UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

UNIDAD DE POSGRADO

Modelación numérica de flujo del acuífero El Playón, comprendido entre el Cantón Sitio del Niño y el campo de pozos de San Juan Opico administrado por ANDA.

TOMO I

PRESENTADO POR:

JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

MAESTRO EN GESTIÓN DE RECURSOS HIDROGEOLÓGICOS

CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE DE 2011.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ

SECRETARIO GENERAL :

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIO :

ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ

UNIDAD DE POSGRADO

JEFA DE UNIDAD :

MSc. PATRICIA HAYDEÉ ESTRADA DE LÓPEZ

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD DE POSGRADO

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

MAESTRO EN GESTIÓN DE RECURSOS HIDROGEOLÓGICOS

Título :

Modelación numérica de flujo del acuífero El Playón, comprendido entre el Cantón Sitio del Niño y el campo de pozos de San Juan Opico administrado por ANDA.

TOMO I

Presentado por :

JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

Trabajo de Graduación Aprobado por :

Docente Director :

PhD. JAIME GÁRFIAS SOLIZ

San Salvador, Septiembre de 2011.

Trabajo de graduación Aprobado por:

Docente Director:

PhD. JAIME GÁRFIAS SOLIZ

DEDICATORIA.

Mi Padre y Madre Divinos, por no dejarme desfallecer en el logro de esta meta.

Mis padres terrenales Juan Antonio y Blanca Olivia, quienes desde el cielo me han acompañado en todo mi recorrido.

Mi esposa Nidia Suleyma, mi punto de apoyo, mi inspiración.

Mis hermanos Vinicio y Blanca, por sus palabras de aliento

Mis suegros Jorge y Margarita, quienes me han reconfortado como verdaderos padres.

Mi familia entera, por el cariño que me manifiestan.

"La sabiduría suprema es tener sueños bastante grandes para no perderlos de vista mientras se persiguen.".

William Faulkner

AGRADECIMIENTOS.

A la Red Centroamericana de Manejo de Recursos Hídricos (CARA) por haberme concedido media beca para realizar los estudios de maestría; a sus coordinadores y en especial a David Bethune por su apoyo incondicional al programa de maestría.

Mi asesor de tesis, PhD. Jaime Gárfias Soliz, por sus valiosas observaciones y orientación.

Mis codirectores o revisores de tesis: MSc. Dagoberto Arévalo, MSc. Eric Pastora y MSc. Tania Torres, por sus valiosos consejos.

La Unidad de Posgrado de la Universidad de El Salvador, en especial a su coordinadora: MSc. Patricia Estrada, por facilitar los trámites administrativos.

Mis profesores de la maestría, por ser partícipes de mi formación profesional y por sus enseñanzas.

La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), por haberme brindado el apoyo en la obtención de la información de estudios e informes de pozos. Muy especialmente a: MSc. Dagoberto Arévalo, MSc. Julio Acosta, Téc. Jorge Acosta, Téc. Ricardo Escobar y a los demás miembros de la Unidad de Investigación, Hidrogeología y Pozos.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) por su apoyo al facilitarme información de estudios técnico-científicos realizados en la zona, en especial al Ing. Carlos Aguilar y la Lic. Rosa María Araujo.

La organización no gubernamental ASISTEDCOS, por su acompañamiento y apoyo en las giras de campo por toda el área de estudio.

Mis compañeros de la maestría, por su apoyo y palabras de aliento, en especial al Lic. Julio Payés, con quien nos apoyamos en el trabajo de campo.

Mi esposa Nidia Suleyma y mis ahijadas Jessica y Kimberly por apoyarme en tareas de digitación de datos y mis sobrinos Manuel Arturo y Mario Vinicio, quienes me apoyaron incondicionalmente en el trabajo de campo.

Todas aquellas personas e instituciones que me han apoyado, brindándome información o permitiéndome ingresar en sus viviendas o instalaciones para realizar mediciones de niveles y calidad del agua en sus pozos.

RESUMEN

El acuífero El Playón está siendo explotado intensamente para abastecimiento de agua potable, agricultura e industria; la sobreexplotación del acuífero es sólo uno de los aspectos del problema, ya que el desarrollo de actividades antropogénicas en esta zona del territorio salvadoreño se ha producido de manera acelerada y sin control en las últimas décadas, muchas de las cuales no tienen ningún manejo ambiental, provocando contaminación del suelo, aire y agua. La contaminación de las aguas subterráneas es crítica, pues muchas personas dependen de este recurso, tanto para consumo humano como para el desarrollo de actividades productivas.

Uno de los casos de deterioro ambiental que más interés ha despertado en los salvadoreños es la contaminación por plomo generada por el ensamble industrial de baterías de autos en el Cantón Sitio del Niño, ubicado en el límite oriental del Valle de San Andrés (Zapotitán). Los casos de contaminación por plomo en personas que habitan alrededor de la fábrica de baterías, la cual fue clausurada, está suficientemente comprobado, según resultados publicados por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), pero no existen evidencias de contaminación del acuífero, ya que no se han realizado estudios con ese objetivo.

Aunque la motivación para realizar la investigación es proveer una herramienta de gestión del acuífero para prevenir la contaminación, el trabajo se centra en la caracterización hidrogeológica del acuífero, sin entrar en la caracterización de la contaminación, pero con el modelo calibrado y validado se tendría la base para modelar el transporte de contaminantes en una investigación futura.

La metodología se dividió en dos partes: 1. La obtención de la información para construir un modelo hidrogeológico conceptual y 2. La construcción del modelo numérico de flujo. Para construir el primero, se recopiló y analizó la información referente a la geología, clima, hidrogeología, hidrología, geofísica e hidrogeoquímica existente. Incluyendo además la descripción litológica de pozos, niveles piezométricos y parámetros hidráulicos del acuífero. En el campo se realizaron pruebas de infiltración y medición de niveles freáticos por más de un año, así como una campaña de recolección de muestras de aguas superficiales y subterráneas.

El acuífero El Playón, con una extensión de 68.7 Km^2, presenta una precipitación media anual de 1782.9 mm y una evapotranspiración real media anual de 1,005.6 mm, siendo su recarga de 777.3 mm, equivalente a un flujo subterráneo de 1.69 m^3/s, ya que no existe escorrentía superficial. Las extracciones por bombeo en el acuífero son de aproximadamente 0.78 m^3/s, produciéndose una descarga natural de 0.91 m^3/s hacia el río Sucio, al norte del área. De dicha descarga se aprovecha un estimado de 0.70 m^3/s para abastecimiento de agua potable, por lo que la descarga real al río Sucio es de 0.21 m^3/s.

El rango de conductividad hidráulica en el acuífero es muy amplio, sin embargo, se estima que varía de 10 a 50 m/día para las formaciones porosas y de 100 a 700 m/día en las formaciones fracturadas. El coeficiente de almacenamiento oscila entre 0.01 y 0.35, característico de acuífero libre.

La modelación numérica del flujo se ha realizado mediante un modelo tridimensional considerando cinco capas que representan aproximadamente la litología de la zona; para evitar la influencia de las condiciones de contorno en la solución de las ecuaciones diferenciales de flujo, se modeló toda la cuenca del Río Sucio. Las capas 1 y 2 incluyen los materiales sedimentarios o detríticos y volcánico fisurado, todos cuaternarios; la capa 3 está constituida por sedimentos lacustres, lavas básicas-intermedias y piroclastos terciarios; las capas 4 y 5 están conformadas por lavas basálticas, tobas, aglomerados y lahares, cuya permeabilidad disminuye en profundidad, constituyendo el basamento del sistema acuífero.

