE Y EL SANEAMIENTO PARA TODOS”

Meta 6.4 *“De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.”*

MODELO HIDROGEOLÓGICO DEL SISTEMA ACUÍFERO HUACAS TAMARINDO

se retoman dentro del estudio de disponibilidad algunos de los resultados documentados En estudios anteriores para efectos de interpretar y establecer la condición actual del sistema acuífero.

MAPA GEOLÓGICO DEL ACUÍFERO HUACAS TAMARINDO

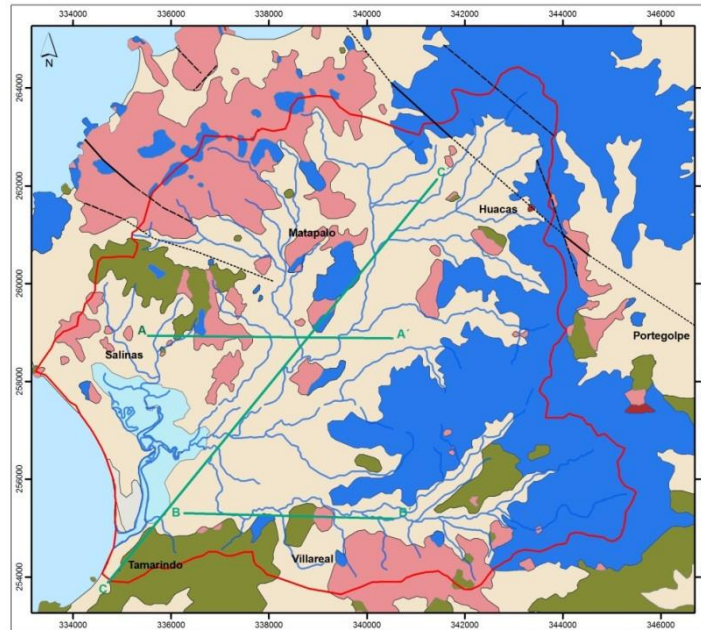


DIAGRAMA DE UBICACIÓN



Legenda

- A---A Línea de perfil
- ~ Ríos

Fallas

- Falta cubierta
- - - Falta inferida
- Falta observada
- Límite Cuenca Huacas

Geología

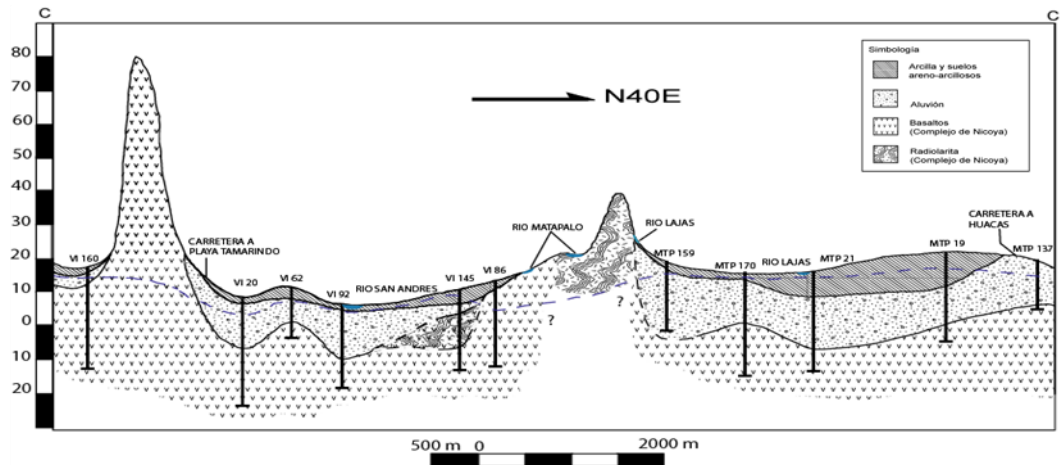
Unidades

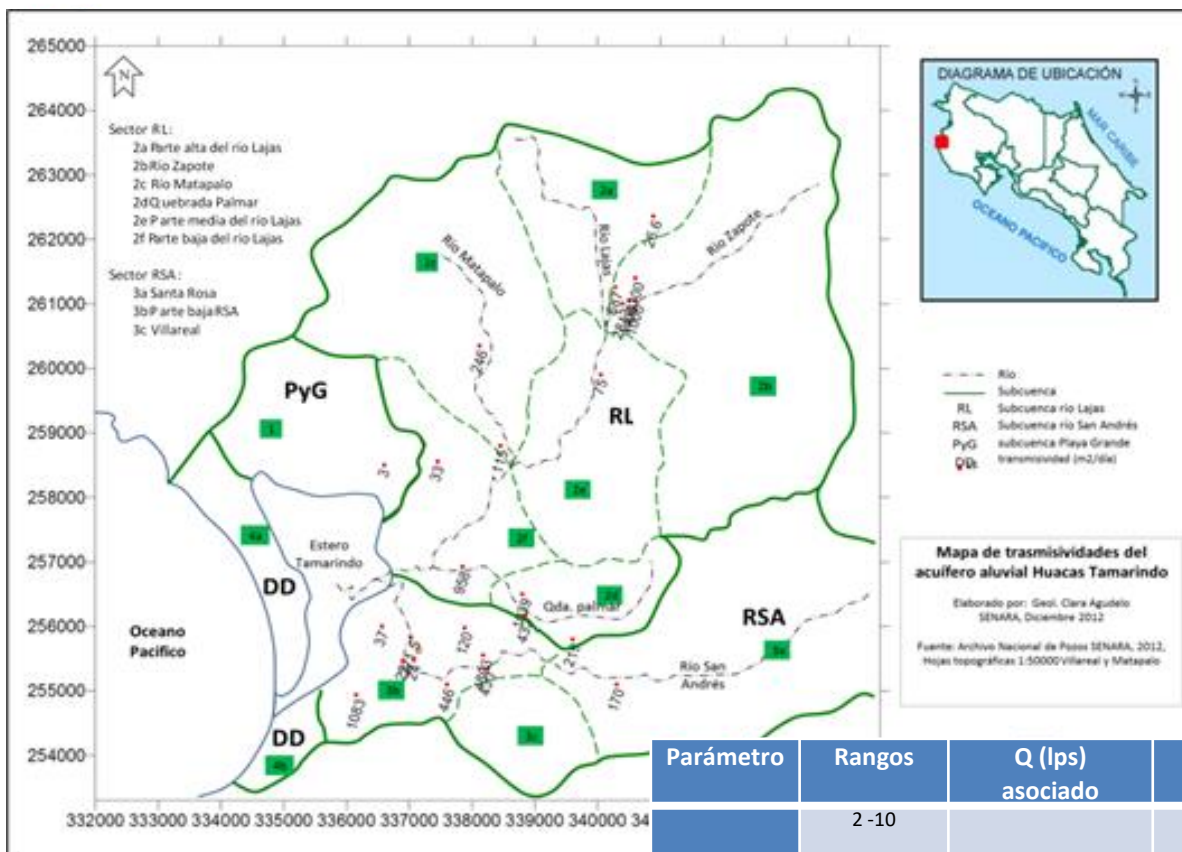
- Areniscas y lutitas tipo Curú
- Basalto
- Calizas
- Depósito fluvio-marino (manglar)
- Depósitos aluviales
- Depósitos tipo Sabana Grande
- Intrusivo Potrero
- Radiolaritas
- Sin información

