



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE HIDROCIENCIAS

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DEL NIVEL
ESTÁTICO DEL ACUÍFERO VALLE DEL MAYO PARA EL PERIODO
1997-2011

ROSA IMELDA LUQUE RODRÍGUEZ

T E S I N A
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN TECNOLOGÍA
EN HIDROCIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

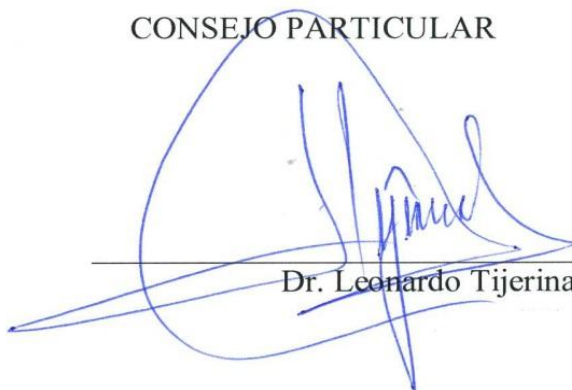
2013

La presente Tesina, Titulada: “**Estudio de la evolución temporal y espacial del nivel estático del acuífero valle del mayo para el periodo 1997-2011**”, realizada por la Alumna: Rosa Imelda Luque Rodríguez, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN TECNOLOGÍA EN HIDROCIENCIAS

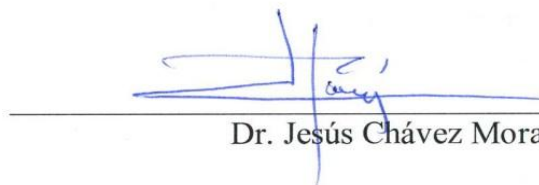
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



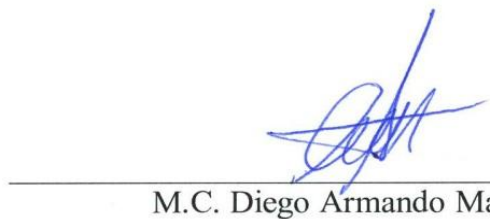
Dr. Leonardo Tijerina Chávez

ASESOR:



Dr. Jesús Chávez Morales

ASESOR:



M.C. Diego Armando Martínez Cruz

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Enero de 2013

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DEL NIVEL ESTÁTICO DEL ACUÍFERO VALLE DEL MAYO PARA EL PERIODO 1997-2011

Rosa Imelda Luque Rodríguez
Colegio de Postgraduados, 2013

RESUMEN

El monitoreo del nivel de las aguas subterráneas, provee de importante información para la caracterización del abatimiento, incremento o estabilización de los volúmenes del agua subterránea en una región. Los cambios en los niveles de agua subterránea son provocados por los patrones de consumo de agua, las afectaciones en la recarga y los factores climáticos; la identificación y cuantificación de estos cambios son indispensables para el manejo sustentable de este recurso. En este estudio se evaluó el comportamiento del nivel y la distribución de él agua subterránea en el área del distrito de riego 038 río Mayo, Sonora, México, para el periodo del año 1997 a 2011; mediante la construcción e integración de mapas de isolíneas del cambio y la distribución de los niveles del agua subterránea en el periodo. Los mapas fueron generados a partir de mediciones georeferenciadas del nivel estático (NE) durante 1997 a 2011 de una muestra de 89 pozos de los 280 pozos que se encuentran en el área del distrito de riego. Los mayores niveles estáticos se encuentran en la parte norte del Distrito en las zonas cercanas a la ciudad de Navojoa y el poblado de Tesia con niveles mayores a 30 m en promedio y disminuyen hacia el sur con niveles de 3 a 4 m en promedio en los poblados Huatabampo, El Jupare y Etchoropo. Para el caso de la profundidad del nivel estático el Distrito presenta valores promedio de 7 a 12 m en la mayor parte de su área; aunque también existe una pequeña parte profunda al sur este cerca del Rancho Chapo que llega hasta los 22 metros. La tendencia actual (2011) es que el nivel estático en el distrito está aumentando y alcanzando un nivel muy similar del inicio del periodo de análisis (1997), después de un descenso del nivel estático en años anteriores; sin embargo aún los niveles actuales son un poco menores, a los de 1997. Espacialmente esto se refleja en que comparado con 1997, actualmente el nivel estático disminuyó en un 93% del área del distrito, aunque en mayor proporción (89%) esta disminución ha sido de 1 a 2m; en cambio solo en un 7 % del área del distrito el nivel estático ha aumentado.

Palabras Clave: monitoreo de nivel estático, SIG, mapas de isolíneas, acuífero.

SPATIAL AND TEMPORAL EVOLUTION STUDY OF THE STATIC LEVEL IN THE MAYO VALLEY AQUIFER FOR 1997-2011

Rosa Imelda Luque Rodríguez
Colegio de Postgraduados, 2013

ABSTRACT

The monitoring of the groundwater level provides important information for the characterization of the falling, increase or stabilization of volumes of groundwater in a region. Changes in groundwater levels are caused by water consumption patterns, the effects on the recharge and climatic factors, identification and quantification of these changes are essential for the sustainable management of this resource. This study evaluated the behavior of the level and distribution of it underground waters in the area of the Irrigation District 038 Rio Mayo, Sonora, Mexico, for the period of 1997 to 2011; Through the construction and integration of maps of isolines of change and the distribution of groundwater levels in the period. The maps were generated from the static measurements georeferenciadas during 1997-2011 from a sample of 89 wells of the 280 wells that are in the area of the irrigation district. The highest levels are static in the northern part of the district in the areas close to the city of Navojoa town and Tesia with levels greater than 30 m on average and decrease southward with levels of 3-4 m on average in the Huatabampo villages, The Júpare and Etchoropo. For the case depth of the static level the district presents average values 7-12 m in most of the area, although there is also a small part deep south near Rancho Chapo this goes up to 22 meters. The current trend (2011) is that the static level is increasing and reaching at a similar level to the start of the analysis period (1997), after a decline of the static level in previous years, but even the current levels are slightly lower, the 1997. Spatially this is reflected in today compared to 1997 the static level has decreased in most part of the District 93%, the largest proportion (89%) of the surface of the aquifer has decreased from 1 to 2 m, whereas only 7% of the aquifer area the static level has increased.

Key words: static level monitoring, GIS, maps of isolines, aquifer.

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados y a la ANEI, y a sus maestros que colaboraron con sus enseñanzas y sabiduría para obtener el Postgrado en Hidrociencias.

A mi Consejero de Tesina, Dr. Leonardo Tijerina Chávez, por brindarme su apoyo, paciencia y compartir sus conocimientos, así como sus invaluable correcciones para que obtuviera este Título.

A mi Asesor Dr. Jesús Chávez Morales, por su valiosa colaboración, apoyo, amistad, paciencia y compartir sus conocimientos, así como su buena voluntad de ayudarme para alcanzar mis metas.

A mi Asesor M.C. Diego Armando Martínez Cruz, por su valiosa colaboración, observaciones, aportaciones y su buena disposición de apoyarme.

A la Comisión Nacional del Agua, a todo el personal que hizo posible la realización de esta Maestría Tecnológica en Hidrociencias, especialmente al Ing. Jose Luis Luege Tamargo, Director General de la CONAGUA, al Ing. Sergio Soto Priante, Subdirector General de Infraestructura Hidroagrícola, al Dr. Luis Rendón Pimentel, Gerente de Distritos de Riego, Ing. José Ángel Felix Sánchez, Director de Infraestructura Hidroagrícola del OCNO y al Ing. Jorge Luis Ruíz Lugo, Jefe del Distrito de Riego 038, Río Mayo, Sonora.

A mis compañeros y amigos por todas sus experiencias, vivencias, alegrías y obstáculos que pasamos juntos, gracias por su amistad y apoyo.

DEDICATORIA

A DIOS:

Por haberme dado la oportunidad de vivir y de llegar a alcanzar una meta más, terminar mis estudios de Postgrado, gracias.

A MIS PADRES:

Víctor Manuel y Consuelo.

Con cariño y admiración por su esfuerzo y sacrificio para apoyarme siempre y por dejarme siempre la mejor herencia que es la educación, los principios y valores y el cariño. Gracias.

A MIS HIJOS:

Roxana Judith, Vania Anahi y Carlos Daniel y

NIETOS (PACHIS):

Valeria Isabel, Joselyn Anahi y Axel Manuel

Por ser mis alicientes para salir adelante, esperando que este esfuerzo les sirva de ejemplo y guía y sea motivo para su propia superación.

A mis hermanos, sobrinos, amigos y compañeros de trabajo. Gracias.

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO	vii
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE ANEXOS	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO E HIPOTESIS	3
2.1. Objetivos	3
2.1.1. Objetivo general	3
2.1.2. Objetivos específicos	3
2.2. Hipótesis	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. Localización de la Cuenca del Río Mayo	4
3.1.1. Hidrografía	6
3.1.2. Región hidrológica	7
3.2. Distrito de Riego 038, Río Mayo, Sonora	9
3.2.1. Medio físico del DR 038	11
3.2.1.1. Topografía	11
3.2.1.2. Uso de suelo y vegetación	11

3.2.1.3. Tipos de Suelo	12
3.2.1.4. Climatología	13
3.3. Fuentes de Abastecimiento de agua en el DR038	15
3.3.1. Balance hídrico	16
3.4. Conceptos fundamentales	19
3.4.1. Parámetros hidrológicos y geológicos de los acuíferos	22
3.4.2. Métodos para monitorear el nivel estático	24
3.5. Acuífero del Valle del Mayo	25
3.5.1. Geología	25
3.5.2. Geología subterránea	26
3.5.2.1. Hidrogeología	27
3.5.2.2. Tipo de acuífero	29
3.5.2.3. Parámetros hidráulicos	29
3.5.2.4. Piezometría	33
3.5.3. Inventario y localización de pozos en el acuífero del valle del mayo	33
3.5.4. Monitoreo del Nivel Estático	35
4. MATERIALES Y METODOS	36
4.1. Materiales	36
4.1.1. Base de datos de la profundidad y elevación del nivel estático en los pozos del Distrito riego	36
4.1.2. Sistema de Información geográfica del Distrito de riego	36
4.1.3. Fotografía Satelital	37
4.1.4 Software	38
4.1.5 Equipo	39

4.2. Métodos	39
4.2.1. Obtención y manejo de la información	40
4.2.1.1. Información básica	40
4.2.1.2. Manejo de la información	42
4.2.1.3. Parámetros estadísticos del nivel estático en pozos	43
4.2.1.4. Variación del nivel estático en pozos	47
4.2.1.5. Parámetros estadísticos de la profundidad del niveles estáticos en pozos	49
4.2.1.6. Variación de la profundidad del nivel estático en pozos	50
4.2.2. Comportamiento espacial de la elevación y profundidad el nivel estático	52
4.2.2.1. Variación espacial del Nivele Estático en el Periodo estudiado	52
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
5.1. Evolución Temporal y Espacial del Nivel Estático en pozos	54
5.1.1. Comportamiento del nivel estático en pozos	54
5.1.2. Comportamiento de la profundidad del nivel estático en pozos	57
5.2. Evolución Temporal y Espacial del Nivel Estático en el acuífero	60
5.2.1. Comportamiento del nivel estático en el acuífero	60
5.2.2. Comportamiento de la profundidad del nivel estático en el acuífero	63
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
6.1. Conclusiones	67
6.2 Recomendaciones	68
7. LITERATURA CITADA	69
8. ANEXOS	72

LISTA DE CUADROS

NO.	TITULO	PAGINA
Cuadro 3.1.	Regiones y Cuencas Hidrológicas del Estado de Sonora y Norte de Sinaloa.	7
Cuadro 3.2-	Características de la presa Adolfo Ruíz Cortines.	8
Cuadro 3.3.	Principales Cultivos del Ciclo Otoño-Invierno en el D.R. 038, Río Mayo.	12
Cuadro 3.4.	Principales Cultivos del Ciclo Primavera-Verano en el D.R. 038, Río Mayo.	12
Cuadro 3.5.	Volumen de Agua (Millones de m ³) Concesionado a los Módulos de Riego en el D.R. 038, Río Mayo.	16
Cuadro 3.6.	Balace Hídrico con y sin proyecto en el D.R. 038, Río mayo	17
Cuadro 3.7.	Superficie cultivada con y sin proyecto en el D.R. 038, Río Mayo-	18
Cuadro 3.8.	Localización y Parámetros Hidráulicos que componen el material geológico de los sitios de los pozos utilizados para pruebas de bombeo en el D.R. 038, Río Mayo.	30
Cuadro 4.1.	Parámetros Estadísticos del nivele estático histórico de los pozos profundos para el período de 1997 a 2011.	44
Cuadro 4.2.	Parámetros Estadísticos de niveles estáticos en los pozos del acuífero del periodo de 1997 a 2011.	46
Cuadro 4.3.	Parámetros Estadísticos de la Variación de la Elevación del NE (1997-2011)	48
Cuadro 4.4.	Estadísticos descriptivos de la profundidad del NE en pozos de 1997-2011.	49
Cuadro 4.5.	Parámetros empleados en la Interpolación de la Elevación y Profundidad del NE para cada año Ki.	52
Cuadro 4.6.	Parámetros empleados en la Interpolación de la Variación de la Profundidad y Elevación del NE para el período 1997-2011.	53
Cuadro 5.1.	Relación de la variación del N.E. en (m) entre 1997-2011 y el área del acuífero	61
Cuadro 5.2	Relación del cambio en la profundidad entre 1997 y 2011 y el área del distrito 038	64

LISTA DE FIGURAS

NO.	TITULO	PAGINA
Figura 3.1.	Localización de la Cuenca del Río Mayo.	4
Figura 3.2.	Cuenca del Río Mayo	6
Figura 3.3.	Localización del D.R. 038, Río Mayo, Sonora.	9
Figura 3.4.	Precipitación y Evaporación anuales en el D.R. 038, el período 1969-2004.	15
Figura 3.5.	Acuífero libre	20
Figura 3.6.	Acuíferos Confinados	21
Figura. 3.7	Acuíferos Semiconfinados	21
Figura 3.8.	Estratificación de Sedimentos no consolidados y basaltos en el delta del Río Mayo.	28
Figura 3.9.	Frecuencia relativa de la conductividad hidráulica (A) y la transmisividad (B) del acuífero del Valle del Mayo.	32
Figura 3.10.	Localización de pozos profundos en el D.R. 038, Río Mayo.	34
Figura 4.1.	Imagen de visualizador Glovis creado por USGS	37
Figura 4.2.	Distribución y localización de los pozos seleccionados en el área del acuífero.	42
Figura 4.3.	Variación del nivel estático en los monitoreo de pozos en el periodo 1997-2011	45
Figura 4.4.	Variación general del nivel estático de los pozos en los monitoreos de 1997-2011	47
Figura 4.5.	Variación del nivel estático en pozos profundos entre 1997-2011	48
Figura 4.6.	Profundidad histórica de pozos profundos para el periodo 1997-2011.	50
Figura 4.7.	Variación de la Profundidad de los NE en pozos profundos entre 1997-2011	51
Figura 5.1	Comparación del nivel estático en pozos del D.R 038 periodo 1997-2011	54
Figura 5.2	Nivel estático medio en pozos periodo 1997-2011	56
Figura 5.3	Profundidad Media Histórica de los 89 pozos profundos en el DR 038	58
Figura 5.4	Profundidad media del nivel estático en pozos periodo 1997- 2011	59
Figura 5.5	Comportamiento del nivel estático del acuífero durante el periodo de observación	60
Figura 5.6	Cambio en el nivel estático en el periodo 1997-2011	62
Figura 5.7	Variación de la profundidad en el acuífero durante el periodo de observación	63
Figura 5.8	Variación de superficies por profundidades en el periodo 1997-2012	65
Figura 5.9	Cambio en la Profundidad del nivel estático en el periodo 1997-2011	66

LISTA DE ANEXOS

NO.	TITULO	PAGINA
Anexo A	Cuadros	73
Cuadro A1. 1	Monitoreo de los niveles estáticos de 280 pozos, por zona, de 1997 a 2011	74
Cuadro A1.2	Niveles Estáticos históricos de los pozos profundos seleccionados 1997 a 2011	84
Cuadro A1.3	Profundidades históricas de pozos seleccionados periodo 1997 a 2011	88
Cuadro A1.4	Parámetros estadísticos del nivel estático históricos por pozo profundo seleccionado en los monitoreos realizados de 1997 a 2011	93
Cuadro A1.5	Parámetros estadísticos de la profundidad de nivel estático histórico por pozo profundo seleccionados en los monitoreos realizados de 1997 a 2011	
Cuadro A1.6	Variación del nivel estático histórico de los pozos profundos seleccionados 1997-2011	99
Anexo A2	Figuras	102

1. INTRODUCCIÓN

Las aguas subterráneas constituyen la fuente principal de abastecimiento de agua en nuestro país, especialmente en zonas donde las precipitaciones son escasas e irregulares, pero el clima es apto para la agricultura, Sin embargo; dichas fuentes no son inagotables y es indispensable preservarlas y administrarlas, su reserva está en función del volumen de agua almacenada en un tiempo dado (Ruíz, 2008).

Cuando la extracción de las aguas subterráneas supera las entradas, se consume el agua almacenada en los acuíferos. De tal manera que si esta situación se prolonga de forma incontrolada, el volumen almacenado de agua disminuirá progresivamente provocando una serie de consecuencias negativas que van desde el agotamiento de manantiales, la desaparición o reducción de los caudales base de los ríos, la eliminación de la vegetación nativa hasta la pérdida del ecosistema por la degradación completa de la fuente de abastecimiento.

En el caso de un acuífero costero, este es vulnerable a la contaminación por agua de mar, ya que si se sobreexplota, el agua de mar pasará a ocupar los espacios vacíos que antes ocupaba el agua dulce, avanzando poco a poco tierra adentro, a este fenómeno se le denomina intrusión salina (Rangel et al., 2002).

En el caso de acuíferos que se encuentren en zonas agrícolas, el riego inevitablemente causa crecimiento de la recarga de las aguas subterráneas (aguas freáticas) en comparación con la situación existente en la naturaleza antes de su uso agrícola bajo riego, lo cual puede provocar en la zona agrícola y en las zonas cercanas a estas, ensalitramiento de los suelos, empantamiento, cambio de la vegetación natural y fauna silvestre, incremento de la erosión eólica (Oosterbaan, 1988).

En el Distrito de Riego 038 la principal actividad económica es la agricultura de riego, la cual es sustentada con agua superficial de la presa Adolfo Ruiz Cortines y en menor medida con agua subterránea del Distrito. Este recurso juega un rol importante en la continuidad de la actividad económica principal, así como es indispensable en el abastecimiento de agua para consumo humano y el mantenimiento de actividades industriales.

De acuerdo con datos del INEGI, el acuífero tiene una condición de sobreexplotación (INEGI, 2000). De continuar esta tendencia se podría comprometer el desarrollo de las actividades anteriores. La identificación y cuantificación de estos cambios son indispensables para el manejo sustentable de este recurso.

Los cambios en el acuífero se pueden evaluar mediante la construcción de mapas del comportamiento del nivel estático del acuífero o mediante el uso de modelos bien calibrados del mismo. Ambos métodos requieren mediciones en periodos largos de los niveles del agua subterránea a nivel regional. Es por eso que el comportamiento del agua subterránea raramente se evalúa debido a la falta de esas medidas, (Yangxiao et al., 1991).

El monitoreo del nivel de las aguas subterráneas, provee de importante información para la caracterización del abatimiento, incremento o estabilización de los volúmenes del agua subterránea en una región. Los cambios en los volúmenes del agua subterránea son provocados por los patrones de consumo de agua, las afectaciones en la recarga y los factores climáticos; La identificación y cuantificación de estos cambios es indispensable para el manejo sustentable de este recurso.

En este trabajo se presenta un análisis de la evaluación espacial y temporal de los niveles estáticos del Distrito de Riego 038, Río Mayo, Sonora.

2. OBJETIVOS E HIPOTESIS

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento espacial y temporal del nivel estático del agua subterránea, en el acuífero del área del Distrito de Riego 038 Río Mayo, Sonora, México, para el periodo de 1997 a 2011.

2.1.2. Objetivos específicos

Analizar y representar espacialmente el comportamiento del nivel estático y su profundidad.

Analizar y representar temporalmente el comportamiento del nivel estático y su profundidad.

2.2. Hipótesis

El acuífero del área del Distrito de Riego 038 Rio Mayo Sonora México, no ha presentado variación significativa a través del tiempo en sus niveles estáticos.

Mediante la evaluación de mapas de isoclinas que representan el nivel estático, anualmente; permiten ver cuales áreas son las más vulnerables para mantener el acuífero explotable y permita definir las políticas de extracción del agua.

La representación mediante mapas del promedio del nivel estático cada año nos proporciona información del comportamiento del manto freático.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

En este capítulo se presenta el marco de referencia, iniciando por una descripción de los aspectos hidrológicos de la cuenca del Valle del Mayo. Después se describe el medio físicos del el Distrito de riego 038, zona donde se encuentra el acuífero del Valle del Río Mayo, se presentan algunos conceptos fundamentales para el mejor entendimiento del flujo del agua subterránea particularmente del acuífero motivo de este estudio.

3.1. Localización de la Cuenca del Río Mayo

La cuenca del Río Mayo, se localiza en el extremo suroriente de la región hidrológica No. 9 Sonora Sur, al sur, colinda con la cuenca del rio fuerte, de la región hidrológica No. 10; al Norte con los orígenes del río Yaqui, y los ríos Tutuaca y Mulatos afluentes del mismo y al poniente con la cuenca del rio chico, afluente del Yaqui y con la del arroyo Cocoraque. Las coordenadas geográficas que delimitan la cuenca del Río Mayo (Figura 3.1) son de los 26° 40' 12'' a 28° 27' 00'' de Latitud Norte y de los 108° 03' 00'' - 109° 53' 24'' de Longitud Oeste.

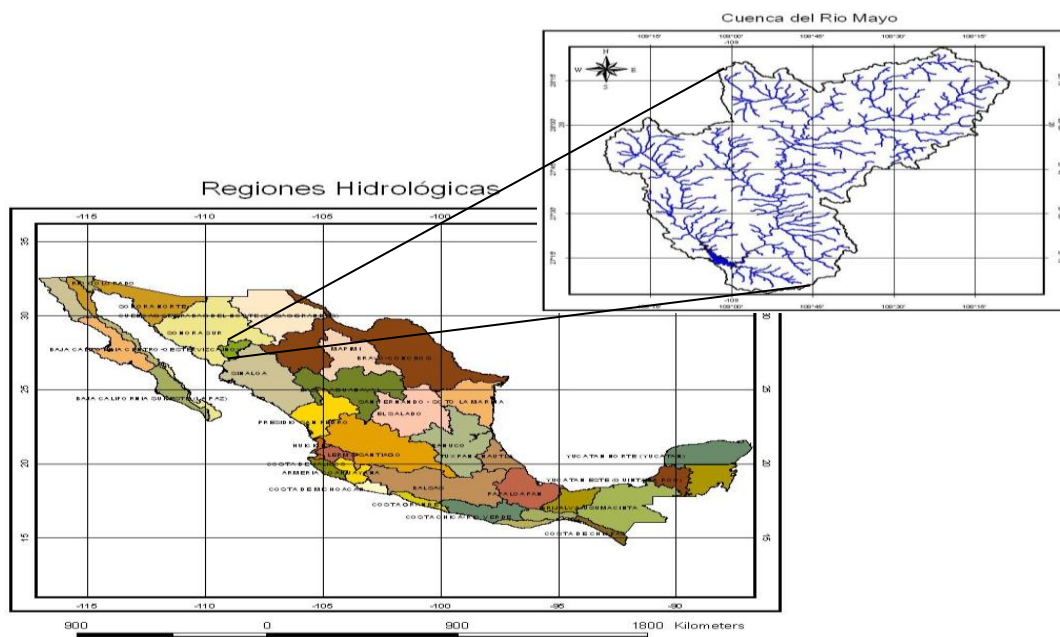


Figura 3.1 Localización de la cuenca del Río Mayo

Formadores y Afluentes del Rio Mayo

El curso general del colector de la cuenca es hacia el suroeste y sus escurrimientos se controlan al penetrar en la zona baja por la presa Adolfo Ruiz Cortines. La corriente tiene sus orígenes en el parteaguas común con los ríos Tutuaca y Verde, afluentes del Río Yaqui con elevaciones de 2,500 m s n m, a 13 km al sur de Agua Caliente, Chihuahua (Figura 3.2). Inicialmente sigue su curso al oriente con el nombre de Río Concheño, que cambia al de Moris al tomar rumbo sur. Recibe al río Candameño por su margen izquierda, a una elevación de 700 m. Este río se origina en la misma zona que el Concheño.

A partir de la confluencia anterior, el río Moris toma el nombre de río Mayo y discurre con rumbo suroeste; en este tramo las aportaciones importantes provienen del arroyo Colorado, por la margen izquierda y del río Babanore por la margen derecha, cuyo origen se localiza a una elevación de 2,150 m s n m, en el parteaguas con la cuenca del Río Chico, afluente del Yaqui.

La confluencia del río Babanore ocurre a una elevación de aproximadamente 380 m s n m, en donde el río Mayo cambia su curso en dirección sur, hasta descargar en el embalse de la presa Adolfo Ruiz Cortines. En este tramo desembocan al río Mayo dos afluentes por la margen derecha: el arroyo Guajaray, situado arriba de la estación hidrométrica San Bernardo y el arroyo Quiriego o de los Cedros que descarga directamente en el embalse de la presa Adolfo Ruiz Cortines. El principal afluente de la cuenca es el río Mayo, con la mayor área drenada; tiene sus orígenes a una altitud de 1,200 m en el parteaguas con el arroyo Guajaray; su curso general es sur-suroeste.

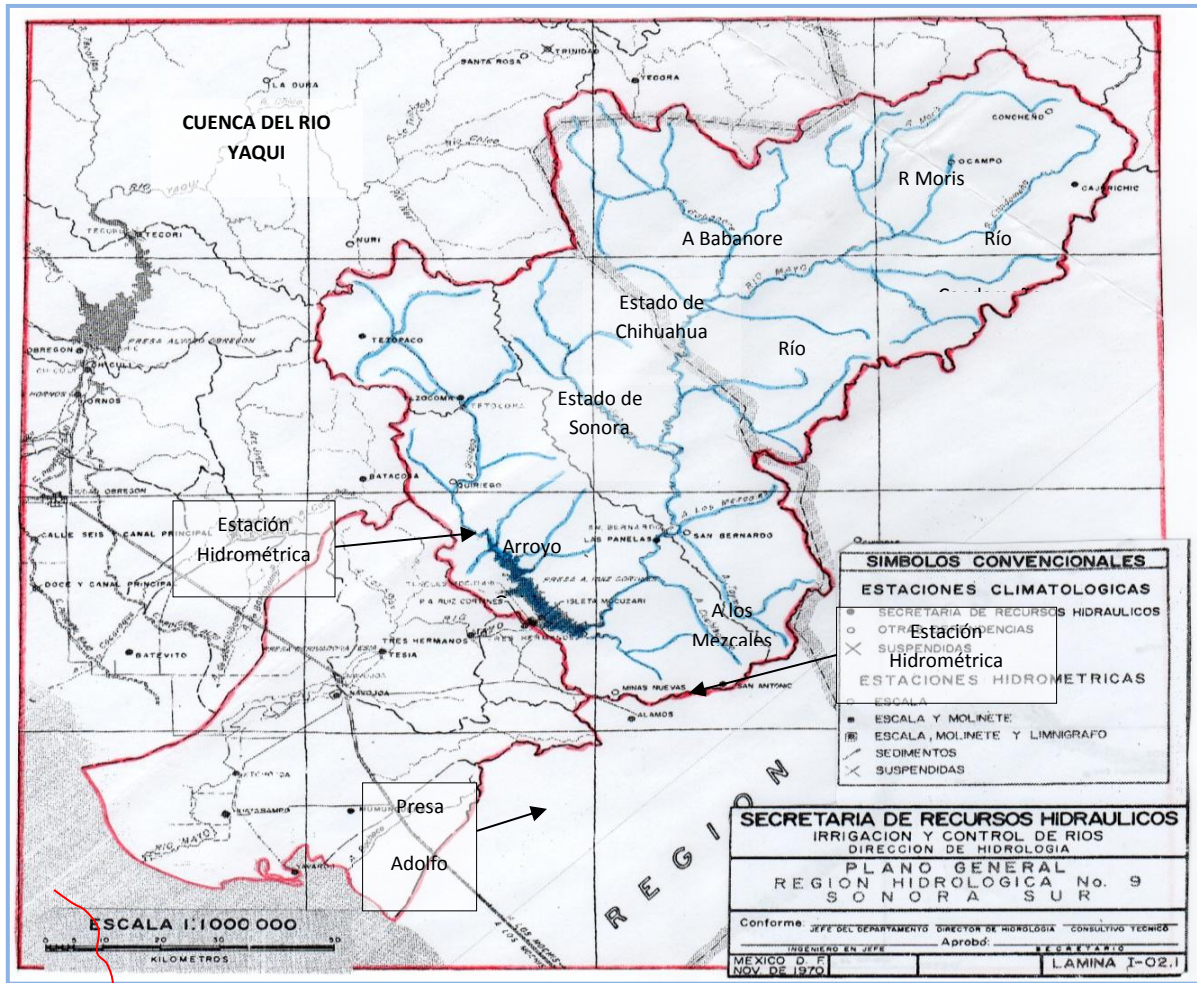


Figura 3.2 Cuenca del Río Mayo SRH, 1970

Aguas abajo de la presa Adolfo Ruiz Cortines el río Mayo fluye por zonas de topografía plana, hasta penetrar en su zona deltáica. El lugar de su descarga en el mar es conocido como Boca del Mayo y en su margen izquierda se encuentra la ciudad de Navojoa. El área de la cuenca hasta su desembocadura es de 14,534 km².

3.1.1. Hidrografía

La corriente más importante es el Río Mayo; una de las principales del Estado de Sonora. Tiene su origen en la Sierra Madre Occidental en Chihuahua; su curso es sinuoso con dirección general al suroeste, capta por la margen izquierda al río Batopilillas; aguas abajo se le une en su margen derecha el caudal del río Babanore y a partir de esta unión,

cambia de rumbo hacia el sur y recibiendo por la misma margen, los ríos Guajaray y Quiriego, éste en el vaso, de la presa Adolfo Ruiz Cortines o Mocúzari; aguas abajo del embalse, el río drena hacia el oeste y suroeste, pasa por la ciudad de Navojoa y continúa su curso hasta su desembocadura en el Golfo de California.

3.1.2. Región hidrológica

La cuenca hidrológica del Río Mayo se ubica dentro de la Región Hidrológica denominada Sonora Sur (RH-9) (INEGI, 2000). Esta Región Hidrológica es la que abarca mayor superficie en Sonora (Cuadro 3.1), ocupando el 63.64% de la superficie del estado. La mayoría de sus corrientes nacen en la Sierra Madre Occidental.

Cuadro 3.1. Regiones y cuencas hidrológicas del Estado de Sonora y Norte de Sinaloa

Región hidrológica	Cuenca hidrológica	% de la superficie estatal
Río Colorado	Bacanora-Mejorada	2.81
Sonora Norte	Río San Ignacio y Otros	4.59
	Río Concepción-A. Cocóspera	14.25
	Desierto de Altar-Río Bámori	11.86
Sonora Sur	Río Mayo	7.03
	Río Yaqui	29.98
	Río Mátape	5.03
	Río Sonora	14.78
Sinaloa	Río Fuerte	1.38
Cuencas Cerradas del Norte (C)	Río Casas Grandes	0.50

Presa Adolfo Ruiz Cortines

Con objeto de aprovechar en riego y generación de energía eléctrica las aguas del río Mayo, se construyó la presa Adolfo Ruiz Cortines, que consiste esencialmente en una cortina del tipo de materiales graduados y tres diques de tipo similar al de la cortina, provista en su margen izquierda de una obra de toma constituida por 2 túneles utilizados para desvío durante la construcción.

Las características de la presa Adolfo Ruiz Cortines antes de la sobre elevación de 4.5 m de altura de la cortina, se resumen en el cuadro 3.2, con la sobre elevación aumentó 100 millones de m³ la capacidad de almacenamiento.

Cuadro 3.2. Características de la Presa adolfo Ruiz Cortines

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Capacidad de control	1,386	Hm ³
Capacidad de Almacenamiento	1,015	Hm ³
Capacidad útil de control	1,341	Hm ³
Capacidad útil de almacenamiento	970	Hm ³
Altura máxima de la cortina	65	msnm
Longitud total de la cortina		800
Área de embalse	7,715	has
Capacidad túnel No. 1	70	m ³ /s
Capacidad túnel No. 2	40	m ³ /s
Generación hidroeléctrica	9,600	Kwts.
Capacidad del vertedor	1,700	m ³ /s
Longitud de la cresta	267	m
Elevación cresta del vertedor	140	m

3.2. Distrito de Riego 038, Río Mayo, Sonora

El distrito de riego 038 Río Mayo se localiza al sur del estado de Sonora en el noroeste de la República Mexicana; corresponde a la región administrativa No. II Organismo de Cuenca del Noroeste (OCNO) de la Comisión Nacional del Agua (CNA). Se ubica entre los paralelos $26^{\circ}45'$ y $27^{\circ}15'$, y los meridianos $109^{\circ}30'$ y $110^{\circ}00'$, y abarca los municipios de Navojoa, Etchojoa y Huatabampo. Sus límites son, al Norte con el Distrito de riego 041 Río Yaqui, al Este con la Sierra Madre Occidental, al Sur con el Estado de Sinaloa y al Oeste con el Golfo de California (Figura 3.3).