El modelo de flujo reproduce satisfactoriamente la distribución espacial de las isopiezas en la zona de estudio y la cuantificación del flujo superficial a la salida de la cuenca. Con el rastreo de partículas se demostró que los pozos profundos del campo de pozos de San Juan Opico (administrados por ANDA) son recargados desde el complejo volcánico San Salvador o Quezaltepec y que la contaminación proveniente de la ex fábrica de baterías no los afecta directamente; sin embargo, otras fuentes sí podrían estar siendo impactadas por la misma, tales como pozos someros, ubicados al noreste de la fábrica, y el río Sucio.

INDICE DE CONTENIDO TOMO I

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN....1
1.1. Contexto....1
1.2. Definición del problema....3
1.3. Preguntas de investigación e Hipótesis de trabajo....4
1.4. Objetivos del estudio....6
1.5. Justificación....6
1.6. Beneficios esperados....7
1.7. Delimitación y limitaciones de la investigación....7
1.8. Antecedentes....9

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO....11
2.1. Modelos de aguas subterráneas.....11
2.1.1 Conceptualización.....14
2.1.2 Datos necesarios para la conceptualización.....15
2.1.3 Estructura del modelo.....15
2.1.4 Limitaciones.....16
2.2 Modelos numéricos disponibles.....18
2.2.1. Modelos en aguas subterráneas....19
2.2.2. Modelos matemáticos en agua subterránea....20

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA....23
3.1. Obtención de los datos.....23
3.2. Construcción del modelo....25
3.3. Mediciones en campo....26
3.3.1. Inventarios de fuentes de agua....27
3.3.2. Monitoreo de niveles freáticos....30
3.3.3. Campaña de muestreo hidroquímico....35
3.3.4. Ensayos de infiltración....45
3.3.5. Aforos diferenciales....49
3.4. Código de modelación seleccionado....52

CAPÍTULO IV. RESULTADOS....53
4.1. Desarrollo del modelo conceptual....53
4.1.1 Geología....53
4.1.1.1. Ubicación de la cuenca del río Sucio....54
4.1.1.2. Geología de la Cuenca del Río Sucio....54
4.1.1.3. Fuente de sedimentos de la cuenca del Río Sucio....65
4.1.1.4. Prospección Geofísica....66
4.1.1.5. Columnas litológicas de pozos....71
4.1.2 Hidrogeoquímica....84
4.1.2.1. Datos de Campo....84
4.1.2.2. Interpretación de los resultados.....92
4.1.3 Hidrología isotópica....108
4.1.4 Parámetros hidráulicos....124

4.1.4.1. Hidrogeología Local 126
4.1.4.2. Características hidrogeológicas de las formaciones diferenciadas 128
4.1.4.3. Inventario de fuentes de agua 130
4.1.4.4. Características Hidráulicas de Acuíferos 132
4.1.5 Piezometría 137
4.1.6 Balance hídrico 145
4.1.6.1. Drenaje superficial 145
4.1.6.2. Características Climáticas 146
4.1.6.3. Análisis espacial de la lluvia 152
4.1.6.4. Cálculo del balance hídrico en la cuenca del acuífero El Playón 162
4.1.6.5. Recarga de aguas subterráneas en la cuenca del río Sucio 173
4.1.7 Modelo Conceptual 185
4.1.7.1. Geometría del acuífero 185
4.1.7.2. Áreas de recarga y descarga 186
4.1.7.3. Unidades hidroestratigráficas 187
4.2. Modelo numérico 189
4.2.1. Construcción del modelo de flujo 189
4.2.1.1. Límites de la zona a modelar 189
4.2.1.2. Discretización espacial 190
4.2.1.3. Pozos 201
4.2.1.4. Propiedades 206
4.2.1.5. Condiciones de frontera 221
4.2.2. Calibración del modelo 232
4.2.2.1. Método numérico empleado 232
4.2.2.2. Resultados de la calibración 233
4.2.3. Rastreo de partículas 246
4.2.3.1. Resultados de MODPATH 246
4.2.4. Simulaciones 249
4.2.5. Discusión de resultados 263

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES 269

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES 276

CAPÍTULO VII. BIBLIOGRAFÍA 278

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Mapa de ubicación del área de estudio. 8
Figura 2.1. Esquema mostrando la ley de Darcy. 11
Figura 2.2. Proceso de modelación de acuíferos 17
Figura 3.1. Mapa de ubicación de los sitios con ensayos de infiltración (con permeámetro Guelph). 46
Figura 4.1. Geología simplificada de la cuenca del río Sucio. 61
Figura 4.2. Sección interpretada del modelo de capas eléctricas en el valle Zapotitán. La sección muestra la presencia de estructuras de horts y grabens 67
Figura 4.3. Sección interpretada de anomalía de bouguer en el valle de Zapotitán. Obsérvese la forma escalonada de la sección transversal típica de los esfuerzos distensivos 68
Figura 4.4. Ubicación de secciones litológicas principales en la cuenca del río Sucio. 73
Figura 4.5. Sección litológica A-A´ en cuenca del río Sucio 74
Figura 4.6. Sección litológica B-B´ en cuenca del río Sucio 75
Figura 4.7. Ubicación de secciones litológicas en el área de detalle 76
Figura 4.8. Sección A-A´ en área de detalle 77
Figura 4.9. Sección B-B´ en área de detalle 78
Figura 4.10. Sección C-C´ en área de detalle 79
Figura 4.11. Sección D-D´ en área de detalle 80
Figura 4.12. Sección E-E´ en área de detalle 81
Figura 4.13. Sección F-F´ en área de detalle 82
Figura 4.14. Sección G-G´ en área de detalle 83
Figura 4.15. Sitios de monitoreo químico de varias campañas. 84
Figura 4.16. Diagramas Stiff de la campaña UES/2009. 93
Figura 4.17. Diagramas Stiff de la campaña DAC/2008. 94
Figura 4.18. Isolíneas de conductividad eléctrica de pozos someros. 96
Figura 4.19. Isolíneas de conductividad eléctrica de pozos profundos. 97
Figura 4.20. Valores de pH del acuífero somero. 98
Figura 4.21. Valores de pH del acuífero profundo. 99
Figura 4.22. Diagrama Piper de todas las muestras campaña 2009. 100
Figura 4.23. Diagrama Piper de pozos excavados y aguas superficiales. Campaña 2009. 101