Editado por: Katherine Briones

Fuente: Mapa geológico 1:50000
SENARA-UCR 2009

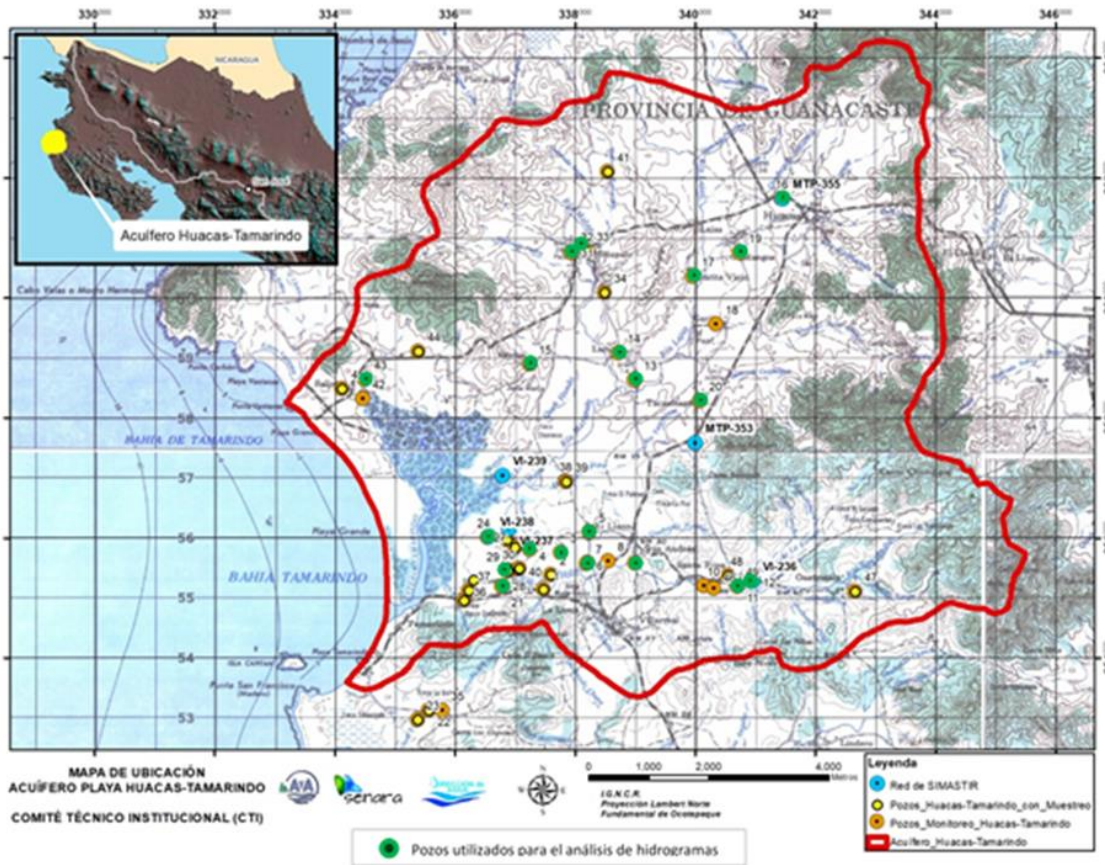
85.6 km²





Zonas de recarga y parámetros hidrogeológicos por zonas de recarga

Parámetro	Rangos	Q (lps) asociado	Zonas de Recarga asociadas	Materiales
K (m/d)	2-10		2c, 2e, 2f, 3b-rf	Afinos, Afinos-B, Afinos-R, Basaltos, Radiolaritas
	20-50		3a y 3b-LL	Agruesos y Agruesos-B
	85-175		2b, 2d y 2f	Agruesos y Agruesos-R
	699		3b-LL	Agruesos-B en margen río
T (m ² /d)	3-250	0,15 – 8	1, 2a, 2c, 2e, 2f, 3a y 3b-rf	Afinos, Afinos-B, Afinos-R, Basaltos y Radiolaritas
	400-450	3,5 – 13	3a y 3b-LL	Agruesos y Agruesos-B
	1000-1700	2 – 17	2b, 2d y 2f	Agruesos y Agruesos-R
	4893	21	3b-LL	Agruesos-B en margen río
S	1,0E-2 a 3,90E-02		1, 2a, 2c, 2e, 2f, 3a, 3b-rf	Afinos, Afinos-B, Afinos-R, Agruesos-R, Basaltos, Radiolaritas
	3,0E-03 a 1,54E-04		2b, 2d, 2f, 3a y 3b-LL	Agruesos-R, Agruesos-B en margen río
RI _{24h} (m)	20-240	0,15 – 8	1, 2a, 2c, 2e, 2f, 3a y 3b-rf	Afinos, Afinos-B, Afinos-R, Basaltos y Radiolaritas
	500-900	2 – 3,5	2d y 3b-LL	Agruesos y Agruesos-B
	1000-2500	5,1 – 21	2b, 2f, 3a y 3b-LL	Agruesos, Agruesos-R y Agruesos-B en margen río



23 pozos de la red de monitoreo manual

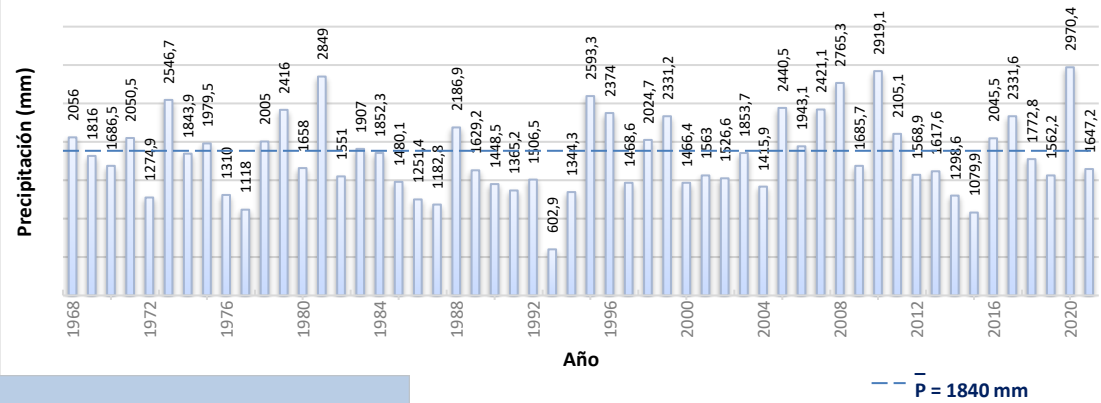
Presentan los registros de niveles estáticos de agua más completos y continuos para la aplicación del método de hidrogramas

44 pozos de monitoreo mensual activos desde 2002
6 pozos de monitoreo en tiempo real desde 2015

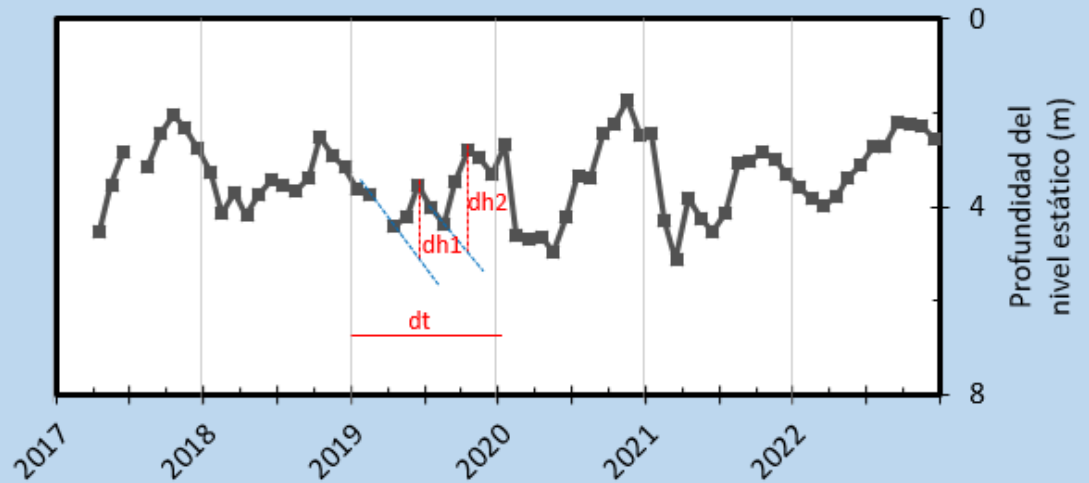
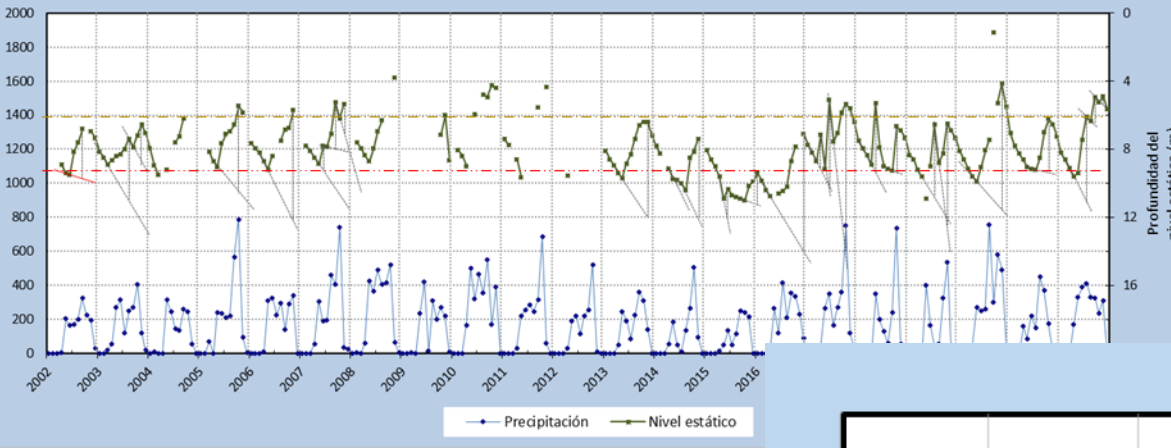


ESTACIÓN CARTAGENA - PLUVIOMETRO - 74018

Precipitación anual (mm)



Elvira Matarrita (5)