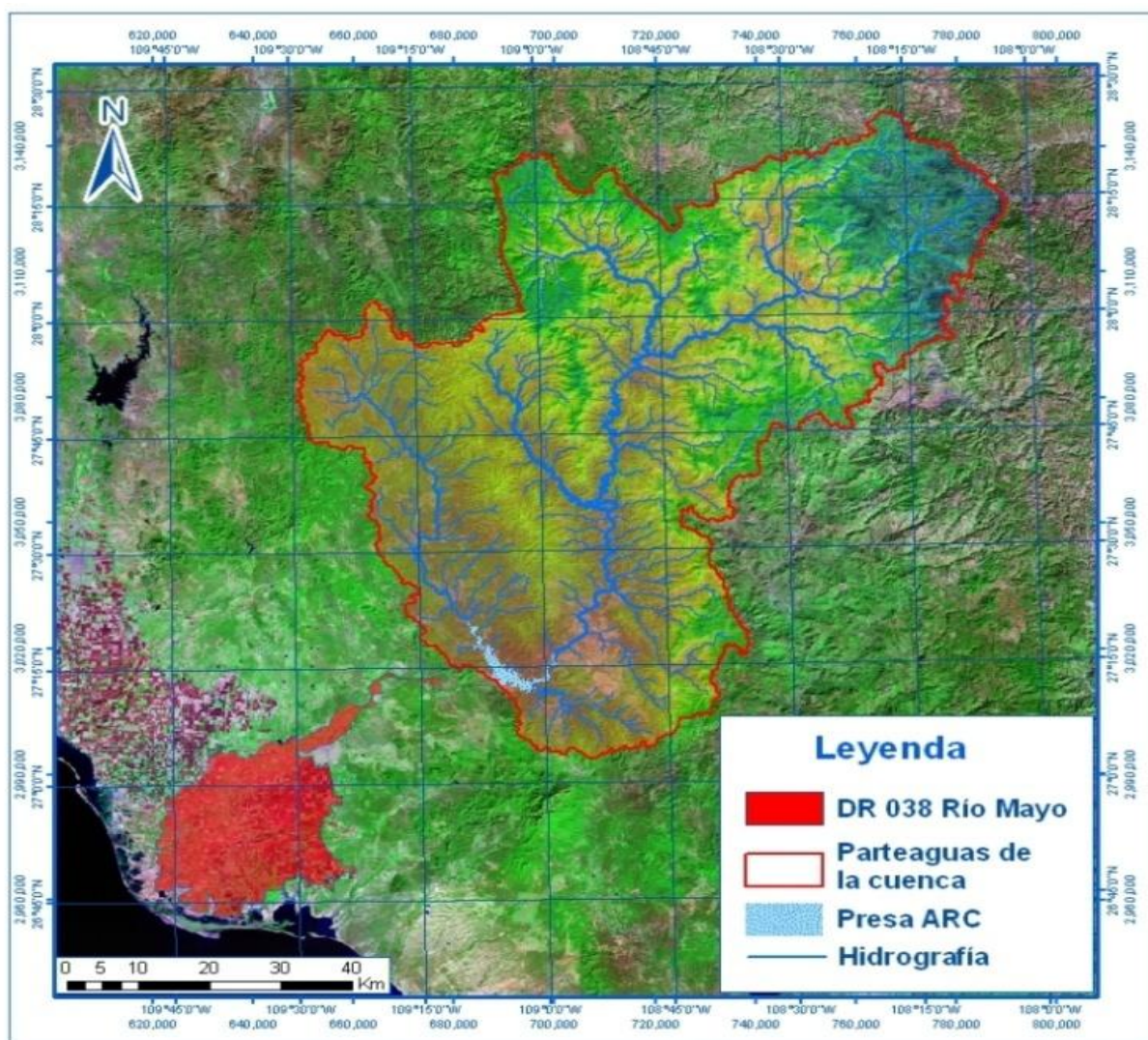


Figura 3.3. Localización del DR 038 Río Mayo, Sonora

El DR 038 Río Mayo fue creado el 11 de julio de 1951, con la construcción de la primera etapa del sistema de distribución para regar 19,320 hectáreas. En 1952 se inició la construcción de la Presa Adolfo Ruiz Cortines Mocuzari, para el riego de 60,000 ha. Posteriormente durante el sexenio del Presidente Adolfo Ruiz Cortines (1952-1958) se concluyó la construcción de la presa, y además se construyeron las presas de derivación Tesia y Bacobampo; en el mismo periodo, se construyeron diversos canales para el riego de 29,680 ha que fueron abiertas al cultivo, y se mejoraron 17,000 ha de riego que ya existían. En el año de 1955 el DR 038 comienza su operación formal, y es legalmente constituido a través de un Decreto Presidencial de fecha 21 de febrero de 1956. En 1960 existían 92,851 ha de riego de las cuales 35,808 ha se clasificaron como aptas para todos los cultivos, 23,291 ha como terrenos buenos en peligro de ensalitrarse, y 33, 752 ha estaban ensalitradas.

Los 16 módulos de riego del distrito acordaron formar una Sociedad de Responsabilidad Limitada (Distrito de Riego del Río Mayo, S. de R. L. de I. P. y C. V.), que localmente se le denomina “La Sociedad”, para que les preste el servicio de operar, conservar y administrar la red mayor de canales, la red de drenaje, sus respectivos caminos, pozos profundos y plantas de bombeo que operen en plan colectivo, así como infraestructura complementaria, maquinaria, equipo y talleres. El 17 de agosto de 1992, la CNA hace entrega oficial de un Permiso de Concesión de Agua y Utilización de Obras de Infraestructura Hidráulica a la Sociedad.

Los módulos de riego se encargan de conservar, operar y administrar la red menor de canales en su jurisdicción, y la Sociedad hace lo propio en los canales principales y red de drenaje que cubren el Distrito, a partir de la obra de toma, ubicada en la presa derivadora Tesia, hasta los puntos de entrega a los módulos de riego (denominados localmente puntos de control). La CNA, opera la presa Adolfo Ruiz Cortines y las obras de cabeza, y entrega el agua a la Sociedad en el punto de control de Tesia.

3.2.1. Medio físico del DR 038

3.2.1.1. Topografía

El área que constituye la zona de riego del Valle del Mayo, se integra a la planicie costera del noroeste de la República Mexicana, con suelos sensiblemente planos con pendientes menores del 1%. Su altitud con respecto al nivel medio del mar oscila entre 2 y 50 m.

3.2.1.2. Uso de suelo y vegetación

En el área del Distrito la mayor superficie se destina al uso agrícola, por lo que la vegetación nativa se ha reducido considerablemente. En los cuadros 3.3, 3.4 se presentan los principales cultivos que se siembran en el Distrito.

La vegetación natural predominante en el Distrito es matorral arbocrasicaulescente, que se caracteriza por una asociación de árboles bajos, como mezquite (Prosopisjuliflora), huizache (Acacia farneciana) y brea (Cercidiumsonorae); arbustos medios, como papaches (Randiathurberi), salicieso (Lyciumandersonii) y dais (Desmanthuscovillei); cactáceas altas y bajas, como choya (Opuntiafulgida), sina (Lophocereusschottii), sinita (Rathbuniaalamosensis) y pitahaya (Stenocereus thurberi); predominan las cactáceas cuya distribución es dispersa e irregular, álamo (Platanusmexicana), sauce (Salixbonplandiana), guamúchil (Pithecellobiumdulce), asociados con arbustos medianos como batamote y chicura (Ambrosiaaamborisiodes) (Mendivil, 1998).

En las áreas cultivadas la vegetación silvestre está representada por especies no deseadas, las cuales se conocen como malezas, las cuales entorpecen las labores de cultivo y en ocasiones afectan su desarrollo, rendimiento y calidad de la cosecha; entre las principales malezas están la correhuela (Convolvulusarvensis L.), la avena silvestre (Avenafatua), la lengua de vaca (Rumex crispus), la malva (Malva parviflora) y el girasol (Helianthusannus). También se presentan algunas gramíneas conocidas genéricamente

como zacate, z. Johnson (Sorghumhalepense), z. pinto (Echinochloacolona) y z. de agua (Echinochloacrusgalli).

Cuadro 3.3. Principales cultivos del ciclo otoño-invierno en el DR 038 Río Mayo

Cultivo	Superficie Sembrada	Superficie cosechada
	Promedio (1999-2004) (Ha)	
Trigo	42,755	42,736
Maíz	5,733	5,729
Cartamo	10,314	10,312
Frijol	2,507	2505
Garbanzo	3,264	3,264
Papa	4,457	4,457
Hortalizas	4,136	4,126

Cuadro 3.4. Principales Cultivos del ciclo primavera-verano en el DR 038 Río Mayo

Cultivo	Superficie Sembrada	Superficie cosechada
	Promedio (1999-2004) (Ha)	
Cártamo	148	145
Sorgo	56	56
Algodón	2,986	2,986
Maiz	188	188
Frijol	5	5
Hortalizas	46	46

3.2.1.3. Tipos de Suelo

Los suelos del DR 038 como de origen reciente, su modo de formación es mixto (aluvial-coluvial), formados a partir del material sedimentario mezclado (areniscas, calizas, conglomerados y pizarras), derivado de rocas ígneas extrusivas (granito) y rocas metamórficas de las montañas adyacentes del este y sureste. Por su grado de desarrollo estos suelos se consideran jóvenes, que no muestran eluviaciones e intemperizaciones significativas (Reyes, 1993).

Las 10 series de suelo que se determinaron en el estudio agrológico del DR 038 son Tesia (1,092 ha), Camoa (1,852 ha), Navojoa (24,787 ha), Jupateco (9,080 ha), Moroncarit (10,933 ha), Buyacusi (4,800 ha), Campo León (7,492 ha), Huatabampo (13,812 ha), Bacame (16,700 ha), y Sebampo (13,940 ha), que cubren una superficie total de 104,448 ha. Los suelos son profundos y de origen aluvial en los que predominan diferentes texturas de acuerdo con su localización respecto del cauce del río y a la zona de montañas; no presentan estratos impermeables bien definidos, y en su mayoría presentan textura arcillosa, franco y migajón limoso.

Los Aridisoles son los suelos predominantes en la región, aunque en el área del Distrito predominan los Entisoles (Fluvents). En la parte alta del Distrito se encuentran algunos Inceptisoles. En general, los suelos son profundos, con texturas que van de arcilla a franco arcillosa, aunque se encuentran texturas arenosas en los suelos ubicados a lo largo de cauce del Río Mayo.

3.2.1.4. Climatología

Los datos del clima se tomaron de la estación CIANO, ubicada aproximadamente a 10 km al sur de la ciudad de Navojoa. Los datos de precipitación, evaporación y temperatura corresponden al periodo de 1969-2004. Los datos de velocidad del viento, radiación solar y humedad relativa únicamente cubren los años de 1997 a 2001 y no son continuos, es decir, cuentan con días sin registro en varios de los sensores. Por lo anterior fue necesario complementar dichos registros con datos climatológicos promedio para la misma zona, interpolados del “Atlas del Agua de la República Mexicana” publicado por la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Los vientos dominantes se presentan de agosto a febrero, teniendo una dirección de sur a oeste y una velocidad media de 2.13 km/hr. Las velocidades medias más altas se presentan en los meses junio y julio (2.71 y 2.49 m/s, respectivamente) correspondiendo a la temporada de tormentas tropicales. El mes con la menor velocidad de viento es enero con 1.80 m/s. La insolación es abundante todo el año, principalmente entre los meses de

abril y agosto. La radiación solar varía de 7.3 hr/día en el mes de diciembre hasta 9.4 en el mes de mayo, la radiación solar media en el año es de 8.3 hr/día.

La humedad relativa más baja se presenta en el mes de mayo con 30 %, justo cuando se presenta la mayor cantidad de radiación solar. Similarmente, la humedad relativa máxima se presenta en los meses de julio a octubre, justo cuando ocurre la mayor cantidad de precipitación.

La temperatura media anual es de 22.2° C con variaciones de una mínima de 0° C a una máxima de 48.0. La clasificación del clima de acuerdo al sistema de Köeppen (modificado por García) es Bshw, describiéndose como estepario semiárido (seco en invierno y cálido en verano). C. La temperatura máxima se alcanza en el mes de julio (media mensual de 39.9°C), mientras que diciembre y enero son los meses más fríos, con una temperatura mínima media de 1.9 y 2.2°C, respectivamente. Existe un promedio de 20 días de heladas al año, presentándose entre los últimos días de diciembre y los primeros de enero.

La precipitación media anual es de 379 mm, distribuida en dos periodos al año (julio a octubre y diciembre a febrero). El gradiente de precipitación generalmente se incrementa de la costa hacia el oriente, donde se encuentran las elevaciones más altas.

La evaporación media anual es de 2,248 mm; el periodo en el cual se registra una mayor evaporación es entre mayo y agosto. El rango de evaporación media mensual va de un mínimo de 92 mm en enero, a un máximo de unos 313 mm durante junio. La evaporación tiene lugar principalmente en el agua de los canales y ríos, y en el agua aplicada durante el riego.

En la Figura 3.4. Se presenta el comportamiento de la precipitación y evaporación anuales durante el periodo 1969 a 2004. Se observa que en los últimos diez años la evaporación ha ido en aumento, a la vez que la precipitación ha disminuido, lo cual significa que el DR 038 ha tenido un periodo de sequía prolongado.

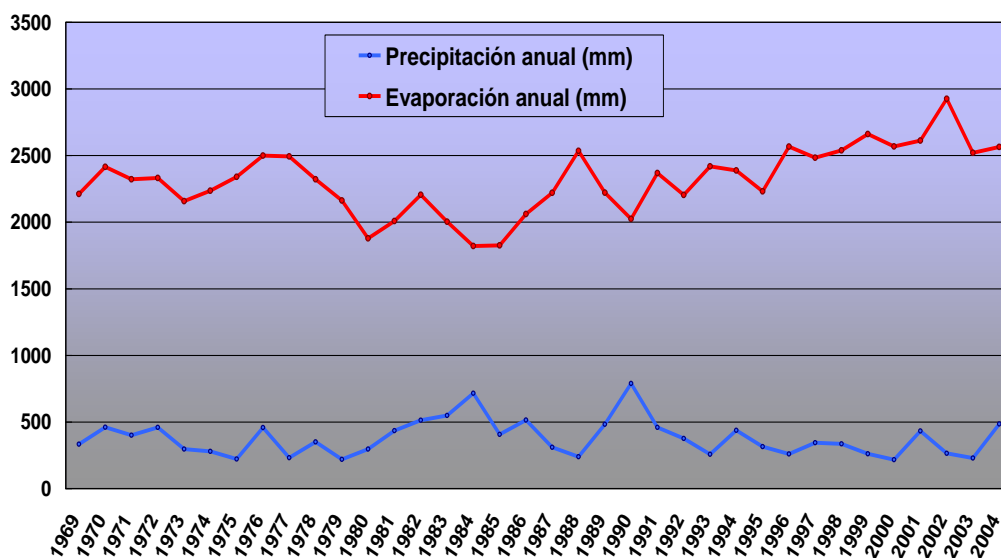


Figura 3.4. Precipitación y evaporación anuales en el Distrito de Riego 038 Río Mayo durante el periodo 1969-2004. Estación CIANO

3.3. Fuentes de Abastecimiento de agua en el DR038

La otra fuente de agua proviene de 128 pozos de bombeo, 38 oficiales y 90 particulares, con una capacidad efectiva de 2.5 y 5.1 m³/seg, respectivamente. Sin embargo el IMTA menciona que existen 207 pozos profundos, de los cuales 200 son para uso agrícola y 7 de uso público urbano, es decir, existen entonces 162 pozos particulares (INIFAP-SAGARPA, 2002).

3.3.1. Balance hídrico

En el siguiente cuadro (Cuadro 3.5); se desglosa los volúmenes de agua concesionados de gravedad y de pozos oficiales a entregar en cada módulo de riego en el DR 038. Estos volúmenes son entregados en el punto de control de cada módulo de riego.

Cuadro 3.5. Volumen de agua (millones de m³) concesionado a los módulos de riego en el DR 038 Río Mayo, Sonora

MÓDULO	GRAVEDAD*	POZOS	TOTAL
01	56,452	3,340	59,792
02	62,120	3,675	65,795
03	37,355	2,210	39,565
04	41,294	2,443	43,737
05	36,979	2,188	39,167
06	55,722	3,297	59,019
07	56,127	3,321	59,448
08	26,556	1,571	28,127
09	43,102	2,550	45,652
10	36,314	2,148	38,462
11	36,359	2,151	38,510
12	49,512	2,929	52,441
13	46,068	2,726	48,794
14	34,847	2,062	36,909
15	42,473	2,513	44,986
16	28,326	1,676	30,002
TOTAL	689,606	40,800	730,406

* Entregado en punto de control

Si se considera que la eficiencia de conducción media del río es de 91.65% y la eficiencia de conducción media de la red mayor es de 82.22%, entonces el volumen concesionado de gravedad a nivel presa es de

$$689,606 / (0.9165 \times 0.8222) = 915,161 \text{ Mm}^3$$

En el cuadro 3.6 se presentan los volúmenes totales utilizados, tanto de gravedad como de bombeo, durante los ciclos 1994-95 a 2003-04.

Al hacer el balance hídrico se considera la Norma Hidrológica Mexicana de Déficit, tomada del documento “Directrices generales para la preparación de estudios y proyectos con fines de Riego”, es aplicable para hacer simulaciones históricas de vasos de almacenamiento a demanda constante:

- i. La deficiencia máxima en un año no será mayor del 60% del volumen demandado.
- ii. En dos años consecutivos, la deficiencia acumulada no superará el 90% del volumen de demanda, con un máximo anual del 55%.
- iii. En tres años consecutivos, la deficiencia total no superará el 110% del volumen demandado anualmente, restringiendo la deficiencia anual máxima al 50% del volumen respectivo.
- iv. No se aceptan deficiencias por más de tres años consecutivos y, en promedio, uno de cuatro años.
- v. La suma de los porcentajes de deficiencias para el período de estudio no excederá del 5% en promedio anual.

Después de correr el programa, resultó un volumen sustentable de 774.4 millones de metros cúbicos por ciclo agrícola

Cuadro 3.6. Balance hídrico con y sin proyecto en el DR 038, Río Mayo, Son.

Escenario	Eficiencia media			Volumen (mill. de m ³)			Vol. unit. (mil. de m ³)
	Cond.	Aplic.	Global	Presa	Pozos	Total	
Vol. Actual	0.56	0.45	0.25	756.3	146.8	903.1	135.7
Vol. Conces.	0.56	0.45	0.25	915.2	137.0	1,052.1	135.7
Vol. c/proyecto	0.62	0.55	0.34	774.4	137.0	911.4	100.5
						Δ=140.8	

El volumen medio actual de pozo utilizado es de 146.8 millones de metros cúbicos, y el volumen de pozo con proyecto es el volumen concesionado para uso agrícola, que es de 137.0 millones de metros cúbicos. Los volúmenes unitarios actual y con proyecto se obtienen a partir la eficiencia global y de las necesidades hídricas brutas de un patrón de cultivos actual y otro proyectado. El valor de eficiencia de conducción global media actual se obtuvo como el producto de las eficiencias del río, de red mayor y de red menor. Los valores de eficiencias de conducción y aplicación global media con proyecto se estimaron a partir de estimaciones hechas por los Representantes Técnicos de las Asociaciones Civiles de Usuarios y de consultas bibliográficas.

Las superficies regadas con agua de presa y de pozos se obtienen al relacionar el volumen unitario con el volumen extraído correspondiente, obteniendo así la superficie total de riego para un ciclo agrícola (Cuadro 3.7), para los tres casos (actual, concesionado y con proyecto).

Cuadro 3.7. Superficie cultivada con y sin proyecto en el D.R 038, Río Mayo

Escenario	Superficie (ha)			Superficie 1eros. Cultivos, ha	Superficie excedente, ha
	Presa	Pozos	Total		
Volumen actual	55,739	10,817	66,556	63,228	33,723
Vol. concesionado	67,446	10,094	77,540	73,663	23,288
Vol. con proyecto	77,020	13,622	90,641	86,109	10,842

Si consideramos que la superficie del subciclo. Otoño-Invierno comprende el 95% de la superficie total, entonces resultan superficies sustentables de 63,228 y 86,109 ha para las condiciones actual y con proyecto, respectivamente. Lo anterior no implica que una vez establecido el proyecto de modernización se puedan cultivar 86,109 ha. Se trata solo de un ejercicio ilustrativo.

Si la superficie regable del distrito es de 96,951 ha, entonces se tiene un excedente de superficie con derecho de riego de 33,723 ha para la condición actual. Si se alcanzaran los niveles de eficiencia esperados con el proyecto de modernización, entonces la

necesidad de superficie con derecho de riego a desincorporar sería de 10,842 ha. Se hace entonces necesario buscar los mecanismos jurídicos para desincorporar padrones que hoy en día no se cultivan por estar ensalitrados, haber cambiado de uso de suelo, o estar en abandono. Una opción concreta para comenzar con la desincorporación de dichos padrones es el Programa de Adquisición de Derechos de Uso de Agua, denominado PADUA, el cual ya está siendo aplicado en el DR 038.

De manera general, el volumen de agua para las necesidades domésticas y urbanas oscila entre 20,000 y 25,000 Mm³ por ciclo agrícola. Es decir, se mantiene dentro de un rango que aparentemente no implica riesgo de conflicto con respecto al volumen total. Se observa que aun en periodos prolongados de sequía (desde el ciclo 1996-97), donde el volumen de bombeo aumenta considerablemente, el suministro de agua de uso urbano se mantiene en un nivel prácticamente constante.

3.4. Conceptos fundamentales

Nivel freático. Rara vez están los mantos acuíferos saturados hasta la superficie de la tierra; generalmente el agua llega sólo a cierto nivel. La parte superior de la zona saturada se llama nivel freático; por encima de él, las partículas de tierra no poseen más que una delgada película de agua y los poros están llenos de aire. La profundidad a la que se encuentra el nivel freático varía de acuerdo con la pluviosidad y otros factores, entre ellos el volumen de agua extraído por el hombre. El nivel freático de un manto se puede comprobar observando un pozo poco profundo: puede observarse por el brillo que emite la superficie del agua (CNA, 1994).

Nivel Estático. Elevación, con respecto al nivel del mar de la capa freática o de la superficie piezométrica cuando no está influenciada por bombeo u otras formas de extracción de agua subterránea (CNA, 1994).

Nivel Piezométrico. Cuando el nivel freático no se encuentra a la presión atmosférica, sino que la supera, se dice que el acuífero no es libre, sino cautivo o confinado; en este

caso, cuando realizamos un pozo o sondeo, el agua tiende a ascender traspasando el techo (semipermeable o impermeable) del acuífero. En estas únicas condiciones, el nivel freático pasa a denominarse entonces nivel piezométrico; el cual podría llegar hasta la superficie del terreno o incluso superarla, provocando excepcionalmente lo que se conoce como surgencia o pozo artesianos.

De este modo, la principal diferencia entre un nivel freático y otro piezométrico, es que, mientras el primero es "real" y prácticamente invariable (en función, principalmente, de la pequeña variación barométrica del lugar), el piezométrico es "virtual" y es función de la profundidad que alcancemos con la perforación o excavación de un pozo o sondeo; ascendiendo, en un sector de descarga (flujos subterráneos ascendentes); o descendiendo, en un sector de recarga (flujos subterráneos descendentes).

Clasificación de los Acuíferos. Según la estructura geológica de los materiales que conforman los acuíferos y las condiciones hidráulicas del agua que contienen pueden ser:

Acuíferos libres. En estos acuíferos existe una zona impermeable que sirve de base a una zona permeable saturada de agua. Más arriba, existe una franja permeable (Figura 3.5).

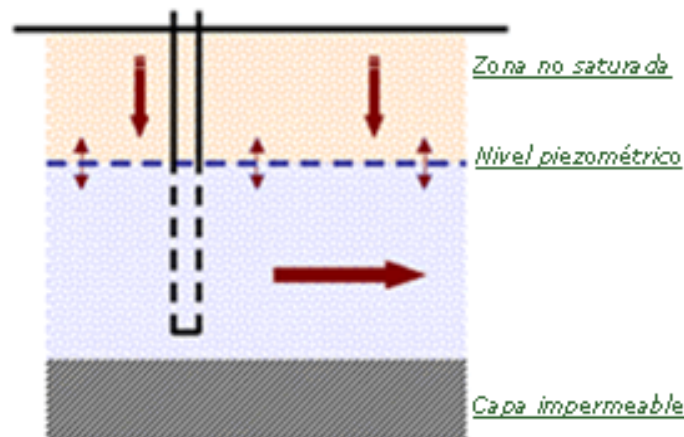


Figura 3.5. Acuíferos Libres

Acuíferos Confinados. En este caso, la roca permeable queda confinada por encima y por debajo en terrenos impermeables. Todo el espesor del acuífero está saturado de agua y la presión de agua en los poros o fisuras es mayor que la atmosférica (Figura 3.6).

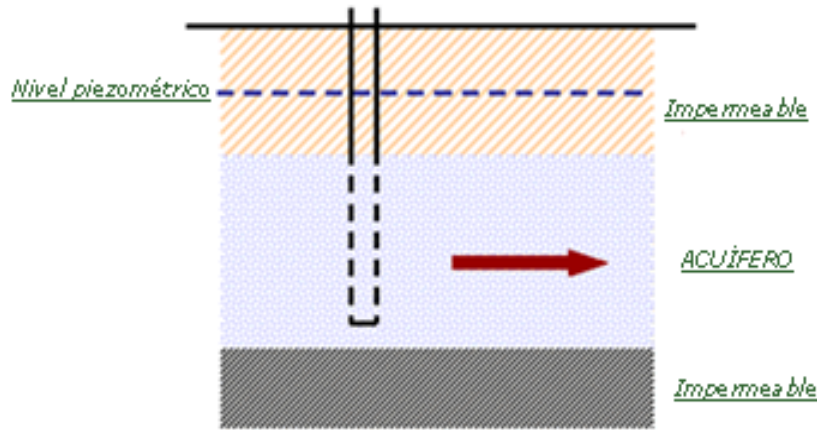


Figura 3.6. Acuíferos Confinados

Acuíferos Semiconfinados. En los acuíferos semiconfinados, una de las rocas encajantes no es totalmente impermeable y permite cierta transmisión de agua través de ella. (Figura 3.7).

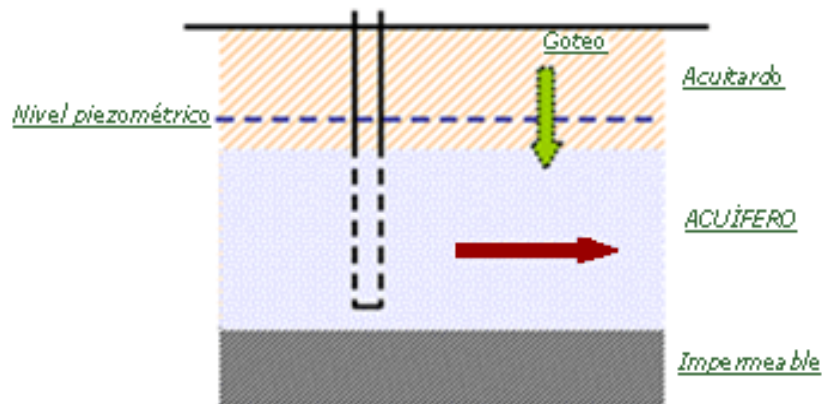


Figura. 3.7 Acuíferos Semiconfinados

Según sus características litológicas los acuíferos se clasifican en (CNA, 1994):

Detríticos. Se localizan en materiales geológicos cuyo origen está en relación con los procesos de erosión, arrastre y sedimentación. Poseen permeabilidad primaria por porosidad intergranular, que es función de factores como tamaño y homogeneidad del

grano, grado de compactación, presencia o ausencia de cementación, etc. En estos materiales la permeabilidad puede verse muy disminuida como consecuencia de la componente arcillosa, pero aún así, su interés como formación almacén puede ser muy importante.

Acuíferos en materiales volcánicos. Se trata de formaciones en las que el carácter predominante es el de su elevada permeabilidad.

Acuíferos en rocas ígneas y metamórficas. Se trata de acuíferos ubicados en materiales cuya permeabilidad primaria es muy reducida. Sin embargo, este carácter de acuíferos se ve modificado frecuentemente por la presencia de discontinuidades que aportan a las rocas una permeabilidad secundaria nada despreciable, y que da lugar a acuíferos heterogéneos, de pequeñas reservas y recursos, pero que pueden resolver problemas de abastecimiento de pequeños núcleos urbanos.

Acuíferos kársticos. Desarrollados fundamentalmente sobre rocas carbonatadas, aunque también pueden albergar las formaciones evaporíticas.

3.4.1. Parámetros hidrológicos y geológicos de los acuíferos

En esta sección se hace una breve descripción de los principales parámetros hidrológicos y geológicos de los acuíferos.

Porosidad total. Se define como:

$$M_t = \text{Volumen de agua drenada por gravedad} / \text{volumen total}$$

Puede expresarse en % o en tanto por 1 (en cualquier caso es adimensional). Es decir que 28% es equivalente a 0.28, pero dejando claro como se está expresando, porque también puede existir una porosidad extremadamente baja del 0.28 %.

Porosidad eficaz. Se expresa en términos de las siguientes variables:

$$M_e = \text{volumen de agua drenada por gravedad} / \text{volumen total}$$

El numerador de esta expresión representa el volumen de los poros que se ha vaciado. Se expresa igual que la porosidad total (% o en tanto por 1). La retención específica es la diferencia entre los dos parámetros anteriores.

Porosidad intergranular y por fisuración. Al hablar de porosidad, intuitivamente se piensa en los poros de un material detrítico, como arenas. Pero las rocas compactas también pueden tener cierta proporción de agua en su interior en sus fisuras. Normalmente, estas fisuras son fracturas producidas por esfuerzos tectónicos, pero pueden deberse a otras causas: enfriamiento (rocas volcánicas), planos de descompresión o discontinuidades sedimentarias, etc. tras su formación, estas fisuras pueden ser ocluidas por los minerales arcillosos resultantes de la alteración, o por el contrario la disolución hace aumentar la abertura, a veces hasta formar altos conductos (especialmente en calizas).

También se habla de porosidad primaria y secundaria. Se denomina porosidad primaria a la que resulta al originarse la formación geológica; porosidad secundaria será cualquier abertura que se produzca posteriormente.

Permeabilidad. Es un concepto común y se refiere a la facilidad que un cuerpo ofrece a ser atravesado por un fluido, en este caso el agua. En Hidrogeología, la permeabilidad (o mejor: *conductividad hidráulica, K*) es un concepto más preciso. Es la constante de proporcionalidad lineal entre el caudal y el gradiente hidráulico.

Transmisividad. Es un parámetro que indica en una formación geológica la facilidad del agua para circular horizontalmente que resulta de una combinación entre la conductividad hidráulica y el espesor.

Coefficiente de almacenamiento. El volumen de agua que proporciona un acuífero libre se puede calcular mediante la porosidad eficaz. Pero este parámetro no sirve en caso de los acuíferos confinados: cuando proporcionan agua, todos sus poros continúan saturados, solo disminuye la presión, de modo que el dato de la porosidad eficaz no indica nada. Es

necesario un parámetro que indique el agua liberada al disminuir la presión en el acuífero, el coeficiente de almacenamiento (S).

Las propiedades hidrogeológicas de cualquier roca o formación geológica está definida por los factores: El coeficiente almacenamiento que se refiere a su capacidad de almacenar, agua y ceder la porosidad eficaz. Su cualidad de transmisión, de permitir que el agua circule a través de ella (permeabilidad, transmisividad).

3.4.2. Métodos para monitorear el Nivel Estático

En la actualidad hay métodos muy eficientes para conocer el abatimiento que se produce durante el bombeo, tales como, el uso de sensores y el uso de sondas. En este proyecto solo se usó el método de sondas para la medición del nivel estático, por esta razón solo se hace una descripción breve de este método. En el manual de la CNA guía para la evaluación de la eficiencia en equipos electromecánicos en operación de pozos profundos describe este método (CNA, 1994).

Sonda eléctrica. Dispositivo que consiste de dos alambres (cable) con forro de goma o plástico; una batería, generalmente de 9 voltios y un amperímetro. El circuito se forma por: la batería, el amperímetro, el alambre que baja al pozo y el alambre que sube del pozo; estos dos alambres conectados a la batería junto con el amperímetro cierran el circuito. Las dos puntas que no están conectadas deben estar desnudas y separadas con cinta aislante para que estas no hagan contacto entre sí. Para que estas puntas al ser introducidas en el pozo conserven una posición recta, es necesario amarrar en su extremo un contrapeso (clavo, tornillo o fierro plano). El circuito se cierra cuando estas dos puntas hacen contacto con el agua, de ahí que el largo del cable desde su extremo inferior hasta el centro de la descarga será la profundidad del espejo del agua.

Sonda neumática. Este instrumento de medición está compuesto por: un manómetro, una bomba de aire (similar a las usadas para las llantas de bicicleta o automóvil) así mismo la cantidad necesaria de tubo galvanizado comúnmente de 6.35 mm. (1/4") de diámetro.

El tubo galvanizado debe estar colocado en el pozo preferentemente adherido con abrazaderas a la columna y su largo debe ser por los menos el mismo de la columna más el cuerpo de tazones. para tener una medición fiable es necesario conocer la medida exacta del tubo desde su extremo inferior hasta algún punto fijo del cabezal de descarga, además de que la punta inferior del tubo no debe de estar a 22m de la profundidad del pozo o cerca del colador, ya que las mediciones pueden verse afectadas por la turbulencia del agua. Al extremo superior del tubo se conecta el manómetro y la bomba de aire. Estas conexiones deben quedar absolutamente herméticas para evitar fugas de aire.

3.5. Acuífero del Valle del Mayo

3.5.1. Geología

En la región afloran unidades que representan un lapso que comprende desde el Mesozoico que es el período geológico más antiguo en la región, al Reciente. Las unidades más antiguas se componen de areniscas con intercalaciones de lutitas y calizas, además de una secuencia metamórfica compuesta por filitas, pizarras, cuarcita y calizas recristalizadas; éstas subyacen en discordancia a las unidades calcáreas y detríticas cretácicas, así como a riolitas y tobas félsicas, areniscas y conglomerados del Terciario. Esta unidad se localiza al norte de la ciudad de Navojoa. El Cretácico está representado por rocas ígneas extrusivas, intrusivas y sedimentarias. Las rocas ígneas intrusivas son: granodioritas y granitos, que se encuentran muy fracturadas, con intemperismo profundo, están ampliamente distribuidas en el área; ambas subyacen a rocas volcánicas y sedimentarias del Terciario y Cuaternario. Las rocas ígneas extrusivas están representadas por andesitas con fracturamiento moderado a intenso, subyacen a rocas volcánicas y depósitos clásticos del Terciario, en pequeños afloramientos de la porción noroeste del área (Canales et al., 2005).

Las sedimentarias son yeso, lutita-arenisca, calizas, areniscas y conglomerados; el yeso se localiza en los alrededores del poblado Taymuco; la alternancia de lutita-arenisca aflora en la porción suroeste; las calizas con intercalaciones de lutita en capas laminares

se localizan en los alrededores de la presa Adolfo Ruiz Cortínes y en la porción Este. El Terciario está caracterizado por rocas ígneas extrusivas, así como volcans sedimentarias.

Las primeras integran una secuencia de riolitas, ignimbritas tobas félsicas, toba brechoide, brecha volcánica máfica y basaltos. El fracturamiento es moderado y se localizan en la parte este del valle. Las rocas sedimentarias están representadas por una secuencia de areniscaconglomerado y conglomerados, proviene de antiguos abanicos aluviales. Estos depósitos sedimentarios afloran en el centro oeste y noreste del valle. Del Cuaternario son los basaltos, conglomerados y suelos: Los suelos son aluvial, lacustre y eólico. El primero está formado por depósitos no consolidados de grava, arena y arcilla; el lacustre por depósitos de arcilla, limo, arena fina, formados en las zonas de inundación del estero Tobarí y el eólico está constituido por arena, forma dunas y están expuestas en el suroeste.

3.5.2. Geología subterránea

La S.A.R.H. llevó a cabo un estudio geohidrológico en el Valle del río Mayo, a través de la compañía PLANIMEX, Ingenieros Consultores, S. A (PLANIMEX-S.R.H, 1978). Como parte de este estudio, se realizaron sondeos geofísicos en la zona. De esto se desprende lo siguiente: El subsuelo del plano del delta está formado por sedimentos no consolidados de varios tamaños de grano (grava, arena, limo y arcilla), y por basaltos interestratificados. Se encuentran cambios rápidos verticales y horizontales en la textura. La distribución del material aluvial de granos más gruesos y más finos no es completamente irregular. Las concentraciones de sedimentos con un predominio de fracciones más gruesas o más finas, pueden discernirse de ciertos rangos de profundidad en diversas zonas.

Las capas basálticas se encuentran en varios de los pozos profundos a diferentes profundidades, abajo debajo de En algunos de los pozos fueron perforadas varias unidades basálticas de diversos espesores. Los estratos encontrados son depósitos clásticos de todos los tipos que ocurren en el área. Dentro de las diversas unidades

basálticas, se encontraron intercalaciones de arcilla de diferentes colores y espesores. Las rocas basálticas muestran diferentes etapas de intemperización.

Los pozos profundos perforados muestran que el basalto no debe considerarse como la base sólida del relleno clástico del vaso, sino como una interestratificación dentro de la secuencia de los depósitos clásticos. Los basaltos encontrados en las diversas perforaciones son del mismo carácter petrográfico, conteniendo todos ellos un elevado porcentaje de zeolitas.

3.5.2.1. Hidrogeología

El vaso del Río Mayo cubre una región que está situada entre los márgenes occidentales de la Sierra Madre Occidental y la costa oriental del Golfo de California. La región se puede dividir en tres provincias geomorfológicas diferentes, la provincia de la Sierra Madre Occidental, la provincia del Pie de la Sierra y la provincia del Plano Costero Sur.