Figura 4.24. Diagrama Piper de pozos perforados, manantial y laguna. Campaña 2009. 102
Figura 4.25. Diagrama Piper de muestras de aguas superficiales. Campaña 2009. 103
Figura 4.26. Diagrama Piper de pozos excavados. Campaña 2008. 104
Figura 4.27. Diagrama Piper de pozos perforados. Campaña 2008. 105
Figura 4.28. Ubicación de pozos, manantiales y localidades en el lago Coatepeque muestreados para análisis isotópico. 110
Figura 4.29. Diagrama de Piper para los análisis de iones mayores de muestras colectadas dentro y fuera de la cuenca del lago Coatepeque 113
Figura 4.30. Composición isotópica del agua subterránea y superficial en el área de influencia del lago Coatepeque 115
Figura 4.31. Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo isotópico de precipitación y fuentes de agua dentro de la cuenca hidrogeológica del río Sucio 121
Figura 4.32. Determinación de la línea meteórica local 122
Figura 4.33. Análisis isotópico de las muestras de fuentes de agua dentro de la cuenca hidrogeológica del río Sucio. 123
Figura 4.34. Mapa hidrogeológico de la cuenca del río Sucio (escala 1:100,000) 125
Figura 4.35. Mapa de ubicación de fuentes de agua inventariadas dentro de la cuenca del río Sucio 131
Figura 4.36. Piezometría del acuífero Zapotitán superior 137
Figura 4.37. Piezometría del acuífero Zapotitán inferior 138
Figura 4.38. Piezometría del acuífero fisurado 138
Figura 4.39. Isofreáticas de la cuenca del río Sucio 140
Figura 4.40. Curvas piezométricas calculadas con información de los pozos profundos. 144
Figura 4.41. Estaciones pluviométricas consideradas en el estudio 151
Figura 4.42. Cuadrantes topográficos utilizados en la generación del DEM. 156
Figura 4.43. Formación de grupos homogéneos para el análisis de dobles masas 159
Figura 4.44. Construcción de los polígonos de Thiessen 161
Figura 4.45. Límites del acuífero El Playón. 164
Figura 4.46. Variación anual de la ETP. 168
Figura 4.47. Elementos del balance hidrológico. 169
Figura 4.48. Tipos de suelos en la cuenca del acuífero El Playón. 171

Figura 4.49. Polígonos de Thiessen para el análisis del parámetro lluvia. 177
Figura 4.50. Polígonos de Thiessen para el análisis del parámetro ETP. 178
Figura 4.51. Tipos de suelos de la cuenca del río Sucio. 183
Figura 4.52. Recarga acuífera calculada para la cuenca del río Sucio. 184
Figura 4.53. Esquematización del modelo conceptual del acuífero El Playón 188
Figura 4.54. Detalle de la malla discretizada en el modelo 192
Figura 4.55. Superficie del terreno y del basamento acuífero tridimensional 194
Figura 4.56. Fila 213 del modelo. Cordillera del Bálsamo 195
Figura 4.57. Fila 157 del modelo. Fosa tectónica de Zapotitán. 196
Figura 4.58. Fila 64 del modelo. Colinas o parteaguas del norte. 197
Figura 4.59. Columna 36 del modelo. Parteaguas con cuenca del lago Coatepeque. 198
Figura 4.60. Columna 117 del modelo. Corte Norte – Sur, a lo largo del río Sucio hasta campo de pozos Opico. 199
Figura 4.61. Columna 176 del modelo. Corte Norte - Sur, desde el volcán de San Salvador hasta el límite norte de la cuenca. 200
Figura 4.62. Ubicación de pozos de bombeo en el modelo 203
Figura 4.63. Ubicación de pozos profundos de observación en el modelo 204
Figura 4.64. Ubicación de pozos someros de observación en el modelo 205
Figura 4.65. Conductividad hidráulica horizontal y vertical de la capa 1 del modelo 208
Figura 4.66. Conductividad hidráulica horizontal y vertical de la capa 2 del modelo 209
Figura 4.67. Conductividad hidráulica horizontal y vertical de la capa 3 del modelo 210
Figura 4.68. Conductividad hidráulica horizontal y vertical de la capa 4 del modelo 211
Figura 4.69. Conductividad hidráulica horizontal y vertical de la capa 5 del modelo 212
Figura 4.70. Propiedades de almacenamiento de la capa 1 del modelo 214
Figura 4.71. Propiedades de almacenamiento de la capa 2 del modelo 215
Figura 4.72. Propiedades de almacenamiento de la capa 3 del modelo 216
Figura 4.73. Propiedades de almacenamiento de la capa 4 del modelo 217
Figura 4.74. Propiedades de almacenamiento de la capa 5 del modelo 218
Figura 4.75. Grid de curvas isofreáticas (en metros) cargadas en el modelo. 219
Figura 4.76. Mapa de ubicación de puntos de agua utilizados en el cálculo de las cargas hidráulicas iniciales. 220

Figura 4.77. Carga constante: CHD = 460 m en la zona de El Playón. 222
Figura 4.78. Carga constante: CHD = 245 m a la salida de la cuenca. 223
Figura 4.79. Ríos del modelo. Capa 1. 224
Figura 4.80. Ríos del modelo. Capa 2. 224
Figura 4.81. Ríos del modelo. Capa 3. 225
Figura 4.82. Carga general en caldera Coatepeque y cráter volcán San Salvador 226
Figura 4.83. Drenes asignados al modelo.....228
Figura 4.84. Mapa de recarga de la cuenca del río Sucio introducida en Visual Modflow.....231
Figura 4.85. Error residual y máximo cambio de carga vs número de iteraciones 234
Figura 4.86. Resultados de calibración de cargas hidráulicas (50 pozos profundos).....237
Figura 4.87. Histograma de distribución de residuales de la capa 1 (50 pozos profundos). ...238
Figura 4.88. Resultados del balance de masas.....239
Figura 4.89. Resultados de calibración de cargas hidráulicas (20 pozos someros).....241
Figura 4.90. Histograma de distribución de residuales de la capa 1 (20 pozos someros). 242
Figura 4.91. Resultados de calibración de cargas hidráulicas (70 pozos de observación). 243
Figura 4.92. Histograma de distribución de residuales de la capa 1 (70 pozos de observación) 244
Figura 4.93. Mapa de ubicación de los pozos de observación con el detalle de los residuales de la calibración (50 pozos profundos). 245
Figura 4.94. Resultados de Modpath. Tracking: forward (desde la ex fábrica). 247
Figura 4.95. Resultados de Modpath. Tracking: backward (hacia los pozos).....247
Figura 4.96. Rastreo de partículas desde la ex fábrica y hacia los pozos.....248
Figura 4.97. Rastreo de partículas con el caudal del campo de pozos $Q_1 = 1.2Q_0$.....250
Figura 4.98. Balance de masas para $Q_1 = 1.2Q_0$.....251
Figura 4.99. Rastreo de partículas con el caudal del campo de pozos $Q_2 = 1.5Q_0$.....252
Figura 4.100. Balance de masas para $Q_2 = 1.5Q_0$.....253
Figura 4.101. Rastreo de partículas con el caudal del campo de pozos $Q_3 = 2Q_0$.....254
Figura 4.102. Balance de masas para $Q_3 = 2Q_0$.....255
Figura 4.103. Rastreo de partículas con el caudal de todos los pozos $Q_4 = 1.2Q_0$.....257
Figura 4.104. Balance de masas para el caudal de todos los pozos $Q_4 = 1.2Q_0$.....258
Figura 4.105. Rastreo de partículas con el caudal de todos los pozos $Q_5 = 1.5Q_0$.....259

Figura 4.106. Balance de masas para el caudal de todos los pozos $Q_5 = 1.5Q_0$ 260
Figura 4.107. Rastreo de partículas con el caudal de todos los pozos $Q_6 = 2Q_0$ 261
Figura 4.108. Balance de masas para el caudal de todos los pozos $Q_6 = 2Q_0$ 262