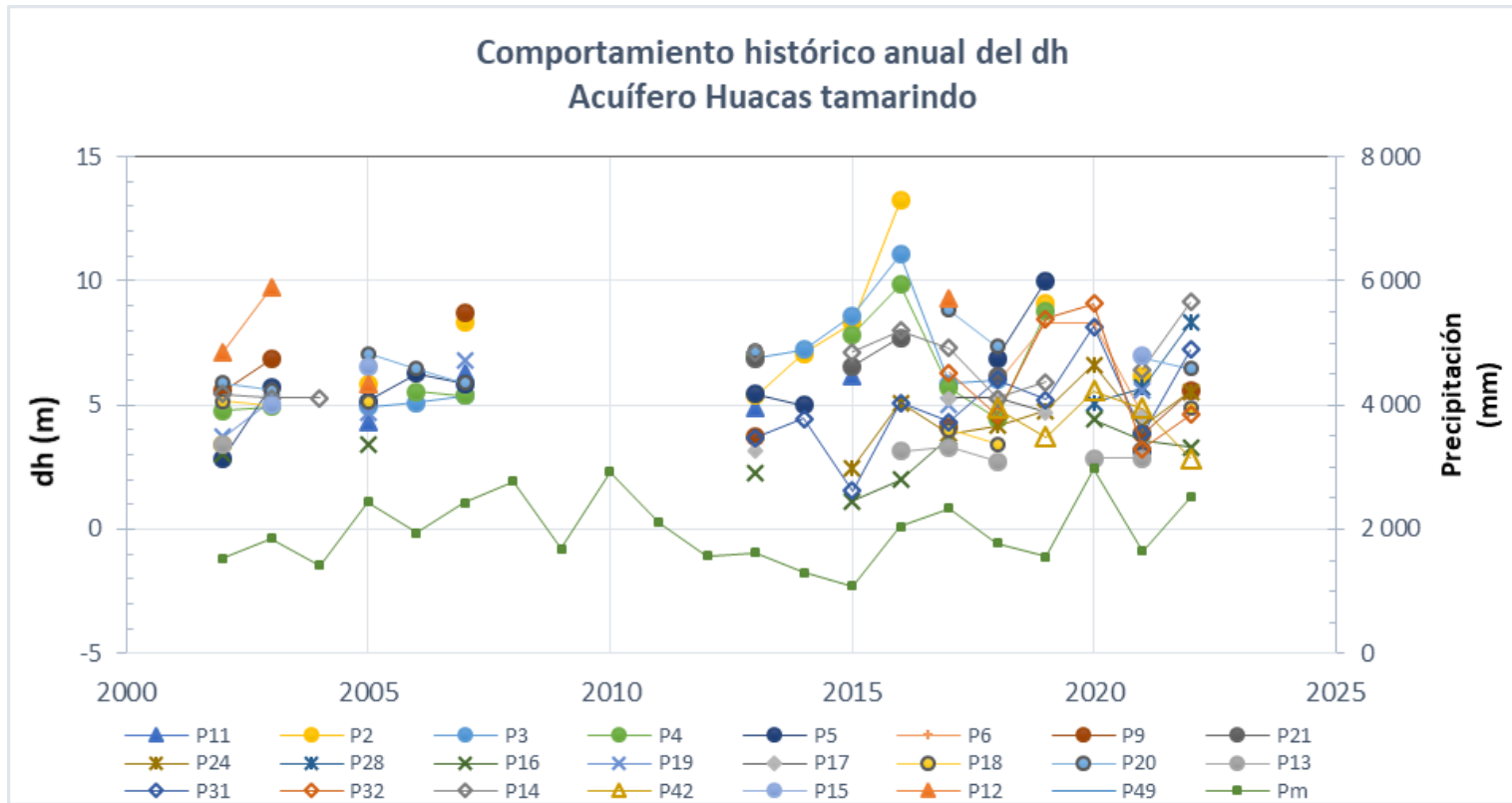
ANEXO 2. dh DETERMINADOS A PARTIR DE LOS HIDROGRAMAS DE POZOS

Pozo de monitoreo	P42	P16	P19	P17	P18	P20	P13	P31	P32	P14	P15
	Pozo Dos Kba	Marta Luisa Contreras	Damián Malacda	Paola Cebeño	Juan Pablo Arrieta	SARAJUA López	ASADA Lomas	GOBIA López Rosales	ASADA Matapalo F3	José Castro Jaén	Santos Arrieta
Zona de recarga	1	2b	2b	2e	2e	2e	2f	2c	2c	2c	2f
2002		3,0	3,7		5,1	5,9	3,4			5,4	
2003			5.14		5,0	5,6				5,3	5,0
2004										5,3	
2005		3,4	4,7		5,1	7,1					6,6
2006						6,5					
2007			6.77			5,9					5,0
2008											
2009											
2010											
2011											
2012											
2013		2,3		3,1		7,2		3,7		7,1	
2014						8,7		4,5			
2015		1,1						1,5		7,1	
2016		2,0				8,5	3,1	5,1		8,0	
2017		3,7	5,0	5,3	4,0	8,8	3,3	4,3	6,3	7,3	
2018	4,9		7,0	5,3	3,4	7,4	2,7	6,0	4,6	5,3	5,7
2019	3,7			4,7		8,8		5,2	8,5	12,6	6,4
2020	5,6	4,4					2,9	8,2	9,1		8,9
2021	4,9	3,6	5,6	4,6		6,9	2,9	3,8	3,2	6,4	7,0
2022	2,9	3,3			4,9	6,5	3,3	7,2	4,6	9,1	7,2

Pozo de monitoreo	P11	P12	P49	P2	P3	P4	P5	P6	P9	P21	P24	P28
	SARAJUA Santa Rosa	Magdalena Obando	ASADA Santa Rosa - Pozo Levita	Aeropuerto Tamarindo cerca río San Andrés (2)	Aeropuerto Tamarindo Abreadero	Aeropuerto Tamarindo los Castillos	Elvira MARAJUA	ASADA Villarreal F1	Maritza Obando	GOBIA Tamarindo P6 Flanzel	GOBIA Tamarindo F1 Guacacaste	GOBIA Tamarindo F4 Rochote
Zona de recarga	3a	3a	3a	3b-LI	3b-LI	3b-LI	3b-LI	3b-LI	3b-LI	3b-LI	3b-Rf	3b-Rf
2002		7,1		3,4			4,8	2,9		5,6		
2003		9,7					4,9	5,7		6,9		
2004												
2005	4,3	5,9		5,8	4,9			5,1				
2006					5,1	5,5	6,3					
2007	6,3	7,3		8,3	5,4	5,4	5,9		8,7			
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013	4,9			5,4	6,9	7,0	5,4		3,7	6,9		
2014					7,2		5,0		3,0			
2015	6,1	EjeHorizontal (Valor)			8,6	7,8	1,7			6,6	2,5	
2016		7,9		13,2	11,1	9,8	8,7			7,7	5,1	
2017		9,3			5,8	5,7	15,6		4,1		3,8	
2018					6,0	4,5	6,9	5,9		6,1	4,2	
2019				9,1		8,8	10,0	8,3			4,8	
2020							7,3	8,3			6,6	5,1
2021			2,7	6,2			3,1	4,6	3,9		4,2	5,7
2022	10,3						7,1		5,6		5,5	8,3

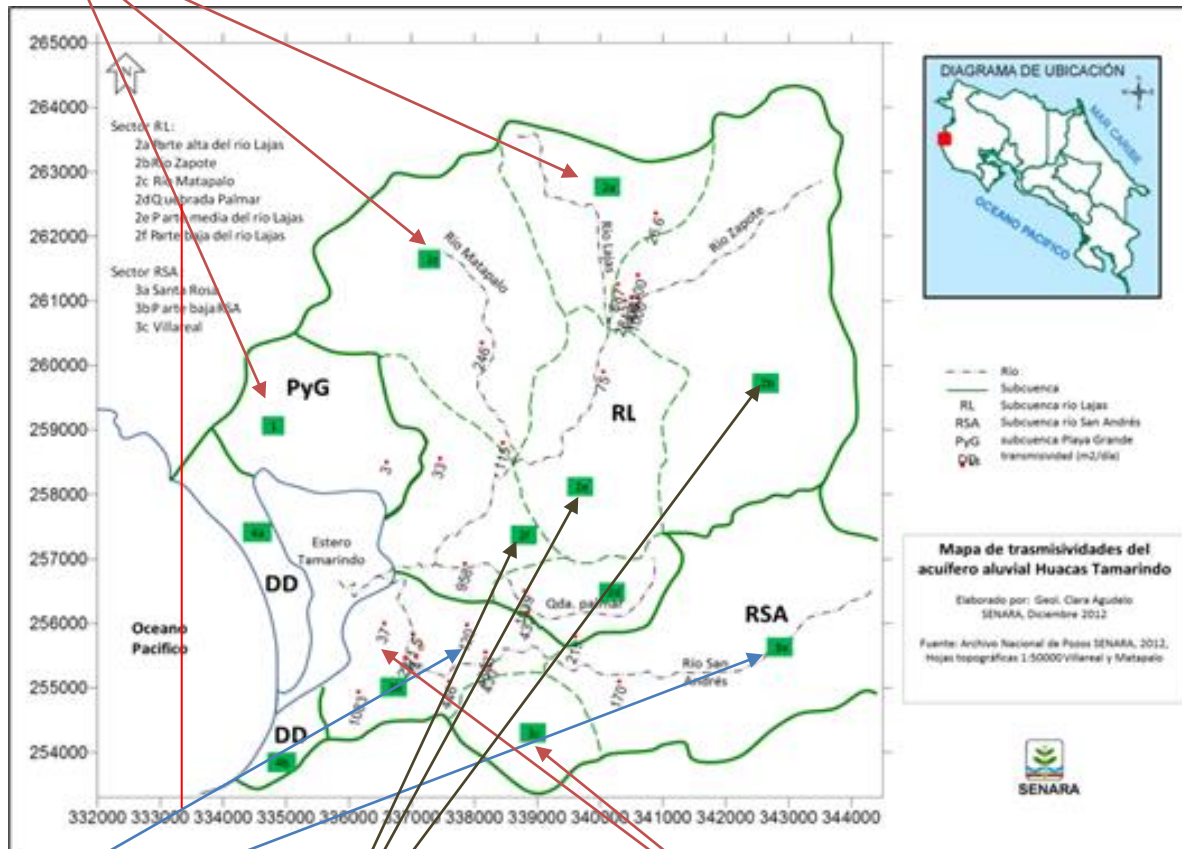
Condición de semiconfinamiento determinada

Condición de semiconfinamiento inferida



Subcuencas presentan variación en las características y parámetros hidrogeológicos se realizó el análisis dh por subcuenca para revisar la variabilidad anual del cambio en el almacenamiento (dh)

Zona dh3



7P-2E

Zona dh1: Zonas de recarga Subcuenca del río San Andrés sectores 3a - Santa Rosa y 3b-El Llano

ALUVIONES GRUESOS Y ALUVIONES GRUESOS Y BASALTOS

1P-4E

Zona dh2. Zonas de recarga subcuenca del río Lajas sectores 2b Huacas, 2e Garita y 2f Chorreras