La CONAGUA (2002) concluyó que el acuífero principal, y el único de interés práctico, es el contenido en el relleno aluvial del plano del delta. Las propiedades acuíferas varían de acuerdo con el origen y el medio del depósito de sedimentos. En esas áreas del delta, donde se verifica la mayor explotación de agua subterránea, se alcanzó el relleno aluvial con las perforaciones más profundas (450 m).

En una actualización del estudio geohídrológico del Valle del Mayo se concluye que, dadas las características geológicas del subsuelo y el comportamiento de la variación de la carga hidráulica en el tiempo en pozos de bombeo u observación que se utilizaron durante diversas pruebas de bombeo, es factible establecer conceptualmente que el medio hidrogeológico del área de estudio corresponde a un sistema granular y fracturado de comportamiento hidráulicamente libre, y características heterogéneas y anisótropas bien definidas.

La profundidad a la que se encuentra el nivel freático de este sistema-acuífero varía de 5 a 30 m, mientras que su espesor saturado es del orden de los 100 a 140 m de agua no-salina. Este acuífero esta oficialmente designado como “SON-42-VALLE DEL MAYO”

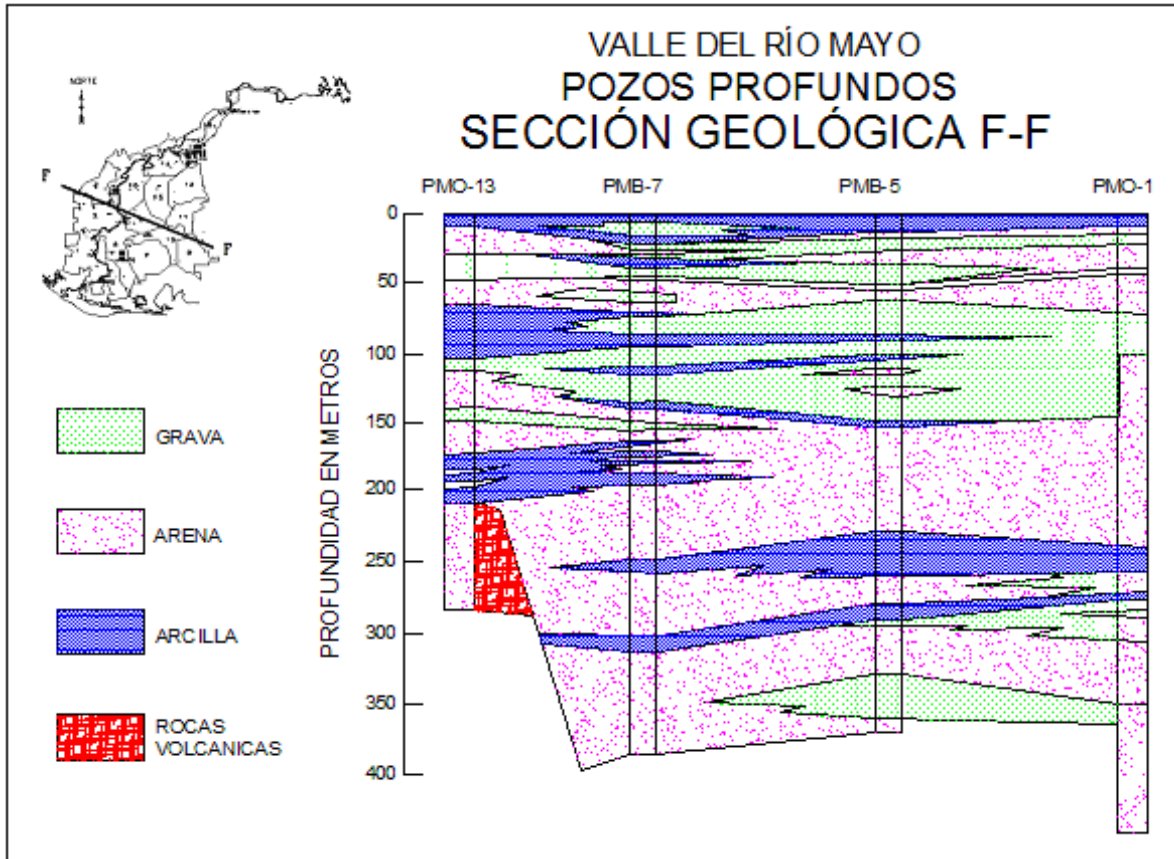


Figura 3.8 Estratificación de sedimentos no consolidados y basaltos interestratificado en el delta del Río Mayo

3.5.2.2. Tipo de acuífero

El acuífero de esta zona es del tipo Libre, está contenido en materiales aluviales del Reciente y en Basaltos interestratificados. Los sedimentos aluviales están constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas, con bruscos cambios texturales en sentido vertical como horizontalmente, como es de esperarse en un medio de depositación deltaico. Cerca de la línea costera se encuentran sedimentos evaporíticos depositados en antiguas lagunas cerradas y pantanos; cabe hacer mención que el relleno aluvial ha sido reconocido a profundidades mayores de 400m.

3.5.2.3. Parámetros hidráulicos

Las pruebas de bombeo permiten determinar las propiedades hidráulicas de un acuífero: transmisividad, coeficiente de almacenamiento, gasto específico, etc. Mediante estas pruebas, puede observarse que la transmisividad se incrementa en dirección de sur a norte. Esto está de acuerdo con la geología subsuperficial del área.

En el norte el aluvión del río contiene gran cantidad de material grueso y por tanto, la transmisividad es relativamente grande, $0.05 \text{ m}^2/\text{s}$ aunque los depósitos pueden ser poco profundos. Hacia la costa, la transmisividad alcanza valores de $0.002 \text{ m}^2/\text{s}$. En el sur los depósitos son de carácter deltáico y contienen solo una pequeña cantidad de material grueso permeable.

Hacia los límites impermeables en la parte oriente del área la transmisividad decrece rápidamente, debido en general al decrecimiento de la conductividad hidráulica. En la margen noroeste aparecen también valores bajos de transmisividad. Dentro del área se encuentran algunas pocas zonas restringidas, de alta transmisividad. En particular aparecen al sur de la presa derivadora de Tesia. Los valores de transmisividad dentro del área de balance de aguas subterráneas, varían entre un mínimo de $0.004 \text{ m}^2/\text{s}$ cerca de los límites impermeables al oriente, y un máximo de $0.013 \text{ m}^2/\text{s}$ cerca del río, en la parte norte del área.

El decrecimiento de la transmisividad hacia el sur del área, significa que se incrementa la resistencia al flujo de las aguas subterráneas. Este incremento en la resistencia a menudo conduce a gradientes más altos.

El coeficiente de almacenamiento se ubica entre 0.006 y 0.128. (Cuando PLANIMEX y S.R.H realiza el balance del agua subterránea, usa un valor de 0.12 para el coeficiente de almacenamiento). Respecto a la capacidad específica, su configuración mantiene una estrecha relación con la de la transmisividad. El gasto específico es mayor en la cercanía del cauce del río Mayo (hasta 20 lt/S.), y disminuye hacia la costa.

En el cuadro 3.8 se presentan los aprovechamientos de aguas subterráneas con sus coordenadas geográficas UTM, que se utilizaron como pozos de bombeo y observación durante la ejecución de los 25 ensayos de bombeo. Por medio de la interpretación de estas pruebas de bombeo es posible estimar los parámetros hidráulicos (transmisividad y el coeficiente de almacenamiento) del material geológico que compone el acuífero de interés.

Cuadro 3.8. Localización y parámetros hidráulicos que componen el material geológico de los pozos utilizados para pruebas de bombeo

Pozo	X	Y	T (m ² /día)	K (m/día)
IMTA493	649516	2989692	288.576	3.318
IMTA 112	650491	2990728	863.136	9.936
IMTA 23	643713	2989328	2073.600	23.069
IMTA 507 BIS	633342	2980587	889.920	10.109
IMTA 25	642898	2990961	136.512	1.572
IMTA 521	634696	2978615	752.544	8.398
IMTA 6	652764	3000243	63.936	2.074
IMTA 24	643866	2989774	1123.200	9.936
IMTA 526 BIS	629285	2975514	295.488	3.750
IMTA 516	633178	2978672	827.712	7.163
IMTA 490	652388	2974269	73.526	0.409
IMTA 506	655854	2970345	49.075	0.220
IMTA 545	658764	3004524	907.200	13.133

IMTA 501	631954	2984726	318.816	3.542
IMTA 218	657954	2999175	435.456	14.515
IMTA 32	639062	2988216	278.208	4.277
IMTA 530	640633	2993476	74.995	0.500
IMTA 157	632359	2981274	544.320	7.776
IMTA 167	631285	2976291	808.704	11.578
IMTA 156	633167	2981636	984.960	16.330
IMTA 509	656003	3002735	4008.960	40.090
IMTA 526 BIS	662281	3006297	271.296	2.298
IMTA 386	633602	2987384	108.864	1.814
IMTA 9	631404	2992763	1270.080	31.795
IMTA 40	639102	2984456	2229.120	39.139

En el cuadro anterior se representa la transmisividad, que es una propiedad hidráulica de los acuíferos que define su capacidad total para permitir el flujo de agua a través del mismo (L^2/T), es decir, a mayor transmisividad, menor será la resistencia al flujo de agua; K es la conductividad hidráulica, la cual se define como la facilidad (o dificultad) con la que un líquido fluye a través de un medio poroso específico en respuesta a una diferencia de potencial (L/T). La distribución de frecuencia de ambas propiedades se observa en las Figuras (3.9).

Dadas las características geológicas del subsuelo y al comportamiento de la variación de la carga hidráulica en el tiempo en pozos de bombeo y observación que se utilizaron durante las pruebas de bombeo (datos no mostrados en el presente estudio), es factible establecer conceptualmente que el medio hidrogeológico del área de estudio corresponde hidráulicamente a un sistema-acuífero de tipo libre.

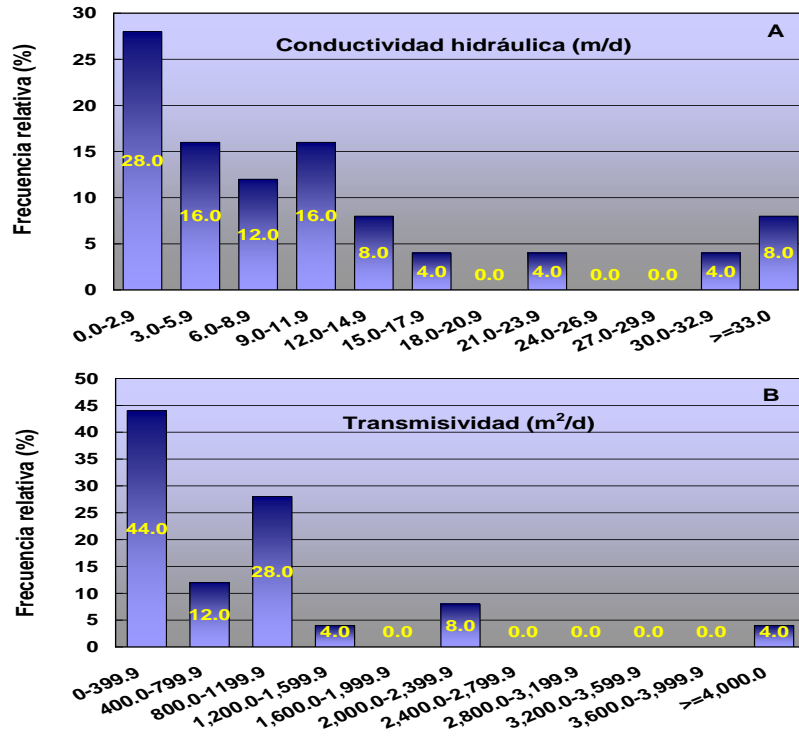


Figura 3.9. Frecuencia relativa de la conductividad hidráulica (A) y la transmisividad (B), del acuífero del Valle del Mayo

En lo referente a la transmisividad, los valores resultantes son del orden de 500-1000 m²/d (método de Neuman), a 1000-5000 m²/d (método de Rushton), en la mayor parte del DR 038, teniendo sus mayores magnitudes hacia el centro del mismo (entre Navojoa y Huatabampo) y las menores hacia las porciones limítrofes oriental y occidental. Asimismo, se tienen un valor máximo para la zona NE del Distrito, entre el tramo Navojoa-presa derivadora (Tesia).

La conductividad hidráulica presenta contrastes que van de 5 a 25 m/d (método de Neuman), hasta 20-100 m/d (método de Rushton). Las mayores magnitudes obtenidas corresponden a la zona centro del distrito de riego (entre Navojoa y Huatabampo) y en algunos puntos al noroccidente y NE del Distrito de Riego. Por otra parte, las menores magnitudes se presentan al oriente de Etchojoa y Huatabampo. Existen dos fuentes de recarga del acuífero, la recarga lateral y la recarga vertical. La primera proviene de las estribaciones de las sierras aledañas, a través de fallas, fracturas y diaclasas o en el

contacto con los abanicos y llanuras, siendo la principal zona para que existan volúmenes importantes de recarga lateral hacia el subsuelo de este valle.

La recarga vertical (retornos de riego) se refiere al volumen de agua total que retorna al sistema acuífero por excedencias de agua en la aplicación de las láminas de riego a los diferentes cultivos de la zona. Por otro lado, las salidas o descargas naturales del acuífero se dan por tres procesos principales, evapotranspiración, descarga natural hacia la costa y extracción por pozos. La evapotranspiración es la cantidad de agua que efectivamente evapora y transpira por medio de la cubierta vegetal y sistemas de conducción del agua de riego.

La descarga natural de aguas subterráneas hacia la zona más próxima al mar es la misma red de flujo que aquella recarga lateral proveniente de las serranías. Finalmente, la extracción de agua mediante pozos es un fenómeno que va en incremento. El volumen total extraído por bombeo se estimó en 166.7 Mm³/año, de los cuales 19.93 Mm³/año son para uso público-urbano y 146.77 Mm³/año para uso agrícola).

3.5.2.4. Piezometría

El nivel estático varía de 5 m en la porción sur hasta 60 m al noroeste de la ciudad de Navojoa. Esta posición del nivel estático prácticamente se ha mantenido desde que se inició la explotación del acuífero a finales de la década de los años 40's. La evolución del nivel estático 1997-1998 indica abatimientos que van de 0.5 m hasta cercano a los 6.0 m. observándose los máximos al norte del poblado de Bacobampo y en la porción norte del Distrito de Riego 038- Río Mayo. También se observan pequeñas recuperaciones de 2.5 m en los alrededores de los poblados de Tres Cruces y Las Guayabas.

3.5.3. Inventario y localización de pozos en el acuífero del valle del mayo

En la figura 3.10, se muestra la distribución y ubicación geográfica del total de la batería de pozos existentes en el Distrito de Riego. El anexo A1 Cuadro A1.1, contiene el

inventario de los pozos presentes en la figura anterior, el cual detalla el número de pozo, nombre del concesionario, ubicación geográfica en UTM, predios, volumen concesionado, módulo de riego, y el registro de los niveles estáticos anuales para el periodo 1999-2011.

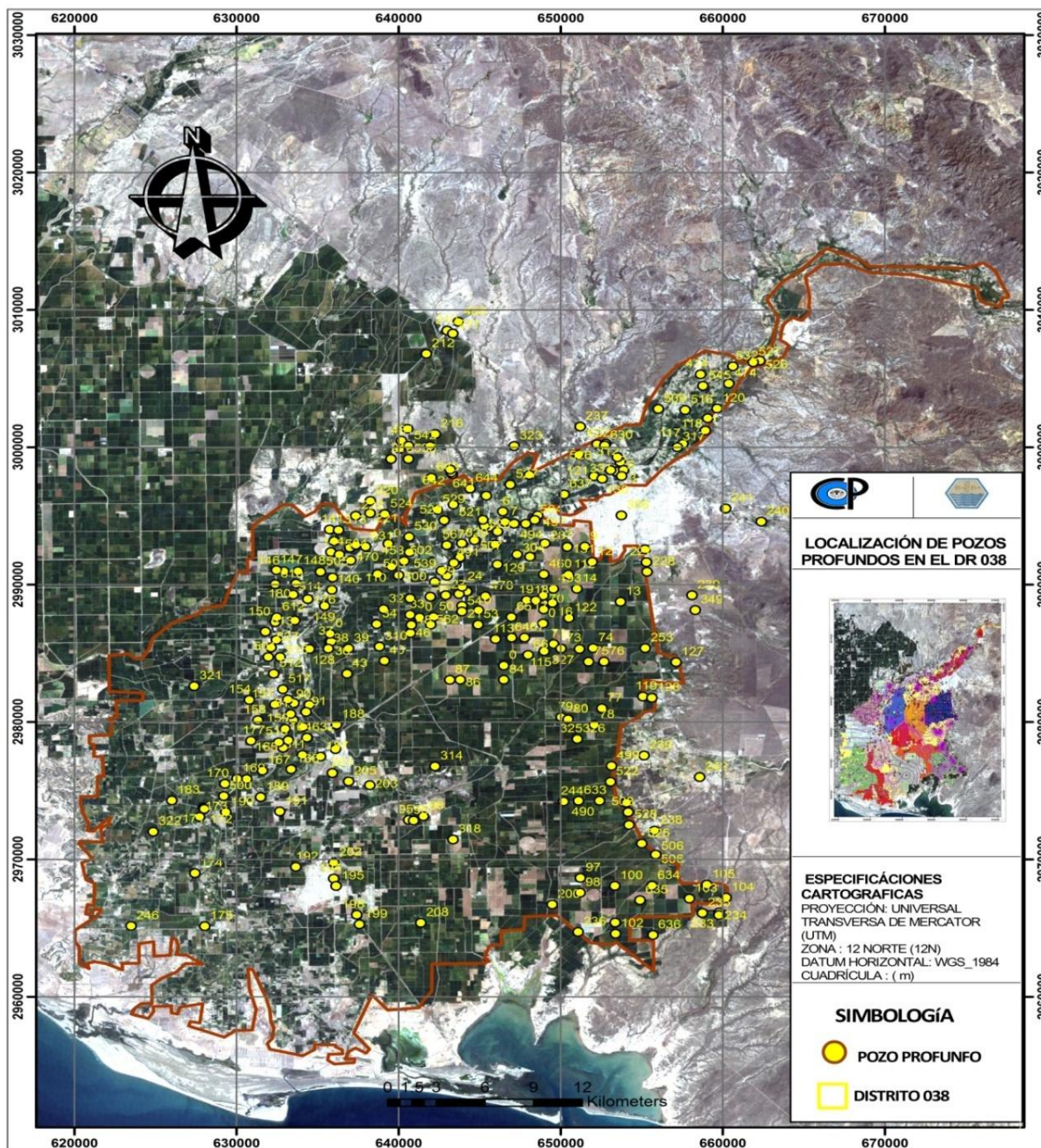


Fig.3.10. Localización de pozos profundos en el Distrito de Riego 038 Río Mayo

3.5.4. Monitoreo del Nivel Estático

La Comisión Nacional del Agua a través del distrito de riego 038 y la Dirección Técnica, en acuerdo con las Asociaciones de Usuarios del Distrito de Riego 038, convocaron a un “paro de bombeo” que consiste en suspender por un periodo de tiempo establecido, la operación de los aprovechamientos subterráneos (pozos y norias) con el fin de permitir que el nivel de agua del acuífero alcance el estado de reposo para realizar la medición del nivel estático por medio de sondas eléctricas.

Estas mediciones se compararan con los registros de ciclos anteriores realizados con las mismas condiciones de reposo del acuífero y así determinar la evolución de los niveles estáticos, es decir, conocer donde se dieron abatimientos y recuperaciones. Se requiere por lo menos que los pozos permanezcan apagados 48 horas antes de la medición para permitir la recuperación del nivel regional del acuífero.

La información recabada durante los registros del nivel estático tiene varias aplicaciones:

1. Monitoreo del acuífero para registrar cambios en la condición geohidrológica que puedan afectar el entorno superficial y subterráneo.
2. Establecer criterios para el manejo adecuado de la explotación del agua subterránea en beneficio de la actividad agrícola, el abastecimiento de agua para consumo humano y la preservación de ecosistemas que dependen del agua de un acuífero.
3. Contar con datos que sirven para conocer las recargas y descargas de agua subterránea en la unidad acuífera, información vital para establecer la disponibilidad de volumen en un acuífero.
4. Información útil para el análisis de solicitudes de relocalización de volumen de agua subterránea concesionada.

Es muy importante la instalación de equipamiento en del pozo que ayude a realizar la medición, tal como, instalación de manguera o tubo entre el ademe y la columna de succión y contar con una base de motor con orificios de entrada para la sonda eléctrica.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

Para la caracterización espacial y temporal del comportamiento del agua subterránea en el acuífero se emplearon los siguientes materiales

4.1.1. Base de datos de la profundidad y elevación del nivel estático en los pozos del Distrito 038

La Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Noroeste de la CONAGUA, es el área responsable de realizar los trabajos para monitorear el nivel estático en los pozos profundos del distrito de riego 038, de acuerdo a registros que se encuentran en los archivos de esta institución; se elaboró una base de datos con el registro histórico del nivel estático respecto a la elevación del brocal para el periodo 1997-2011 para 89 pozos presentes en el acuífero. La profundidad se obtuvo restando a la altura del brocal la elevación del nivel estático. La base de datos tiene un registro de 280 pozos, sin embargo no todos los pozos contaron con registro completo en el periodo, debido a que no fue posible en algunos casos efectuar las mediciones por no reunir las condiciones necesarias para efectuar el procedimiento como es el caso para los años 2002 y 2009; que no se tiene registro al respecto.

4.1.2. Sistema de Información geográfica del D.R. 038, Río Mayo

Se empleó el sistema de información geográfica del Distrito de Riego 038, Río Mayo. Este sistema incluye varias capas de información que caracterizan la superficie del

Distrito de Riego, para este estudio se utilizaron las capas Shapes de la superficie del distrito, localidades, módulos de riego, red de canales, red de drenes, tipos de suelo y usos de suelo y vegetación. Este sistema fue adaptado para la proyección manejada en el proyecto.

4.1.3. Fotografía Satelital

Para este estudio se empleó una imagen satelital Landsat sin interferencias de nubosidad, con fecha del mes de Marzo del año 2011. La ruta path 34 y row 42 de este satélite cubre 120 km² y abarca toda el área del acuífero. Estas imágenes se pueden obtener de manera gratuita en el visualizador Glovis creado por la USGS (Figura 4.1), en la siguiente dirección <http://glovis.usgs.gov/>.

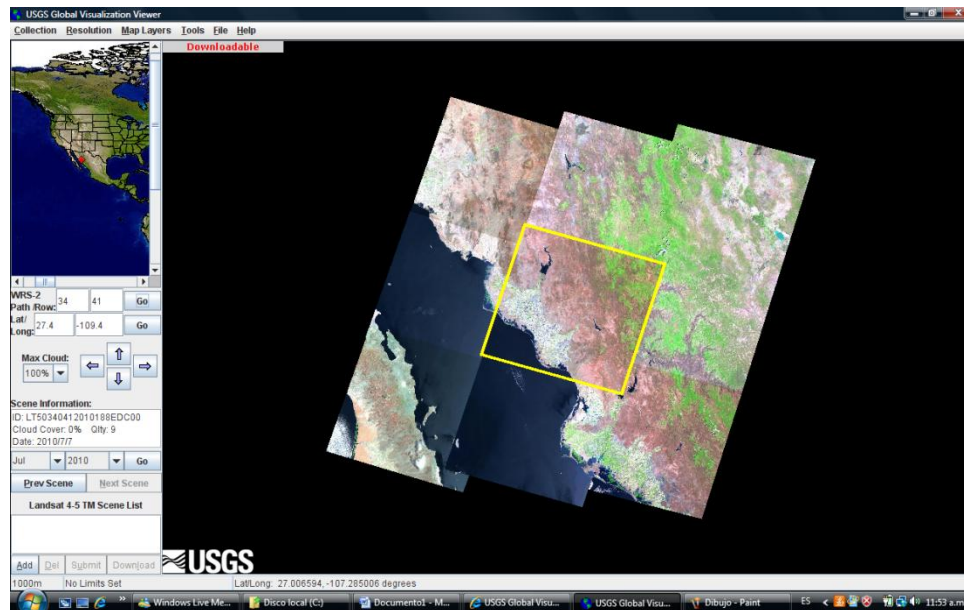


Figura 4.1. Imagen del visualizador Glovis creado por la USGS.

Antes de usar esta fotografía para el estudio fue necesario georreferenciarla y corregir la imagen atmosféricamente y radiométricamente. Para la georreferenciación se empleó el método del punto más cercano con puntos de control obtenidos con un GPS y se utilizó la proyección UTM, con un datum WGS84 y elipsoide WGS84. La zona UTM de que abarca el área de estudio corresponde a la zona 12 N.

Para la corrección radiométrica y atmosférica se transformaron los datos digitales de la imagen a radianzas espectrales ($w.m^{-2}.sr^{-1}.um^{-1}$), la cual fue efectuada efectuando una fórmula de interpolación lineal, la cual fue efectuado con los metadatos de la imagen y con el método descrito por Chávez (Song et al., 2001).

4.1.4. Software

Para el procesamiento de datos y la obtención de los resultados, se utilizaron los siguientes programas de cómputo:

- **Microsoft Office 2007**

- ✓ Excel, hoja de cálculo que se utilizó para realizar el manejo estadístico de la información piomezométrica.
- ✓ Word, procesador de textos utilizado para la edición del documento.

- **ArcGIS Spatial Analyst**

Los puntos de muestreo pueden ser regularmente esparcidos o aleatoriamente seleccionados o estar basados en un esquema de muestreo. ArcGIS Spatial Analyst cuenta con varios métodos de interpolación inverse distance weighted (IDW), kriging, spline interpolation, trend y natural neighbor. Los cuales pueden ser utilizados para estimar la elevación, precipitación, temperatura, dispersión química, u otro fenómeno continuo.

- **Arcview 3.2**

Se utilizó para el manejo del sistema de información geográfica: cambio de proyecciones, algebra de mapas, entre otras cosas. ArcView es una herramienta desarrollada por la empresa estadounidense ESRI. Con ella se pueden representar

datos georreferenciados, analizar las características y patrones de distribución de esos datos y generar informes con los resultados de dichos análisis.

- **Idrisi**

Una vez que se obtuvieron las capas de profundidad y elevación del nivel estático, se importaron a IDRISI para hacer una clasificación de las áreas que abarcaban los contornos y con el modulo GIS analisis fue posible calcular la superficie de cada clasificación.

4.1.5. Equipo

Equipo de cómputo. Para el desarrollo de este trabajo se utilizó una computadora personal Gateway, con las siguientes características técnicas:

- ✓ Sistema:
 - Microsoft Windows 7 32 bits
 - Profesional
 - Versión 2009
 - Service Pack 1
- ✓ Equipo:
 - Intel(R) Pentium Dual Core M CPU
 - B950 @ 2.1 GHz
 - 4 GB de RAM.

4.2. Métodos

En esta parte se describe la metodología de análisis y presentación de la evolución de los Niveles estáticos y profundidad de los Pozos profundos ubicados en el acuífero del Valle del Mayo.

4.2.1. Obtención y manejo de la información.

Para este estudio se utilizó la información Niveles Estáticos (NE), de los monitoreos anuales que realiza la Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Noroeste de la CONAGUA (Cuadro A1.1, Anexo A).

4.2.1.1. Información básica

La información geohidrológica básica utilizada en este trabajo fue la que se obtuvo en los monitoreos periódicos de lecturas de los niveles estáticos de los pozos profundos, que realiza la CONAGUA, Como se observa en dicho cuadro, se tiene un registro de 280 pozos profundos, muchos de los cuales no tienen los registros completos de todos los monitoreos efectuados entre 1997 y 2011; asimismo, no se tuvo información de monitoreo de los años 2002 y 2009.

Para fines de este estudio era necesario trabajar con los registros más completos, de esta forma, se calculó un tamaño de muestra para saber la presión y exactitud con la que se obtendrían los resultados al trabajar con una muestra. Se consideró la fórmula de varianza máxima (5.1) de Vivanco (2005). Esta fórmula es útil para casos en los que no se han realizado estudios similares y la variación del fenómeno no es conocida:

$$n = (N Z_{\alpha/2}^2 (0.25)) / ((N d^2) + (Z_{\alpha/2}^2 (0.25))) \quad (4.1)$$

Donde n = Tamaño de muestra; N = tamaño de la población, $Z_{\alpha/2}$ = Confiabilidad (Valor de z distribución normal); d = precisión. Se considero un valor de $N=280$ pozos, para $Z_{\alpha/2}$ se uso un valor de 1.96 confiabilidad del 95% y para la precisión un valor de 0.1 (presión del 10%). El tamaño de la muestra calculado fue de $71.5 \approx 72$.

Es importante notar que en este estudio se utilizaron los registros de 89 pozos, por lo que las determinaciones estadísticas son más precisas por emplear un tamaño de muestra mayor al calculado. En la figura 4.2 se presenta la distribución y localización de los

pozos seleccionados en el área del acuífero. El listado de los pozos seleccionados se encuentra en el cuadro A1.2 del anexo A. Este cuadro contiene la siguiente información, por columnas, para los 89 pozos seleccionados:

Identificación de los Pozos Profundos de bombeo:

Columnas

1. No. Número secuencial del pozo en el registro.
2. No de registro en el Distrito de Riego.
3. No. De registro en la CONAGUA.
4. Nombre del propietario.

Georeferenciación de cada pozo en UTM's y msnm.

5. Sentido de las Xs, Longitud.
6. Sentido de las Ys, Latitud.
7. Elevación o altitud del brocal.

Niveles estáticos registrados.

8. Del Año de 1997
-
22. Al Año de 1997

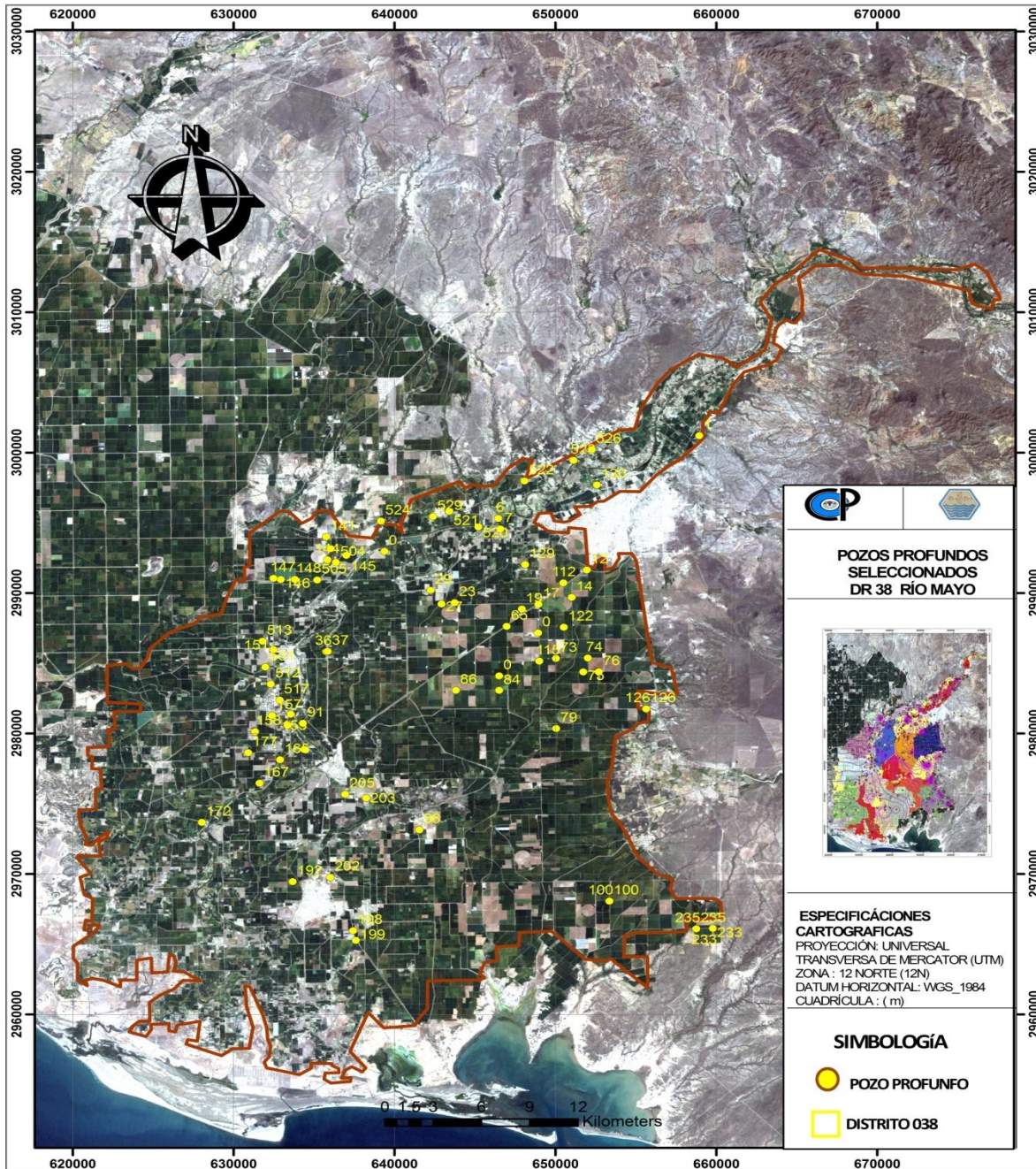


Figura 4.2. Distribución y localización de los pozos seleccionados en el área del acuífero

4.2.1.2. Manejo de la información.

Para el manejo de la información de los niveles estáticos se adoptó la nomenclatura siguiente:

$$NB_i \quad (4.2)$$

$$NE_{ik} \quad (4.3)$$

En las que:

NB_i = Nivel del brocal del pozo i, msnm,

NE_{ik} = Nivel Estático registrado en el pozo i en el año k, msnm

PNE_{ik} = Nivel Estático registrado en el pozo i en el año k, msnm,

I = Índice del numero secuencial del Pozo i, (1,2,3, ..., 89),

k = Índice del año de monitoreo de los niveles estáticos, (k = 1 para 1997, 2 para 1998, 3 para 1999, ..., 15 para 2011, exceptuando 2002 y 2009).

4.2.1.3. Parámetros estadísticos del nivel estático en pozos

Se calcularon los parámetros estadísticos descriptivos usuales de los Niveles Estáticos (No. de datos, media, mediana, desviación estándar, valor máximo y valor mínimo, para cada pozo i para todos los pozos por año de monitoreo k.