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Operacionalización de la hipótesis 5
tabla 2.1. Comparación de los métodos diferencias finitas y elementos finitos 20
tabla 3.1. Resultados de aforos diferenciales en el río Sucio, entre los cantones Sitio del Niño y San Nicolás Los Encuentros, realizados en fecha 13-diciembre-2009. 49
tabla 4.1. Correlación de resistividad eléctrica y litología de rocas 70
tabla 4.2. Datos característicos de los sitios de muestreo químico durante la campaña de 2009 85
tabla 4.3. Datos característicos de los sitios de muestreo químico durante la campaña de 2008 86
tabla 4.4. Resultados de análisis químicos. Campaña UES/2009 87
tabla 4.5. Resultados de análisis químicos. Campaña DAC/2008 91
tabla 4.6. Error analítico admisible en función de la conductividad eléctrica. 92
tabla 4.7. Datos isotópicos de muestras tomadas en la cuenca de lago Coatepeque, Zapotitán, Santa Ana y Caluco 111
tabla 4.8. Datos de composición isotópica de lluvia en la cuenca del río Sucio. 117
tabla 4.9. Datos de composición isotópica de fuentes de agua en la cuenca hidrogeológica del río Sucio. 119
tabla 4.10. Resultados de análisis de ensayos de bombeo a caudal constante 136
tabla 4.11. Datos de pozos para calcular las isopiezas del acuífero profundo 142
tabla 4.12. Microclimas y tipos de bosques asociados 147
tabla 4.13. Estaciones pluviométricas 148
tabla 4.14. Registros históricos de precipitación (período 1971-2001). 153
tabla 4.15. Grupos homogéneos originales 157
tabla 4.16. Grupos homogéneos definitivos 157
tabla 4.17. Estaciones pluviométricas descartadas 158
tabla 4.18. Precipitaciones anuales de las estaciones completadas 162

tabla 4.19. Precipitación mensual, en mm. Estación San Andrés. 165
tabla 4.20. Temperatura máxima, en ºc. Estación San Andrés. 165
tabla 4.21. Temperatura mínima, en ºc. Estación San Andrés. 165
tabla 4.22. Humedad relativa media, en %. Estación San Andrés. 165
tabla 4.23. Temperatura media. Estación San Andrés. 167
tabla 4.24. Temperatura media. Estación San Andrés. 167
tabla 4.25. Evapotranspiración potencial mensual y anual. 167
tabla 4.26. Textura y propiedades de humedad de suelos. 170
tabla 4.27. Balance hidrológico en la cuenca hidrogeológica El Playón, en mm. 172
tabla 4.28. Datos completados de lluvia y área de polígonos de Thiessen. 176
tabla 4.29. Datos completados de etp y área de polígonos de Thiessen. 176
tabla 4.30. Unidades geológicas simplificadas de la cuenca del río Sucio. 179
tabla 4.31. Recargas de agua subterránea calculadas, en mm/año. 181
tabla 4.32. Datos de ríos del modelo 223
tabla 4.33. Características de los drenes asignados al modelo. 227
tabla 4.34. Recargas de agua subterránea ingresadas al modelo, en mm/año. 229
tabla 4.35. Parámetros utilizados para la solución de las ecuaciones de flujo. 233

INDICE DE CONTENIDO TOMO II

ANEXOS 283

Anexo 1. Fichas de inventarios de puntos de agua. 284

Anexo 2. Monitoreo de niveles freáticos, acuífero El Playón. 337

Anexo 3. Reportes de laboratorio de análisis químicos. Campaña 2009. 378

Anexo 4. Datos de campo de ensayos de infiltración. 406

Anexo 5. Geofísica interpretada en términos de litología. 463

Anexo 6. Perfiles litológicos de pozos. 474

Anexo 7. Inventario de pozos perforados. 532

Anexo 8. Inventario de pozos excavados. 538

Anexo 9. Inventario de manantiales. 551

Anexo 10. Monitoreo de niveles freáticos, acuífero El Playón. Período 1985 – 1988. 554

Anexo 11. Diseño de pozos perforados. 579

Anexo 12. Reportes de análisis de bombeo en acuíferos Zapotitán y Opico – El Playón. 609

Anexo 13. Información de suelos de la cuenca del río Sucio. 637

Anexo 14. Balances hídricos de unidades geológicas. 664

Anexo 15. Pozos de bombeo ingresados en Visual Modflow. 753

Anexo 16. Pozos de observación ingresados en Visual Modflow. 763

SIGLAS

AMSS	:	Área Metropolitana de San Salvador
ASISTEDCOS	:	Asistencia Técnica para el Desarrollo Comunal Salvadoreño
CARA	:	Red Centroamericana de Manejo de Recursos Hídricos
CEDEX	:	Centro de Experimentación de Obras Públicas
CHAC	:	Cálculo Hidrometeorológico de Aportaciones y Crecidas
COSUDE	:	Cooperación Suiza al Desarrollo
DEM	:	Digital Elevation Model
EM	:	Error Medio
EMA	:	Error Medio Absoluto
FORGAES	:	Fortalecimiento de la Gestión Ambiental en El Salvador
GIS	:	Geographic Information System
GMWL	:	Global Meteoric Water Line
LML	:	Línea Meteórica Local
MAG	:	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MARN	:	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MSPAS	:	Ministerio de Saluds Pública y Asistencia Social
NRMS	:	Normalized Root Mean Squared
OEDA	:	Oficina Especializada de Agua
OIEA	:	Organismo Internacional de Energía Atómica
RMS	:	Root Mean Squared
SEV	:	Sondeo Eléctrico Vertical
SNET	:	Servicio Nacional de Estudios Territoriales
USDA	:	United States Department of Agriculture
USGS	:	United States Geological Service

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio del Acuífero Opico – El Playón, pretende ser una herramienta para la gestión racional y sostenible del acuífero, para garantizar el suministro de agua en las cantidades necesarias y de la más óptima calidad, ya que actualmente no se sabe si el acuífero está contaminado por plomo y si existe el riesgo que se contamine en el futuro, porque se desconoce su funcionamiento.

El trabajo de investigación desarrollado en la presente tesis ha contado con técnicas de campo como hidrogeología física, hidrogeoquímica, hidrología isotópica y modelación numérica de aguas subterráneas, así como la aplicación de métodos de análisis e interpretación de resultados y herramientas informáticas como Arc GIS y Visual Modflow.

El documento está organizado básicamente en siete capítulos: El capítulo I contiene la descripción general del área de estudio, la definición del problema, objetivos, justificación, y antecedentes. El capítulo II contiene el marco teórico, conceptos y teorías que fundamenta la las técnicas y métodos empleados en la investigación. El capítulo III describe la metodología empleada que se puede enumerar así: recopilación de información bibliográfica, realización del trabajo de campo, procesamiento de la información, reinterpretación de ensayos de bombeo, construcción del modelo conceptual y elaboración del modelo numérico del acuífero. El Capítulo IV contiene la descripción de las diferentes variables físicas, correspondientes a las diferentes disciplinas necesarias para describir los procesos de recarga, flujo, etc., así como las propiedades de las rocas: hidrología, meteorología, geología, hidrogeología, hidrogeoquímica, hidrología isotópica y modelación numérica. También contiene el modelo hidrogeológico conceptual y el modelo numérico. En el capítulo V se presentan las Conclusiones, en el VI las Recomendaciones y por último, en el VII la Bibliografía.