ALUVIONES GRUESOS Y ALUVIONES GRUESOS Y RADIOLARITAS

3P-2E

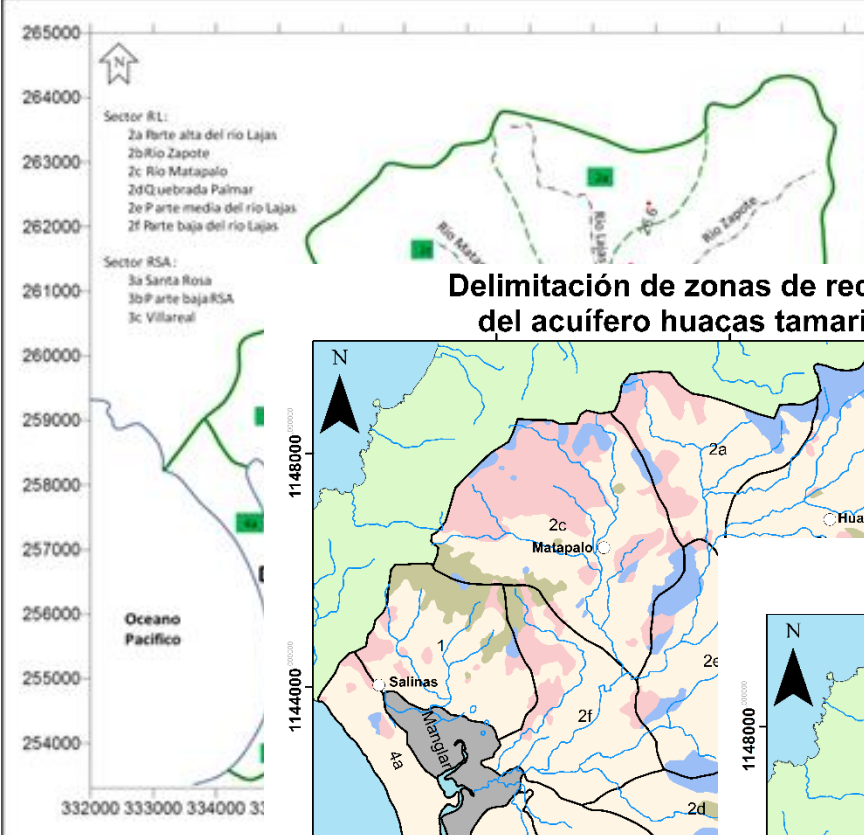
Zona dh3. Zonas de recarga 1 Sector Playa Grande, Subcuenca río Lajas sectores 2a, 2c y 2d Subcuenca del río San Andrés 3b-Ref y 3c

ALUVIONES FINOS O ALUVIONES FINOS CON RADIOLARITAS O CON BASALTOS

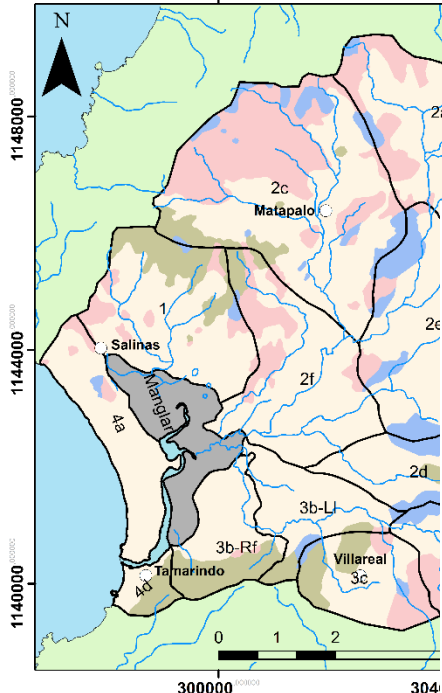
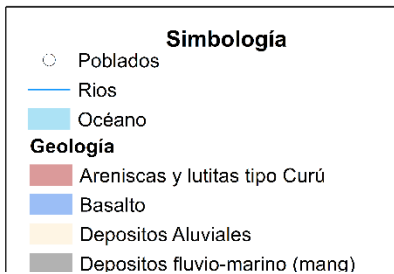
4E

Zona dh4. General para todo el acuífero Huacas tamarindo

RADIOLARITAS, BASALTOS Y ABROS

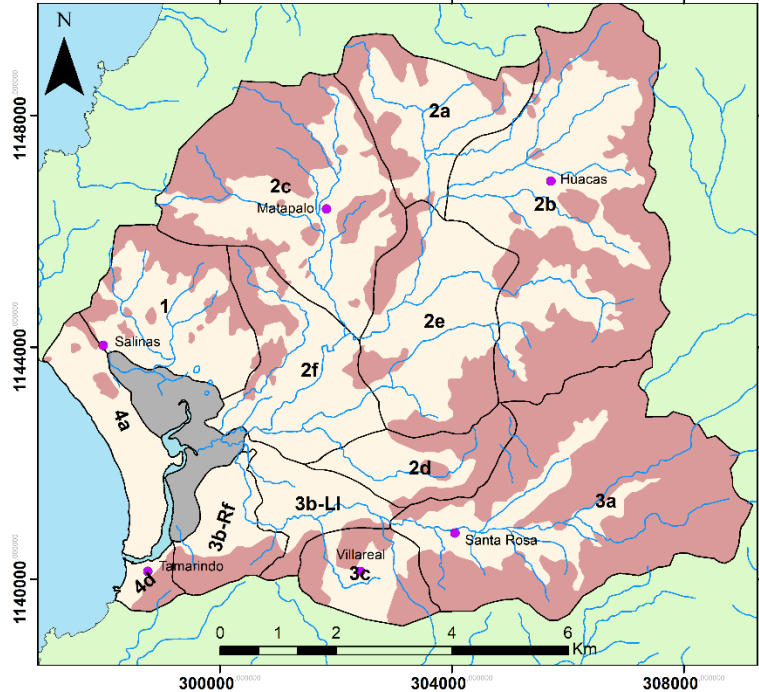
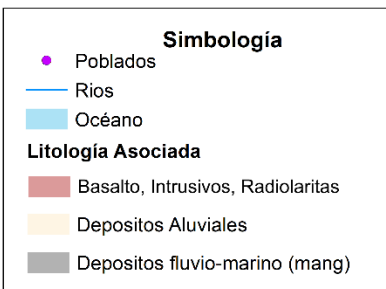


Delimitación de zonas de recarga del acuífero huacas tamarindo



Digitalizado: Pedro Bermudez
 Dibujó: Josel Vargas
 Fuente: SENARA-UCR 2009, SENARA 2013, SNIT
 Proyección: CRTM05
 Datum: CR05/WGS84
 Agosto, 2023
 SENARA

Delimitación de zonas de recarga del acuífero huacas tamarindo

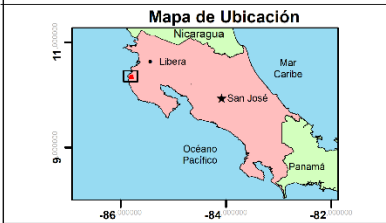


- Zonas de recarga**
- 1: Playa Grande
 - 2: Subcuenca de Río Lajas
 - 2a: Parte alta del río Lajas
 - 2b: Río Zapote
 - 2c: Río Matapalo
 - 2d: Quebrada Palmar
 - 2e: Parte media del río Lajas
 - 2f: Parte baja del río Lajas
 - 3: Subcuenca Río San Andres
 - 3a: Santa Rosa
 - 3b-L: El Llano
 - 3b-Rf: Refundores
 - 3c: Villareal
 - 4 Zonas de descarga
 - 4a: Playa Grande
 - 4d: Tamarindo Manglar

Digitalizado: Pedro Bermudez
 Dibujó: Josel Vargas
 Fuente: SENARA-UCR 2009, SENARA 2013, SNIT
 Proyección: CRTM05
 Datum: CR05/WGS84
 Agosto, 2023
 SENARA

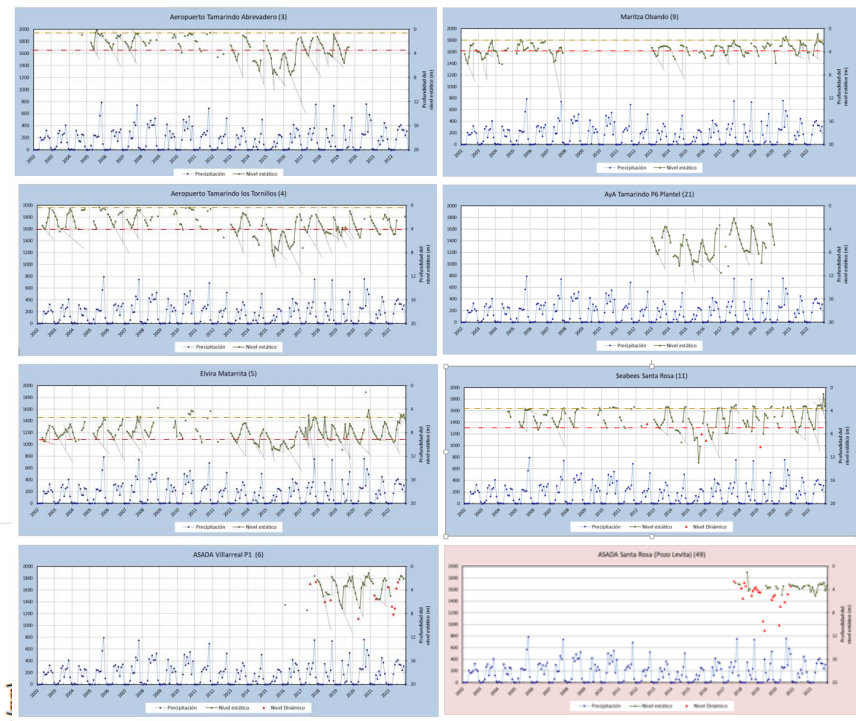
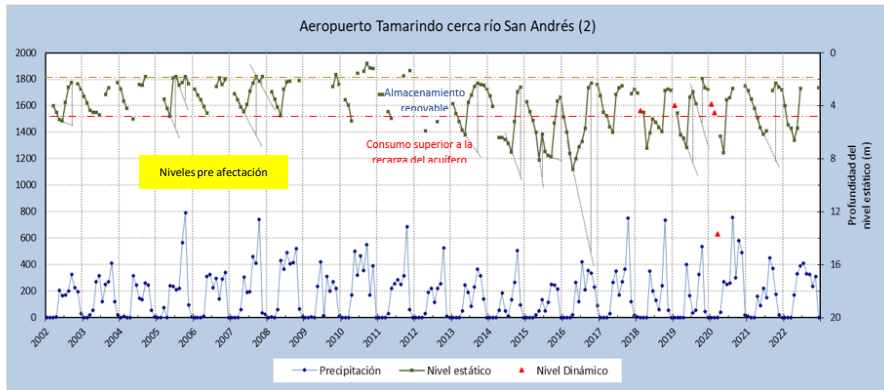