A. **Por monitoreo k.** Para observar la variación de los Niveles Estáticos del acuífero dentro del área del Distrito de Riego, se calcularon los parámetros estadísticos de dichos Niveles por cada año de monitoreo k, utilizando la nomenclatura, 4.4. a 4.10, de los 89 pozos seleccionados considerando:

Número de pozos	No_k	(4.4)
-----------------	--------	-------

Media:	$Media_k$	(4.5)
--------	-----------	-------

Mediana:	$Mediana_k$	(4.6)
----------	-------------	-------

Desviación Estándar:	$Desvest_k$	(4.7)
----------------------	-------------	-------

Valor Máximo:	Max_k	(4.8)
---------------	---------	-------

Valor Mínimo:	Min_k	(4.9)
---------------	---------	-------

Coefficiente de Variación:	CV_k	(4.10)
----------------------------	--------	--------

Estos parámetros de presentan en el cuadro 4.1 y la Figura 4.3

Cuadro 4.1. Parámetros estadísticos del nivele estático histórico de los pozos profundos para el periodo de 1997 a 2011

PARAMETRO	MONITOREOS REALIZADOS															
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ESTADISTICO	ELEVACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	BROCAL	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Msnm																
NO DE POZOS	89	86	76	89	86	86		73	84	89	88	83	86		80	76
MEDIA	22.56	15.68	15.94	13.94	13.05	14.64		12.46	12.52	13.61	13.54	13.60	14.85		15.87	15.20
MEDIANA	21.76	16.01	17.07	12.72	11.89	14.91		12.07	11.86	12.82	13.12	13.32	14.30		15.07	15.18
DESVEST	38.59	40.51	34.35	43.69	42.46	41.12		35.07	41.46	43.76	43.11	40.15	41.24		37.26	35.11
MAX	39.91	34.05	35.89	32.54	33.86	34.91		33.01	33.53	34.02	34.74	33.11	35.95		35.45	33.23
MIN	7.22	3.35	3.58	0.98	2.66	2.39		0.51	0.2	2.58	2.55	0.42	3.42		3.39	2.79
CV	171.04	258.30	215.48	313.37	325.37	280.91		281.36	331.07	321.62	318.34	295.21	277.70		234.76	230.98

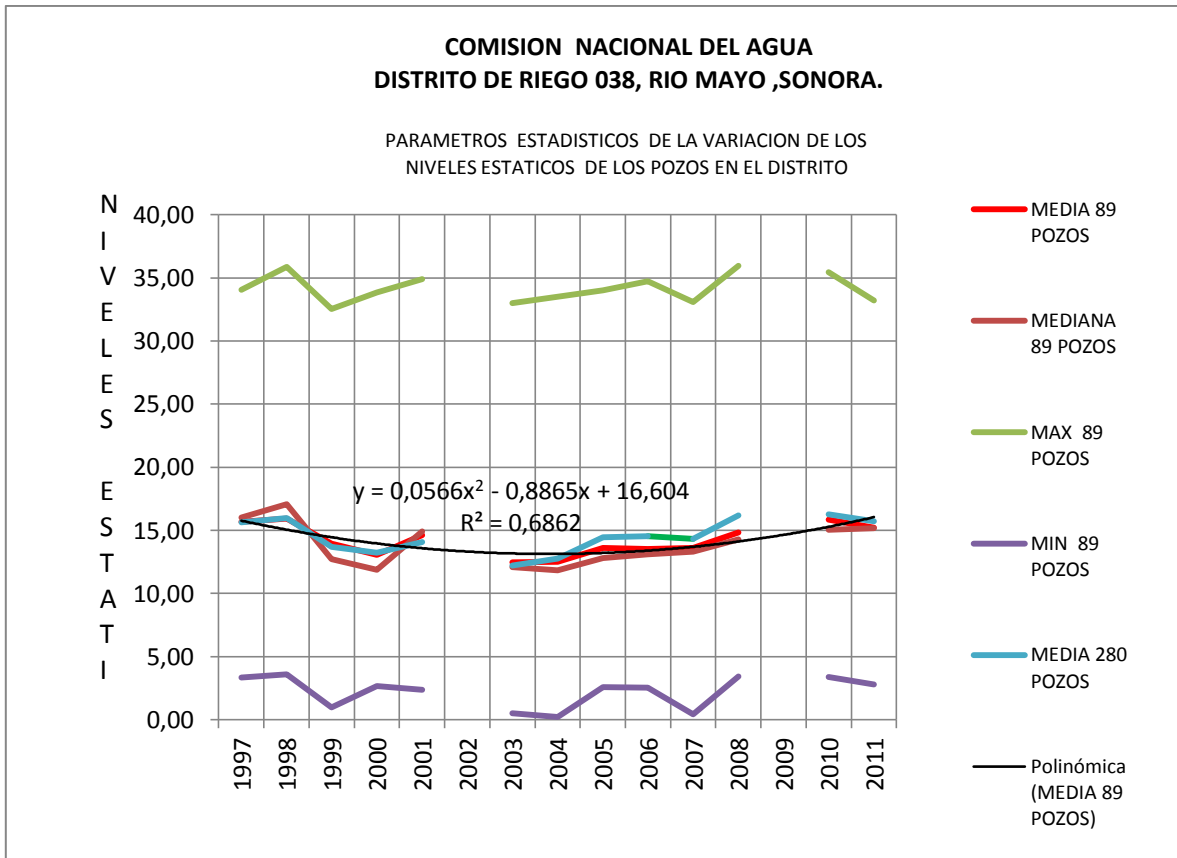


Figura 4.3. Variación del nivel estático en los monitoreos de pozos durante el periodo 1997-2011

Se estimó la tendencia de la variación del nivel estático medio, resultando, en este estudio la expresión polinomial de 2° grado, siguiente:

$$NE\ medio_k = 0.0566año_k^2 - 0.8865año_k + 16.604 \quad (4.11)$$

Con un con un Coeficiente de determinación $R^2 = 0.6862$.

- B. Por cada pozo i . Con la finalidad de observar la variación de los Niveles Estáticos del acuífero, por pozo dentro del área del distrito de riego, se calcularon los parámetros estadísticos de dichos Niveles para cada uno de los 89 pozos i , durante los periodos de monitoreo, ecuaciones, 4.12 a 4.18.

Número de pozos considerado:	No_i	(5.12)
Media:	$Media_i$	(5.13)
Mediana:	$Mediana_i$	(5.14)
Desviación Estándar:	$Desvest_i$	(5.15)
Valor Máximo:	Max_i	(5.16)
Valor Mínimo:	Min_i	(5.17)
Coefficiente de Variación:	CV_i	(5.18)

Estos determinaciones se presentan en el la tabla A1.4 del anexo A y gráficamente en la Figuras 4.4. El cuadro 4.2 presenta un resumen de estos parámetros para todos los pozos del acuífero.

Cuadro 4.2. Parámetros estadísticos del nivele estático en pozos del acuífero periodo de 1997 a 2011.

Parámetros estadísticos	P. EST. MEDIOS	MEDIA	MEDIANA	DESV EST	MAX	MIN	CV	Variación
NO	NO	89.00	89.00	89.00	89.00	89.00	89.00	74.00
MEDIA	MEDIA	14.13	14.06	1.83	17.03	11.07	18.52	-0.74
MEDIANA	MEDIANA	13.13	12.77	1.67	16.64	11.05	12.56	-0.79
DESVEST	DESVEST	43.52	43.64	50.37	41.66	45.00	42.52	43.17
MAX	MAX	34.18	34.02	5.71	35.95	32.54	55.19	3.56
MIN	MIN	2.80	2.86	0.52	3.75	0.20	3.29	-6.07
CV	CV	307.93	310.46	2754.74	244.62	406.43	229.58	

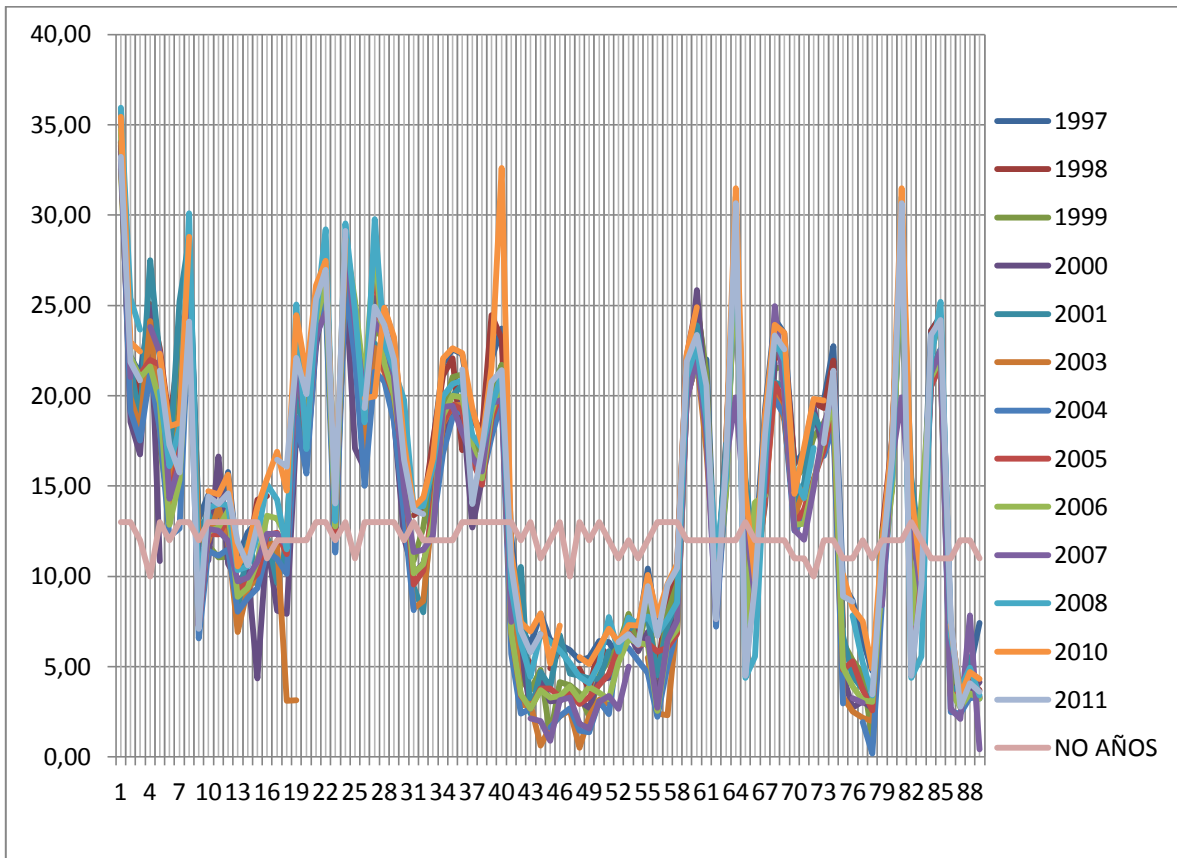


Figura 4.4. Variación general del nivel estático de en los monitoreos de 1997-2011

Como se observa, los niveles estático siguen el mismo patrón de variación, aproximadamente siguen la misma tendencia que se puede representar por la variación media que se observa en la Figura 4.4.

4.2.1.4. Variación del nivel estático en pozos

Para detectar la elevación o el abatimiento del nivel estático de cada pozo en el periodo, se calcularon las variaciones de los niveles estáticos entre los monitoreos del año 1997, ($k=1$) y del 2011, ($k=15$), con la expresión:

Variación por pozo i :

$$VAR_i = NE_{i15} - NE_{i1} \quad (4.19)$$

Estas variaciones, así como su comportamiento se presentan a la extrema derecha en el cuadro A1.6. del Anexo A .

Los parámetros estadísticos de esta variación del nivel estático se presentan en la cuadro 4.3, y en la imagen de la gráfica 4.5. Se puede observar que el abatimiento medio de los niveles estáticos de todos los pozos en el periodo 1997-2011 fue de -0.74m, con abatimientos máximos de 6.07m y elevaciones máximas de 3.56m.

Cuadro 4.3. Parámetros estadísticos de la variación del nivel estático entre 1997 -2011

Parámetros estadísticos	Variación
NO	74.00
MEDIA	-0.74
MEDIANA	-0.79
DESVEST	43.17
MAX	3.56
MIN	-6.07
CV	

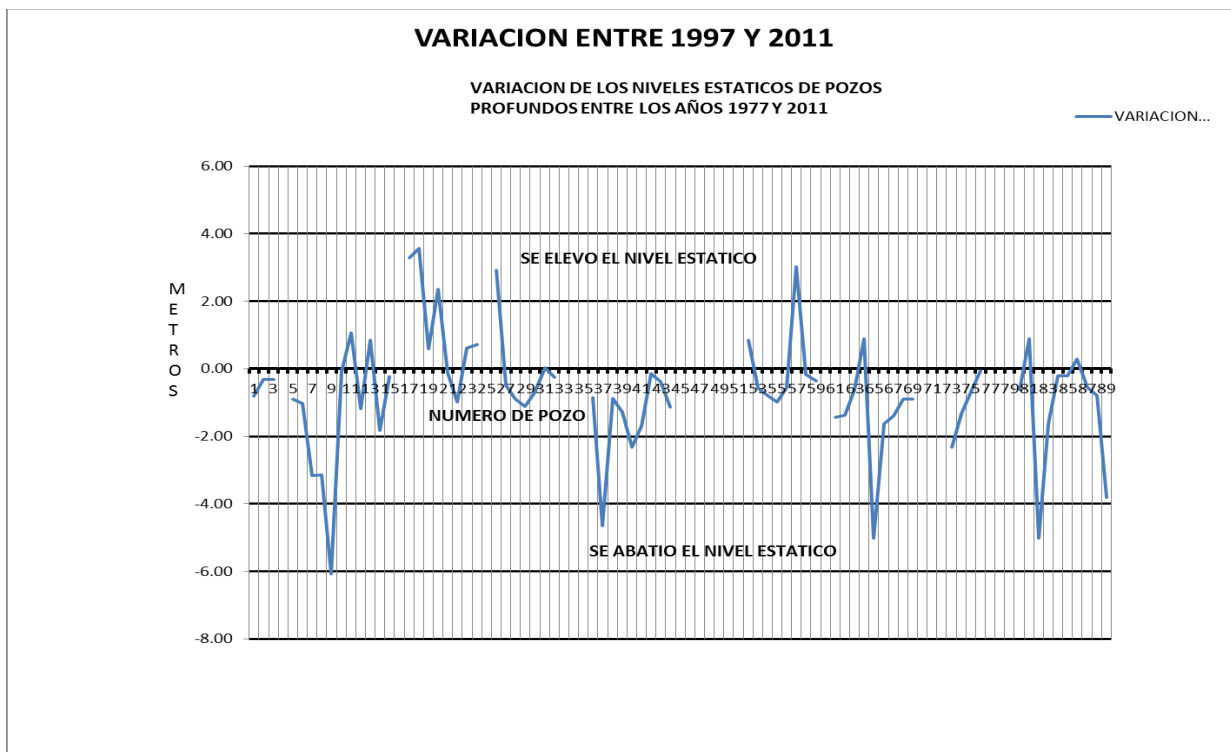


Figura 4.5. Variación del nivele estático en pozos profundos entre 1997-2011

4.2.1.5. Parámetros estadísticos de la profundidad del niveles estáticos en pozos

A. Se calcularon las profundidades de los niveles estáticos de todos los pozos para los 13 monitoreos anuales realizados, con la ecuación:

$$PNE_{ik} = NB_i - NE_{ik} \text{ para toda } i \text{ y } k \quad (4.20)$$

Los cálculos de las profundidades empleando la ecuación 4.20 se muestran en Cuadro A1.3 del Anexo A. En la tabla 4.4 se presentan los parámetros estadísticos descriptivos de la profundidad en los pozos. La grafica 4.6 muestra el comportamiento medio de la profundidad del nivel estático para el periodo 1997-2011.

Cuadro 4.4. Estadísticos descriptivos de la profundidad del NE en pozos (1997 - 2011)

	BROCAL	97	98	99	00	01	03	04	05	06	07	08	10	11
NO	89	86	76	89	86	86	73	84	89	88	83	86	80	76
MEDIA	22.56	6.86	7.12	8.62	9.50	8.19	10.66	10.19	8.96	8.88	9.29	7.57	6.44	7.64
MEDIANA	21.76	6.04	6.64	8.02	9.45	7.62	9.74	9.58	8.48	8.33	8.90	6.70	5.78	6.70
DESVEST	8.24	3.74	3.99	3.90	3.85	3.41	4.52	3.92	3.73	3.50	3.20	4.45	3.47	4.27
MAX	39.91	22.21	23.60	23.60	20.54	16.23	4.53	3.92	3.74	3.50	3.20	4.46	17.40	27.22
MIN	7.22	0.00	1.70	2.06	3.14	-0.82	2.42	2.57	2.72	3.45	0.00	2.26	-1.75	2.40

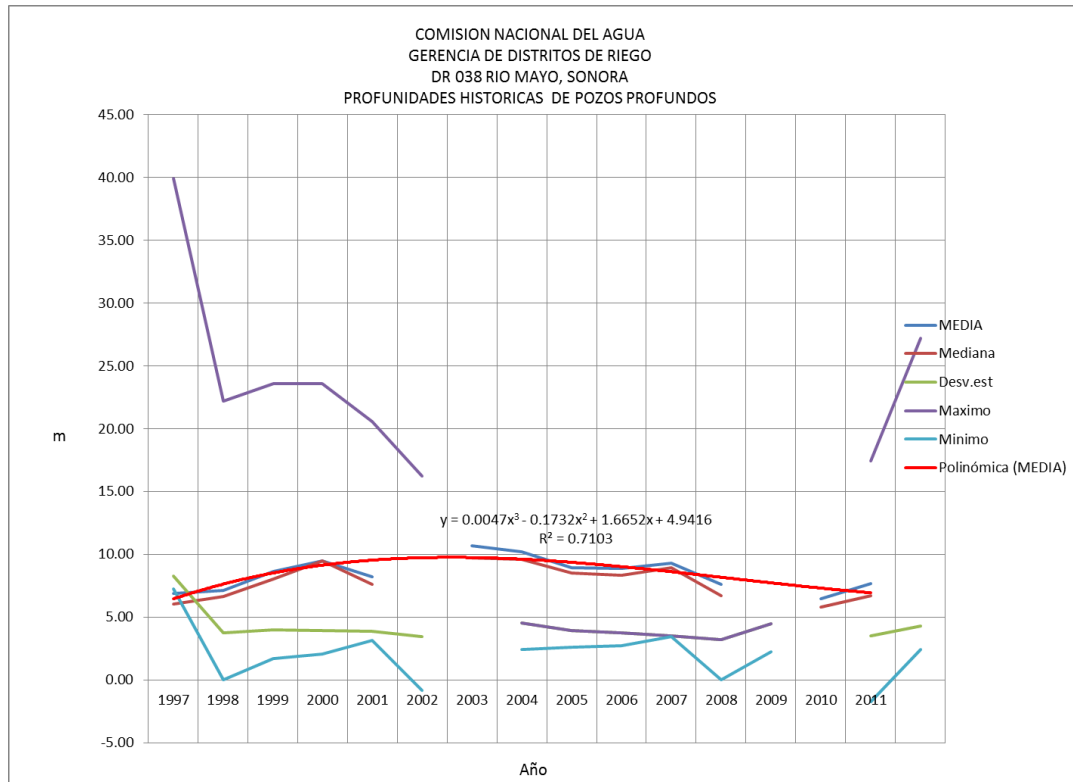


Figura 4.6. Profundidades históricas de pozos profundos para el periodo 1997-2011

A. **Por cada pozo i.** Con la finalidad de observar el comportamiento de la profundidad del niveles estáticos del acuífero, por pozo dentro del área del distrito de riego, se calcularon los parámetros estadísticos de dichos niveles para cada uno de los 89 pozos i, durante los periodos de monitoreo. Estos resultados se presentan en la tabla A1.5 del Anexo A.

4.2.1.6. Variación de la profundidad del nivel estático en pozos

Para valorar la elevación o el abatimiento del nivel estático de cada pozo en el periodo, se calcularon las variaciones de los niveles estáticos entre los monitoreos del año 1997, (k=1) y del 2011, (k=15), en cada pozo i, con la siguiente expresión:

Variación por pozo i:

$$VARP_i = PNE_{i15} - PNE_{i1} \quad (4.21)$$

Estas variaciones, así como su comportamiento se presentan a la extrema derecha en el cuadro A1.5. del Anexo A . La figura 4.7 indica la variación de la profundidad de los niveles estáticos de los pozos profundos seleccionados 1997-2011.

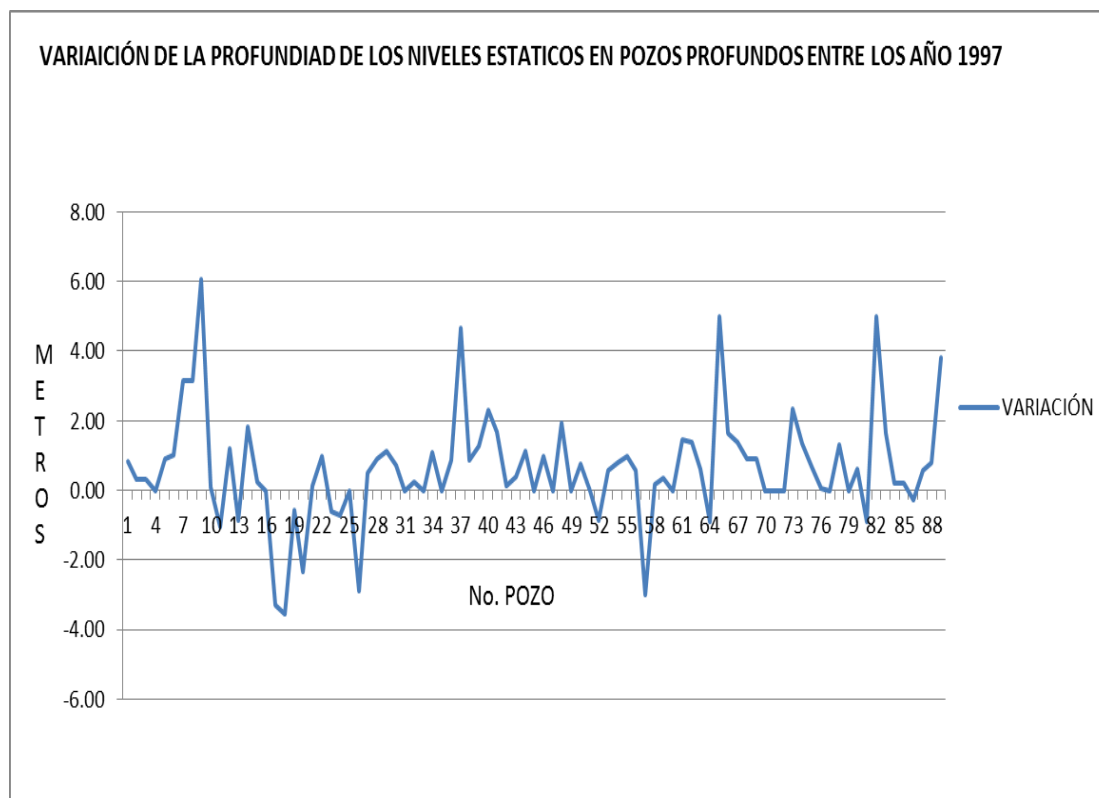


Figura 4.7. Variación de la profundidad de los niveles estáticos en pozos profundos entre 1997-2011

4.2.2. Comportamiento espacial de la elevación y profundidades el nivel estático

Los resultados de los cálculos anteriores se analizaron desde el punto de vista temporal y espacial para detectar su comportamiento en el periodo de monitoreo desde al punto de vista numérico y gráfico.

El cuadro A1.2 y el cuadro A1.3 del anexo A fue asociado a una capa shape file y se construyeron isoclinas de igual elevación y profundidad del nivel estático para cada año K_i del periodo y para la media. Las isoclinas se construyeron mediante la interpolación contour, la cual se ejecuta mediante la siguiente sintaxis en la calculadora raster de ArcMap y se emplearon los siguientes parámetros para su ejecución Cuadro 4.5.

Cuadro 4.5. Parámetros empleados en la interpolación de la elevación y profundidad del NE para cada año K_i

Parámetro	Explicación	Tipo de Datos
< in raster>	Es la capa que contiene los NE_{ik} , PNE_{ik} y la $media_{ik}$	Capa tipo Shape file
<out_polyline_features>	Es la capa Shape que delimitaran los patrones espaciales	Capa línea
{base_contour}	Valor a partir del cual las isoclinas serán creadas	Valor numérico en este caso se empleó el valor 0
<Interval>	Intervalo a utilizar en el contorno debe ser un número positivo	Valor numérico en este caso se empleó el valor 1
{z_factor}	Numero en la dirección Z en un punto XY	Columna del año k y $media_{ik}$ del NE_{ik} o PNE_{ik} de la base de datos del shape file

{

4.2.2.1. Variación espacial del Nivel Estático en el Periodo estudiado

Los cuadros A1.6 y A1.3 también se asoció a una capa Shape file, estos cuadros contienen las variaciones en las elevaciones y profundidad para el año 1997 comparado con 2011, ecuaciones. (4.22) y (4.23).

$$VAR_i = NE_{i15} - NE_{i1} \quad (4.22)$$

$$VARP_i = PNE_{i15} - PNE_{i1} \quad (4.23)$$

Para evaluar la variación espacial también se construyeron isolíneas de igual variación, mediante la interpolación de contorno con los siguientes parámetros para su ejecución Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6. Parámetros empleados en la Interpolación de la Variación de la profundidad y elevación del NE entre el período 1997-2011

Parámetro	Explicación	Tipo de Datos
< in raster>	Es la capa que contiene los VAR_i $VARP_i$	Capa tipo Shape file
<out_polyline_features>	Es la capa Shape que delimitarán los patrones espaciales	Capa línea
{base_contour}	Valor a partir del cual las isolíneas serán creadas	Valor numérico en este caso se empleó el valor 0
<Interval>	Intervalo a utilizar en el contorno debe ser un número positivo	Valor numérico en este caso se empleó el valor 1 (1m)
{z_factor}	Número en la dirección Z en un punto XY	Columna VAR_i $VARP_i$ de la base de datos del shape file

5. RESULTADOS Y DISCUSION

En este apartado se presentan los resultados de la metodología aplicada para identificar y categorizar numéricamente y espacialmente los cambios en el nivel estático del acuífero. Los resultados se enfocan a describir estos cambios tanto en los pozos como en el acuífero. Adicionalmente de limitar, ubicar y categorizar espacialmente los cambios ocurridos en el acuífero en mapas, estas categorías fueron estimadas en términos de área.

5.1 Evolución Temporal y Espacial del Nivel Estático en pozos

5.1.1. Comportamiento del nivel estático en pozos

De acuerdo al coeficiente de variación presentado en el cuadro A1.2, casi la mitad de los pozos (45%) han mostrado gran variabilidad en las mediciones de los niveles estáticos a lo largo del periodo de análisis (1997- 2011), con coeficientes de variación mayores o igual al 26%. La parte restante (55 %) de los pozos ha tenido un comportamiento más homogéneo en sus mediciones con coeficientes de variación menores al 26%. Este comportamiento se puede observar en la figura 5.1.

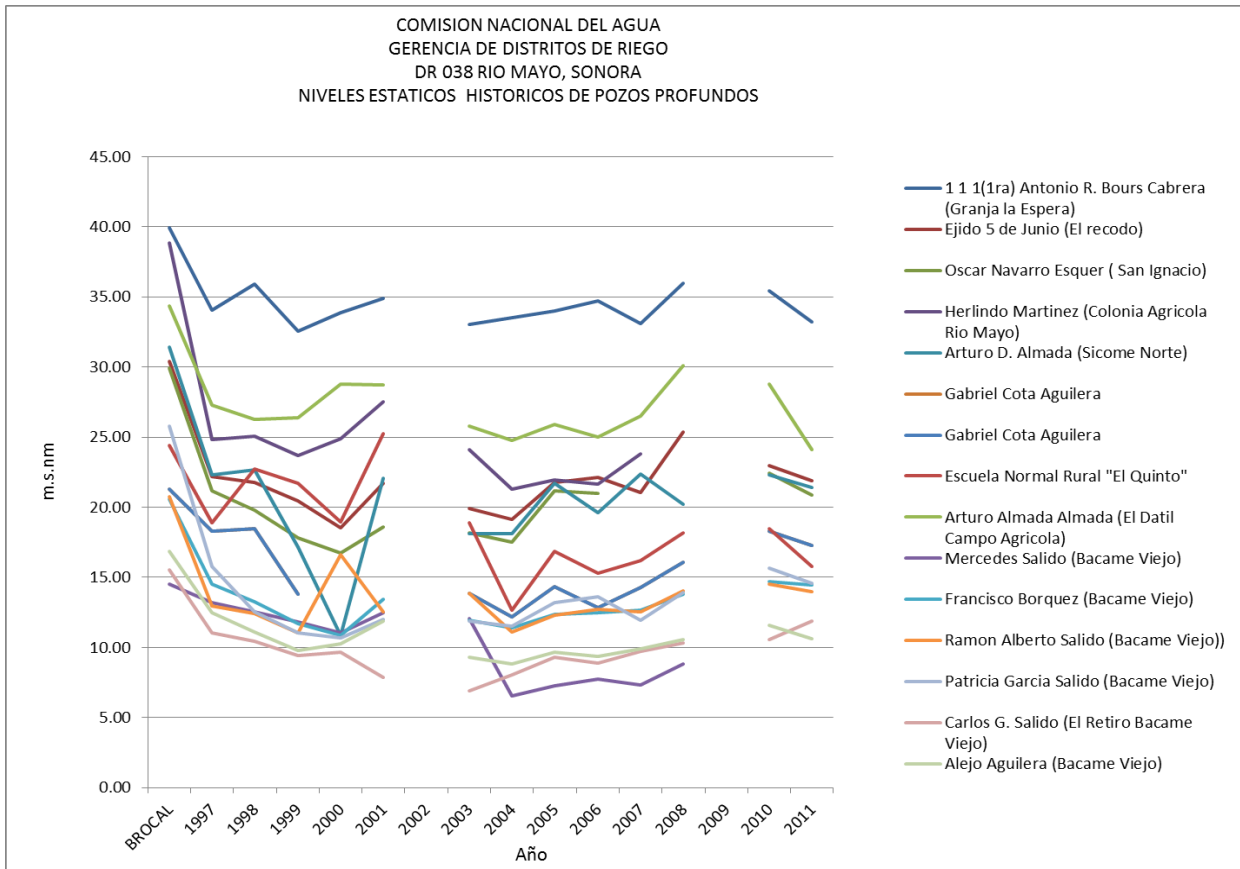


Figura 5.1. Comparación del nivel estático en pozos del D.R 038 periodo 1997-2011

En la figura 5.1 además podemos identificar los pozos con mayor elevación del nivel estático, para este estudio los pozos con mayores niveles estáticos, también presentaron

mayor variación durante el periodo de análisis. La distribución y ubicación de los pozos con mayor variación y mayores niveles estáticos, se muestra en la figura 5.2 así como aquellos que no han presentado tanta variación.

Los pozos con mayores niveles estáticos se encuentran en la parte norte del distrito a partir de la cota que atraviesa el Distrito de este a oeste a la altura de los poblados de San Pedro y Rancho Chapo, en esta parte los niveles estáticos van de 12 a 30 m en promedio. En esta zona se forman dos conos de elevación del nivel estático, uno ubicado entre el poblado de Tesia y la ciudad de Navojoa donde los niveles llegan hasta 33m en promedio, y el otro cono de elevación se encuentra cerca del Rancho Nido donde los niveles llegan a 27 m en promedio.

Los pozos que presentan un nivel estático bajo se encuentran hacia el suroeste del distrito por los poblados de Bocobampo, las playitas con valores promedio de 10 a 6 m. Los niveles estáticos disminuyen más hacia el sur con niveles de 6 a 4 m en promedio para los pueblos de Basconcobe, Etchojoa, Huatabampo, el Jupare y Etchoropo.

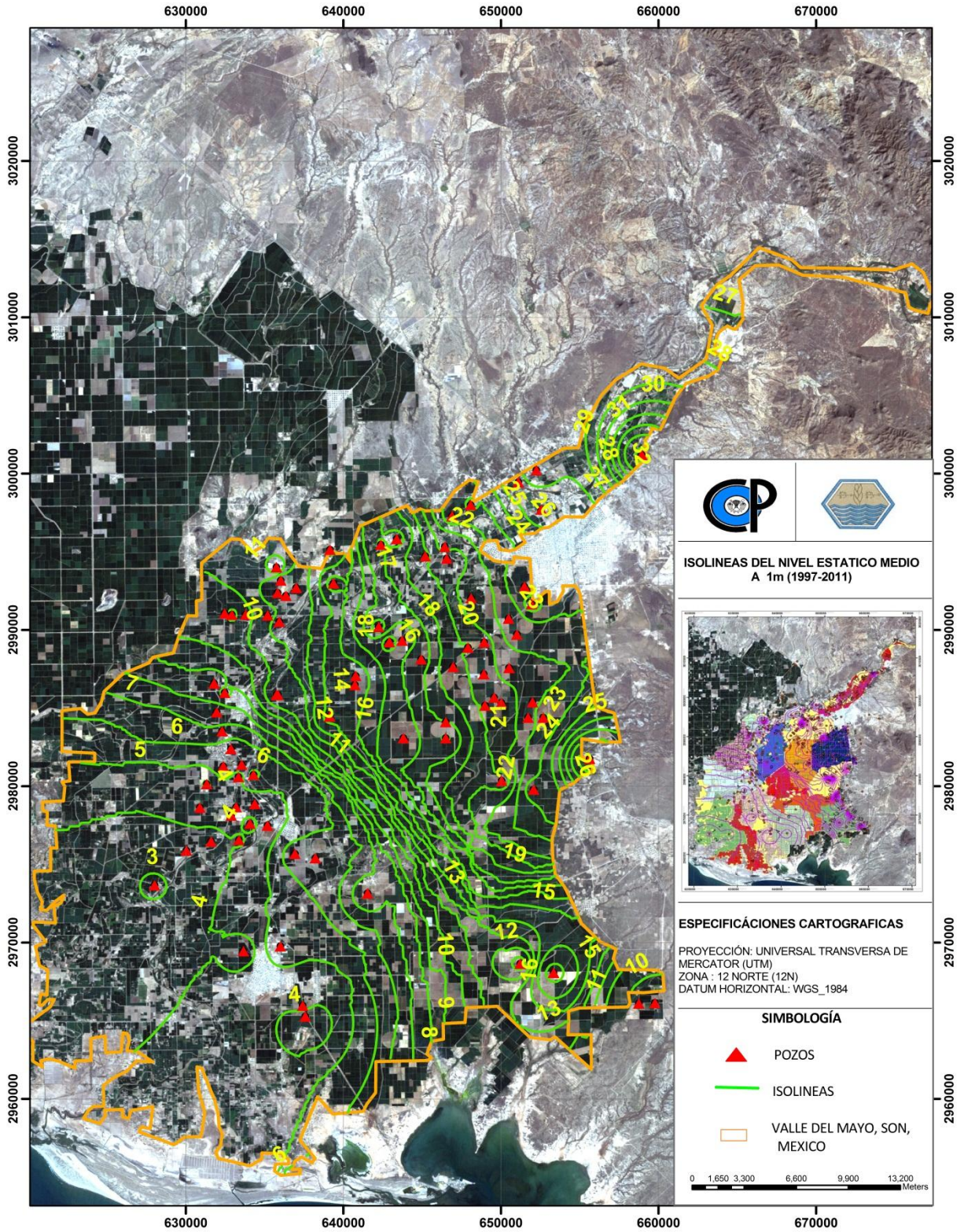


Figura 5.2. Nivel estático medio en pozos periodo 1997-2011

5.1.2. Comportamiento de la profundidad del nivel estático en pozos

Se efectuó un procedimiento similar al análisis anterior del nivel estático para evaluar el comportamiento de la profundidad en los pozos del Distrito. La profundidad se obtuvo restando a la altura del brocal la elevación del nivel estático, estos valores y sus estadísticos descriptivos.

En la mayoría de los pozos (84%) las mediciones de la profundidad mostraron gran variabilidad durante el periodo de análisis, con coeficientes de variación mayores a 26%. El porcentaje restante (16 %) mostró un comportamiento más homogéneo en las mediciones. En la gráfica mostrada en la figura 5.3 se observa el comportamiento de la profundidad media en los pozos, y se puede identificar aquellos que tienen mayor o menor profundidad.

En el caso de la distribución de la profundidad en el distrito Figura 5.4. Muestra que en general los pozos con mayor profundidad promedio se encuentran en la parte norte y noreste del distrito con profundidades promedio de 7 a 12 m; aunque también existe una pequeña parte profunda a sur oeste que llega hasta los 22 metros de profundidad media. Existe una franja ancha que se extiende de sur a noreste del distrito con la profundidad menor en el distrito de 3 a 6m.