1.1. Contexto

El Salvador es un país con recursos naturales muy limitados, debido a una limitada extensión territorial (20,640 km^2) y a la explotación de los mismos por décadas de manera

indiscriminada, sin planificación. También es uno de los países más densamente poblados de América, con una población aproximada de 6.5 millones de habitantes, con la consecuente presión sobre los recursos naturales y especialmente sobre el recurso agua.

Sumado a lo anterior, la degradación en calidad del recurso agua por actividades antropogénicas limitan aún más la disponibilidad de los recursos hídricos, lo cual es lamentable en un país con promedio de precipitación muy alto, aproximadamente 1800 mm al año.

Por otra parte, la gestión de los recursos hídricos se ha manejado de manera deficiente y con un marco legal limitado y ambiguo por competencias institucionales dispersas y parcializadas.

La aprobación de la Ley de Medio Ambiente ha sido un logro sin precedentes en materia de gestión ambiental, ya que aunque los retos ambientales superan la capacidad institucional, los casos de contaminación que han sido penalizados han creado una concientización ambiental en todos los sectores de la sociedad. Por supuesto los hábitos tardan en desaparecer, pero la continuada educación ambiental desde las escuelas, las empresas y las comunidades, así como una adecuada planificación de uso de los recursos y el ordenamiento y desarrollo territorial lograrán llevar nuestra sociedad a los niveles de sustentabilidad de los recursos naturales armonizados con las actividades productivas.

Uno de los casos de deterioro ambiental que más interés ha despertado en los salvadoreños es la contaminación por plomo generada por el ensamble industrial de baterías de autos en el Cantón Sitio del Niño, ubicado en el límite oriental del Valle de San Andrés.

Los casos de contaminación por plomo en personas que habitan alrededor de la fábrica de baterías, la cual fue clausurada, está suficientemente comprobado, según resultados publicados por el Ministerios de Salud y Asistencia Social (MSPAS), pero no existen evidencias de contaminación del acuífero, ya que no se han realizado estudios con ese objetivo.

El acuífero que subyace el área de interés, conocido como Opico – El Playón, es de excelentes rendimientos, lo que se evidencia por la gran cantidad de pozos perforados y artesanales que se observan distribuidos en una amplia extensión.

Este acuífero constituye una importante fuente de suministro de agua potable para el Sector Norte del Área Metropolitana de San Salvador, el cual se procura a través de baterías de pozos ubicadas en el Cantón Las Flores, jurisdicción de San Juan Opico y Cantón Colombia, jurisdicción de Quezaltepeque y por varios pozos perforados a lo largo de la carretera que del Cantón Sitio del Niño conduce a Quezaltepeque, administrados todos por ANDA. Los pozos perforados por ANDA en esta región del país se identifican bajo el nombre de "Proyecto Zona Norte", de los cuales existe suficiente documentación técnica. Sin embargo, las características hidráulicas del acuífero son poco conocidas en el resto del área.

1.2. Definición del problema

Como se ha mencionado, el acuífero Opico – El Playón está siendo explotado intensamente, ya que existen diferentes usos de suelos en la zona: urbanizaciones, lotificaciones, caseríos, agricultura, industria; además, existen baterías de pozos profundos de los cuales ANDA extrae importantes cantidades de agua para abastecimiento del Sector Norte del AMSS.

De acuerdo con técnicos de ANDA, el acuífero está sometido a niveles de explotación muy altos, cercanos a la capacidad de renovación, por lo que han recomendado no autorizar más explotaciones, sobre todo de tipo industrial.

La sobreexplotación del acuífero es solo uno de los aspectos del problema, ya que el desarrollo de actividades antropogénicas en esta zona del país se ha producido de manera acelerada y sin control en las últimas décadas, muchas de las cuales no tienen ningún manejo ambiental, provocando contaminación del suelo, aire y agua. La contaminación de las aguas subterráneas es crítica, pues muchas personas dependen de este recurso, tanto para consumo humano como para el desarrollo de actividades productivas.

1.3. Preguntas de investigación e Hipótesis de trabajo

Debido a que no se conoce el funcionamiento del acuífero, sus espesores, áreas de recarga, conexión hidráulica con áreas contaminadas, trasvases subterráneos desde otros acuíferos, parámetros hidráulicos del acuífero distribuidos en toda el área, etc., es muy difícil predecir si las fuentes de abastecimiento se contaminarán y en cuánto tiempo. Estas son respuestas que se pueden conocer de manera aproximada con las técnicas de modelación de acuíferos.

Todas las interrogantes son líneas de actuación que se pueden abordar en la presente investigación y que se plantean a manera de preguntas de investigación así:

¿Cuáles son las áreas de recarga, tránsito y descarga del acuífero?
¿Cuál es la disponibilidad de los recursos hídricos subterráneos?
¿Existe conexión hidráulica entre el acuífero del Cantón Sitio del Niño y el campo de de pozos Occidental de Opico?
¿Cómo gestionar eficientemente y con seguridad la explotación del acuífero?

Hipótesis

La hipótesis principal que guiará la investigación se basa en el supuesto de que la contaminación por plomo de las aguas subterráneas en el Cantón Sitio del Niño proviene de la infiltración de aguas contaminadas en superficie, debido a la actividad industrial de fabricación de baterías para automóviles y que las concentraciones altas de plomo encontradas en el campo de pozos de ANDA (Esquivel, 1997) provienen en parte del área del Cantón Sitio del Niño.

La hipótesis de investigación se enuncia de la siguiente manera:
“Existe una conexión hidráulica entre el acuífero somero del Cantón Sitio del Niño y el acuífero profundo explotado en el campo occidental de pozos de Opico”.

No se modelará la contaminación, solo el funcionamiento hidráulico del acuífero, el cual debe definir las áreas de recarga, tránsito y descarga del acuífero o los acuíferos que existen bajo el subsuelo de las dos áreas antes mencionadas y su grado de conectividad. Dichas áreas de interés se ubican en la margen derecha del río Sucio, separadas por una distancia aproximada de 3.0 Km., lo cual refuerza el supuesto que los acuíferos están relacionados.

En el enunciado de la hipótesis se identifican los siguientes elementos:
Unidades de análisis: son las áreas de interés o sea el acuífero del Cantón Sitio del Niño y el Campo Occidental de Pozos de Opico.
La variable de la hipótesis es: conexión hidráulica.
Los elementos lógicos que definen la correspondencia de la variable con las unidades de análisis son las relaciones entre los acuíferos a través de la conexión hidráulica.