1:68.000

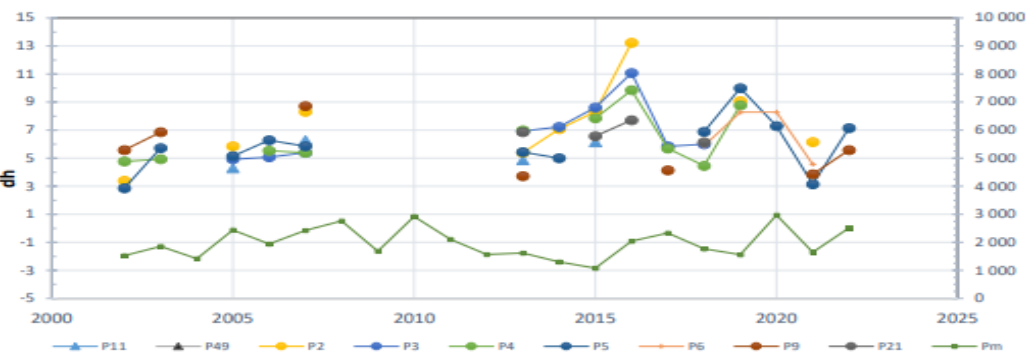


Zona dh1: Zonas de recarga Subcuenca del río San Andrés sectores 3a -Santa Rosa y 3b-El Llano
ALUVIONES GRUESOS Y ALUVIONES GRUESOS Y BASALTOS

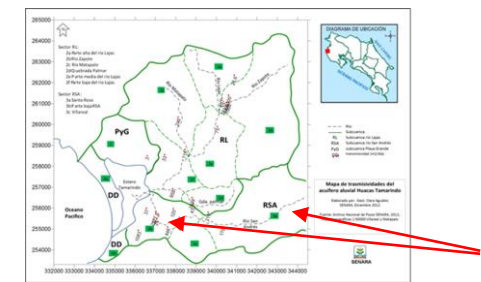
los niveles de afectación o de descensos más fuertes registrados para los años 2015 y 2016 y una tendencia a la recuperación posterior al 2017



Zona dh1. Subcuenca del río San Andrés, sectores 3a-Santa Rosa y 3b-El Llano

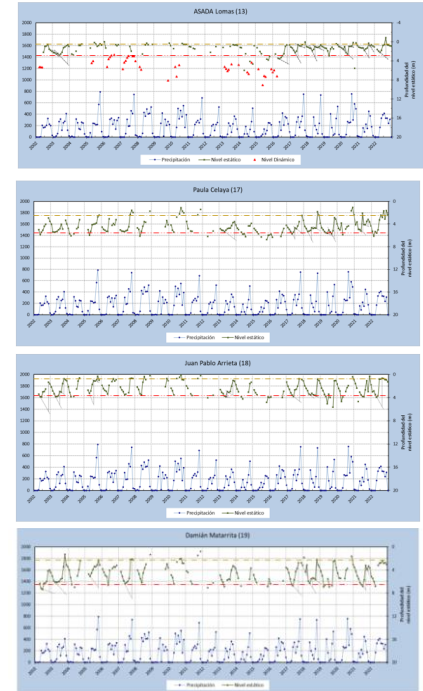
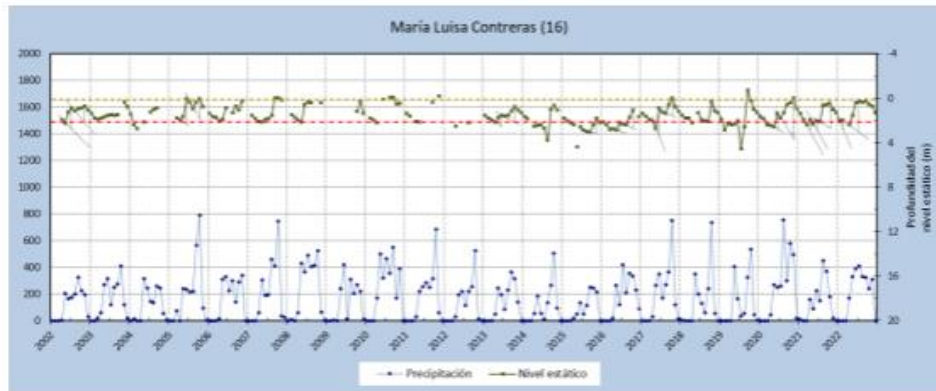


----- Línea de tendencia predominante del Nivel Estático en época lluviosa determinada a partir de los niveles medidos desde el 2002 al 2009.
 -.-.-.-.- Línea de tendencia predominante del Nivel Estático en época seca determinada a partir de los niveles medidos desde el 2002 al 2009.

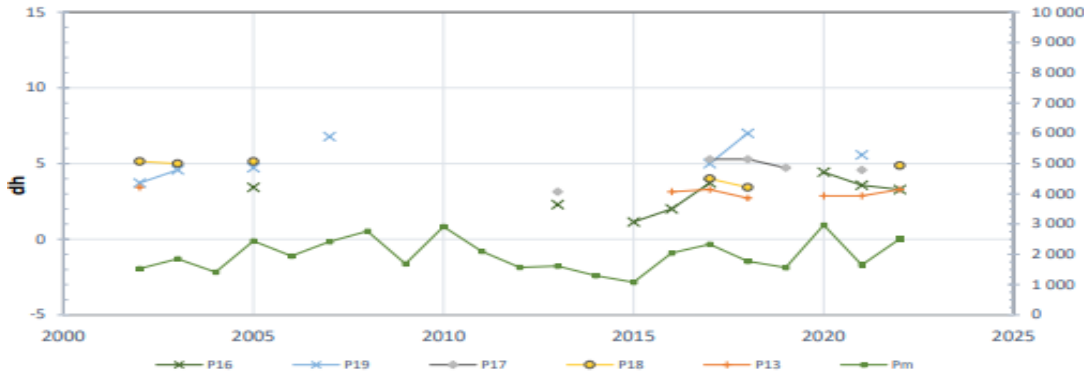


Es la zona que presenta mayor información y de mejor representatividad, aunque presenta variabilidad anual entre pozos, la tendencia a lo largo del tiempo es similar

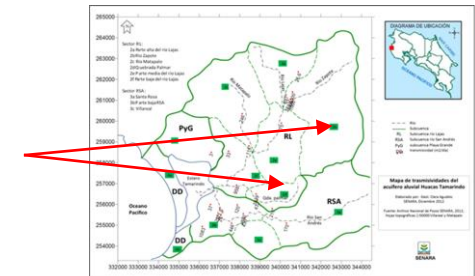
Zona dh2. Zonas de recarga subcuenca del río Lajas sectores 2b Huacas, 2e Garita y 2f Chorreras
ALUVIONES GRUESOS Y ALUVIONES GRUESOS Y RADIOLARITAS