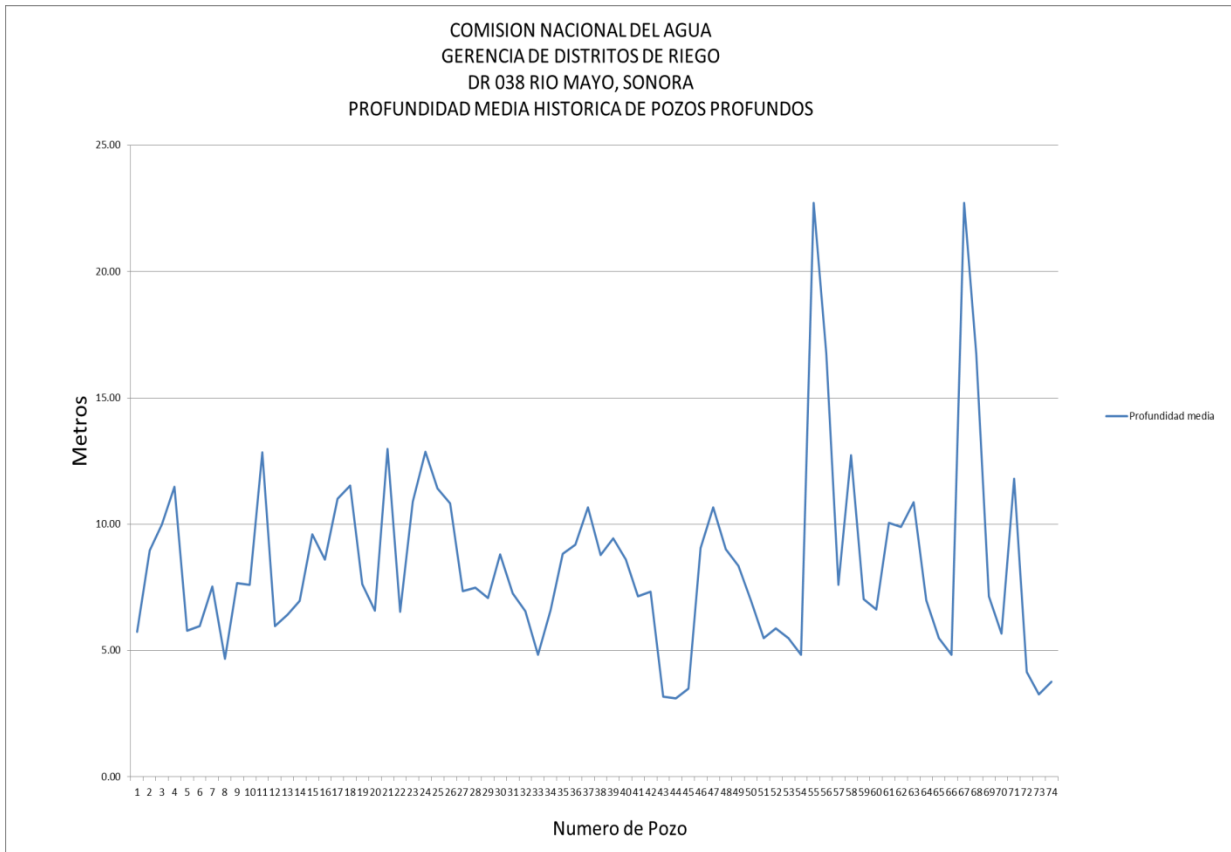


Figura 5.3. Profundidad Media Histórica de los 89 pozos profundos en el DR 038

La mayor parte de los pozos del distrito 038 se encuentran a profundidades promedio de 7 a 12 m; Los pozos cercanos a las localidades Huatabampo, El Jupare, Etchoropo localidades presentan las menores profundidades, aunque también existe un cono de abatimiento al sur oeste cerca del Rancho Chapo que llega hasta los 22 metros.

5.2 Evolución Temporal y Espacial del Nivel Estático en el acuífero

5.2.1 Comportamiento del nivel estático en el acuífero

En el cuadro A1.4 se observan las elevaciones promedio del nivel estático para cada año del 1997 -2011 en el acuífero. Con esta información y con la figura 5.5 se observa el cambio que ha tenido el acuífero en conjunto, y como se ha distribuido este cambio en el acuífero (figura 5.6). La tendencia es que el nivel estático está aumentando a niveles del inicio del periodo 1997 después de un descenso del nivel de años anteriores.

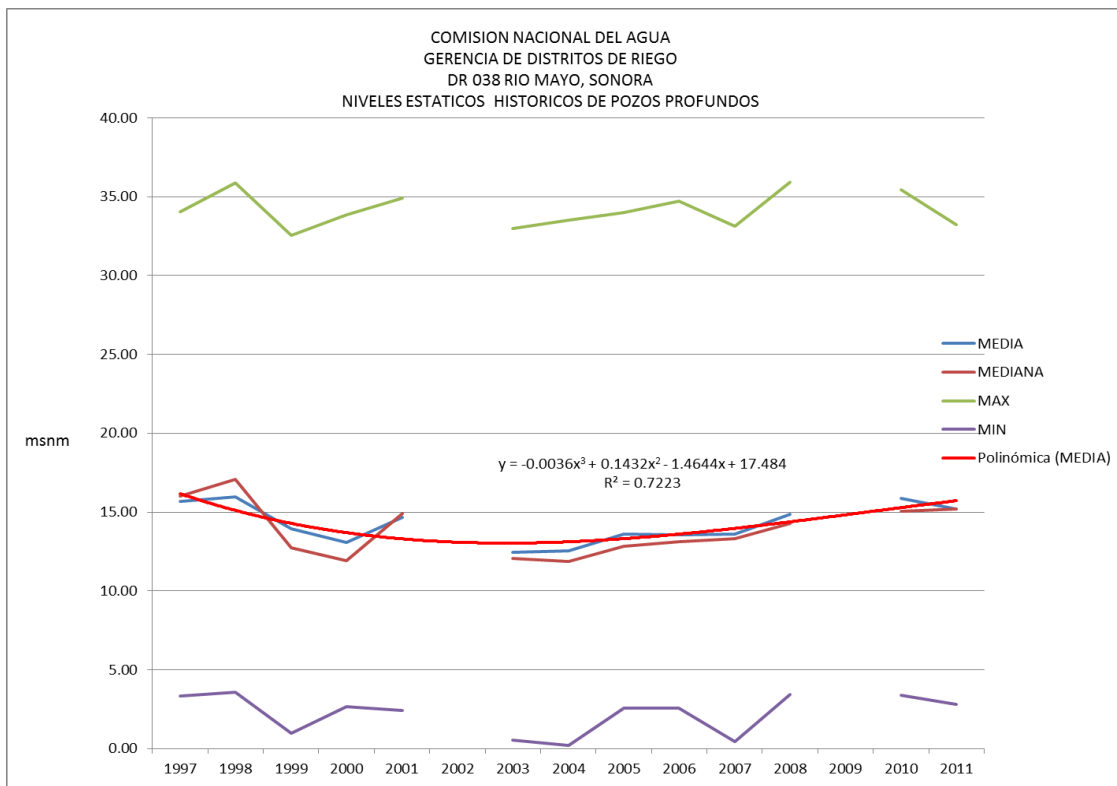


Figura 5.5. Comportamiento del nivel estático del acuífero durante el periodo de observación

Si bien en la gráfica anterior (Figura 5.5) notamos que para 2011 el nivel estático en el acuífero tiende a alcanzar los niveles de 1997 después de un descenso en los años anteriores, esto no ha sucedido. En comparación a 1997 actualmente el acuífero ha

disminuido la elevación del nivel estático de un 1 a 2 m en 89% del área del acuífero. En general un 93 % de la superficie del acuífero ha disminuido el nivel estático y solo el 7 % de la superficie registro aumento (Cuadro5.1).

Cuadro 5.1. Relación de la variación del N.E. en (m) entre 1997-2011 y el área del acuífero

No.	Variación en (m)	Interpretación en el N.E	Porcentaje (%)	Hectáreas
1	3 a 4	Aumento	0.0314	37.1482
2	2 a 3	Aumento	0.4531	535.9958
3	1 a 2	Aumento	1.2202	1443.4739
4	0 a 1	Aumento	5.3790	6362.9603
5	0 a -1	Disminución	47.3620	56024.8308
6	-1 a -2	Disminución	41.6016	49210.7849
7	-2 a -3	Disminución	3.1583	3736.0501
8	-3 a -4	Disminución	0.6729	796.0334
9	-4 a -5	Disminución	0.1076	127.3653
10	-5 a -6	Disminución	0.0134	15.9206
Total			100	118290.563

Las zonas que presentaron aumento del nivel estático en el acuífero del Distrito 038 están localizadas en el norte del acuífero, en la figura 5.6. se presentan en color azul. Estas zonas de aumento representan solo el 7% de la superficie total del acuífero (Cuadro 5.1) y llegan hasta 3 metros.

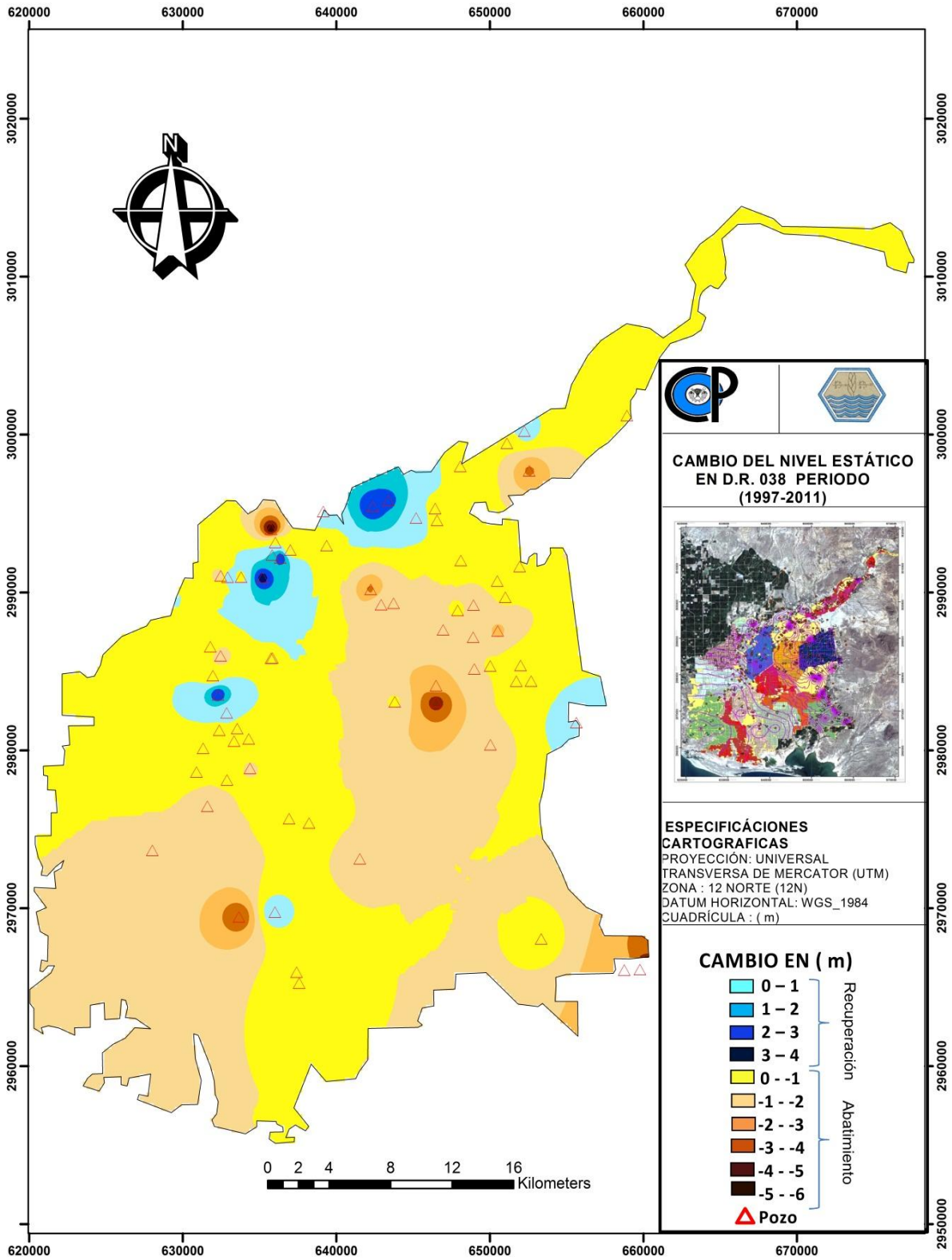


Figura 5.6. Cambio en el nivel estático en el periodo 1997-2011

5.2.2 Comportamiento de la profundidad del nivel estático en el acuífero

Similarmente al apartado anterior (elevación del nivel estático en el acuífero), pero ahora con la tabla de profundidades (Cuadro A1.3) podemos graficar el comportamiento de la profundidad promedio del nivel estático para cada año del periodo de análisis. De esta gráfica podemos observar que la tendencia es que para el año 2011 la profundidad se acerca a niveles cercanos a 1997 año del inicio del periodo de análisis. Este comportamiento es análogo a la elevación del nivel estático, lo cual es natural porque la profundidad está en función del nivel estático.

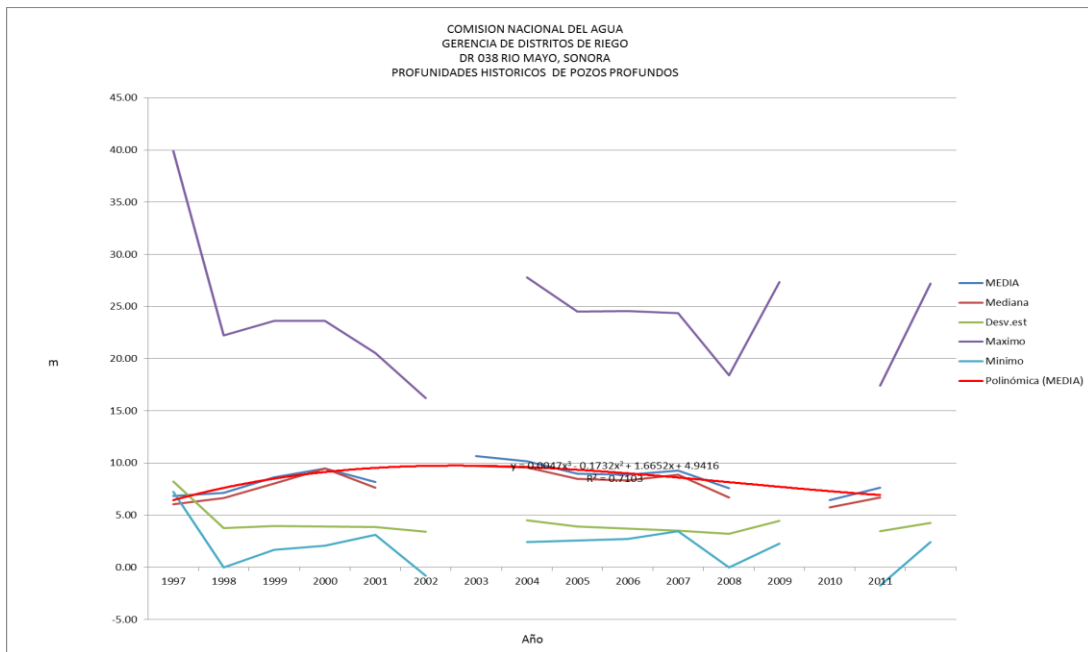


Figura 5.7. Variación de la profundidad en el acuífero durante el periodo de observación

Al restar del nivel estático la elevación de el brocal a ambos años de comparación 1997 y 2011 se obtuvieron cantidades con la misma distancia entre ellas, por eso es que obtenemos la misma variación en metros de la profundidad y el nivel estático. Por lo que el cuadro 5.2 y la figura 5.7 son muy parecidas a las del apartado anterior Al comparar cantidades de profundidad de 1997 y 2011, mediante la resta de las profundidades del año 2011 de las profanidades de 1997, ahora los valores negativos representan disminución en

la profundidad y los valores positivos representan valores mayores de profundidad actuales (cuadro 5.2 y figura 5.9).

Cuadro 5.2. Relación del cambio en la profundidad entre 1997 y 2011 y el área del distrito
038

No.	Variación en (m) 1997-2011	Interpretación (profundidad)	Porcentaje (%)	Hectáreas
1	-3 a -4	Disminución	0.0314	37.1482
2	-2 a -3	Disminución	0.4531	535.9958
3	-1 a -2	Disminución	1.2202	1443.4739
4	0 a -1	Aumento	5.3790	6362.9603
5	0 a 1	Aumento	47.3620	56024.8308
6	1 a 2	Aumento	41.6016	49210.7849
7	2 a 3	Aumento	3.1583	3736.0501
8	3 a 4	Aumento	0.6729	796.0334
9	4 a 5	Aumento	0.1076	127.3653
10	5 a 6	Aumento	0.0134	15.9206
Total			100	118290.563

Por el procedimiento anterior se obtuvo un mapa muy similar al cambio del nivel estático en el cambio de la profundidad en acuífero del DR038. De esta manera ahora tenemos que en 89% del acuífero la profundidad aumento de 1 a 2 metros y que en casi todo el acuífero 93% la profundidad a aumentado. Solo en un 7 % del área del acuífero la profundidad ha disminuido Figura 5.8.

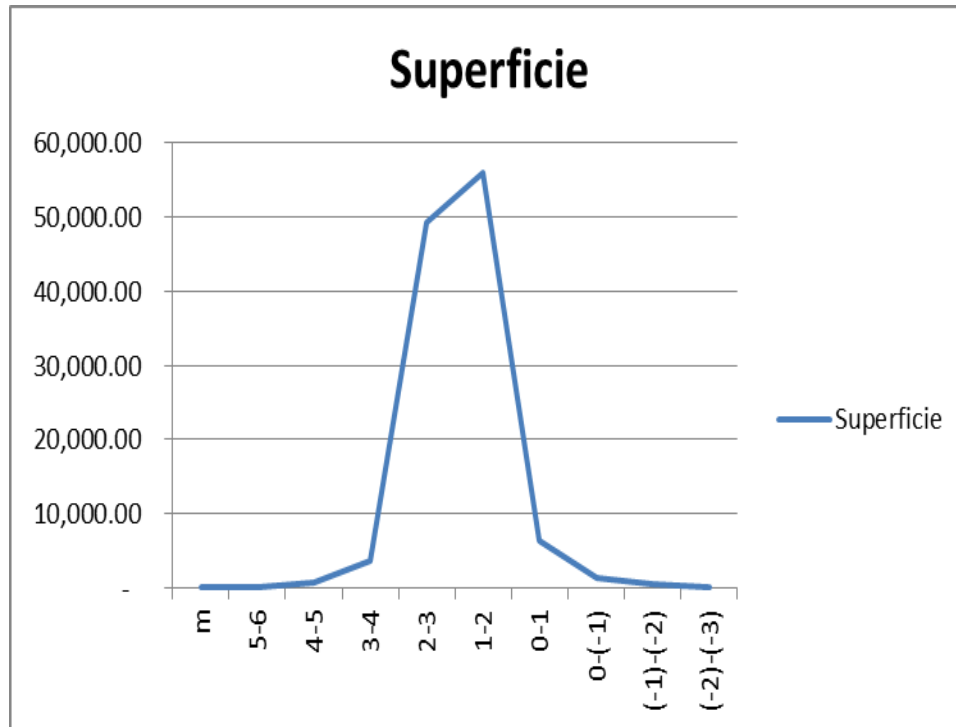


Figura 5.8. Variación de superficies por profundidades en el periodo 1997-2012

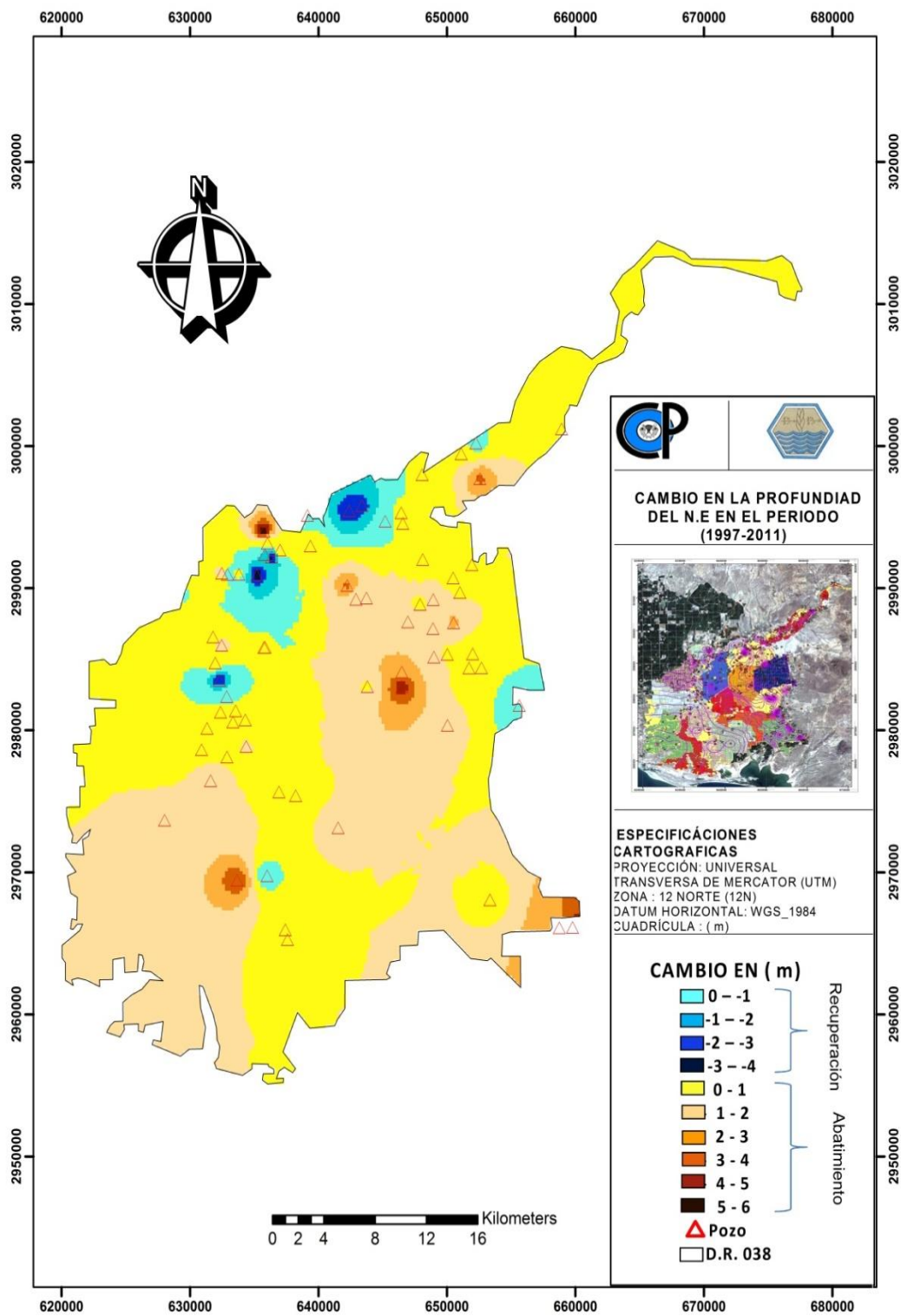


Figura 5.9. Cambio en la Profundidad del nivel estático en el periodo 1997-2011

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El monitoreo por largos periodos de tiempo del nivel estático es una de las acciones más importantes que deben considerarse para soportar la estrategia y políticas de protección, conservación y aprovechamiento del recurso hidráulico subterráneo. La información de los monitoreos es de suma importancia debido a que permite evaluar los cambios en los acuíferos mediante metodologías o modelos que su exactitud dependen de la calidad y disponibilidad de los datos.

La utilización del Sistema de Información Geográfica (SIG) del Distrito de Riego y los métodos geo estadísticos así como el juicio profesional utilizados en este estudio, son una herramienta viable y de gran utilidad para efectuar estimaciones de la evolución temporal y espacial del nivel estático en el periodo.

De acuerdo a la metodología utilizada no se encontraron variaciones significativas en cuanto al abatimiento del acuífero para el periodo de análisis, Si bien se identificó una ligera disminución de los niveles estáticos a la mitad del periodo análisis, esta tendencia se invirtió al final del periodo. De esta manera se puede concluir que los niveles actuales son iguales a los niveles de inicio del periodo.

De acuerdo a lo anterior se puede deducir de que existe un equilibrio entre recargas y extracciones en el acuífero del valle del mayo ya que no hay abatimientos significativos. Sin embargo es de recalcar que se están formando e incrementando algunos conos de abatimiento ubicados en la parte media y baja del distrito de riego.

6.2. Recomendaciones

- Implementar medidas para el control de las extracciones de los bombeos ya sea directo o en plan colectivo.
- Para los pozos oficiales concesionados utilizados en plan colectivo, se recomienda gestionar un solo título de concesión para mejor control de las extracciones de volumen del acuífero y cuidar su posible abatimiento y con esto nos permita controlar la intrusión salina.
- Implementar operativos en coordinación en los tres niveles operativos (CONAGUA, S de R.L Y Módulos de Riego) para la revisión de los medidores volumétricos de cada pozo profundo, con la finalidad de verificar su operatividad y vigilar que no excedan la extracción del volumen concesionado.
- Reforzar la Coordinación interinstitucional para la expedición y control de Permisos Únicos de Siembra (PUS), con derecho a riego entre la Conagua, Sagarpa a través de la Junta Local de Sanidad Vegetal, Sociedad de Responsabilidad Limitada, Módulos de Riego y usuarios (pozos particulares).
- De acuerdo al análisis realizado en cuanto al comportamiento de los niveles estáticos de los pozos para uso agrícola; se sugiere proponer en una reunión de Comité Hidráulico del Distrito de Riego, que se minimicen las extracciones de los pozos donde se aprecian abatimientos del acuífero; con la finalidad de dar oportunidad de que este se recupere.
- Promover la instalación de sistemas de riego presurizados para el ahorro de volumen.
- Promover el cumplimiento de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento respecto a extracciones de los pozos profundos tanto para uso directo como a plan colectivo como lo establecen los Títulos de Concesión de cada aprovechamiento.
- Elaborar un plan de riegos especial darle seguimiento, para los usuarios con pozos con bombeo directo, aparte del que se elabora con agua de la presa de almacenamiento Lic. Adolfo Ruíz Cortines “Mocuzari” y de la batería de pozos profundos que operan en plan colectivo.

7. LITERATURA CITADA

- Canales, G.A., Islas, L.A, 2005. Disponibilidad sostenible de agua subterránea a partir del control de las descargas de un acuífero. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Sonora. 90p.
- CNA. 1994. Guía para la evaluación de la eficiencia en equipos electromecánicos en operación para pozo profundo. Subdirección General Técnica
- CONAGUA. 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Valle del Mayo, Estado de Sonora. Subdirección general técnica. 12p.
- CONAGUA. 2009. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea. Acuífero (2642) Valle del Mayo, Estado de Sonora. Gerencia de Aguas Subterráneas, Subdirección general técnica.
- García, E. Eduardo. 2010. Balance Hidrológica de la Cuenca Hidrológico de la Cuenca Hidrológica del Distrito de Riego 038, Río Mayo, Estado de Sonora. Departamento de Irrigación, Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo.
- INIFAP - SAGARPA. 2002., La calidad del agua de riego y su impacto en los cultivos y suelos del bajo Río Mayo Folleto Técnico 12.
- INEGI. 2000. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Sonora
- Johnson, A.I. 1967. Specific Yield. Corporation of Specific Yields for various materials. Geological Survey Water Supply paper, 16: 62-74.

- Mendivil, José F. 1998. Calidad del Agua del Canal Lateral 3+300 del Canal Principal Márgen Izquierda del Distrito de Riego 038, Río Mayo, Sonora. Tesis de Licenciatura.. Universidad de Sonora. 130p.
- Oosterbaan, R.J. 1988. Agricultural criteria for subsurface drainage: a systems analysis. *Agricultural Water Management*, 14, pp. 79-88.
- PLANIMEX- S.R.H , 1978 . Estudio Geohidrológico de los acuíferos en el Valle del Mayo. Ingenieros consultores S.A, Secretaria de recursos hidráulicos. Volumen 1.
- Rangel, M. M., Saavedra, M.R., Montaña, M.M., Gsurrols, C.J. 2002. Vulnerabilidad a la intrusión marina de acuíferos costeros en el pacifico norte mexicano; un caso, el acuífero costa de Hermosillo, Sonora, México. *Revista Latino-Americana de Hidrogeología*, n.2, p. 31-51.
- Reyes, Q, C., 1993. Levantamiento semidetallado de suelos del distrito de riego No. 038 Río Mayo, Sonora. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. 119 p.
- Ruíz, J. L. 2008. Impacto de la sobreexplotación del acuífero del Valle de Guaymas en la Calidad del Agua, Tesina, Colegio de Sonora. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Song, C., Woodcock, C.E., Seto, K.C., Pax Lenney, M., and Macomber, S.A. (2001), Classification and change detection using Landsat TM data: when and how to correct atmospheric effects? *Remote Sens. Environ.* 75:230-244.
- Todd, D.K. 1964. A comparison of estimated and calculated effective porosity. *Hidrogeology Jovinal. Handbook of Applied Hydrology*, Mc Graw-Hill, pp. 13-1 a 13-54.

Vivanco, M. (2005), Muestreo Estadístico: Diseño y Aplicaciones, Editorial Universitaria, Santiago.

UNAM. 2011. Propiedades o parámetros hidrológicos y geológicos de los acuíferos. Instituto de Geología. Boletín 118.

Yangxiao, Z., Te Stroet, C. B., & Van Geer, F. (1991). Using Kalman filtering to improve and quantify the uncertainty of numerical groundwater simulations: 2. Application to monitoring network design. *Water Resources Research*, 27(8).

8. ANEXOS

A1. CUADROS

A2. FIGURAS

A1. CUADROS

A1. CUADROS

Cuadro A1. 1. Monitoreo de los niveles estáticos de 280 pozos, por zona, de 1997 a 2012.

COMISION NACIONAL DEL AGUA

ORGANISMO DE CUENCA NOROESTE

DISTRITO DE RIEGO 038 RIO MAYO SONORA

DEPARTAMENTO DE HIDROMETRÍA Y ESTADISTICA

NIVELES ESTATICOS DE POZOS PROFUNDOS ZONA I

NO. ORD.	ZONA	No.	Pozo CNA	Pozo SRL	NOMBRE DEL PROPIETARIO	Coordenadas UTM		NIVELES ESTATICOS (NE)														
						X	Y	Brocal	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2010	2011	2012
1	1	1	1	1 (1ra)	Antonio R. Bours Cabrera (Granja la Espera)	658930	3001207	39.91	34.05	35.89	32.54	33.86	34.91	33.01	33.53	34.02	34.74	33.11	35.95	35.45	33.23	31.15
2	1	2	2		Antonio Cabrera (Frente agua purificada Excel)	653386	2998245	33.99							24.39	28.08	27.97	26.74	30.76			
3	1	3	3		Motel del Rio	653887	2998344	35.80							25.80		29.53	30.55				
4	1	4	5		A.P. Navojoa (El datil)	653765	2997906	36.45					25.43				23.64					
5	1	5	6	6 (1ra)	Ejido 5 de Junio (El recodo)	646437	2995318	30.41	22.18	21.75	20.45	18.56	21.69	19.91	19.15	21.76	22.15	21.03	25.39	22.96	21.87	20.74
6	1	6	7	7 (1ra)	Oscar Navarro Esquer (San Ignacio)	646565	2994566	29.89	21.17	19.80	17.79	16.76	18.62	18.16	17.51	21.19	21.01		23.65	22.45	20.86	15.07
7	1	7	9		Herlindo Martinez (Colonia Agricola Rio Mayo)	651495	2992766	38.82	24.82	25.07	23.71	24.89	27.50	24.12	21.30	21.97	21.62	23.82				23.90
8	1	8	19		Arturo D. Almada (Sicome Norte)	647907	2988867	31.39	22.29	22.64	17.17	10.85	22.06	18.11	18.14	21.72	19.62	22.39	20.23	22.33	21.39	19.54
9	1	9	22		Jesus Salido (San Ignacio)	644214	2989497	23.67					16.60	14.95	11.79			15.27	16.82			
10	1	10	23	23 (1ra)	Jesus Emilio Cota Aguilera	643733	2989315	23.87	19.28	19.02	14.46	14.00	16.50	14.33		14.49	14.47	15.37	16.52	18.95	17.89	15.71
11	1	11	24		Jesus A. Chacon Valderrain (San Ignacio)	643930	2989838	23.82					16.51	14.24		14.47	14.40	15.22	16.42	19.02		15.71
12	1	15	25		Avelino Fernandez (San Ignacio)	642877	2990911	24.45	18.90	17.25	17.07	18.30	18.38	15.23	12.38	18.02	15.85	14.55	19.77			
13	1	13	26	26 (1ra)	Santiago Quiroz Lagarda (San Ignacio)	642981	2990643	24.40	18.93	17.42	16.66	15.38	15.54	15.45		17.03	14.97		19.62			
14	1	14	27	27 (1ra)	Gabriel Cota Aguilera	642918	2989224	21.29	18.30	18.48	13.82		16.11	13.85	12.20	14.34	12.85	14.29	16.09	18.31	17.28	15.26
15	1	15	28		Horacio Valenzuela (San Ignacio)	641961	2989120	23.17					16.49	13.79	12.75	14.17	13.22	11.17	16.97			15.35
16	1	16	29	29 (1ra)	Escuela Normal Rural "El Quinto"	642239	2990194	24.42	18.92	22.72	21.70	18.97	25.24	18.91	12.66	16.85	15.32	16.22	18.19	18.50	15.75	13.82