La operacionalización de la hipótesis se muestra en la Tabla 1.1:

Tabla 1.1. Operacionalización de la hipótesis

Hipótesis	**Variable**	**Indicadores**	**Técnica de verificación**	**Fuentes de información**
Existe una conexión hidráulica entre el acuífero del Cantón Sitio del Niño y el campo occidental de pozos de Opico	Conexión hidráulica	Conductividad hidráulica	Recopilación bibliográfica	Informes de pozos, estudios hidrogeológicos
			Ensayos de bombeo	Ensayos de campo
			Modelación hidrogeológica	Modelo numérico
		Niveles piezométricos	Recopilación bibliográfica	Registros de ANDA, SNET, alcaldías, ONG´s
			Medidas de niveles de agua en pozos, medidas de cotas de manantiales y lagunas	El acuífero en Sitio del Niño, El acuífero en el campo de pozos
			Modelación hidrogeológica	Modelo numérico
		Litología	Recopilación bibliográfica	Registros de ANDA, SNET, alcaldías, ONG´s (Perfiles litológicos de pozos)
			Observación en campo	Geología de las áreas de estudio
		Parámetros hidrogeoquímicos e isotópicos	Recopilación bibliográfica	Registros de ANDA, SNET, alcaldías, ONG´s
			Muestreo de aguas subterráneas	El acuífero en Sitio del Niño, El acuífero en el campo de pozos

1.4. Objetivos del estudio

Objetivo General:

- Evaluar el sistema de flujo y la dinámica del acuífero El Playón a través de un modelo numérico, como una herramienta de gestión de los recursos hídricos y base para futuras investigaciones.

Objetivos específicos:

- Desarrollar el modelo hidrogeológico conceptual del acuífero El Playón.
- Determinar la disponibilidad de aguas subterráneas.
- Simular los patrones de flujo dentro del acuífero para evaluar una posible conexión entre el acuífero del Cantón Sitio del Niño y el campo Occidental de pozos de Opico y evaluar posibles escenarios de manejo del campo de pozos.

1.5. Justificación

El modelo de flujo en acuíferos es una herramienta eficaz para presentar de manera sencilla las relaciones entre los procesos de recarga, tránsito y descarga de las aguas subterráneas. Esto permite simular el comportamiento del acuífero para probables escenarios futuros, como el aumento en las demandas de agua, disminución de la recarga debido al cambio climático, cuantificar los recursos de aguas subterráneas en áreas de interés. Lo dicho hasta aquí permitiría a una institución como ANDA hacer una gestión eficiente de los recursos hidrogeológicos, protegiendo las áreas de recarga, aprovechando de manera racional los recursos hídricos y elaborando planes de contingencia para satisfacer las demandas de agua futuras.

Otra aplicación importante del modelo de flujo y balance de aguas es la simulación del movimiento de una pluma contaminante, prediciendo su desplazamiento y concentraciones en tiempos determinados. Al estar definido el sistema de flujo, es evidente que se puede predecir a la inversa, es decir se puede identificar el origen probable de la contaminación y el tiempo aproximado de tránsito. Estas características del modelo de flujo permiten deducir responsabilidades e interceptar el flujo para remediar la contaminación en el acuífero. Esta aplicación sería de mucha utilidad en áreas de riesgo a la salud humana por ingesta de aguas

contaminadas. También es posible delimitar las áreas de captura de un pozo o fuente y protegerlos mediante perímetros que restringen las actividades antropogénicas potencialmente contaminantes.

1.6. Beneficios esperados

El modelo numérico del acuífero permitirá modelar diferentes escenarios de actuaciones sobre el acuífero, convirtiéndose en una herramienta para la toma de decisiones sobre la gestión de recursos hídricos y usos del territorio.

También tendrá como beneficio un mayor conocimiento de las propiedades del acuífero, tasas de renovación de recursos de aguas subterráneas, direcciones de flujo, barreras geológicas, etc., todo lo cual permitirá diseñar sistemas de monitoreo y control del acuífero para prevenir la contaminación y sobreexplotación de los mismos.

1.7. Delimitación y limitaciones de la investigación

El trabajo de investigación se orienta específicamente a la modelación numérica de flujo del acuífero El Playón comprendido entre el Cantón Sitio del Niño y el campo de pozos occidental de Opico administrado por ANDA. Ver la Figura 1.1.

Estudios previos han identificado contaminación de las aguas por metales pesados, pero no se han precisado estrategias de descontaminación por falta de conocimiento de las características hidrogeológicas del flujo de aguas del acuífero.

Aunque la motivación para realizar la investigación es proveer una herramienta de gestión del acuífero para prevenir la contaminación, el trabajo se centra en la caracterización hidrogeológica del acuífero, sin entrar en la caracterización de la contaminación, ya que lo segundo demandaría mayores recursos y tiempo, pero con el modelo calibrado y validado se tendría la base para modelar el transporte de contaminantes en una investigación futura.
Existen numerosas personas en riesgo directo en la zona del Cantón El Niño, pero esta situación también podría repercutir en el abastecimiento de agua potable de las poblaciones de San Salvador y Santa Tecla.