Zona dh2. subcuenca 2 río Lajas sectores 2b Huacas, 2c Garita y 2f Chorreras



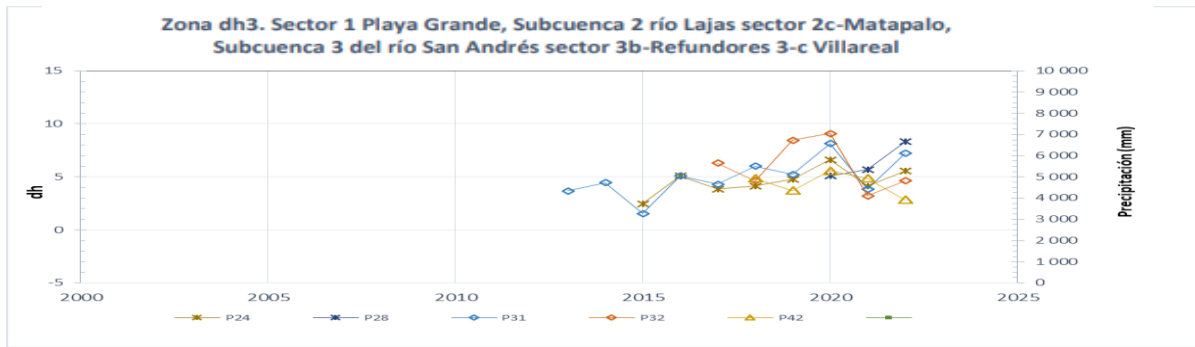
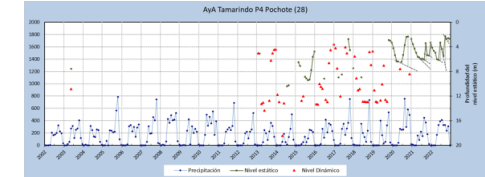
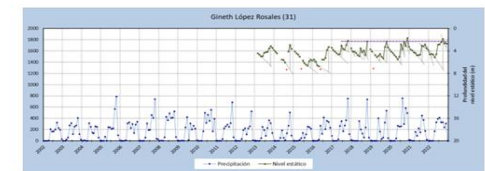
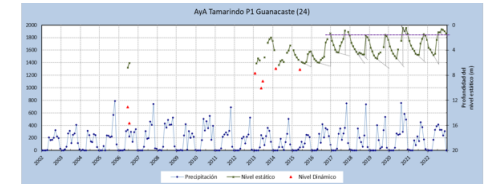
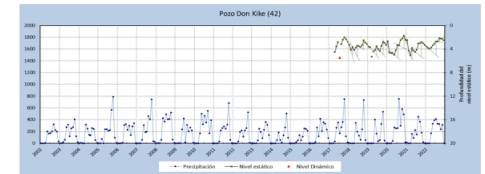
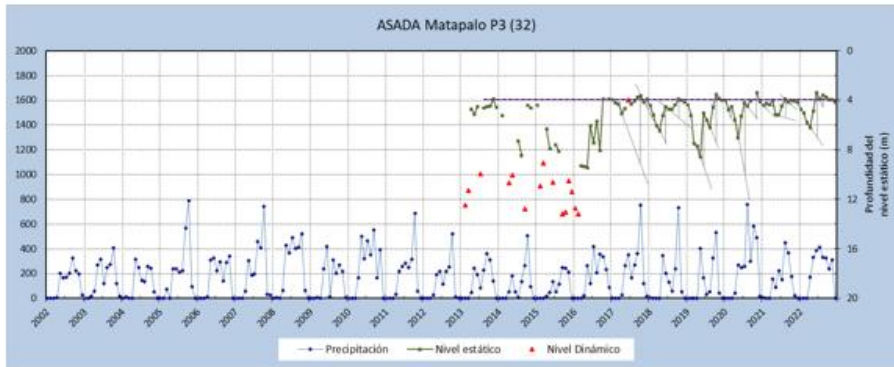
Precipitación (mm)



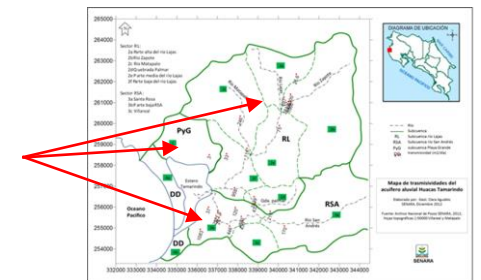
los datos históricos son escasos por lo que datos obtenidos de dh se consideran pocos, la mayoría de pozos excavados y siendo la zona de mayor extensión en el acuífero debe dársele prioridad para la asignación de **nuevos puntos de monitoreo** que cubran una mejor distribución en la subcuenca

Zona dh3. Zonas de recarga 1 Sector Playa Grande, Subcuenca río Lajas sectores 2a, 2c y 2d
Subcuenca del río San Andrés 3b-Ref y 3c

ALUVIONES FINOS O ALUVIONES FINOS CON RADIOLARITAS O CON BASALTOS

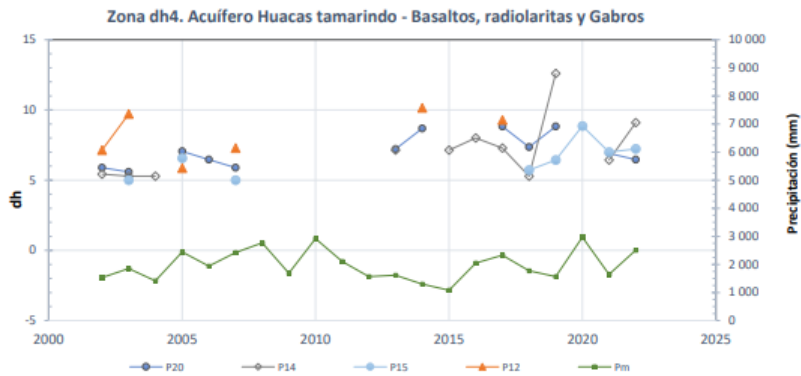
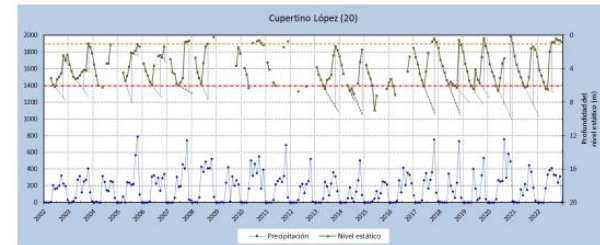
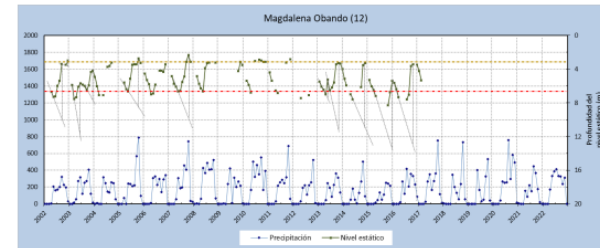
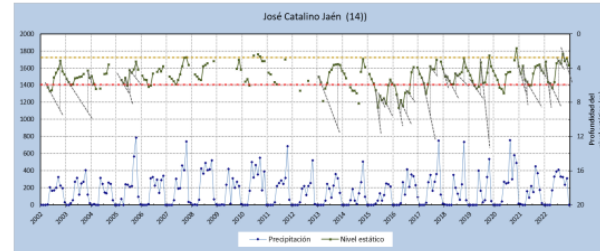
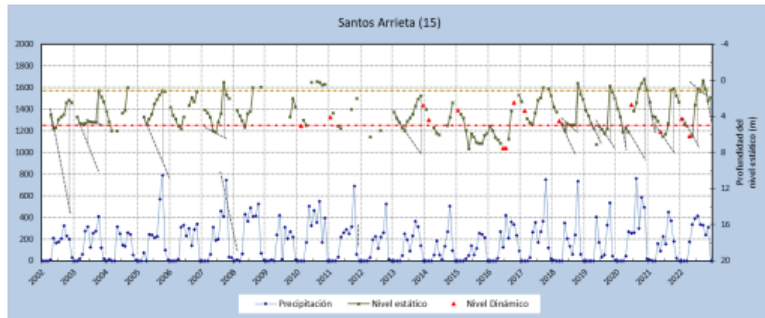


--- Línea de tendencia predominante del Nivel Estático en época lluviosa determinada a partir de los niveles medidos desde el 2002 al 2009.
--- Línea de tendencia predominante del Nivel Estático en época seca determinada a partir de los niveles medidos desde el 2002 al 2009.



no presentan información de niveles previo al 2013 por lo que el análisis se basa en los resultados pos afectación

Zona dh4. General para todo el acuífero Huacas tamarindo RADIOLARITAS Y BASALTOS



- -- Línea de tendencia predominante del Nivel Estático en época lluviosa determinada a partir de los niveles medidos desde el 2002 al 2009.
- -- Línea de tendencia predominante del Nivel Estático en época seca determinada a partir de los niveles medidos desde el 2002 al 2009.

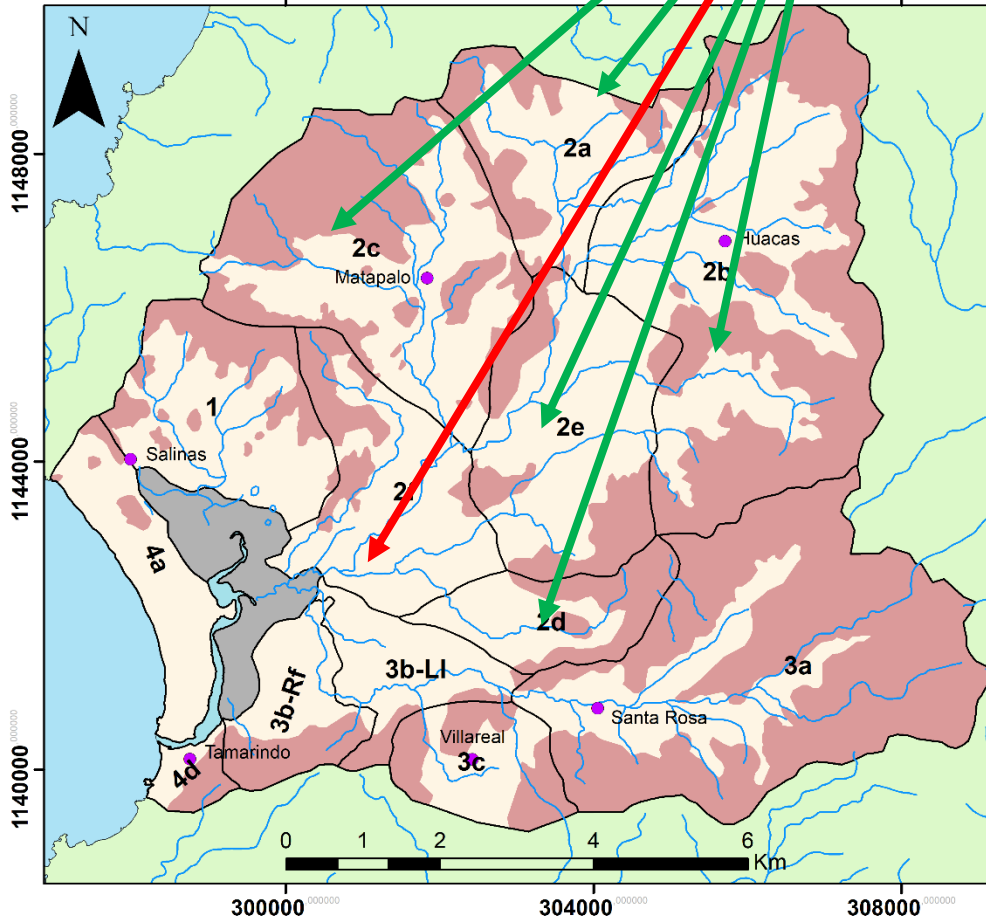
resultados del análisis de los hidrogramas ratifica el
MODELO HIDROGEOLOGICO DEL ACUÍFERO HUACAS TAMARINDO
 la clasificación por zona de recarga y sector hidrogeológico
 los parámetros hidrogeológicos asignados