17	1	17	111		Jorge Escalante Lundsuiust (Los Parosis Chinotahueca)	646102	2991460	26.05							16.95	17.95		17.51	21.45			
18	1	18	112		Ruben Valenzuela Antillon (Algodonera Nisa)	650485	2990723	34.96	24.24	22.02	21.53	21.80	20.74	20.53	19.79	20.67		24.96	23.16	23.92	23.34	21.74
19	1	19	117		German Yepiz R. (A.P. Buena Vista Tesia)	657546	3000253	36.19								31.33	32.04	29.19	33.08	33.45	30.89	30.01
20	1	20	118		A.P. La Laguna Tesia	659076	3002109	38.52							34.40	34.80	36.02	32.02	37.09	36.42	34.56	33.37
21	1	21	120		Rivardo Yepiz Rosas (La Laguna Tesia)	659659	3002815	39.20							37.06	37.80	37.75	32.70		38.52	37.14	36.28
22	1	22	121		Rodolfo Siller (El Molino Rojo, El Datil)	652066	2997885	33.12							25.88	27.69	27.92	27.47	30.99	28.17	26.85	26.63
23	1	23	129		Alejandro M. Robinson Bours Cabrera (Buenavista)	648113	2992024	28.21	23.46	22.82	21.57		20.52	18.61	18.91	19.66	20.23	20.21	21.96	23.48	22.56	21.05
24	1	24	130		Arturo Almada Almada (El Datil Campo Agricola)	652566	2997707	34.34	27.26	26.29	26.40	28.79	28.72	25.77	24.74	25.88	25.02	26.52	30.09	28.80	24.11	25.52
25	1	25	131		Mario Lopez Almada (Sapomora)	650412	2992743	35.82														22.83
26	1	26	260		Arturo D. Almada (Caballerias-TEC Monterrey Nav.	653085	2998329	34.28							26.09	27.50	28.82	27.87	30.01	28.78	27.71	26.03
27	1	27	287		Poblado Sapochopo	649031	2993002	29.52								21.39	21.78	22.02	23.32	24.99	23.94	22.68
28	1	28	304	134 (1ra)	Daniel Contreras (Buenavista-Navojoa)	647321	2992196	26.08							16.89	18.64	18.98	18.58	20.98			
29	1	29	306		Pedro Fernandez Salido (Caballerisa- Avelino F.)	643531	2991452	21.10							11.80	14.64	15.12	14.36	16.97	16.36	15.99	13.70
30	1	30	312		A.P. Navojoa (El datil)	653685	2998920	34.90														
31	1	31	317		PMB-6 Carretr. Navojoa Tesia (Vallebuey)	657203	2999997	37.43								34.51	34.63	30.43	34.85			34.53
32	1	32	350	137 (1ra)	Ejido Luis Echeverria (San Ignacio)	647135	2994434	30.30							17.72	19.44	21.47		24.16		21.65	20.02
33	1	33	414	136 (1ra)	Agustin R. Bours Cabrera (El Taste Tesia)	658637	3005305	39.26							33.73	34.22	34.08	33.26	34.56	32.79	33.17	32.07
34	1	34	460	139 (1ra)	Ejido San Ignacio (Sapomora Navojoa)	648967	2990746	30.03									17.18	19.03	19.60	20.42	19.56	17.95
35	1	35	461	138 (1ra)	Ejido San Ignacio	646105	2993860	28.02							15.68	18.09	19.24		19.80			
36	1	36	474	140 (1ra)	Jesus Orduño (Mezquital Tesia)	660383	3004633	42.58							34.46	35.79	35.04	34.58	36.33	34.98	34.46	33.77
37	1	37	478		Gilda Bojorquez de Moret (Chinotahueca)	645362	2989154	23.15								15.23	14.98					14.14
38	1	38	479	58(1ra)	Avelino Fernandez (San Ignacio)	643792	2991992	25.28							14.77	18.22	18.22		22.50	17.51	19.49	17.86
39	1	39	491	125 (1ra)	Avelino Fernandez (San Ignacio Sistema de Goteo)	643412	2991573	21.01							11.14	15.58	15.01	14.11	16.73	17.02	15.34	12.13
40	1	40	494	142 (1ra)	Ejido San Ignacio	647849	2994426	30.35							18.27	22.12	22.47	21.15	24.54			
41	1	41	495	143 (1ra)	Ejido San Ignacio (Los Parosis Chinotahueca)	645950	2992922	26.21								17.38	18.17	17.78	21.42			17.33
42	1	42	497		Oficial Relocalizado (San Ignacio, Navojoa)	648590	2995037	27.84							17.31	19.22	17.79		21.37	21.11	20.63	19.49
43	1	43	498		Oficial Relocalizado (San Ignacio)	645565	2994184	25.93							13.85	16.41	17.21		20.96	18.74	16.71	14.25
44	1	44	507		Oficial Relocalizado (Frente al Jopo San Ignacio)	644690	2993234	24.22							12.64	15.30	15.12	15.19	18.86	18.20	6.57	
45	1	45	509		Oficial Relocalizado (Mezquital de Buiyacus)	656026	3002784	37.19							29.85	32.61	30.52	29.99	31.04	30.75	30.21	29.27
46	1	46	516		Oficial Relocalizado (Mezquital de Tesia)	657680	3002704	35.65							31.00	32.22	31.75	31.85	33.57	32.67	31.25	30.60

77	2	21	222		Eleno Rochin Hitonhueca (Campo Agrícola)	637359	2995006	21.31								3.53	10.61	11.11	11.01	13.09	12.88	13.04	12.11
78	2	22	237		Granja Ejido Navojoa (Bahuises adelante Tomza)	651210	3001498	40.81									26.81	25.71	23.91	25.97			
79	2	23	313		P.M.O. 12 (Bacame Viejo)	636301	2993960	15.33								6.71	7.23	7.73	7.48	8.48	7.68	6.91	7.78
80	2	24	323		PMB 16 Poblado Rancho del Padre	647134	3000080	31.35									22.68	21.35	22.05	24.53	23.92	23.47	22.98
81	2	25	331		Huerta Alejo Aguilera (Guaymitas)	653505	2999266	36.50								29.35	31.81	31.60	31.45	32.23	32.28	31.70	29.90
82	2	26	470	43(2da)	Homero Melis Castro (Colonia Nacozeni)	637055	2991763	19.34							8.39	10.79	10.29	9.74	11.93	12.90	11.64	9.81	
83	2	27	480		Ejido Agiabampo (Frente a bacame Nuevo)	643690	3009125	64.79							0.61	-9.04	-4.81	-4.60	-3.00	-6.83	21.81		
84	2	28	481		Ejido 25 de Junio (Las Boras Bacame Nuevo)	640183	3000476	34.62							10.78	11.97	11.62	11.52	11.80	8.22	14.22	8.52	
85	2	29	488	44(2da)	Ejido San Ignacio	645416	2996470	31.88							17.23	19.24	20.73	19.15	20.28	23.22	22.05	20.98	
86	2	30	492		Trinidad Vda. De Félix (Bacame Viejo)	649554	2989692	18.21														12.16	12.51
87	2	31	503		Oficial (Colonia Nacozeni)	635934	2990514	21.75		14.46	12.16	12.01	12.22	11.76	11.38	12.30	13.35	12.35	15.10	15.40			13.55
88	2	32	504		Oficial (Bacame Viejo)	636353	2992184	22.11	13.17		10.93	8.11	9.65	11.81	10.97	12.41	13.21	12.36	14.25	16.91	16.46		
89	2	33	505		Oficial Bacame Viejo	635191	2990928	19.71	12.50		10.69	7.91	11.76	3.11	10.14	11.23	12.11	11.65	11.49	14.73	16.06		12.63
90	2	34	506	506 O	Oficial Relocalizado (Los Buayums)	655868	2970350	29.30							11.46	12.51	12.70	13.30		10.44	21.70	21.80	
91	2	35	514		Oficial Huirachaca	633502	2989270	17.46							7.46	8.07	8.86	8.72	9.74	11.18	11.86	10.46	
92	2	36	520	520b	Oficial Aquisahuali	642819	2994682	24.52							13.04	16.89	17.20		17.22	17.39	16.88	16.52	
93	2	37	520		Oficial El Jopo	645199	2994718	30.93	21.53		18.67	18.03	20.69	3.13	18.81	22.43	22.18	22.03	25.04	24.47	22.11		
94	2	38	521		Oficial Aquichopo	643388	2995819	29.18	17.73	17.08	16.89	16.33	16.59		15.70	17.46	18.08	17.78	17.04	21.14	20.08	19.68	
95	2	39	522		Oficial el Siviral	648073	2997990	31.75	25.46	23.61	23.12	22.75	24.69	23.90	23.19	23.73	24.05	23.35	24.45	26.12	25.33	6.08	
96	2	40	523		Oficial Periferico Navojoa	651111	2999452	33.47	27.95	27.49	26.84	25.97	27.47	25.77	25.15	28.14	26.47	24.57	29.22	27.47	26.97		
97	2	41	524		Oficial Hitonhueca	639150	2995129	25.77	13.41	12.55	13.05	12.77	11.47	12.42	11.32	12.26	12.77		13.07	14.25	14.03		
98	2	42	526		Oficial Bahuises	652251	3000217	34.44	28.40	27.80	27.32	26.34	27.36	26.59	26.24	28.74	28.64	28.04	29.54	28.69	29.11	27.84	
99	2	43	527		Oficial El Siviral	646896	2997279	30.27	24.33	23.63	22.72	17.07	24.40	25.04	22.07	24.89	25.27	24.00	24.69				
100	2	44	529		Oficial Aquisahuali	642381	2995445	28.92	16.41	17.06	17.31	15.95	18.22	16.30	15.01	20.17	20.52	19.77	18.52	19.85	19.32	19.12	
101	2	45	535		Ejido Rancho del Padre "Las Boras" Bacame Nuevo	641937	3000072	36.56								11.56	11.46	11.26	12.26	10.86	11.16	10.96	
102	2	46	536		Ejido Rancho del Padre (Las Boras Bacame Nuevo)	640614	2999148	34.35								12.30	12.35	12.05	12.52	14.43	8.39	6.35	
103	2	47	542		Ejido Rancho de Padre (Las Boras Bacame Nuevo)	640619	3000095	36.30								11.66	11.60	11.90	12.34	13.51	15.46	10.56	
104	2	48	610	s/n	Francisco Borquez (El Retiro Bacame Viejo)	632394	2990028	12.76							4.36	5.31	5.36	5.66	7.54		7.66	12.76	
105	2	49	622	149 (1ra)	Ramiro Gonzalez (El Tobogan Navojoa)	652778	3000267	32.12								26.22	26.92	25.50	32.12	27.35	27.10	24.82	
106	2	50	630	s/n	Ramiro Gonzalez (El Tobogan Navojoa)	652728	3000123	32.39							22.29	25.39	26.09		32.39	27.01	26.38	24.92	

107	2	51	631	2(2da)	Homero Melis Cota (Hitonhueca)	637972	2992766	20.58							9.70	14.08	12.05	13.26	13.05	13.41	12.65	11.18	
108	2	52	640		Colectiva San Ignacio (Al sur casa/campito)	643329	2998043	32.63								12.69	12.23	13.13	14.96	16.28	15.87		
109	2	53	641		Colectiva San Ignacio (Campito)	643255	2998168	32.64								12.79		12.84	14.78	16.22	17.44		
110	2	54	642		Colectiva San Ignacio (Al norte Campito)	643187	2998372	33.53								12.36		12.71	14.16	15.44	16.39	11.06	
111	2	55	643		Colectiva San Ignacio (En el bajo de combustion)	642023	2997782	30.90								11.73	11.90	11.45	13.66	15.80	16.50	8.20	
112	2	56	644	5	Colectiva San Ignacio (a la orilla del postizo)	644418	2996992	32.00								12.94	14.19	14.65	17.18	17.82	18.28	32.00	
113	3	1	12		Jose Morales (Colonia Agricola Rio Mayo)	651944	2991647	37.37	25.40	24.86	23.85	22.62	22.90	22.67	21.34	27.76	28.48	24.07	29.77	19.97	24.92	23.37	
114	3	2	14		Manual Valenzuela (Colonia Agricola Rio Mayo)	651011	2989697	34.16	24.82	24.21	22.98	21.51	22.01	21.30	20.81	21.41	21.79	23.16	22.86	24.86	23.93	23.51	
115	3	3	16		Ejido Primero de Abril (Colonia Agricola Rio Mayo)	649501	2988671	31.54								13.88	20.46	22.54		22.64			
116	3	4	17		Sanidad Vegetal Navojoa (Colonia agricola Rio Mayo)	648935	2989204	31.59	23.12	22.30	19.31	18.78	20.74	19.41	18.57	20.01	20.02	21.09	21.45	23.24	22.01	20.63	
117	3	5	18		Guillermo Guisecke (Sicome Norte)	648469	2988844	30.86					19.86	18.02	18.24	19.60	19.61	20.46	20.36	22.66			
118	3	6	21		Alejo Aguilera (Sicome Norte)	643921	2988451	25.55								13.25	15.11	15.02	13.90	17.23		18.27	16.31
119	3	7		30(1ra)	Mario Lopez Almada (Yemovari)	639371	2992970	22.72	17.16		12.34	12.12	14.88	14.15	13.38	15.90	16.19	14.82	19.76	17.38	16.45	14.42	
120	3	8	32		Ejido San Pedro (Campo Leon)	639074	2988211	20.71					14.56	12.77	12.35	12.91	13.05	12.61	14.38	16.94	16.12		
121	3	9	33		A. P. Campo Leon	640709	2987806	22.07								13.57		12.87		17.54			
122	3	10	34		Ejido San Pedro (Campo Leon)	638653	2987119	20.13			11.53	11.29	12.52	12.46			12.38	11.13	13.22				
123	3	11	36		Miguel Valenzuela Rivera (Bacobampo)	635753	2985832	18.74	13.66	13.38	10.87	10.16	9.44	8.21	8.12	9.56	10.17	11.34	13.74	13.84	13.69	12.03	
124	3	15	37		Francisco L, Esquer (Bacobampo)	635838	2985848	18.88	13.68	13.80	12.72	10.71	8.01	8.63		10.32	10.68	11.48	13.88	14.35	13.43	9.65	
125	3	13	38		Ejido San Pedro (Bacobampo)	635667	2985336	16.13							5.84	6.70	7.20	7.13	10.30	10.88			
126	3	14	39		Ejido San Pedro (Las Playitas)	636915	2985349	19.83					12.03	9.67		10.66	10.90	11.73	14.02	15.93			
127	3	15	40		Ejido San Pedro (Las Playitas)	639125	2984453	19.56	16.23	16.28	15.38		14.06	13.32	12.54	12.82	12.84	12.56	15.46	14.56			
128	3	16	43		Ejido San Pedro (Las Playitas)	636825	2983509	19.06					10.51	9.99	9.36	9.46	9.61			13.55	15.78	15.51	
129	3	17	46		Ejido San Pedro (Campo Leon)	640732	2986476	21.32	17.18	17.46	15.98	12.87	14.94	13.79	12.77	13.83	13.02	12.22	16.08	16.52			
130	3	18		47(1ra)	Ana Sofia Cota Aguilera	641300	2987605	21.96							12.74	14.02	12.40	12.96	15.46	17.96	15.91	14.96	
131	3	19	48		Avelino Fernandez (Campo Leon)	640787	2987059	21.04	16.89		16.01	14.79	15.16	14.79	13.21	13.70	12.91	12.04	14.34	17.14		14.73	
132	3	20	50		Horacio valenzuela (Sicome Norte)	642164	2987644	24.86					16.50	15.01		14.35		15.96	17.00				
133	3	21	53		Mario Lopez Almada (Sicome Norte)	644915	2987085	25.86								15.48	14.73	15.22	17.52	19.68	19.20	17.06	
134	3	22	54		Maria Luisa I de Santini (Sicoma Norte)	643916	2988041	25.53								14.77		14.18	16.98	19.25	17.80	14.98	
135	3	23		55(1ra)	Colegio del Pacifico (Sicome Norte)	644938	2988123	26.47	19.76	19.62	17.71	19.35	18.97			15.40	15.19	14.89	17.10	19.81		16.53	
136	3	24		62(1ra)	Eduardo Terminel (Sicome Norte)	646496	2984106	24.62	19.71	19.32	18.48	16.82	17.80	17.10	16.66	16.98	17.68	18.32		19.72	17.38	16.47	

137	3	25	64		Ernesto Bouvet (Sicome Norte)	646975	2986138	27.24						17.24	18.07	18.16	21.14	17.54			18.72	
138	3	26	65		Agustin Bouved (Sicome Norte)	646958	2987633	28.37	21.78	21.12	19.19	17.97		18.42	16.81	18.53	18.92	19.37	19.97	22.08	20.69	18.87
139	3	27	66		Horacio Valenzuela (Sicome Norte)	647994	2984880	25.52							18.04	18.65	19.52		21.12		18.12	
140	3	28	67		Balvaneda G. Vda. de Valdez (Sicome Norte)	647779	2986146	27.46					19.18	18.52	17.69	18.43	18.85	21.66	19.46	21.66	22.23	
141	3	29		69(1ra)	Trinidad Rosas Guerra (Colonia Rio Mayo)	648911	2987163	30.23	22.74	21.95	19.75	18.84	19.59	19.34	18.33	19.40	19.85	20.23	20.78		21.40	19.29
142	3	30	70		Gerardo Gutierrez (Sicome Norte)	648961	2988192	30.73							19.54	19.84	21.03	20.63	22.73	21.27	20.03	
143	3	31	72		Trini Rosas (Colonia Rio Mayo)	649568	2985674	28.95	22.57	22.07	21.04	19.17	20.00	19.48	18.79	19.54	20.00	19.45	20.65	22.63		
144	3	32	73		Horacio Valenzuela (Capetamaya)	650025	2985345	27.37	22.30	17.00	21.18	19.67	20.59	19.50	19.28	19.23	19.90	17.97	20.87	22.35	21.45	21.52
145	3	33	84		Jose C. Gonzalez (Sicome Norte)	646494	2983073	23.41	18.67	18.88	17.30	12.72	16.91	16.88	16.31	16.51	17.19	16.61	17.80	19.31	14.02	13.48
146	3	34	86		Manuel Muñoz (Sicome Norte)	643810	2983078	21.20	17.92	17.97	16.91	15.35	16.03	15.55	15.36	15.08	15.41	15.80	17.07	17.30	17.04	
147	3	35	87		Ing. Sergio Barcenas Santini (Sicome Norte)	643163	2983065	20.26	17.32	17.00	16.46	14.65	15.69	14.44		14.88	15.21	15.76	16.39			
148	3	36	90		Sociedad Tiriscohuasa	634494	2981252	15.60								4.95	5.56		12.55			
149	3	37	91		Victor Manuel Romo Ruiz (Tiriscohuasa)	634297	2980727	16.20	9.58	7.20	6.35	4.52	6.70	3.32	2.97	4.82	4.94			10.10	8.90	
150	3	38	110		Anastacio Yocupicio (Chucarit)	639571	2991301	21.91								15.05	14.66	13.91	15.39	18.46	17.20	14.21
151	3	39	113		Guillermo Guisecke (Sicomoro Norte)	645988	2986027	25.88					18.05	17.63	17.00	17.01	17.40	18.88	18.90	20.42	19.67	17.26
152	3	40	115		Jorge Alvarado (Sicome Norte)	648986	2985154	26.58	22.04	24.47	20.22	18.41	18.93	18.76	17.72	18.70	19.04	19.58	19.38	21.58	20.76	19.28
153	3	41	122		Maria Guadalupe Sainz Morales (Colonia Rio Mayo)	650513	2987567	30.86	23.73	23.15	21.71	20.17	21.17	20.57	19.71	20.29	20.94	19.76	21.21	32.61	21.41	21.68
154	3	42	128		Agua Potable de Bacobampo	634511	2985312	18.18								7.22		10.18	13.35	10.47		
155	3	43	140		A.P. San Pedro Viejo	635882	2989616	20.75												15.24		
156	3	44	185	1(3ra)	Jesus Ramirez (Etchojoa)	636107	2978026	14.25								6.42	6.34					
157	3	45	310		A. P. Las Playitas Etchojoa	638822	2985482	19.30	15.80	15.95	14.88		13.63	12.64	12.11	12.00	12.33		15.96	8.95		
158	3	46	327		P.M.B. 14 Orillas del Dren animas Capetamaya	651165	2985312	26.25							19.10	19.09	19.49		20.38	21.95	22.83	20.88
159	3	47	458	167(1ra)	Hector Arriola (El Chapote Chucarit)	640676	2992355	25.41							14.83	16.88	17.68	16.40	20.50	19.01	18.22	16.31
160	3	48	493	141(1ra)	Campo San ALonso (Colonia Agricola Rio Mayo)	649554	2989692	30.78							16.62	18.13	18.18	18.48	19.08	30.58		
161	3	49	502		Oficial (Chucarit)	640346	2991714	24.81			16.55		16.84	12.67		17.35	17.81	15.77	18.19	18.83	17.76	13.56
162	3	50	530		Oficial El Chapote (Chucarit)	640648	2993476	24.32	17.86		16.66	16.12	16.69		14.80	17.65	17.12	15.50	19.54	18.02		
163	3	51	562	49(1ra)	Remigio Gonzalez (Sicome Norte)	641989	2987083	19.53							10.88	7.01	5.83	10.43	13.36			-9.67
164	3	52		523b	Oficial Cuadrilatero 13 (San Pedro)	635776	2986420	17.24												12.19	12.29	8.59
165	3	53	520		Oficial Relocalizado Col. Nacozarit	640709	2988998	21.80												18.94	17.40	12.40
166	3	54	500		Oficial Relocalizado Chucarit	640007	2990682	24.93												19.86	18.62	14.63

197	4	29	190	6(3ra)	Silvio Arce Duarte (Huitchaca, Etchojoa)	629340	2973432	10.15						2.03		3.28	3.23	2.85	5.79	4.59	4.03	
198	4	30	191	7(3da)	Carlos Antonio Toledo (Hacienda Los Toledo, Hpo.)	632674	2973487	9.85			1.95											
199	4	31	192		Antonio de la Llata (El Baceran Huatabampo)	633665	2969454	7.42	7.42	3.69	3.28	4.14			3.22	3.32	3.24	0.42	3.42	4.32	3.62	
200	4	32	194		Ramon Uribe (Fuente Sauco, Huatabampo)	636002	2968607	8.97							4.56	4.59	4.34	4.77	3.97	5.47	4.84	4.27
201	4	33	195		Ignacio Ruiz Sr. (Fuente sauco Huatabampo)	636151	2968061	8.36							3.81	6.11	6.16	3.26	4.21	5.51	4.53	3.95
202	4	34	198		Manuel Larrauri (La Union Huatabampo)	637418	2965965	7.82	4.87	4.15	3.90	3.54	5.52		3.28	4.42	3.52	7.82	4.94	4.70	4.07	3.67
203	4	35	199		Francisco Santini Campo H. (Mondaca Huatabampo)	637586	2965272	7.22	3.35	3.58	2.77	2.87	3.52		2.39	3.53	2.76	2.12	3.75	3.39	2.79	2.51
204	4	36	201		Agua Potable (Etchojoa Carret. Etchojoa Huatabampo)	635917	2976287	12.31										-0.69		6.33		
205	4	37	202		Cesar Larrinaga (Alcema Huatabampo)	636005	2969765	8.77	5.52	5.62	6.12	5.58			6.20	6.05	5.24	2.67	5.82	6.37	6.37	4.70
206	4	38	203		Francisco S. Bay Salido (Granja la Pilarica, Etchojoa)	638225	2975399	9.99	7.36	7.15	7.93	6.85	7.03		6.04	6.85	6.54	4.99	7.73	7.29	6.79	
207	4	39	205		Hector de Vega (Etchojoa)	636929	2975672	10.02	7.02	6.80	5.96	5.87	7.53		5.32	6.19	6.32		7.32	7.27	6.22	5.87
208	4	40	246		Poblado el Tabare (Ademe PB sin uso)	623501	2965154	3.60							0.10	1.39	0.60	0.70	1.00	0.98	0.93	0.37
209	4	41	311		PMB-7 Sahuaral Etchojoa	632607	2978521	13.68							3.75	6.02				7.48	5.13	4.51
210	4	42	322		P.M.B. -11 (Sahuaral Huatabampo Orilla Lat 64+100)	624861	2972013	5.49										0.09	0.79			
211	4	43	386	42(2da)	Armando Zazueta Ruiz (El Vivero Bacobampo)	633606	2987388	17.81							8.10	8.61	9.31	8.86	11.11	13.36	12.11	10.91
212	4	44	500		Oficial (Las Guayabas)	629224	2974608	11.40							1.78	4.02	3.80		6.47	5.25		2.65
213	4	45	501		Oficial (Bacobampo)	631964	2984730	16.56	10.44		8.54	6.91	7.69	5.51	4.66	6.29	6.21	6.56	7.78	10.09	9.46	7.86
214	4	46	510		Oficial (Mochipaco Etchojoa)	633501	2980128	15.49							1.76	6.21	3.79	2.67	6.31	8.19		4.89
215	4	47	511		Oficial (Mochipaco Etchojoa)	633344	2980585	15.35	7.26	4.85	4.19	3.13	4.53	2.41	2.21	5.84	2.55	2.72	6.81	7.83	6.70	4.73
216	4	48	512		Oficial (Basconcobe)	632300	2983515	15.92	6.50	8.57	7.94	6.52	7.29	2.32	5.06	6.06	6.37	6.49	7.64	9.59	9.52	8.12
217	4	49	513		Oficial Bacobampo	631792	2986569	17.06	10.63	10.40	9.59	8.11	8.60	7.66	7.06	6.83	7.06	7.53	8.54	10.71	10.46	8.92
218	4	50	515		Oficial Bacobampo	632697	2984727	14.83							1.33	2.68	7.03	2.10	4.87	7.00	6.71	5.58
219	4	51	517		Oficial Basconcobe	632862	2982379	16.73	7.31		5.09	4.08	3.92		2.49	3.39	3.60	2.67	6.73	7.33	7.60	5.58
220	4	52	527	527bis	Oficial Bacobampo	632133	2985422	17.02							5.85	7.49	7.02		8.93	10.82	10.52	8.92
221	4	53	612	45(2da)	Daniel Rochin Ley (Bacobampo)	632494	2987627	17.48							7.56	9.61	9.78	9.43	11.18	12.83	12.03	10.61
222	4	54	632	s/n	Jesus Tadeo Mendivil Austin (Campanichaca)	634347	2978860	10.24							-2.05	1.01			10.24	4.24		
223	4	55	321		PMB-13 (Mocorua)	627390	2982613	12.77														
224	5	1	13		Leonardo Yepiz (Colonia Agricola Rio Mayo)	653701	2988747	35.80	24.57	24.66	24.17	22.41	22.58		21.54	21.37	22.15		22.73			23.28
225	5	2	74		Jorge Federico Domq (Capetamaya)	652004	2985379	29.04	23.60	23.56	22.48	21.01	21.44		20.52	20.49	21.00	21.24	21.98		23.38	22.34
226	5	3	75		Baldomero Almada (Capetamaya)	651722	2984384	27.95	22.25	22.17	21.55	20.15	21.00		19.88	19.87	20.08	19.75	21.02	22.31	21.90	21.18

227	5	4	76		Roberto Yepiz R. (Granja Capetamaya)	652686	2984394	28.90	24.39	24.39	24.23	22.36	22.58		21.73	21.78	22.07	22.50	25.20		24.18	21.42
228	5	5	77		Irma Eloisa Ibarra (Capetamaya)	652547	2980992	29.67					23.80		21.65	22.18	21.75	21.37	23.11	27.37		
229	5	6	78		Jesus Chacon (Huerta Capetamaya)	652079	2979791	29.62		25.17	25.01	25.86	23.89	22.00	21.92	21.85	21.68	22.12	22.80	24.90	23.37	22.00
230	5	7	79		Jose Enrique Bojorquez Almada (Porcina Capetamaya)	650040	2980350	25.05	22.00	20.85	21.20	19.45	19.88	16.93	19.05	19.09	19.24	17.85	18.70		20.56	17.97
231	5	8	80		Jesus Dow (Huerta Capetamaya)	650460	2980192	25.78							19.78	20.13	19.90	18.83	20.58		21.28	18.61
232	5	9	95	95/a	Ramon Martinez (Campo en Sebampo)	640632	2972872	13.94					8.41	7.61	6.07	7.57	7.74	8.44	7.84	8.77	7.71	6.68
233	5	10	95	95/b	Ramon Martinez Sebampo	640936	2972824	14.24							8.21	7.82	8.24	8.24	7.82	9.04	8.75	6.94
234	5	11	96		Sociedad Tiriscohuasa	641535	2973137	14.54	9.02	8.09	8.10	8.04	9.19	9.21	7.22	9.44	9.34	7.64	11.09		7.64	
235	5	15	97		Javier Ruiz (Mumuncuera)	651220	2968650	18.41		12.33	12.36	11.21	11.29	9.71	8.51	10.21	9.63	8.41	11.16	11.71	10.82	9.69
236	5	13	98		Enrique Ruiz (Mumuncuera)	651207	2967578	15.55							5.57	8.11	7.49	5.55	6.85	8.90		4.67
237	5	14	100		Grupo GR (Mumuncuera)	653346	2968071	21.76	17.18	17.60	14.74	16.58	17.44		15.26	15.56	14.87	16.46	15.49	17.48	16.57	16.76
238	5	15	101		Jose Arturo Hernandez (Mumuncuera)	653370	2965401	14.54					11.32	10.24	9.87	9.40	9.99	8.64	10.20	11.34	11.14	
239	5	16	102		Miguel Enriquez Hernandez (Mumuncuera)	653392	2964589	13.43			6.53		9.78			7.40	7.18	8.03	9.73	9.63		8.22
240	5	17	103		Herlindo Martinez (Mumuncuera)	657948	2967145	29.97							16.50	15.78	14.60	11.97	14.97	17.10	16.06	14.73
241	5	18	104		Alfredo Karam (Mumuncuera camino al Bachoco)	660213	2967220	33.32					13.32	10.22	7.68	8.17	7.83	15.22	21.17	7.04	7.22	5.84
242	5	19	105		Heriberto Aguirre (Granja Tepahui - Mumuncuera)	659027	2968164	33.35					21.51	19.25		8.82	8.42	16.15	14.55			
243	5	20	119		Gustavo R. Snatini (Capetamaya)	655078	2981856	31.94	28.80		28.26	28.79	27.63		27.28		26.99	17.94				27.74
244	5	21	126		Leonel Felix Sanz (Mumuncuera C/Papalote)	655635	2981752	33.50	29.75	29.03	29.75	26.60	29.19		28.37	29.77	28.50	19.90	31.02	31.50	30.65	29.28
245	5	22	127		Julian Aguilera Campoy (Mumuncuera Granja Aguilera)	657129	2984351	36.40	32.97	27.90	31.78	31.25		23.43		27.91	27.98	24.40	26.23			
246	5	23	200		Elias Karam (Engorda San Ignacio Huatabampo)	649484	2966716	10.95							5.80	6.57	5.98	3.05	6.78	7.65	6.35	5.72
247	5	24	208		Silverio Morales (Altos de Silverio)	641372	2965381	6.60									0.00		4.65	3.63	3.61	1.70
248	5	25	225		Stemberg Martin de Sonora S. A. (Zona Industrial)	655204	2992557	36.89								20.06	20.38	20.09	23.44	26.24	27.89	22.60
249	5	26	227		Despepitadora Rio Mayo (Zona Industrial Navojoa)	655297	2991630	41.36							20.92	20.56	20.79	24.16	25.89	24.13	23.96	21.36
250	5	27	228		Petroleos Mexicanos (Zona Industrial Navojoa)	655339	2990928	41.05							14.85		11.47	23.55	25.96	15.65		
251	5	28	230		Ejido Antonio Rosales (Las Animas Navojoa)	658109	2989221	50.35							9.55	9.02		35.55	37.99		6.07	6.55
252	5	29	231		Agua Potable La Potable Bacabachi	653988	2974111	33.92							11.82		15.62	19.12	5.08			
253	5	30	232		Agua Potable (La potable Bacabachi)	654069	2974125	34.19										15.29				
254	5	31	233		Oscar Urrea (Mumuncuera)	659778	2966126	31.72	9.51	8.12	8.12	11.77	15.49	5.32	7.22	7.14	7.37	13.32	4.37	14.68	4.50	
255	5	32	234		Oscar Urrea (Mumuncuera)	659773	2965943	31.67							6.17	6.07	6.37	13.67	5.42	4.49	4.27	
256	5	33	235		Agripino Villalobos (Mumuncuera)	658750	2966099	26.72	11.18		11.14	10.07	10.88	9.33	9.15	10.19	14.09	8.72	5.57	9.77	9.55	

257	5	34	236		Francisco Martínez (Buytopari Huatabampo)	651085	2964719	10.96							4.76	7.16	6.46	3.96	6.20	7.61	5.97	5.69
258	5	35	238		Poblado los Buayums (Noria)	655797	2972097	35.21							22.84	17.43	17.45	21.21				
259	5	36	239		Poblado Sinahuiza (Noria)	655152	2977554	40.92							28.66	22.94	22.90	23.22	20.35	25.04	24.72	
260	5	37	240		Granja La Soledad (Carret. Navojoa Alamos)	662387	2994583	64.89							60.19	47.89	0.89	62.44	60.19	58.68	58.29	
261	5	38	241		Calcio SONMEX (carret. Navojoa Alamos)	660182	2995540	55.01							47.69	45.21	46.01	50.41	49.56	48.03	48.51	
262	5	39	242		A. P. Chirajobampo (Bacabachi)	658583	2975985	50.71										28.21	25.91		50.71	
263	5	40	244		PMO-1 Lateral Sebampo Km 3+200	650186	2974213	23.01										-0.89				
264	5	41	253		Granja San Agustín/Bachoco (Carr. Inter. Navojoa)	655224	2985377	32.14						23.51	24.42	24.13	24.54	26.59				
265	5	42	314		PMB-5 Carretera Tres Carlos Etchojoa	642254	2976772	14.91						9.45	9.86	9.91	9.91	10.81	11.26	10.65		
266	5	43	318		P.M.B. 10 Cochera los Ruiz Huatabampo	643368	2971446	12.05						7.86	8.17	8.55	8.55	8.45	7.94	7.48	6.35	
267	5	44	325		PMB-8A Campo Rodrigo Bojorquez (Capetayama)	651027	2978759	27.10						19.83	19.58	19.60	16.25	21.60		21.24		
268	5	45	326		PMB-8B Campo Rodrigo Bojorquez (Capetamaya)	651034	2978759	26.86						-1.42	-1.89	-2.34	16.06	-2.84	6.36	-4.09	-4.39	
269	5	46	349		PMB-19 Zona Industrial Navojoa	658304	2988143	47.30									31.10	33.51	30.77			
270	5	47	490		Oficial Relocalizado (Sobre canal Sebampo)	652404	2974268	26.21						8.21	14.83	12.61	3.51		14.81	4.90	-2.49	
271	5	48	499		Oficial Relocalizado (Frente a Sinahuiza)	653143	2976802	28.95						14.49	15.78	14.39	12.95		18.85	16.61	9.45	
272	5	49	506		Oficial Relocalizado (Los Buayums)	655868	2970350	29.30						11.46	12.51	12.70	13.30		16.36	12.10	12.10	
273	5	50	508		Oficial Relocalizado (Sinahuiza)	654167	2973438	29.72						6.89	12.09	7.80	7.72		12.67	3.73	3.40	
274	5	51	522	522bis	Oficial (Frente a Sinahuiza)	653079	2975643	30.75						15.78	23.13	15.09	15.55	15.30	20.79	21.39	16.70	
275	5	52	525		Oficial Relocalizado (Los Buayums)	655006	2971145	29.23						12.09	14.95	13.46	12.13	16.16		11.90	15.80	
276	5	53	528		Oficial Relocalizado (Frente a Sinahuiza)	654222	2972509	29.73					18.93	13.21	15.35	10.97	7.73		15.21	7.57	6.33	
277	5	54	633	s/n	Oscar Urrea Murillo (Canal Sebampo)	651105	2974265	20.57							12.17	7.14	-4.33	7.87	13.80	14.01	6.67	
278	5	55	634		Noria con papalote Campo Avelino Fernandez	655647	2968084	16.13							8.83	8.73	8.63	9.05	11.13	10.86	4.93	
279	5	56	635		Noria Frente a campo Avelino Fernandez (Mumuncuera)	654902	2967029	19.00							14.25	14.18	11.75	14.65	13.35	13.20	5.90	
280	5	57	636	s/n	Noria adelante del Campo Santini (Mumuncuera)	655698	2964494	15.65							8.05	7.13	8.55	8.65		10.25	4.90	

Cuadro A1.2. Niveles Estáticos históricos de los pozos profundos seleccionados 1997-2011