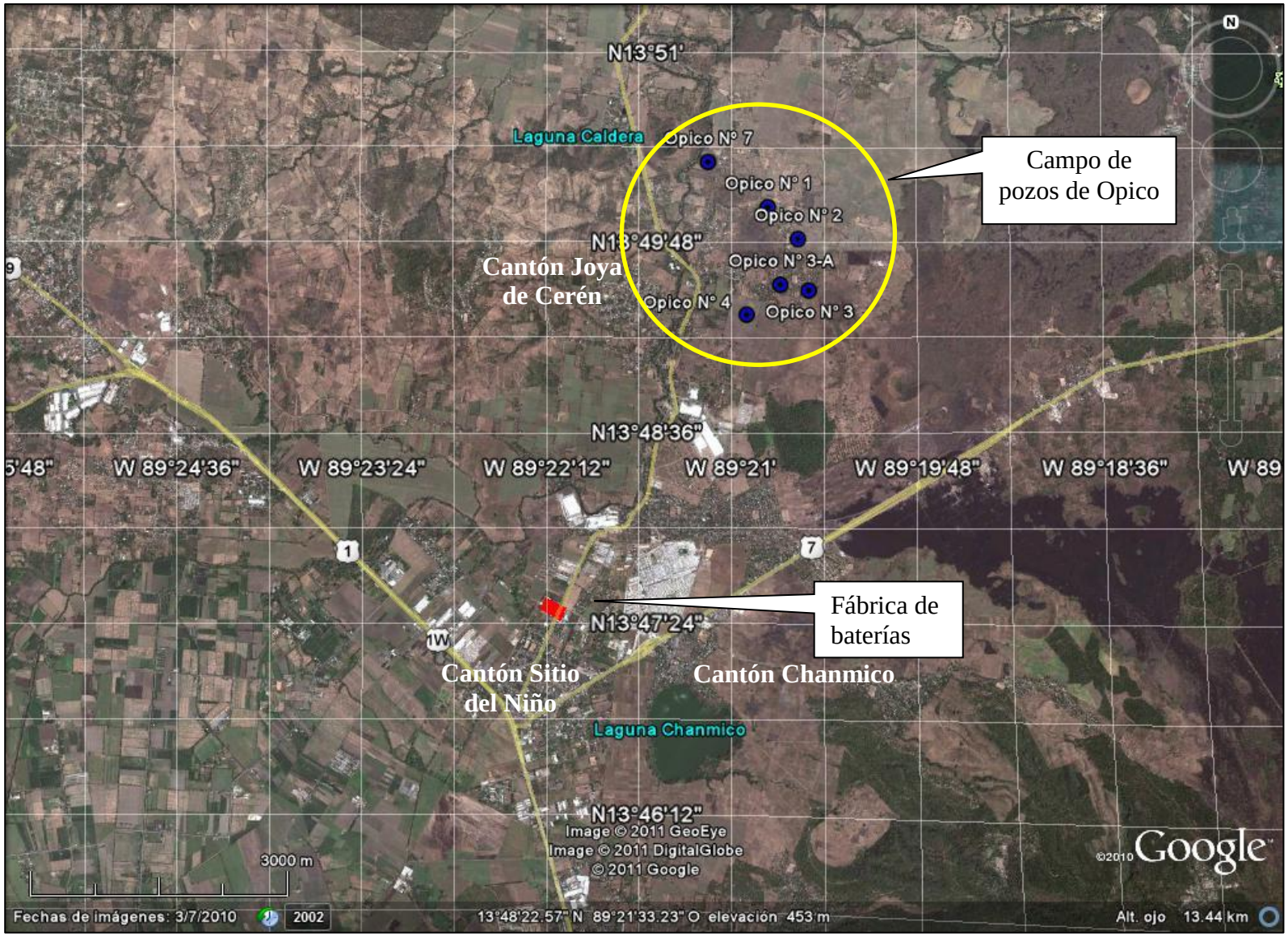


Figura 1.1. Mapa de ubicación del área de estudio.

El período de estudio comprende doce meses (Diciembre/2008 – Diciembre/2009), tiempo durante el cual se realizarán investigaciones de campo para medir parámetros del (los) acuífero (s) necesarios para construir el modelo numérico de flujo.

El modelo de flujo servirá a estudios posteriores que determinarán el transporte de contaminantes, su ubicación y concentraciones en sitios y tiempos específicos.

Es importante hacer notar que el presente estudio se inspira en la problemática actual de contaminación por plomo en el Cantón Sitio del Niño, demostrado por resultados dados a conocer por el Ministerio de Salud y de la necesidad de ANDA de gestionar eficientemente los recursos de aguas subterráneas aprovechados para el abastecimiento de parte del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS).

El acceso a la información en instituciones públicas fue una limitante, aunque los técnicos de dichas instituciones demuestran interés en el tema de investigación, los mecanismos institucionales para colaborar y proporcionar información son bastante engorrosos y lentos, provocando que muchas veces la información no esté disponible o mejor dicho está restringida al público.

Los recursos económicos requeridos por la investigación son bastante elevados y es difícil que instituciones públicas dediquen recursos a proyectos de investigación ajenos a sus planes de trabajo; por otra parte, los fondos de ayuda para la investigación de la maestría no estuvieron disponibles oportunamente, lo que obligó a replantear los alcances de la tesis y dejar sin efecto algunas actividades y metodologías propuestas inicialmente.

1.8. Antecedentes

Los temas relacionados con la gestión de recursos hídricos son novedosos en nuestro país y podrían ser de interés de instituciones como el MARN, MSPAS y ANDA. También existen grupos sociales y empresariales que estarían interesados en estos temas, sobre todo en este momento que la conciencia ambientalista está ganando terreno ante problemáticas como

botaderos de basura municipales, descargas de desechos sólidos y líquidos de industrias, contaminación y sobre-explotación de los recursos hídricos por actividades mineras, etc.

Estos problemas afectan a grupos específicos de la sociedad, pero la solución de ellos repercutiría no solo en el ámbito local, sino a nivel nacional, ya que sentaría precedentes para solucionar problemas similares en otras zonas del país.

Por supuesto, la investigación busca no solo explorar y describir el problema y las interrelaciones entre las variables en estudio, sino predecir el comportamiento del fenómeno ante diferentes escenarios de actuación para recomendar las medidas precisas de prevenir, atenuar o eliminar las causas de dichos problemas.

Después de evaluar el impacto de los problemas antes mencionados en la sociedad y la importancia y actualidad de los mismos, así como el marco teórico y los recursos existentes para realizar la investigación, se ha seleccionado el tema de ***modelación de flujo de aguas subterráneas***, ya que será una herramienta que podrá ser utilizada posteriormente para el estudio y remediación de la contaminación de acuíferos y estudios específicos de vulnerabilidad de acuíferos, ordenamiento territorial, gestión de los recursos hidrogeológicos, etc.

En El Salvador existen pocos estudios de modelación de acuíferos para ser utilizados de referencia en el desarrollo de la presente investigación, los estudios consultados son: "Estudio Hidrogeológico del acuífero de Guluchapa, San Salvador" (Duarte, 1998) y "Groundwater Flow Modelling of the Zapotitán Valley, El Salvador" (Walter, 2006).

Se conoce que en la década de los 70's y 80's se elaboraron los modelos del acuífero de San Salvador y Quezaltepeque, los cuales serán consultados.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Modelos de aguas subterráneas.

El propósito principal de la utilización de modelos en las aguas subterráneas es el de determinar el comportamiento del sistema de flujo sujeto a acciones naturales (recarga por precipitación y por percolación de los ríos) y artificiales (extracción o inducción de agua por medio de pozos). Existen varios tipos de modelos, entre los que se mencionan: los analógicos, los físicos (a escala), los matemáticos analíticos y los numéricos (Custodio y Llamas, 2001**)**. Estos últimos resuelven las ecuaciones de flujo de aguas subterráneas con base a la teoría de la Ley de Darcy para medios porosos (Figura 2.1).

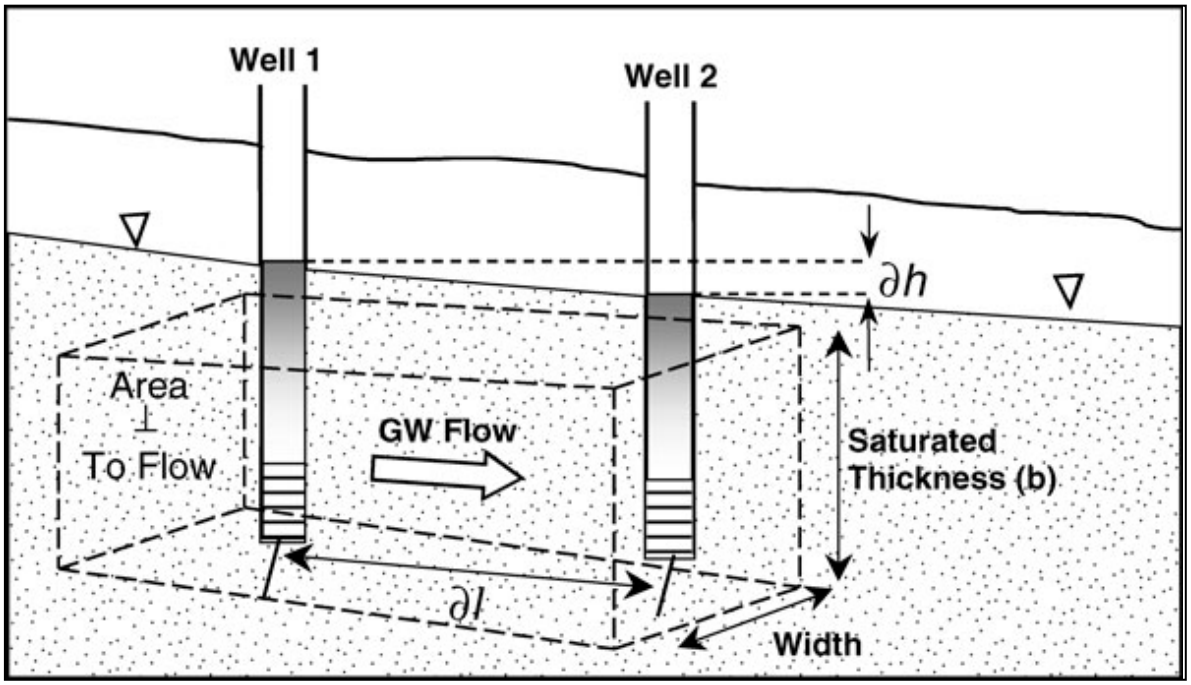


Figura 2.1. Esquema mostrando la Ley de Darcy.
Fuente: Weight, 2001

La ley de Darcy (Weight, 2001) puede expresarse como:

$$Q = K \frac{\partial h}{\partial l} A = KiA \qquad \text{(Ec. 2.1)}$$

Donde:

Q = Caudal (L^3/t)

$\partial h/\partial l$ = i = gradiente hidráulico (L/L) o pendiente de la superficie potenciométrica.