Zona dh	Zona de recarga	Sector de recarga	Material acuífero captado	K (m/d)	T (m ² /d)	Sy asignado
Dh1	ZR3 Subcuenca Río San Andrés	3a -Santa Rosa 3b-El Llano	aluviones gruesos aluviones gruesos y basaltos	20-50	400-450	15%
Dh2	ZR2 Subcuenca Río Lajas	2b-Huacas 2e Garita 2f Chorreras	aluviones gruesos aluviones gruesos y radiolaritas.	85-175	1000-1700	15%
Dh3	ZR1 Sector Playa Grande		aluviones finos aluviones finos con radiolaritas aluviones finos con basaltos.	2 -10	3-250	10%
	ZR2 Subcuenca Río Lajas	2a- Lajas 2c-Matapalo 2d-El Palmar		2 -10	3-250	10%
	ZR3 Subcuenca Río San Andrés	3b-Refundores 3c- Villareal.		2 -10	3-250	10%
Dh4	ZR1, ZR2, ZR3		Basaltos radiolaritas y gabros			8%

Sy valor teórico tomado de las referencias Rodríguez, C., Vargas, N., Jaramillo, O., Piñeros. A. & Cañas, H., 2010 y Healey y Cook, 2002

SUBCUENCA DEL RÍO LAJAS

Delimitación de zonas de recarga del acuífero huacas tamarindo



Simbología

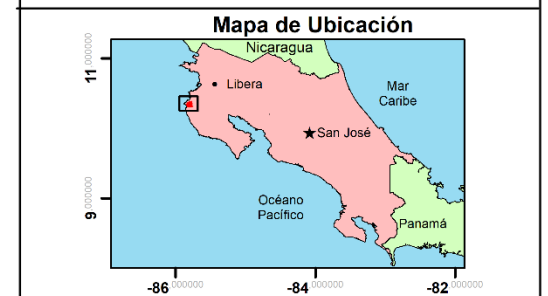
- Poblados
- Rios
- Océano

Litología Asociada

- Basalto, Intrusivos, Radiolaritas
- Depositos Aluviales
- Depositos fluvio-marino (mang)

Zonas de recarga

- 1: Playa Grande
- 2: Subcuenca de Río Lajas
- 2a: Parte alta del río Lajas
- 2b: Río Zapote
- 2c: Río Matapalo
- 2d: Quebrada Palmar
- 2e: Parte media del río Lajas
- 2f: Parte baja del río Lajas
- 3: Subcuenca Río San Andres
- 3a: Santa Rosa
- 3b-LI: El Llano
- 3b-Rf: Refundores
- 3c: Villareal
- 4 Zonas de descarga
- 4a: Playa Grande
- 4d: Tamarindo
- Manglar



Digitalizado: Pedro Bermudez
 Dibujó: Josel Vargas
 Fuente: SENARA-UCR 2009, SENARA 2013, SNIT
 Proyección: CRTM05
 Datum: CR05/WGS84
 Agosto, 2023
 SENARA

SUBCUENCA DEL RÍO LAJAS

Zona de recarga	Zona dh y material asociado	Recarga (l/s)	Caudal disponible (l/s)
2a Parte alta río lajas	Zona dh1-aluvion grueso	21,7	8,7
	Zona dh4-radiolaritas, basaltos y gabros	25,4	10,2
2b Huacas	Zona dh1-aluvion grueso	46,9	18,7
	Zona dh4-radiolaritas, basaltos y gabros	112,9	45,2
2c Matapalo	Zona dh1-aluvion grueso	33,9	13,5
	Zona dh4-radiolaritas, basaltos y gabros	79,0	31,6
2d Quebrada Palmar	Zona dh1-aluvion grueso	10,3	4,1
	Zona dh4-radiolaritas, basaltos y gabros	20,3	8,1
2e Media río Lajas	Zona dh1-aluvion grueso	29,2	11,7
	Zona dh4-radiolaritas, basaltos y gabros	31,9	12,8
2f Chorreras	Zona dh1-aluvion grueso	25,5	0
	Zona dh4-radiolaritas, basaltos y gabros	18,4	0

red de pozos de monitoreo de poca densidad y en su mayoría correspondientes a pozos excavados 2a y 2d sin información de monitoreo

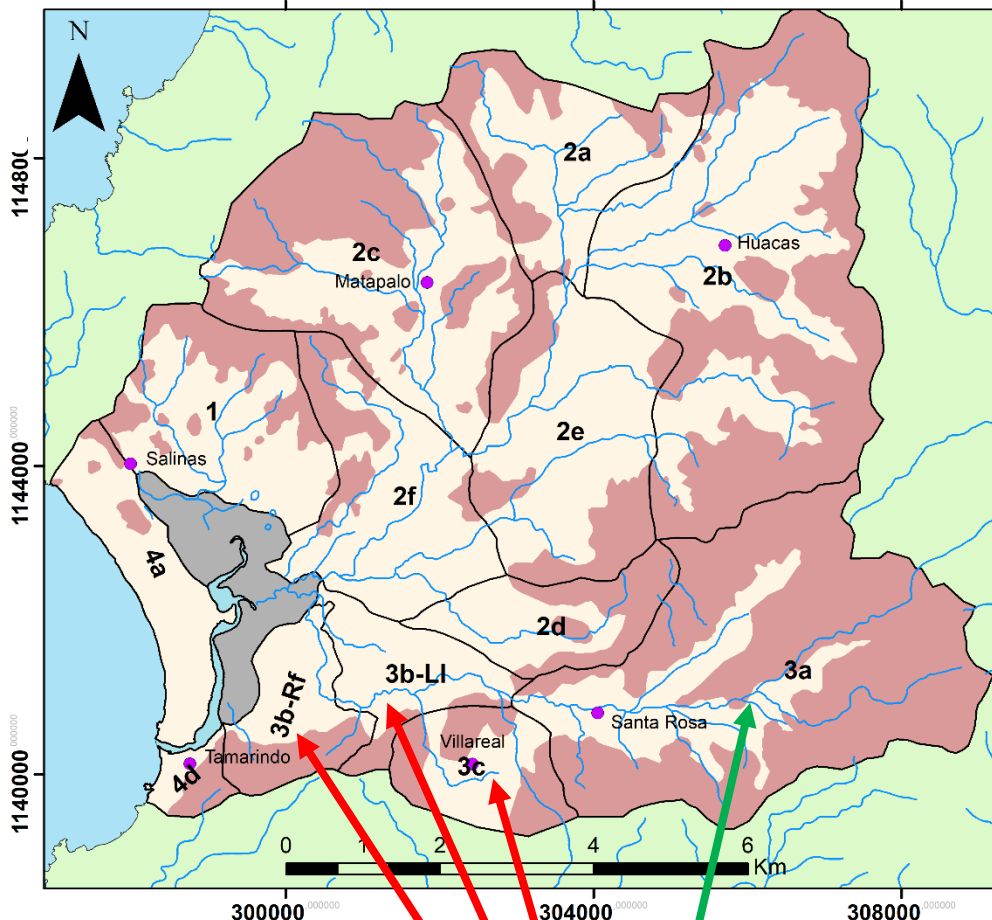
Recuperación acuífero = afectación debida a esta condición climática y no por explotación

Una disponibilidad del 40% de la recarga, se recomienda que **el aumento sea gradual**, a fin de dar seguimiento a la respuesta del acuífero

2f. Sin información para toma de decisiones y corresponde a la zona de descarga al estero Tamarindo

Mantener la condición de no explotación ni aumento de caudales en 2f Chorreras

Delimitación de zonas de recarga del acuífero huacas tamarindo



Simbología

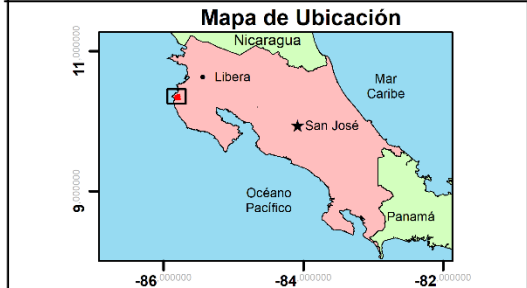
- Poblados
- Rios
- Océano

Litología Asociada

- Basalto, Intrusivos, Radiolaritas
- Depositos Aluviales
- Depositos fluvio-marino (mang)