NIVELES ESTATICOS HISTORICOS DE LOS POZOS PROFUNDOS SELECCIONADOS 1997-2009

IDENTIF POZOS			GEOREFERENCIA UTMS		ELEVACION	Niveles Estáticos Históricos Registrados.															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
k	NO .	CNA	PROPIETARIO	X	Y	BROCAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
							1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
No	i			m	m		msnm														
1							1	1	Antonio R. Bours Cabrera (Granja la Espera)	658930	3001206.53	39.91	34.05	35.89	32.54	33.86	34.91		33.01	33.53	34.02
2	5	6	Ejido 5 de Junio (El recodo)	646437	2995317.56	30.41	22.18	21.75	20.45	18.56	21.69		19.91	19.15	21.76	22.15	21.03	25.39		22.96	21.87
3	6	7	Oscar Navarro Esquer (San Ignacio)	646565	2994566.15	29.89	21.17	19.80	17.79	16.76	18.62		18.16	17.51	21.19	21.01		23.65		22.45	20.86
4	7	9	Herlindo Martinez (Colonia Agricola Rio Mayo)	651495	2992765.72	38.82	24.82	25.07	23.71	24.89	27.50		24.12	21.30	21.97	21.62	23.82				
5	8	19	Arturo D. Almada (Sicome Norte)	647907	2988867.31	31.39	22.29	22.64	17.17	10.85	22.06		18.11	18.14	21.72	19.62	22.39	20.23		22.33	21.39
6	14	27	Gabriel Cota Aguilera	642918	2989223.51	21.29	18.30	18.48	13.82		16.11		13.85	12.20	14.34	12.85	14.29	16.09		18.31	17.28
7	16	29	Escuela Normal Rural "El Quinto"	642239	2990194.21	24.42	18.92	22.72	21.70	18.97	25.24		18.91	12.66	16.85	15.32	16.22	18.19		18.50	15.75
8	24	130	Arturo Almada Almada (El Datil Campo Agricola)	652566	2997706.93	34.34	27.26	26.29	26.40	28.79	28.72		25.77	24.74	25.88	25.02	26.52	30.09		28.80	24.11
9	57	141	Mercedes Salido (Bacame Viejo)	635754	2994007.95	14.49	13.18	12.54	11.81	11.04	12.46		12.07	6.56	7.25	7.72	7.31	8.82			7.11
10	58	143	Francisco Borquez (Bacame Viejo)	636030	2993161.31	20.55	14.52	13.25	11.70	10.87	13.45		11.94	11.41	12.35	12.48	12.63	13.81		14.70	14.43
11	59	144	Ramon Alberto Salido (Bacame Viejo))	635826	2992367.31	20.72	12.94	12.41	11.05	16.64	12.51		13.86	11.13	12.32	12.72	12.52	14.02		14.53	14.00
12	60	145	Patricia García Salido (Bacame Viejo)	637003	2992687.74	25.81	15.78	12.52	11.07	10.71	12.00		11.90	11.51	13.21	13.61	11.96	13.94		15.63	14.60
13	61	146	Carlos G. Salido (El Retiro Bacame Viejo)	632924	2990967.77	15.51	11.05	10.43	9.40	9.68	7.88		6.91	8.05	9.29	8.86	9.72	10.34		10.56	11.90
14	62	147	Alejo Aguilera (Bacame Viejo)	632470	2991053.98	16.83	12.45	11.10	9.76	10.28	11.89		9.30	8.82	9.65	9.38	9.93	10.55		11.58	10.62
15	63	148	Felipe Salido (Bacame Viejo)	633805	2990974.62	17.86	13.04	14.25	9.60	4.36	10.31		10.01	9.35	10.14	10.86	10.83	12.24		13.83	12.81
16	87	503	Oficial (Colonia Nacozeni)	635934	2990514.05	21.75		14.46	12.16	12.01	12.22		11.76	11.38	12.30	13.35	12.35	15.10		15.40	
17	88	504	Oficial (Bacame Viejo)	636353	2992184.31	22.11	13.17		10.93	8.11	9.65		11.81	10.97	12.41	13.21	12.36	14.25		16.91	16.46
18	89	505	Oficial Bacame Viejo	635191	2990928.14	19.71	12.50		10.69	7.91	11.76		3.11	10.14	11.23	12.11	11.65	11.49		14.73	16.06
19	93	520	Oficial El Jopo	645199	2994718.18	30.93	21.53		18.67	18.03	20.69		3.13	18.81	22.43	22.18	22.03	25.04		24.47	22.11
20	94	521	Oficial Aquichopo	643388	2995818.62	29.18	17.73	17.08	16.89	16.33	16.59			15.70	17.46	18.08	17.78	17.04		21.14	20.08
21	95	522	Oficial el Sival	648073	2997989.95	31.75	25.46	23.61	23.12	22.75	24.69		23.90	23.19	23.73	24.05	23.35	24.45		26.12	25.33

22	96	523	Oficial Periferico Navojoa	651111	2999451.85	33.47	27.95	27.49	26.84	25.97	27.47		25.77	25.15	28.14	26.47	24.57	29.22		27.47	26.97
23	97	524	Oficial Hitonhueca	639150	2995129.43	25.77	13.41	12.55	13.05	12.77	11.47		12.42	11.32	12.26	12.77		13.07		14.25	14.03
24	98	526	Oficial Bahuises	652251	3000217.28	34.44	28.40	27.80	27.32	26.34	27.36		26.59	26.24	28.74	28.64	28.04	29.54		28.69	29.11
25	99	527	Oficial El Siviral	646896	2997278.58	30.27	24.33	23.63	22.72	17.07	24.40		25.04	22.07	24.89	25.27	24.00	24.69			
26	100	529	Oficial Aquisahuali	642381	2995445.23	28.92	16.41	17.06	17.31	15.95	18.22		16.30	15.01	20.17	20.52	19.77	18.52		19.85	19.32
27	113	12	Jose Morales (Colonia Agricola Rio Mayo)	651944	2991646.73	37.37	25.40	24.86	23.85	22.62	22.90		22.67	21.34	27.76	28.48	24.07	29.77		19.97	24.92
28	114	14	Manual Valenzuela (Colonia Agricola Rio Mayo)	651011	2989696.77	34.16	24.82	24.21	22.98	21.51	22.01		21.30	20.81	21.41	21.79	23.16	22.86		24.86	23.93
29	116	17	Sanidad Vegetal Navojoa (Colonia agricola Rio Mayo)	648935	2989204.04	31.59	23.12	22.30	19.31	18.78	20.74		19.41	18.57	20.01	20.02	21.09	21.45		23.24	22.01
30	119		Mario Lopez Almada (Yemovari)	639371	2992969.62	22.72	17.16		12.34	12.12	14.88		14.15	13.38	15.90	16.19	14.82	19.76		17.38	16.45
31	123	36	Miguel Valenzuela Rivera (Bacobampo)	635753	2985832.22	18.74	13.66	13.38	10.87	10.16	9.44		8.21	8.12	9.56	10.17	11.34	13.74		13.84	13.69
32	124	37	Francisco L, Esquer (Bacobampo)	635838	2985848.07	18.88	13.68	13.80	12.72	10.71	8.01		8.63		10.32	10.68	11.48	13.88		14.35	13.43
33	129	46	Ejido San Pedro (Campo Leon)	640732	2986475.75	21.32	17.18	17.46	15.98	12.87	14.94		13.79	12.77	13.83	13.02	12.22	16.08		16.52	
34	138	65	Agustin Bouved (Sicome Norte)	646958	2987632.78	28.37	21.78	21.12	19.19	17.97			18.42	16.81	18.53	18.92	19.37	19.97		22.08	20.69
35	143	72	Trini Rosas (Colonia Rio Mayo)	649568	2985674.04	28.95	22.57	22.07	21.04	19.17	20.00		19.48	18.79	19.54	20.00	19.45	20.65		22.63	
36	144	73	Horacio Valenzuela (Capetamaya)	650025	2985345.01	27.37	22.30	17.00	21.18	19.67	20.59		19.50	19.28	19.23	19.90	17.97	20.87		22.35	21.45
37	145	84	Jose C. Gonzalez (Sicome Norte)	646494	2983072.83	23.41	18.67	18.88	17.30	12.72	16.91		16.88	16.31	16.51	17.19	16.61	17.80		19.31	14.02
38	146	86	Manuel Muñoz (Sicome Norte)	643810	2983077.72	21.20	17.92	17.97	16.91	15.35	16.03		15.55	15.36	15.08	15.41	15.80	17.07		17.30	17.04
39	152	115	Jorge Alvarado (Sicome Norte)	648986	2985153.56	26.58	22.04	24.47	20.22	18.41	18.93		18.76	17.72	18.70	19.04	19.58	19.38		21.58	20.76
40	153	122	Maria Guadalupe Sainz Morales (Colonia Rio Mayo)	650513	2987566.78	30.86	23.73	23.15	21.71	20.17	21.17		20.57	19.71	20.29	20.94	19.76	21.21		32.61	21.41
41	170	151	Luis Mario Morales Salido (Bacobampo)	632469	2985978.77	18.37	12.23	11.22	10.05	8.87	8.71		9.99	5.70	6.86	6.90	7.47	9.33		11.37	10.54
42	174	157	Jesus Ruy Sanchez (Basconcobe)	632377	2981275.26	16.21	7.15	5.91	4.24	5.81	10.51		2.83	2.41	3.41	3.46		6.31		7.46	7.01
43	175	158	Eduardo Achar Tussie (Basconcobe)	631328	2980136.08	12.66	6.20	5.18	3.69	2.66	2.39		2.92	2.66	2.66	2.66	2.14	4.45		6.96	5.81
44	179	164	Jesus Tadeo Mendivil Austin (Campanichaca)	634377	2978860.96	14.29	7.92		4.81	4.29	4.69		0.64		3.80	3.69	1.99	6.82		7.94	6.79
45	180	163	Francisco Borquez Burboa (Campanichaca)	634077	2977601.83	13.79	6.48	4.91	1.13	3.09	3.86		1.67	1.64	3.79	3.29	0.90	6.40		5.19	
46	181	165	Francisco Chacon Valenzuela (Las Cruces Etchojoa)	632879	2978125.47	13.13	6.25	5.93	4.15	3.13	6.73		2.25	2.26	3.32	3.38	3.13	5.89		7.28	5.28
47	182	166	Luis Zarate de la Torre (Las Cruces Etchojoa)	633373	2976556.02	11.61	5.91		3.98	3.76	4.61		2.59	2.71	3.48	3.91	3.29	5.20			
48	183	167	Emilio Cota Chin (Las Guayabas Etchojoa)	631604	2976459.57	10.58	5.35	4.87	3.51	3.08	4.50		0.51	1.45	2.92	3.18	1.83	4.43		5.53	3.43
49	185	169	Prospero y Francisco Ibarra (Las Guayabas Etchojoa)	630035	2975877.22	10.42	5.51	3.72	2.23	2.74	4.34		2.24	1.38	3.31	3.87	1.57	4.09		5.14	
50	192	177	Ma. del Rosario Campos Blanco (Sahuaral Etchojoa)	630899	2978633.68	11.89	6.41	6.17	4.51	4.29	4.32		3.17	3.09	3.99	3.54	3.04	5.17		6.09	5.64
51	194	187	Raul Enriquez Parra (Capusari Etchojoa)	635185	2977478.96	14.19	6.36	5.53	5.41	4.39	5.85		2.93	2.36	4.59	3.19	3.39	7.76		7.09	

52	205	202	Cesar Larrinaga (Alcema Huatabampo)	636005	2969764.62	8.77	5.52	5.62	6.12	5.58					6.20	6.05	5.24	2.67	5.82			6.37	6.37
53	206	203	Francisco S. Bay Salido (Granja la Pilarica, Etchojoa)	638225	2975398.59	9.99	7.36	7.15	7.93	6.85	7.03				6.04	6.85	6.54	4.99	7.73			7.29	6.79
54	207	205	Hector de Vega (Etchojoa)	636929	2975672.07	10.02	7.02	6.80	5.96	5.87	7.53				5.32	6.19	6.32		7.32			7.27	6.22
55	213	501	Oficial (Bacobampo)	631964	2984730.43	16.56	10.44		8.54	6.91	7.69			5.51	4.66	6.29	6.21	6.56	7.78			10.09	9.46
56	215	511	Oficial (Mochipaco Etchojoa)	633344	2980585.01	15.35	7.26	4.85	4.19	3.13	4.53			2.41	2.21	5.84	2.55	2.72	6.81			7.83	6.70
57	216	512	Oficial (Basconcoabe)	632300	2983515.11	15.92	6.50	8.57	7.94	6.52	7.29			2.32	5.06	6.06	6.37	6.49	7.64			9.59	9.52
58	217	513	Oficial Bacobampo	631792	2986568.85	17.06	10.63	10.40	9.59	8.11	8.60			7.66	7.06	6.83	7.06	7.53	8.54			10.71	10.46
59	226	75	Baldomero Almada (Capetamaya)	651722	2984383.90	27.95	22.25	22.17	21.55	20.15	21.00				19.88	19.87	20.08	19.75	21.02			22.31	21.90
60	229	78	Jesus Chacon (Huerta Capetamaya)	652079	2979791.33	29.62		25.17	25.01	25.86	23.89			22.00	21.92	21.85	21.68	22.12	22.80			24.90	23.37
61	230	79	Jose Enrique Bojorquez Almada (Porcina Capetamaya)	650040	2980350.08	25.05	22.00	20.85	21.20	19.45	19.88			16.93	19.05	19.09	19.24	17.85	18.70				20.56
62	234	96	Sociedad Tiriscohuasa	641535	2973137.01	14.54	9.02	8.09	8.10	8.04	9.19			9.21	7.22	9.44	9.34	7.64	11.09				7.64
63	237	100	Grupo GR (Mumuncuera)	653346	2968070.92	21.76	17.18	17.60	14.74	16.58	17.44				15.26	15.56	14.87	16.46	15.49			17.48	16.57
64	244	126	Leonel Felix Sanz (Mumuncuera C/Papalote)	655635	2981752.43	33.50	29.75	29.03	29.75	26.60	29.19				28.37	29.77	28.50	19.90	31.02			31.50	30.65
65	254	233	Oscar Urrea (Mumuncuera)	659778	2966126.06	31.72	9.51	8.12	8.12	11.77	15.49			5.32	7.22	7.14	7.37	13.32	4.37			14.68	4.50
66	256	235	Agripino Villalobos (Mumuncuera)	658750	2966099.23	26.72	11.18		11.14	10.07	10.88			9.33	9.15	10.19	14.09	8.72	5.57			9.77	9.55
67	10	23	Jesus Emilio Cota Aguilera	643733	2989314.71	23.87	19.28	19.02	14.46	14.00	16.50			14.33		14.49	14.47	15.37	16.52			18.95	17.89
68	18	112	Ruben Valenzuela Antillon (Algodonera Nisa)	650485	2990723.31	34.96	24.24	22.02	21.53	21.80	20.74			20.53	19.79	20.67		24.96	23.16			23.92	23.34
69	23	129	Alejandro M. Robinson Bours Cabrera (Buenavista)	648113	2992024.14	28.21	23.46	22.82	21.57		20.52			18.61	18.91	19.66	20.23	20.21	21.96			23.48	22.56
70	127	40	Ejido San Pedro (Las Playitas)	639125	2984453.31	19.56	16.23	16.28	15.38		14.06			13.32	12.54	12.82	12.84	12.56	15.46			14.56	
71	131	48	Avelino Fernandez (Campo Leon)	640787	2987059.20	21.04	16.89		16.01	14.79	15.16			14.79	13.21	13.70	12.91	12.04	14.34			17.14	
72	135		Colegio del Pacifico (Sicome Norte)	644938	2988123.30	26.47	19.76	19.62	17.71	19.35	18.97					15.40	15.19	14.89	17.10			19.81	
73	136		Eduardo Terminel (Sicome Norte)	646496	2984105.72	24.62	19.71	19.32	18.48	16.82	17.80			17.10	16.66	16.98	17.68	18.32				19.72	17.38
74	141		Trinidad Rosas Guerra (Colonia Rio Mayo)	648911	2987163.48	30.23	22.74	21.95	19.75	18.84	19.59			19.34	18.33	19.40	19.85	20.23	20.78				21.40
75	149	91	Victor Manuel Romo Ruiz (Tiriscohuasa)	634297	2980727.47	16.20	9.58	7.20	6.35	4.52	6.70			3.32	2.97	4.82	4.94					10.10	8.90
76	172	155	Norberto Valencia (Basconcoabe)	633549	2981378.00	16.41	8.67		5.34	2.73	4.47			2.51		5.29	3.91	3.27	7.82			8.26	8.61
77	177	160	Agropecuaria San Alfonso (Sahuaral Etchojoa)	633196	2978659.00	13.74	6.46	5.59	4.60	3.08	3.76			2.18	1.94	3.74	3.14	3.00	5.20			7.51	
78	188	172	Enrique Moreno Gonzalez (Citavaro)	628017	2973668.18	9.80	4.76		0.98	2.70	2.86			1.98	0.20	2.58	3.05		3.42			4.87	3.45
79	235	97	Javier Ruiz (Mumuncuera)	651220	2968649.87	18.41		12.33	12.36	11.21	11.29			9.71	8.51	10.21	9.63	8.41	11.16			11.71	10.82
80		100	Grupo GR (Mumuncuera)	653346	2968070.92	21.76	17.18	17.6	14.74	16.58	17.44				15.26	15.56	14.87	16.46	15.49			17.48	16.57
81		126	Leonel Felix Sanz (Mumuncuera C/Papalote)	655635	2981752.43	33.50	29.75	29.03	29.75	26.6	29.19				28.37	29.77	28.5	19.9	31.02			31.5	30.65

82		233	Oscar Urrea (Mumuncuera)	659778	2966126.06	31.72	9.51	8.12	8.12	11.77	15.49		5.32	7.22	7.14	7.37	13.32	4.37		14.68	4.50
83		235	Agripino Villalobos (Mumuncuera)	658750	2966099.23	26.72	11.18		11.14	10.07	10.88		9.33	9.15	10.19	14.09	8.72	5.57		9.77	9.55
84		74	Jorge Federico Domq (Capetamaya)	652004	2985379.14	29.04	23.60	23.56	22.48	21.01	21.44			20.52	20.49	21.00	21.24	21.98			23.38
85		76	Roberto Yepiz R. (Granja Capetamaya)	652686	2984393.76	28.90	24.39	24.39	24.23	22.36	22.58			21.73	21.78	22.07	22.50	25.20			24.18
86		517	Oficial Basconcobe	632862	2982379.08	16.73	7.31		5.09	4.08	3.92			2.49	3.39	3.60	2.67	6.73		7.33	7.60
87		199	Francisco Santini Campo H. (Mondaca Huatabampo)	637586	2965271.82	7.22	3.35	3.58	2.77	2.87	3.52			2.39	3.53	2.76	2.12	3.75		3.39	2.79
88		198	Manuel Larrauri (La Union Huatabampo)	637418	2965964.79	7.82	4.87	4.15	3.90	3.54	5.52			3.28	4.42	3.52	7.82	4.94		4.70	4.07
89		192	Antonio de la Llata (El Baceran Huatabampo)	633665	2969454.19	7.42	7.42	3.69	3.28	4.14				3.22	3.32	3.24	0.42	3.42		4.32	3.62

Cuadro .A1.3 Profundidades históricas de pozos seleccionados periodo 1997-20011

IDENTIF POZOS			GEOREFERENCIA UTMS	ELEVACION	PROFUNDIDADES DE NIVELES ESTATICOS REGISTRADOS DE 1997 A 2011																
1	2	3			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
k							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
No.	NO	CNA	PROPIETARIO	X	Y	BROCAL	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
i				m	m	msnm	m	m	m	m	m		m	m	m	m	m	m		m	m
1	1	1	Antonio R. Bours Cabrera (Granja la Espera)	658930	3001206.53	39.91	5.86	4.02	7.37	6.05	5.00		6.90	6.38	5.89	5.17	6.80	3.96		4.46	6.68
2	5	6	Ejido 5 de Junio (El recodo)	646437	2995317.56	30.41	8.23	8.66	9.96	11.85	8.72		10.50	11.26	8.65	8.26	9.38	5.02		7.45	8.54
3	6	7	Oscar Navarro Esquer (San Ignacio)	646565	2994566.15	29.89	8.72	10.09	12.10	13.13	11.27		11.73	12.38	8.70	8.88		6.24		7.44	9.03
4	7	9	Herlindo Martinez (Colonia Agricola Rio Mayo)	651495	2992765.72	38.82	14.00	13.75	15.11	13.93	11.32		14.70	17.52	16.85	17.20	15.00				
5	8	19	Arturo D. Almada (Sicome Norte)	647907	2988867.31	31.39	9.10	8.75	14.22	20.54	9.33		13.28	13.25	9.67	11.77	9.00	11.16		9.06	10.00
6	14	27	Gabriel Cota Aguilera	642918	2989223.51	21.29	2.99	2.81	7.47		5.18		7.44	9.09	6.95	8.44	7.00	5.20		2.98	4.01
7	16	29	Escuela Normal Rural "El Quinto"	642239	2990194.21	24.42	5.50	1.70	2.72	5.45	-0.82		5.51	11.76	7.57	9.10	8.20	6.23		5.92	8.67
8	24	130	Arturo Almada Almada (El Datil Campo Agricola)	652566	2997706.93	34.34	7.08	8.05	7.94	5.55	5.62		8.57	9.60	8.46	9.32	7.82	4.25		5.54	10.23
9	57	141	Mercedes Salido (Bacame Viejo)	635754	2994007.95	14.49	1.31	1.95	2.68	3.45	2.03		2.42	7.93	7.24	6.77	7.18	5.67			7.38
10	58	143	Francisco Borquez (Bacame Viejo)	636030	2993161.31	20.55	6.03	7.30	8.85	9.68	7.10		8.61	9.14	8.20	8.07	7.92	6.74		5.85	6.12
11	59	144	Ramon Alberto Salido (Bacame Viejo)	635826	2992367.31	20.72	7.78	8.31	9.67	4.08	8.21		6.86	9.59	8.40	8.00	8.20	6.70		6.19	6.72
12	60	145	Patricia Garcia Salido (Bacame Viejo)	637003	2992687.74	25.81	10.03	13.29	14.74	15.10	13.81		13.91	14.30	12.60	12.20	13.85	11.87		10.18	11.21
13	61	146	Carlos G. Salido (El Retiro Bacame Viejo)	632924	2990967.77	15.51	4.46	5.08	6.11	5.83	7.63		8.60	7.46	6.22	6.65	5.79	5.17		4.95	3.61
14	62	147	Alejo Aguilera (Bacame Viejo)	632470	2991053.98	16.83	4.38	5.73	7.07	6.55	4.94		7.53	8.01	7.18	7.45	6.90	6.28		5.25	6.21
15	63	148	Felipe Salido (Bacame Viejo)	633805	2990974.62	17.86	4.82	3.61	8.26	13.50	7.55		7.85	8.51	7.72	7.00	7.03	5.62		4.03	5.05

16	87	503	Oficial (Colonia Nacozari)	635934	2990514.05	21.75		7.29	9.59	9.74	9.53		9.99	10.37	9.45	8.40	9.40	6.65		6.35	
17	88	504	Oficial (Bacame Viejo)	636353	2992184.31	22.11	8.94		11.18	14.00	12.46		10.30	11.14	9.70	8.90	9.75	7.86		5.20	5.65
18	89	505	Oficial Bacame Viejo	635191	2990928.14	19.71	7.21		9.02	11.80	7.95		16.60	9.57	8.48	7.60	8.06	8.22		4.98	3.65
19	93	520	Oficial El Jopo	645199	2994718.18	30.93	9.40		12.26	12.90	10.24		27.80	12.12	8.50	8.75	8.90	5.89		6.46	8.82
20	94	521	Oficial Aquichopo	643388	2995818.62	29.18	11.45	12.10	12.29	12.85	12.59			13.48	11.72	11.10	11.40	12.14		8.04	9.10
21	95	522	Oficial el Siviral	648073	2997989.95	31.75	6.29	8.14	8.63	9.00	7.06		7.85	8.56	8.02	7.70	8.40	7.30		5.63	6.42
22	96	523	Oficial Periferico Navojoa	651111	2999451.85	33.47	5.52	5.98	6.63	7.50	6.00		7.70	8.32	5.33	7.00	8.90	4.25		6.00	6.50
23	97	524	Oficial Hitonhueca	639150	2995129.43	25.77	12.36	13.22	12.72	13.00	14.30		13.35	14.45	13.51	13.00		12.70		11.52	11.74
24	98	526	Oficial Bahuis	652251	3000217.28	34.44	6.04	6.64	7.12	8.10	7.08		7.85	8.20	5.70	5.80	6.40	4.90		5.75	5.33
25	99	527	Oficial El Siviral	646896	2997278.58	30.27	5.94	6.64	7.55	13.20	5.87		5.23	8.20	5.38	5.00	6.27	5.58			
26	100	529	Oficial Aquisahuali	642381	2995445.23	28.92	12.51	11.86	11.61	12.97	10.70		12.62	13.91	8.75	8.40	9.15	10.40		9.07	9.60
27	113	12	Jose Morales (Colonia Agricola Rio Mayo)	651944	2991646.73	37.37	11.97	12.51	13.52	14.75	14.47		14.70	16.03	9.61	8.89	13.30	7.60		17.40	12.45
28	114	14	Manual Valenzuela (Colonia Agricola Rio Mayo)	651011	2989696.77	34.16	9.34	9.95	11.18	12.65	12.15		12.86	13.35	12.75	12.37	11.00	11.30		9.30	10.23
29	116	17	Sanidad Vegetal Navojoa (Colonia agricola Rio Mayo)	648935	2989204.04	31.59	8.47	9.29	12.28	12.81	10.85		12.18	13.02	11.58	11.57	10.50	10.14		8.35	9.58
30	119		Mario Lopez Almada (Yemovari)	639371	2992969.62	22.72	5.56		10.38	10.60	7.84		8.57	9.34	6.82	6.53	7.90	2.96		5.34	6.27
31	123	36	Miguel Valenzuela Rivera (Bacobampo)	635753	2985832.22	18.74	5.08	5.36	7.87	8.58	9.30		10.53	10.62	9.18	8.57	7.40	5.00		4.90	5.05
32	124	37	Francisco L, Esquer (Bacobampo)	635838	2985848.07	18.88	5.20	5.08	6.16	8.17	10.87		10.25		8.56	8.20	7.40	5.00		4.53	5.45
33	129	46	Ejido San Pedro (Campo Leon)	640732	2986475.75	21.32	4.14	3.86	5.34	8.45	6.38		7.53	8.55	7.49	8.30	9.10	5.24		4.80	
34	138	65	Agustin Bouved (Sicome Norte)	646958	2987632.78	28.37	6.59	7.25	9.18	10.40			9.95	11.56	9.84	9.45	9.00	8.40		6.29	7.68
35	143	72	Trini Rosas (Colonia Rio Mayo)	649568	2985674.04	28.95	6.38	6.88	7.91	9.78	8.95		9.47	10.16	9.41	8.95	9.50	8.30		6.32	
36	144	73	Horacio Valenzuela (Capetamaya)	650025	2985345.01	27.37	5.07	10.37	6.19	7.70	6.78		7.87	8.09	8.14	7.47	9.40	6.50		5.02	5.92
37	145	84	Jose C. Gonzalez (Sicome Norte)	646494	2983072.83	23.41	4.74	4.53	6.11	10.69	6.50		6.53	7.10	6.90	6.22	6.80	5.61		4.10	9.39
38	146	86	Manuel Muñoz (Sicome Norte)	643810	2983077.72	21.20	3.28	3.23	4.29	5.85	5.17		5.65	5.84	6.12	5.79	5.40	4.13		3.90	4.16
39	152	115	Jorge Alvarado (Sicome Norte)	648986	2985153.56	26.58	4.54	2.11	6.36	8.17	7.65		7.82	8.86	7.88	7.54	7.00	7.20		5.00	5.82
40	153	122	Maria Guadalupe Sainz Morales (Colonia Rio Mayo)	650513	2987566.78	30.86	7.13	7.71	9.15	10.69	9.69		10.29	11.15	10.57	9.92	11.10	9.65		-1.75	9.45

41	170	151	Luis Mario Morales Salido (Bacobampo)	632469	2985978.77	18.37	6.14	7.15	8.32	9.50	9.66		8.38	12.67	11.51	11.47	10.90	9.04		7.00	7.83
42	174	157	Jesus Ruy Sanchez (Basconcobe)	632377	2981275.26	16.21	9.06	10.30	11.97	10.40	5.70		13.38	13.80	12.80	12.75		9.90		8.75	9.20
43	175	158	Eduardo Achar Tussie (Basconcobe)	631328	2980136.08	12.66	6.46	7.48	8.97	10.00	10.27		9.74	10.00	10.00	10.00	10.52	8.21		5.70	6.85
44	179	164	Jesus Tadeo Mendivil Austin (Campanichaca)	634377	2978860.96	14.29	6.37		9.48	10.00	9.60		13.65		10.49	10.60	12.30	7.47		6.35	7.50
45	180	163	Francisco Borquez Burboa (Campanichaca)	634077	2977601.83	13.79	7.31	8.88	12.66	10.70	9.93		12.12	12.15	10.00	10.50	12.89	7.39		8.60	
46	181	165	Francisco Chacon Valenzuela (Las Cruces Etchojoa)	632879	2978125.47	13.13	6.88	7.20	8.98	10.00	6.40		10.88	10.87	9.81	9.75	10.00	7.24		5.85	7.85
47	182	166	Luis Zarate de la Torre (Las Cruces Etchojoa)	633373	2976556.02	11.61	5.70		7.63	7.85	7.00		9.02	8.90	8.13	7.70	8.32	6.41			
48	183	167	Emilio Cota Chin (Las Guayabas Etchojoa)	631604	2976459.57	10.58	5.23	5.71	7.07	7.50	6.08		10.07	9.13	7.66	7.40	8.75	6.15		5.05	7.15
49	185	169	Prospero y Francisco Ibarra (Las Guayabas Etchojoa)	630035	2975877.22	10.42	4.91	6.70	8.19	7.68	6.08		8.18	9.04	7.11	6.55	8.85	6.33		5.28	
50	192	177	Ma. del Rosario Campos Blanco (Sahuaral Etchojoa)	630899	2978633.68	11.89	5.48	5.72	7.38	7.60	7.57		8.72	8.80	7.90	8.35	8.85	6.72		5.80	6.25
51	194	187	Raul Enriquez Parra (Capusari Etchojoa)	635185	2977478.96	14.19	7.83	8.66	8.78	9.80	8.34		11.26	11.83	9.60	11.00	10.80	6.43		7.10	

52	205	202	Cesar Larrinaga (Alcema Huatabampo)	636005	2969764.62	8.77	3.25	3.15	2.65	3.19				2.57	2.72	3.53	6.10	2.95		2.40	2.40
53	206	203	Francisco S. Bay Salido (Granja la Pilarica, Etchojoa)	638225	2975398.59	9.99	2.63	2.84	2.06	3.14	2.96			3.95	3.14	3.45	5.00	2.26		2.70	3.20
54	207	205	Hector de Vega (Etchojoa)	636929	2975672.07	10.02	3.00	3.22	4.06	4.15	2.49			4.70	3.83	3.70		2.70		2.75	3.80
55	213	501	Oficial (Bacobampo)	631964	2984730.43	16.56	6.12		8.02	9.65	8.87		11.05	11.90	10.27	10.35	10.00	8.78		6.47	7.10
56	215	511	Oficial (Mochipaco Etchojoa)	633344	2980585.01	15.35	8.09	10.50	11.16	12.22	10.82		12.94	13.14	9.51	12.80	12.63	8.54		7.52	8.65
57	216	512	Oficial (Basconcoabe)	632300	2983515.11	15.92	9.42	7.35	7.98	9.40	8.63		13.60	10.86	9.86	9.55	9.43	8.28		6.33	6.40
58	217	513	Oficial Bacobampo	631792	2986568.85	17.06	6.43	6.66	7.47	8.95	8.46		9.40	10.00	10.23	10.00	9.53	8.52		6.35	6.60
59	226	75	Baldomero Almada (Capetamaya)	651722	2984383.90	27.95	5.70	5.78	6.40	7.80	6.95			8.07	8.08	7.87	8.20	6.93		5.64	6.05
60	229	78	Jesus Chacon (Huerta Capetamaya)	652079	2979791.33	29.62		4.45	4.61	3.76	5.73		7.62	7.70	7.77	7.94	7.50	6.82		4.72	6.25
61	230	79	Jose Enrique Bojorquez Almada (Porcina Capetamaya)	650040	2980350.08	25.05	3.05	4.20	3.85	5.60	5.17		8.12	6.00	5.96	5.81	7.20	6.35			4.49
62	234	96	Sociedad Tiriscohuasa	641535	2973137.01	14.54	5.52	6.45	6.44	6.50	5.35		5.33	7.32	5.10	5.20	6.90	3.45			6.90
63	237	100	Grupo GR (Mumuncuera)	653346	2968070.92	21.76	4.58	4.16	7.02	5.18	4.32			6.50	6.20	6.89	5.30	6.27		4.28	5.19
64	244	126	Leonel Felix Sanz (Mumuncuera C/Papalote)	655635	2981752.43	33.50	3.75	4.47	3.75	6.90	4.31			5.13	3.73	5.00	13.60	2.48		2.00	2.85
65	254	233	Oscar Urrea (Mumuncuera)	659778	2966126.06	31.72	22.21	23.60	23.60	19.95	16.23		26.40	24.50	24.58	24.35	18.40	27.35		17.04	27.22
66	256	235	Agripino Villalobos (Mumuncuera)	658750	2966099.23	26.72	15.54		15.58	16.65	15.84		17.39	17.57	16.53	12.63	18.00	21.15		16.95	17.17
67	10	23	Jesus Emilio Cota Aguilera	643733	2989314.71	23.87	4.59	4.85	9.41	9.87	7.37		9.54		9.38	9.40	8.50	7.35		4.92	5.98
68	18	112	Ruben Valenzuela Antillon (Algodonera Nisa)	650485	2990723.31	34.96	10.72	12.94	13.43	13.16	14.22		14.43	15.17	14.29		10.00	11.80		11.04	11.62
69	23	129	Alejandro M. Robinson Bours Cabrera (Buenavista)	648113	2992024.14	28.21	4.75	5.39	6.64		7.69		9.60	9.30	8.55	7.98	8.00	6.25		4.73	5.65
70	127	40	Ejido San Pedro (Las Playitas)	639125	2984453.31	19.56	3.33	3.28	4.18		5.50		6.24	7.02	6.74	6.72	7.00	4.10		5.00	
71	131	48	Avelino Fernandez (Campo Leon)	640787	2987059.20	21.04	4.15		5.03	6.25	5.88		6.25	7.83	7.34	8.13	9.00	6.70		3.90	
72	135		Colegio del Pacifico (Sicome Norte)	644938	2988123.30	26.47	6.71	6.85	8.76	7.12	7.50				11.07	11.28	11.58	9.37		6.66	

73	136		Eduardo Terminel (Sicome Norte)	646496	2984105.72	24.62	4.91	5.30	6.14	7.80	6.82		7.52	7.96	7.64	6.94	6.30			4.90	7.24	
74	141		Trinidad Rosas Guerra (Colonia Rio Mayo)	648911	2987163.48	30.23	7.49	8.28	10.48	11.39	10.64		10.89	11.90	10.83	10.38	10.00	9.45				8.83
75	149	91	Victor Manuel Romo Ruiz (Tiriscohuasa)	634297	2980727.47	16.20	6.62	9.00	9.85	11.68	9.50		12.88	13.23	11.38	11.26				6.10	7.30	
76	172	155	Norberto Valencia (Basconcobe)	633549	2981378.00	16.41	7.74		11.07	13.68	11.94		13.90		11.12	12.50	13.14	8.59		8.15	7.80	
77	177	160	Agropecuaria San Alfonso (Sahuaral Etchojoa)	633196	2978659.00	13.74	7.28	8.15	9.14	10.66	9.98		11.56	11.80	10.00	10.60	10.74	8.54		6.23		
78	188	172	Enrique Moreno Gonzalez (Citavaro)	628017	2973668.18	9.80	5.04		8.82	7.10	6.94		7.82	9.60	7.22	6.75		6.38		4.93	6.35	
79	235	97	Javier Ruiz (Mumuncuera)	651220	2968649.87	18.41		6.08	6.05	7.20	7.12		8.70	9.90	8.20	8.78	10.00	7.25		6.70	7.59	
80		100	Grupo GR (Mumuncuera)	653346	2968070.92	21.7 6	4.58	4.16	7.02	5.18	4.32			6.50	6.20	6.89	5.30	6.27		4.28	5.19	
81		126	Leonel Felix Sanz (Mumuncuera C/Papalote)	655635	2981752.43	33.5 0	3.75	4.47	3.75	6.90	4.31			5.13	3.73	5.00	13.60	2.48		2.00	2.85	
82		233	Oscar Urrea (Mumuncuera)	659778	2966126.06	31.7 2	22.2 1	23.60	23.60	19.95	16.23		26.40	24.50	24.58	24.35	18.40	27.35		17.04	27.22	
83		235	Agripino Villalobos (Mumuncuera)	658750	2966099.23	26.7 2	15.5 4		15.58	16.65	15.84		17.39	17.57	16.53	12.63	18.00	21.15		16.95	17.17	
84		74	Jorge Federico Domq (Capetamaya)	652004	2985379.14	29.0 4	5.44	5.48	6.56	8.03	7.60			8.52	8.55	8.04	7.80	7.06			5.66	
85		76	Roberto Yepiz R. (Granja Capetamaya)	652686	2984393.76	28.9 0	4.51	4.51	4.67	6.54	6.32			7.17	7.12	6.83	6.40	3.70			4.72	
86		517	Oficial Basconcobe	632862	2982379.08	16.7 3	9.42		11.64	12.65	12.81			14.24	13.34	13.13	14.06	10.00		9.40	9.13	
87		199	Francisco Santini Campo H. (Mondaca Huatabampo)	637586	2965271.82	7.22	3.87	3.64	4.45	4.35	3.70			4.83	3.69	4.46	5.10	3.47		3.83	4.43	
88		198	Manuel Larrauri (La Union Huatabampo)	637418	2965964.79	7.82	2.95	3.67	3.92	4.28	2.30			4.54	3.40	4.30	0.00	2.88		3.12	3.75	
89		192	Antonio de la Llata (El Baceran Huatabampo)	633665	2969454.19	7.42	0.00	3.73	4.14	3.28				4.20	4.10	4.18	7.00	4.00		3.10	3.80	

Cuadro A1.4. Parámetros estadísticos de nivel estático histórico por pozo profundo seleccionados en los monitoreos realizados de 1997 a 2011.