Zonas de recarga

- 1: Playa Grande
- 2: Subcuenca de Río Lajas
 - 2a: Parte alta del río Lajas
 - 2b: Río Zapote
 - 2c: Río Matapalo
 - 2d: Quebrada Palmar
 - 2e: Parte media del río Lajas
 - 2f: Parte baja del río Lajas
- 3: Subcuenca Río San Andres
 - 3a: Santa Rosa
 - 3b-LI: El Llano
 - 3b-Rf: Refundores
 - 3c: Villareal
- 4 Zonas de descarga
 - 4a: Playa Grande
 - 4d: Tamarindo
 - Manglar



Digitalizado: Pedro Bermudez
 Dibujó: Josel Vargas
 Fuente: SENARA-UCR 2009, SENARA 2013, SNIT
 Proyección: CRTM05
 Datum: CR05/WGS84
 Agosto, 2023
 SENARA



1:68.000

SUBCUENCA DEL RÍO SAN ANDRÉS

SUBCUENCA DEL RÍO SAN ANDRÉS

Zona de recarga	Zona dh y material asociado	Recarga (l/s)	Caudal disponible (l/s)
3a Santa Rosa	Aluvion grueso	47,3	18,9
	Radiolaritas, basaltos y gabros	162,4	64,9
3b El Llano - Refundores	Aluvion grueso (3b- El Llano)	47,5	0
	Aluvión fino (3b- Refundores)	9,4	0
	Radiolaritas, basaltos y gabros	19,9	0
3c Villareal	Aluvión fino	9,0	0
	Radiolaritas, basaltos y gabros	20,1	0

3a. muy poca información histórica, solo un 1 pozo que muestra recuperación del evento de sequia 2011-2015

Una disponibilidad del 40% de la recarga, se recomienda que **el aumento sea gradual**, a fin de dar seguimiento a la respuesta del acuífero

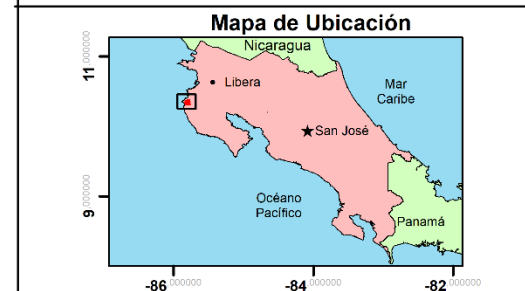
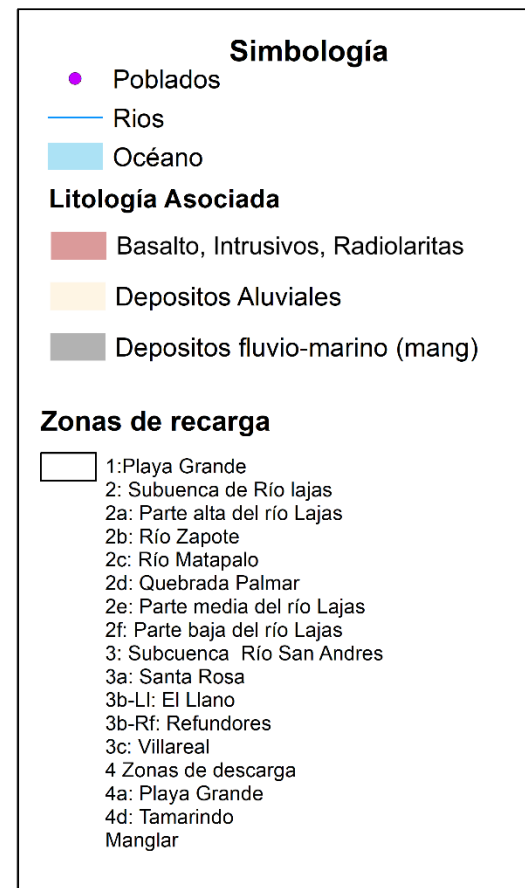
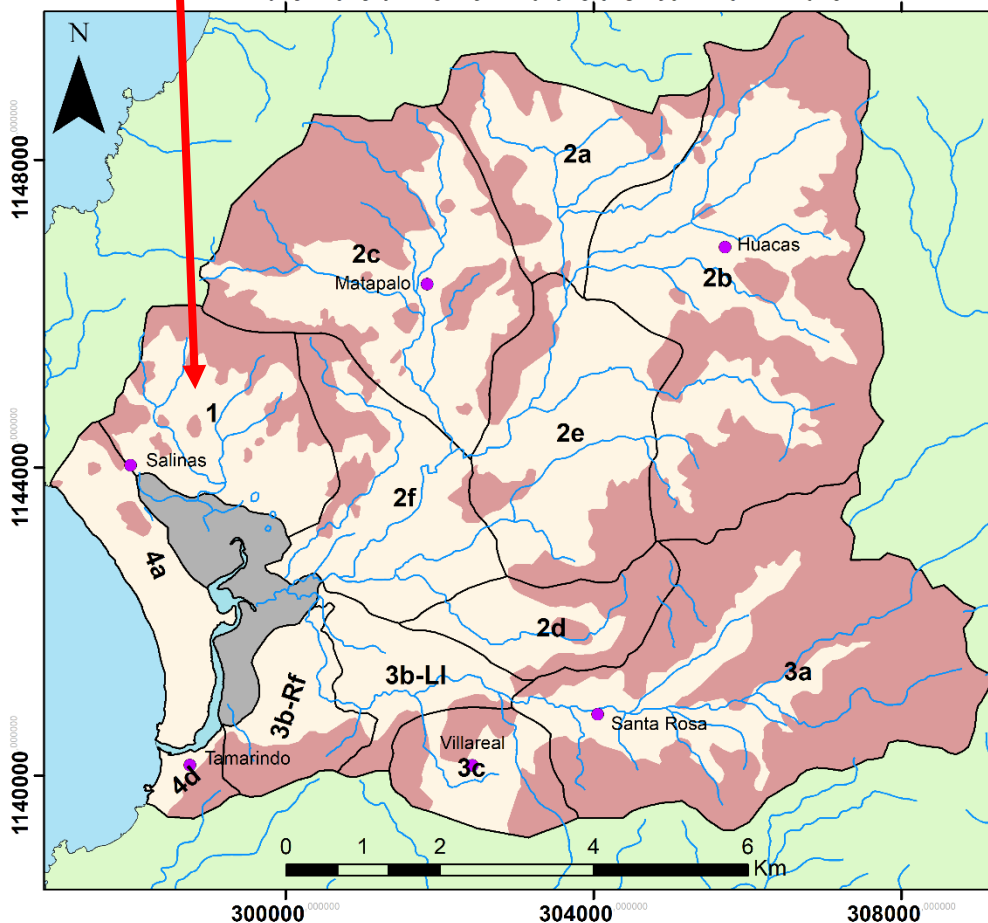
3b. evidencias de intrusión salina e inversión de gradiente desde el estero hacia el acuífero por la explotación intensiva del sector

Mantener la condición de no explotación ni aumento de caudales en los sector 3b – El llano – Refundores y 3c Villareal

3c. Sin información para determinar su estado actual

SECTOR DE PLAYA GRANDE

Delimitación de zonas de recarga del acuífero huacas tamarindo



Digitalizado: Pedro Bermudez
 Dibujó: Josel Vargas
 Fuente: SENARA-UCR 2009, SENARA 2013, SNIT
 Proyección: CRTM05
 Datum: CR05/WGS84
 Agosto, 2023
 SENARA



1:68.000

1:68.000

SECTOR DE PLAYA GRANDE

Zona de recarga	Zona dh y material asociado	Recarga (l/s)	Caudal disponible (l/s)
1Playa Grande	Zona dh3- Aluvión fino	23,6	0
	Zona dh4-radiolaritas, basaltos y gabros	25,7	0

Sin información para determinar su estado actual y toma de desiciones.
Descarga directa al estero evidencias de contaminación por cloruros del pozo 5 del acueducto de Playa Grande
Solo un pozo en aluvión con registro desde el 2017 posterior al evento de sequia 2011 – 2015

Mantener la condición de no explotación ni aumento de caudales

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La susceptibilidad de afectación por cambio en las condiciones climáticas para el sistema acuífero Huacas Tamarindo es alta.
- Se recomienda mantener la condición de no explotación ni aumento de caudales en los sectores del acuífero Huacas Tamarindo que descargan directamente al estero Tamarindo, así como en el sector de Villareal.
- En caso de autorizar el aumentar la explotación por medio de nuevos pozos o aumento de caudales en los existentes, que dicha explotación sea gradual, en función del caudal determinado como disponible a fin de dar seguimiento a la respuesta del acuífero.
- Continuar con el monitoreo mensual de los pozos



- Perforar piezómetros de monitoreo con máquinas de recuperación de núcleo en zonas sin información.
- Elaborar un modelo numérico del acuífero en estado transiente a 10 o 15 años, que permita realizar simulaciones de comportamiento de este a diferentes supuestos de precipitación y explotación.
- Debe propiciarse el **desarrollo de programas** de recarga inducida de agua lluvia, buenas prácticas de consumo de agua, reforestación de las áreas de recarga acuífera y micromedición, macromedición y una disminución del agua no contabilizada de los acueductos.
- También se recomienda **buscar fuentes de abastecimiento alternas** para minimizar el impacto futuro a las comunidades y a las actividades económicas que se desarrollan en la zona del sistema acuífero Huacas Tamarindo.

“Solamente bajo un proceso de explotación controlada se puede garantizar un manejo sostenible del recurso hídrico subterráneo”





senara