IDENTIF POZOS											VARIACION		
1	2	3	4	PARAMETROS ESTADISTICOS POR POZO, 1997-2011							DEL N E	EL NIVEL	
N O	N O	CNA	PROPIETARIO	NO.	MEDIA	MED	DES VT	MAX	MIN	CV			
i				AÑOS	m					%	m	ESTATICO:	m
1	1	1	Antonio R. Bours Cabrera (Granja la Espera)		34.18	34.02	1.13	35.95	32.54	3.29	-0.82	SE ABATIO	0.82
2	5	6	Ejido 5 de Junio (El recodo)	13	21.45	21.75	1.74	25.39	18.56	8.12	-0.31	SE ABATIO	0.31
3	6	7	Oscar Navarro Esquer (San Ignacio)	12	19.91	20.33	2.15	23.65	16.76	10.78	-0.31	SE ABATIO	0.31
4	7	9	Herlindo Martínez (Colonia Agrícola Rio Mayo)	10	23.88	23.97	1.88	27.50	21.30	7.89			
5	8	19	Arturo D. Almada (Sicome Norte)	13	19.92	21.39	3.31	22.64	10.85	16.61	-0.90	SE ABATIO	0.90
6	14	27	Gabriel Cota Aguilera	12	15.49	15.22	2.23	18.48	12.20	14.40	-1.02	SE ABATIO	1.02
7	16	29	Escuela Normal Rural "El Quinto"	13	18.46	18.50	3.34	25.24	12.66	18.09	-3.17	SE ABATIO	3.17
8	24	130	Arturo Almada Almada (El Dátil Campo Agrícola)	13	26.80	26.40	1.82	30.09	24.11	6.79	-3.15	SE ABATIO	3.15
9	57	141	Mercedes Salido (Bacame Viejo)	12	9.82	9.93	2.57	13.18	6.56	26.13	-6.07	SE ABATIO	6.07
10	58	143	Francisco Borquez (Bacame Viejo)	13	12.89	12.63	1.25	14.70	10.87	9.69	-0.09	SE ABATIO	0.09
11	59	144	Ramón Alberto Salido (Bacame Viejo)	13	13.13	12.72	1.50	16.64	11.05	11.39	1.06	SE ELEVO	1.06
12	60	145	Patricia García Salido (Bacame Viejo)	13	12.96	12.52	1.66	15.78	10.71	12.84	-1.18	SE ABATIO	1.18
13	61	146	Carlos G. Salido (El Retiro Bacame Viejo)	13	9.54	9.68	1.38	11.90	6.91	14.45	0.85	SE ELEVO	0.85
14	62	147	Alejo Aguilera (Bacame Viejo)	13	10.41	10.28	1.09	12.45	8.82	10.50	-1.83	SE ABATIO	1.83
15	63	148	Felipe Salido (Bacame Viejo)	13	10.89	10.83	2.56	14.25	4.36	23.46	-0.23	SE ABATIO	0.23
16	87	503	Oficial (Colonia Nacozeni)	11	12.95	12.30	1.41	15.40	11.38	10.85			
17	88	504	Oficial (Bacame Viejo)	12	12.52	12.39	2.56	16.91	8.11	20.41	3.29	SE ELEVO	3.29
18	89	505	Oficial Bacame Viejo	12	11.12	11.57	3.26	16.06	3.11	29.31	3.56	SE ELEVO	3.56
19	93	520	Oficial El Jopo	12	19.93	21.78	5.71	25.04	3.13	28.67	0.58	SE ELEVO	0.58
20	94	521	Oficial Aquichopo	12	17.66	17.27	1.55	21.14	15.70	8.75	2.35	SE ELEVO	2.35
21	95	522	Oficial el Siviral	13	24.13	23.90	1.02	26.12	22.75	4.23	-0.13	SE ABATIO	0.13
22	96	523	Oficial Periférico Navojoa	13	26.88	26.97	1.29	29.22	24.57	4.78	-0.98	SE ABATIO	0.98
23	97	524	Oficial Hitonhueca	12	12.78	12.77	0.88	14.25	11.32	6.91	0.62	SE ELEVO	0.62
24	98	526	Oficial Bahuises	13	27.91	28.04	1.07	29.54	26.24	3.85	0.71	SE ELEVO	0.71
25	99	527	Oficial El Siviral	11	23.46	24.33	2.34	25.27	17.07	9.96			
26	100	529	Oficial Aquisahuali	13	18.03	18.22	1.82	20.52	15.01	10.07	2.91	SE ELEVO	2.91
27	113	12	José Morales (Colonia Agrícola Rio Mayo)	13	24.51	24.07	2.83	29.77	19.97	11.54	-0.48	SE ABATIO	0.48
28	114	14	Manual Valenzuela (Colonia Agrícola Rio Mayo)	13	22.74	22.86	1.39	24.86	20.81	6.11	-0.89	SE ABATIO	0.89
29	116	17	Sanidad Vegetal Navojoa (Colonia agrícola Rio Mayo)	13	20.77	20.74	1.58	23.24	18.57	7.61	-1.11	SE ABATIO	1.11
30	119		Mario López Almada (Yemovari)	12	15.38	15.39	2.22	19.76	12.12	14.46	-0.71	SE ABATIO	0.71
31	123	36	Miguel Valenzuela Rivera (Bacobampo)	13	11.24	10.87	2.18	13.84	8.12	19.36	0.03	SE ELEVO	0.03
32	124	37	Francisco L, Esquer (Bacobampo)	12	11.81	12.10	2.15	14.35	8.01	18.24	-0.25	SE ABATIO	0.25
33	129	46	Ejido San Pedro (Campo León)	12	14.72	14.39	1.87	17.46	12.22	12.68			
34	138	65	Agustín Bouved (Sicome Norte)	12	19.57	19.28	1.60	22.08	16.81	8.18	-1.09	SE ABATIO	1.09
35	143	72	Trini Rosas (Colonia Rio Mayo)	12	20.45	20.00	1.34	22.63	18.79	6.57			
36	144	73	Horacio Valenzuela (Capetamaya)	13	20.10	19.90	1.58	22.35	17.00	7.85	-0.85	SE ABATIO	0.85

37	145	84	José C. González (Sicome Norte)	13	16.85	16.91	1.83	19.31	12.72	10.86	-4.65	SE ABATIO	4.65
38	146	86	Manuel Muñoz (Sicome Norte)	13	16.37	16.03	1.03	17.97	15.08	6.31	-0.88	SE ABATIO	0.88
39	152	115	Jorge Alvarado (Sicome Norte)	13	19.97	19.38	1.84	24.47	17.72	9.24	-1.28	SE ABATIO	1.28
40	153	122	María Guadalupe Sainz Morales (Colonia Rio Mayo)	13	22.03	21.17	3.40	32.61	19.71	15.41	-2.32	SE ABATIO	2.32
41	170	151	Luis Mario Morales Salido (Bacobampo)	13	9.17	9.33	1.99	12.23	5.70	21.69	-1.69	SE ABATIO	1.69
42	174	157	Jesús Ruy Sánchez (Basconcobe)	12	5.54	5.86	2.37	10.51	2.41	42.71	-0.14	SE ABATIO	0.14
43	175	158	Eduardo Achar Tussie (Basconcobe)	13	3.88	2.92	1.65	6.96	2.14	42.64	-0.39	SE ABATIO	0.39
44	179	164	Jesús Tadeo Mendivil Austin (Campanichaca)	11	4.85	4.69	2.35	7.94	0.64	48.46	-1.13	SE ABATIO	1.13
45	180	163	Francisco Borquez Burboa (Campanichaca)	12	3.53	3.54	1.95	6.48	0.90	55.19			
46	181	165	Francisco Chacón Valenzuela (Las Cruces Etchojoa)	13	4.54	4.15	1.75	7.28	2.25	38.67	-0.97	SE ABATIO	0.97
47	182	166	Luis Zarate de la Torre (Las Cruces Etchojoa)	10	3.94	3.84	1.05	5.91	2.59	26.62			
48	183	167	Emilio Cota Chin (Las Guayabas Etchojoa)	13	3.43	3.43	1.52	5.53	0.51	44.35	-1.92	SE ABATIO	1.92
49	185	169	Prospero y Francisco Ibarra (Las Guayabas Etchojoa)	12	3.35	3.52	1.34	5.51	1.38	40.02			
50	192	177	Ma. del Rosario Campos Blanco (Sahuaral Etchojoa)	13	4.57	4.32	1.22	6.41	3.04	26.64	-0.77	SE ABATIO	0.77
51	194	187	Raúl Enriquez Parra (Capusari Etchojoa)	12	4.90	5.00	1.72	7.76	2.36	35.08			
52	205	202	Cesar Larrinaga (Alcema Huatabampo)	11	5.60	5.82	1.04	6.37	2.67	18.56	0.85	SE ELEVO	0.85
53	206	203	Francisco S. Bay Salido (Granja la Pilarica, Etchojoa)	12	6.88	6.94	0.78	7.93	4.99	11.36	-0.57	SE ABATIO	0.57
54	207	205	Héctor de Vega (Etchojoa)	11	6.53	6.32	0.70	7.53	5.32	10.79	-0.80	SE ABATIO	0.80
55	213	501	Oficial (Bacobampo)	12	7.51	7.30	1.83	10.44	4.66	24.34	-0.98	SE ABATIO	0.98
56	215	511	Oficial (Mochipaco Etchojoa)	13	4.69	4.53	2.02	7.83	2.21	42.98	-0.56	SE ABATIO	0.56
57	216	512	Oficial (Basconcobe)	13	6.91	6.52	1.93	9.59	2.32	27.85	3.02	SE ELEVO	3.02
58	217	513	Oficial Bacobampo	13	8.71	8.54	1.48	10.71	6.83	16.99	-0.17	SE ABATIO	0.17
59	226	75	Baldomero Almada (Capetamaya)	12	20.99	21.01	1.02	22.31	19.75	4.85	-0.35	SE ABATIO	0.35
60	229	78	Jesús Chacon (Huerta Capetamaya)	12	23.38	23.09	1.53	25.86	21.68	6.55			
61	230	79	José Enrique Bojorquez Almada (Porcina Capetamaya)	12	19.57	19.35	1.43	22.00	16.93	7.32	-1.44	SE ABATIO	1.44
62	234	96	Sociedad Tiriscohuasa	12	8.67	8.56	1.08	11.09	7.22	12.48	-1.38	SE ABATIO	1.38
63	237	100	Grupo GR (Mumuncuera)	12	16.27	16.52	1.05	17.60	14.74	6.44	-0.61	SE ABATIO	0.61
64	244	126	Leonel Félix Sanz (Mumuncuera C/Papalote)	12	28.67	29.47	3.06	31.50	19.90	10.66	0.90	SE ELEVO	0.90
65	254	233	Oscar Urrea (Mumuncuera)	13	8.99	8.12	3.73	15.49	4.37	41.48	-5.01	SE ABATIO	5.01
66	256	235	Agripino Villalobos (Mumuncuera)	12	9.97	9.92	1.98	14.09	5.57	19.81	-1.63	SE ABATIO	1.63
67	10	23	Jesús Emilio Cota Aguilera	12	16.27	15.94	2.04	19.28	14.00	12.56	-1.39	SE ABATIO	1.39
68	18	112	Rubén Valenzuela Antillon (Algodonera Nisa)	12	22.23	21.91	1.67	24.96	19.79	7.51	-0.90	SE ABATIO	0.90
69	23	129	Alejandro M. Robinson Bours Cabrera (Buenavista)	12	21.17	21.05	1.71	23.48	18.61	8.08	-0.90	SE ABATIO	0.90
70	127	40	Ejido San Pedro (Las Playitas)	11	14.19	14.06	1.47	16.28	12.54	10.35			
71	131	48	Avelino Fernández (Campo León)	11	14.63	14.79	1.62	17.14	12.04	11.08			
72	135		Colegio del Pacifico (Sicome Norte)	10	17.78	18.34	2.01	19.81	14.89	11.33			
73	136		Eduardo Terminel (Sicome Norte)	12	18.00	17.74	1.11	19.72	16.66	6.16	-2.33	SE ABATIO	2.33
74	141		Trinidad Rosas Guerra (Colonia Rio Mayo)	12	20.18	19.80	1.30	22.74	18.33	6.46	-1.34	SE ABATIO	1.34
75	149	91	Víctor Manuel Romo Ruiz (Tiriscohuasa)	11	6.31	6.35	2.45	10.10	2.97	38.86	-0.68	SE ABATIO	0.68
76	172	155	Norberto Valencia (Basconcobe)	11	5.53	5.29	2.41	8.67	2.51	43.50	-0.06	SE ABATIO	0.06
77	177	160	Agropecuaria San Alfonso (Sahuaral Etchojoa)	12	4.18	3.75	1.72	7.51	1.94	41.13			
78	188	172	Enrique Moreno González (Citavaro)	11	2.80	2.86	1.41	4.87	0.20	50.18	-1.31	SE ABATIO	1.31
79	235	97	Javier Ruiz (Mumuncuera)	12	10.61	10.99	1.33	12.36	8.41	12.57			
80		100	Grupo GR (Mumuncuera)	12	16.27	16.52	1.05	17.60	14.74	6.44	-0.61	SE ABATIO	0.61

81	126	Leonel Félix Sanz (Mumuncuera C/Papalote)	12	28.67	29.47	3.06	31.50	19.90	10.66	0.90	SE ELEVO	0.90
82	233	Oscar Urrea (Mumuncuera)	13	8.99	8.12	3.73	15.49	4.37	41.48	-5.01	SE ABATIO	5.01
83	235	Agripino Villalobos (Mumuncuera)	12	9.97	9.92	1.98	14.09	5.57	19.81	-1.63	SE ABATIO	1.63
84	74	Jorge Federico Domq (Capetamaya)	11	21.88	21.44	1.20	23.60	20.49	5.47	-0.22	SE ABATIO	0.22
85	76	Roberto Yepiz R. (Granja Capetamaya)	11	23.22	22.58	1.26	25.20	21.73	5.43	-0.21	SE ABATIO	0.21
86	517	Oficial Basconcobe	11	4.93	4.08	1.97	7.60	2.49	39.95	0.29	SE ELEVO	0.29
87	199	Francisco Santini Campo H. (Mondaca Huatabampo)	12	3.07	3.11	0.52	3.75	2.12	16.98	-0.56	SE ABATIO	0.56
88	198	Manuel Larrauri (La Unión Huatabampo)	12	4.56	4.29	1.22	7.82	3.28	26.80	-0.80	SE ABATIO	0.80
89	192	Antonio de la Llata (El Baceran Huatabampo)	11	3.64	3.42	1.61	7.42	0.42	44.23	-3.80	SE ABATIO	3.80

Parametros estadisticos	P. EST. MEDIOS	MEDIA	MEDIANA	DESVEST	MAX	MIN	CV	Variacion		
NO	NO	89.00	89.00	89.00	89.00	89.00	89.00	74.00		
MEDIA	MEDIA	14.13	14.06	1.83	17.03	11.07	18.52	-0.74		
MEDIANA	MEDIANA	13.13	12.77	1.67	16.64	11.05	12.56	-0.79		
DESVEST	DESVEST	43.52	43.64	50.37	41.66	45.00	42.52	43.17		
MAX	MAX	34.18	34.02	5.71	35.95	32.54	55.19	3.56		
MIN	MIN	2.80	2.86	0.52	3.75	0.20	3.29	-6.07		
CV	CV	307.93	310.46	2754.74	244.62	406.43	229.58			

En el cuadro A1.5, se presenta este cálculo, en los parámetros estadísticos se puede observar que el abatimiento medio de los niveles estáticos de todos los pozos en el periodo 1997-2011 fue de - 0.74m, con abatimientos máximos de 6. 07m y elevaciones máximas de 3.56m.

Cuadro A1.5. Parámetros estadísticos de la profundidad del nivel estático histórico por pozo profundo seleccionado en los monitoreos realizados de 1997 a 2011

PARAMETROS ESTADISTICOS POR POZO, 1997-2011							VARIACION ENTRE 1997 Y 2011		
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
							Variacion	LA PROFUNDIDAD	
NO	MEDIA	MEDIANA	DESVEST	MAX	MIN	CV	del N E	DEL NIVEL	
AÑOS	m	m	m	m	m	%	m	ESTATICO:	m
13	5.73	5.89	1.13	7.37	3.96	19.62	0.82	AUMENTO	0.82
13	8.96	8.66	1.74	11.85	5.02	19.45	0.31	AUMENTO	0.31
12	9.98	9.56	2.15	13.13	6.24	21.52	0.31	AUMENTO	0.31
10	14.94	14.85	1.88	17.52	11.32	12.61			
13	11.47	10.00	3.31	20.54	8.75	28.84	0.90	AUMENTO	0.9
12	5.80	6.08	2.23	9.09	2.81	38.49	1.02	AUMENTO	1.02
13	5.96	5.92	3.34	11.76	-0.82	56.01	3.17	AUMENTO	3.17
13	7.54	7.94	1.82	10.23	4.25	24.13	3.15	AUMENTO	3.15
12	4.67	4.56	2.57	7.93	1.31	54.99	6.07	AUMENTO	6.07
13	7.66	7.92	1.25	9.68	5.85	16.30	0.09	AUMENTO	0.09
13	7.59	8.00	1.50	9.67	4.08	19.69	-1.06	DISMINUYO	1.06
13	12.85	13.29	1.66	15.10	10.03	12.94	1.18	AUMENTO	1.18
13	5.97	5.83	1.38	8.60	3.61	23.11	-0.85	DISMINUYO	0.85
13	6.42	6.55	1.09	8.01	4.38	17.02	1.83	AUMENTO	1.83
13	6.97	7.03	2.56	13.50	3.61	36.70	0.23	AUMENTO	0.23
11	8.80	9.45	1.41	10.37	6.35	15.98			
12	9.59	9.73	2.56	14.00	5.20	26.65	-3.29	DISMINUYO	3.29
12	8.60	8.14	3.26	16.60	3.65	37.91	-3.56	DISMINUYO	3.56
12	11.00	9.15	5.71	27.80	5.89	51.92	-0.58	DISMINUYO	0.58
12	11.52	11.91	1.55	13.48	8.04	13.41	-2.35	DISMINUYO	2.35
13	7.62	7.85	1.02	9.00	5.63	13.40	0.13	AUMENTO	0.13
13	6.59	6.50	1.29	8.90	4.25	19.52	0.98	AUMENTO	0.98
12	12.99	13.00	0.88	14.45	11.52	6.80	-0.62	DISMINUYO	0.62
13	6.53	6.40	1.07	8.20	4.90	16.44	-0.71	DISMINUYO	0.71
11	6.81	5.94	2.34	13.20	5.00	34.34			

13	10.89	10.70	1.82	13.91	8.40	16.68	-2.91	DISMINUYO	2.91
13	12.86	13.30	2.83	17.40	7.60	21.98	0.48	AUMENTO	0.48
13	11.42	11.30	1.39	13.35	9.30	12.17	0.89	AUMENTO	0.89
13	10.82	10.85	1.58	13.02	8.35	14.61	1.11	AUMENTO	1.11
12	7.34	7.33	2.22	10.60	2.96	30.28	0.71	AUMENTO	0.71
13	7.50	7.87	2.18	10.62	4.90	29.05	-0.03	DISMINUYO	0.03
12	7.07	6.78	2.15	10.87	4.53	30.45	0.25	AUMENTO	0.25
12	6.60	6.94	1.87	9.10	3.86	28.28			
12	8.80	9.09	1.60	11.56	6.29	18.19	1.09	AUMENTO	1.09
12	8.50	8.95	1.34	10.16	6.32	15.79			
13	7.27	7.47	1.58	10.37	5.02	21.70	0.85	AUMENTO	0.85
13	6.56	6.50	1.83	10.69	4.10	27.93	4.65	AUMENTO	4.65
13	4.83	5.17	1.03	6.12	3.23	21.39	0.88	AUMENTO	0.88
13	6.61	7.20	1.84	8.86	2.11	27.90	1.28	AUMENTO	1.28
13	8.83	9.69	3.40	11.15	-1.75	38.46	2.32	AUMENTO	2.32
13	9.20	9.04	1.99	12.67	6.14	21.63	1.69	AUMENTO	1.69
12	10.67	10.35	2.37	13.80	5.70	22.19	0.14	AUMENTO	0.14
13	8.78	9.74	1.65	10.52	5.70	18.81	0.39	AUMENTO	0.39
11	9.44	9.60	2.35	13.65	6.35	24.92	1.13	AUMENTO	1.13
12	10.26	10.25	1.95	12.89	7.31	18.98			
13	8.59	8.98	1.75	10.88	5.85	20.42	0.97	AUMENTO	0.97
10	7.67	7.78	1.05	9.02	5.70	13.70			
13	7.15	7.15	1.52	10.07	5.05	21.28	1.92	AUMENTO	1.92
12	7.08	6.91	1.34	9.04	4.91	18.92			
13	7.32	7.57	1.22	8.85	5.48	16.64	0.77	AUMENTO	0.77
12	9.29	9.19	1.72	11.83	6.43	18.53			
11	3.17	2.95	1.04	6.10	2.40	32.73	-0.85	DISMINUYO	0.85
12	3.11	3.05	0.78	5.00	2.06	25.13	0.57	AUMENTO	0.57
11	3.49	3.70	0.70	4.70	2.49	20.18	0.80	AUMENTO	0.8
12	9.05	9.26	1.83	11.90	6.12	20.21	0.98	AUMENTO	0.98
13	10.66	10.82	2.02	13.14	7.52	18.94	0.56	AUMENTO	0.56
13	9.01	9.40	1.93	13.60	6.33	21.38	-3.02	DISMINUYO	3.02
13	8.35	8.52	1.48	10.23	6.35	17.71	0.17	AUMENTO	0.17
12	6.96	6.94	1.02	8.20	5.64	14.65	0.35	AUMENTO	0.35
12	6.24	6.54	1.53	7.94	3.76	24.53			
12	5.48	5.71	1.43	8.12	3.05	26.13	1.44	AUMENTO	1.44
12	5.87	5.98	1.08	7.32	3.45	18.42	1.38	AUMENTO	1.38
12	5.49	5.25	1.05	7.02	4.16	19.09	0.61	AUMENTO	0.61
12	4.83	4.03	3.06	13.60	2.00	63.25	-0.90	DISMINUYO	0.9
13	22.73	23.60	3.73	27.35	16.23	16.42	5.01	AUMENTO	5.01
12	16.75	16.80	1.98	21.15	12.63	11.79	1.63	AUMENTO	1.63

12	7.60	7.94	2.04	9.87	4.59	26.91	1.39	AUMENTO	1.39
12	12.74	13.05	1.67	15.17	10.00	13.11	0.90	AUMENTO	0.9
12	7.04	7.17	1.71	9.60	4.73	24.28	0.90	AUMENTO	0.9
11	5.37	5.50	1.47	7.02	3.28	27.32			
11	6.41	6.25	1.62	9.00	3.90	25.31			
10	8.69	8.13	2.01	11.58	6.66	23.17			
12	6.62	6.88	1.11	7.96	4.90	16.74	2.33	AUMENTO	2.33
12	10.05	10.43	1.30	11.90	7.49	12.98	1.34	AUMENTO	1.34
11	9.89	9.85	2.45	13.23	6.10	24.79	0.68	AUMENTO	0.68
11	10.88	11.12	2.41	13.90	7.74	22.14	0.06	AUMENTO	0.06
12	9.56	9.99	1.72	11.80	6.23	18.00			
11	7.00	6.94	1.41	9.60	4.93	20.12	1.31	AUMENTO	1.31
12	7.80	7.42	1.33	10.00	6.05	17.11			
12	5.49	5.25	1.05	7.02	4.16	19.09	0.61	AUMENTO	0.61
12	4.83	4.03	3.06	13.60	2.00	63.25	-0.90	DISMINUYO	0.9
13	22.73	23.60	3.73	27.35	16.23	16.42	5.01	AUMENTO	5.01
12	16.75	16.80	1.98	21.15	12.63	11.79	1.63	AUMENTO	1.63
11	7.16	7.60	1.20	8.55	5.44	16.72	0.22	AUMENTO	0.22
11	5.68	6.32	1.26	7.17	3.70	22.18	0.21	AUMENTO	0.21
11	11.80	12.65	1.97	14.24	9.13	16.68	-0.29	DISMINUYO	0.29
12	4.15	4.11	0.52	5.10	3.47	12.55	0.56	AUMENTO	0.56
12	3.26	3.54	1.22	4.54	0.00	37.50	0.80	AUMENTO	0.8
11	3.78	4.00	1.61	7.00	0.00	42.70	3.80	AUMENTO	3.8

MEDIA	MEDIANA	DESVEST	MAX	MIN	CV	Variacion 97-2011
89	89	89	89	89	89	74
8.43	8.50	1.83	11.49	5.53	23.48	0.74
7.60	7.87	1.67	10.60	5.05	20.21	0.79
3.53	3.63	0.80	4.53	3.11	10.99	1.70
22.73	23.60	5.71	27.80	16.23	63.25	6.07
3.11	2.95	0.52	4.54	-1.75	6.80	-3.56
41.84	42.70	43.78	39.42	56.22	46.79	228.70

Cuadro A1.6. Variación del nivel estático histórico de los pozos profundos seleccionados 1997-2011

IDENTIF POZOS				VARIACION		
1	2	3	4	DEL N E ENTRE		
				1997 Y 2011	EL	
No	NO	CNA	PROPIETARIO		NIVEL	EN
i				m	ESTATICO:	m
2	5	6	Ejido 5 de Junio (El recodo)	-0.31	SE ABATIO	0.31
3	6	7	Oscar Navarro Esquer (San Ignacio)	-0.31	SE ABATIO	0.31
4	7	9	Herlindo Martinez (Colonia Agricola Rio Mayo)			
5	8	19	Arturo D. Almada (Sicome Norte)	-0.90	SE ABATIO	0.90
6	14	27	Gabriel Cota Aguilera	-1.02	SE ABATIO	1.02
7	16	29	Escuela Normal Rural "El Quinto"	-3.17	SE ABATIO	3.17
8	24	130	Arturo Almada Almada (El Datil Campo Agricola)	-3.15	SE ABATIO	3.15
9	57	141	Mercedes Salido (Bacame Viejo)	-6.07	SE ABATIO	6.07
10	58	143	Francisco Borquez (Bacame Viejo)	-0.09	SE ABATIO	0.09
11	59	144	Ramon Alberto Salido (Bacame Viejo)	1.06	SE ELEVO	1.06
12	60	145	Patricia Garcia Salido (Bacame Viejo)	-1.18	SE ABATIO	1.18
13	61	146	Carlos G. Salido (El Retiro Bacame Viejo)	0.85	SE ELEVO	0.85
14	62	147	Alejo Aguilera (Bacame Viejo)	-1.83	SE ABATIO	1.83
15	63	148	Felipe Salido (Bacame Viejo)	-0.23	SE ABATIO	0.23
16	87	503	Oficial (Colonia Nacozari)			
17	88	504	Oficial (Bacame Viejo)	3.29	SE ELEVO	3.29
18	89	505	Oficial Bacame Viejo	3.56	SE ELEVO	3.56
19	93	520	Oficial El Jopo	0.58	SE ELEVO	0.58
20	94	521	Oficial Aquichopo	2.35	SE ELEVO	2.35
21	95	522	Oficial el Siviral	-0.13	SE ABATIO	0.13
22	96	523	Oficial Periferico Navojoa	-0.98	SE ABATIO	0.98
23	97	524	Oficial Hitonhueca	0.62	SE ELEVO	0.62
24	98	526	Oficial Bahuises	0.71	SE ELEVO	0.71
25	99	527	Oficial El Siviral			
26	100	529	Oficial Aquisahuali	2.91	SE ELEVO	2.91
27	113	12	Jose Morales (Colonia Agricola Rio Mayo)	-0.48	SE ABATIO	0.48
28	114	14	Manual Valenzuela (Colonia Agricola Rio Mayo)	-0.89	SE ABATIO	0.89
29	116	17	Sanidad Vegetal Navojoa (Colonia agricola Rio Mayo)	-1.11	SE ABATIO	1.11
30	119		Mario Lopez Almada (Yemovari)	-0.71	SE ABATIO	0.71
31	123	36	Miguel Valenzuela Rivera (Bacobampo)	0.03	SE ELEVO	0.03
32	124	37	Francisco L, Esquer (Bacobampo)	-0.25	SE ABATIO	0.25
33	129	46	Ejido San Pedro (Campo Leon)			
34	138	65	Agustin Bouved (Sicome Norte)	-1.09	SE ABATIO	1.09
35	143	72	Trini Rosas (Colonia Rio Mayo)			

36	144	73	Horacio Valenzuela (Capetamaya)	-0.85	SE ABATIO	0.85
37	145	84	Jose C. Gonzalez (Sicome Norte)	-4.65	SE ABATIO	4.65
38	146	86	Manuel Muñoz (Sicome Norte)	-0.88	SE ABATIO	0.88
39	152	115	Jorge Alvarado (Sicome Norte)	-1.28	SE ABATIO	1.28
40	153	122	Maria Guadalupe Sainz Morales (Colonia Rio Mayo)	-2.32	SE ABATIO	2.32
41	170	151	Luis Mario Morales Salido (Bacobampo)	-1.69	SE ABATIO	1.69
42	174	157	Jesus Ruy Sanchez (Basconcobe)	-0.14	SE ABATIO	0.14
43	175	158	Eduardo Achar Tussie (Basconcobe)	-0.39	SE ABATIO	0.39
44	179	164	Jesus Tadeo Mendivil Austin (Campanichaca)	-1.13	SE ABATIO	1.13
45	180	163	Francisco Borquez Burboa (Campanichaca)			
46	181	165	Francisco Chacon Valenzuela (Las Cruces Etchojoa)	-0.97	SE ABATIO	0.97
47	182	166	Luis Zarate de la Torre (Las Cruces Etchojoa)			
48	183	167	Emilio Cota Chin (Las Guayabas Etchojoa)	-1.92	SE ABATIO	1.92
49	185	169	Prospero y Francisco Ibarra (Las Guayabas Etchojoa)			
50	192	177	Ma. del Rosario Campos Blanco (Sahuaral Etchojoa)	-0.77	SE ABATIO	0.77
51	194	187	Raul Enriquez Parra (Capusari Etchojoa)			
52	205	202	Cesar Larrinaga (Alcema Huatabampo)	0.85	SE ELEVO	0.85
53	206	203	Francisco S. Bay Salido (Granja la Pilarica, Etchojoa)	-0.57	SE ABATIO	0.57
54	207	205	Hector de Vega (Etchojoa)	-0.80	SE ABATIO	0.80
55	213	501	Oficial (Bacobampo)	-0.98	SE ABATIO	0.98
56	215	511	Oficial (Mochipaco Etchojoa)	-0.56	SE ABATIO	0.56
57	216	512	Oficial (Basconcobe)	3.02	SE ELEVO	3.02
58	217	513	Oficial Bacobampo	-0.17	SE ABATIO	0.17
59	226	75	Baldomero Almada (Capetamaya)	-0.35	SE ABATIO	0.35
60	229	78	Jesus Chacon (Huerta Capetamaya)			
61	230	79	Jose Enrique Bojorquez Almada (Porcina Capetamaya)	-1.44	SE ABATIO	1.44
62	234	96	Sociedad Tiriscohuasa	-1.38	SE ABATIO	1.38
63	237	100	Grupo GR (Mumuncuera)	-0.61	SE ABATIO	0.61
64	244	126	Leonel Felix Sanz (Mumuncuera C/Papalote)	0.90	SE ELEVO	0.90
65	254	233	Oscar Urrea (Mumuncuera)	-5.01	SE ABATIO	5.01
66	256	235	Agripino Villalobos (Mumuncuera)	-1.63	SE ABATIO	1.63
67	10	23	Jesus Emilio Cota Aguilera	-1.39	SE ABATIO	1.39
68	18	112	Ruben Valenzuela Antillon (Algodonera Nisa)	-0.90	SE ABATIO	0.90
69	23	129	Alejandro M. Robinson Bours Cabrera (Buenavista)	-0.90	SE ABATIO	0.90
70	127	40	Ejido San Pedro (Las Playitas)			
71	131	48	Avelino Fernandez (Campo Leon)			
72	135		Colegio del Pacifico (Sicome Norte)			
73	136		Eduardo Terminel (Sicome Norte)	-2.33	SE ABATIO	2.33
74	141		Trinidad Rosas Guerra (Colonia Rio Mayo)	-1.34	SE ABATIO	1.34
75	149	91	Victor Manuel Romo Ruiz (Tiriscohuasa)	-0.68	SE ABATIO	0.68
76	172	155	Norberto Valencia (Basconcobe)	-0.06	SE ABATIO	0.06
77	177	160	Agropecuaria San Alfonso (Sahuaral Etchojoa)			

78	188	172	Enrique Moreno Gonzalez (Citavaro)	-1.31	SE ABATIO	1.31
79	235	97	Javier Ruiz (Mumuncuera)			
80		100	Grupo GR (Mumuncuera)	-0.61	SE ABATIO	0.61
81		126	Leonel Felix Sanz (Mumuncuera C/Papalote)	0.90	SE ELEVO	0.90
82		233	Oscar Urrea (Mumuncuera)	-5.01	SE ABATIO	5.01
83		235	Agripino Villalobos (Mumuncuera)	-1.63	SE ABATIO	1.63
84		74	Jorge Federico Domq (Capetamaya)	-0.22	SE ABATIO	0.22
85		76	Roberto Yepiz R. (Granja Capetamaya)	-0.21	SE ABATIO	0.21
86		517	Oficial Basconcobe	0.29	SE ELEVO	0.29
87		199	Francisco Santini Campo H. (Mondaca Huatabampo)	-0.56	SE ABATIO	0.56
88		198	Manuel Larrauri (La Union Huatabampo)	-0.80	SE ABATIO	0.80
89		192	Antonio de la Llata (El Baceran Huatabampo)	-3.80	SE ABATIO	3.80
			Parámetros estadísticos	Variación		
			NO	74.00		
			MEDIA	-0.74		
			MEDIANA	-0.79		
			DESVEST	43.17		
			MAX	3.56		
			MIN	-6.07		
			CV			

A2. FIGURAS

ANEXO A2. FIGURAS