A = b.w, el área transversal perpendicular al flujo (L^2), (en flujo horizontal, el espesor saturado (b) multiplicado por el ancho del acuífero (w) o una parte del ancho de un acuífero)

K = conductividad hidráulica (L/t)

Hay una diferencia significativa entre la conductividad hidráulica (K) y la permeabilidad intrínseca (k), aunque tienden a utilizarse indistintamente en la práctica debido a que las propiedades del fluido de las aguas subterráneas no contaminadas son similares a temperaturas similares. Aguas con sólidos totales disueltos (TDS) inferior a 5.000 mg/L tienen viscosidades y pesos específicos bastante similares (Fetter, 1994).

Ley de Darcy también puede verse como:

$$Q = qA \qquad \text{(Ec. 2.2)}$$

donde:

$$q = K \frac{\partial h}{\partial l} \qquad \text{(Ec. 2.3)}$$

q = velocidad de Darcy, también conocida como caudal específico

A pesar de que la velocidad de Darcy o caudal específico (q) tiene unidades de velocidad (L/t), no representa una velocidad real de las aguas subterráneas. Esto es porque el medio poroso ocupa parte del área perpendicular al flujo. Para tener en cuenta esto, se debe incluir la porosidad efectiva (n_e) del medio poroso. El n_e representa la porosidad disponible para el flujo de fluidos. La velocidad real es un promedio de la velocidad lineal del agua se mueve

alrededor de los granos de un punto (carga mayor) a otra (carga menor). Este valor es también conocido como la velocidad de filtración o "seepage velocity" (Vs), expresada como:

$$Vs = \frac{K}{n_e}\frac{\partial h}{\partial l} = \frac{q}{n_e} \qquad \text{(Ec. 2.4)}$$

donde todos los términos se han definido previamente.

Existen muchas definiciones de modelos, pero en términos más sencillos se presentan las siguientes:

Definiciones de modelo (Pérez-Paricio, 2007**)**:

- Ente que reproduce algún aspecto de un sistema real
- Teoría semicuantitativa sobre el comportamiento de un sistema real

En la investigación se desarrollará un modelo matemático, por lo que los otros tipos de modelo no se abordan en este documento. Además, los modelos matemáticos pueden ser Analíticos o Numéricos.

- ❖ Analíticos: Son los que dan la solución exacta de la ecuación diferencial por medio de funciones analíticas o tabuladas.
- ❖ Numéricos: Resuelven la ecuación diferencial por medio de métodos numéricos. Reproduce el sistema de flujo, de transporte, la hidrogeología real.... se reproduce algún aspecto de lo que realmente pasa.

Un aspecto a tener en cuenta en el desarrollo de la investigación es la necesidad de equilibrio entre el objetivo y el alcance, de tal forma que exista suficiente información para crear un modelo numérico. En el modelo se debe integrar toda la información que se disponga y valorar su coherencia.

Los modelos de simulación permiten descartar modelos conceptuales claramente erróneos, permiten aprender cómo se comporta un sistema y a que acciones responde y permiten

comparar alternativas de cara a tomar decisiones. Los modelos se utilizan para a) Usos científicos: conocimiento de las cosas a través de sus causas y b) Usos tecnológicos: aplicación del conocimiento a la solución de problemas (Establecimiento de una red de control, Establecimiento de una red de observación, Estudio de diferentes alternativas de operación, Gestión óptima, Impactos ambientales, Uso conjunto subterráneo–superficial, Estudio de evolución de contaminantes, etc.).

El modelo no debe acabarse cuando se entrega, sino que debe beneficiarse de los datos de evolución del problema. Es decir, un modelo numérico siempre será actual si se le alimenta con datos más recientes para obtener una respuesta más adaptada a las condiciones reales.

2.1.1 Conceptualización.

Un modelo sólo puede aspirar a ser una buena representación del sistema real si está basado en un modelo conceptual sólido. La información que el modelo conceptual debe aportar al modelo de simulación es toda la referente a la geometría del acuífero, las características físicas del medio, las acciones a las que está sometido el acuífero y los procesos fisicoquímicos relevantes que tienen lugar en él.
A continuación se citan de manera esquemática todos estos aspectos a especificar en el modelo conceptual:

a) Marco físico:

- Tipo de acuífero: Libre, Confinado, Semiconfinado, Multicapa.
- Medio: Poroso, Fracturado
- Régimen: Estacionario, Transitorio
- Estado: Saturado, No saturado
- Geometría (límites acuífero, ríos....)
- Tipos de condiciones de contorno: Nivel fijo, Caudal conocido, Mixto (condición mixta o de goteo, si el nivel y el caudal están relacionados)
- Variabilidad de las propiedades: Medio homogéneo, Medio heterogéneo, Heterogeneidades discretas

b) Acciones (qué le pasa al acuífero):

- Naturales: Recarga, Descarga
- Artificiales: Bombeos, Recarga artificial

c) Identificación de procesos fisicoquímicos relevantes

- Flujo: Ley de Darcy, Existencia de posibles efectos de densidad variable, Térmicos, Químicos

2.1.2 Datos necesarios para la conceptualización.

En términos generales son los típicos de cualquier estudio hidrogeológico: Mapas topográficos, Mapas de usos del suelo, Geología (Geomorfología, Estructural, Variaciones litológicas, Historia), Meteorología, Edafología, Vegetación (x, t), Regadíos (x, t), Bombeos (x, t), Hidrogramas (t), Piezometría (x, t), Hidroquímica (x, t), Isótopos, etc.

Los acuíferos suelen ser sistemas de una gran inercia, para entender el presente es necesario conocer algo del pasado.

2.1.3 Estructura del modelo.

Con base en el modelo conceptual y con el objetivo de conseguir una descripción del sistema que sea cualitativamente coherente con los datos disponibles, se establece un modelo matemático y se elige el programa de simulación adecuado.

El modelo matemático se define en términos de ecuaciones con parámetros referentes a:

- Tipo de medio: Poroso, Fracturado: Homogéneo fracturado, Heterogéneo fracturado, Canales
- Estado: Estacionario, Transitorio
- Dimensión 1-D, 2-D, 3-D, n-D
- Tipo de acuífero: Libre, Confinado, Semiconfinado
- Contornos: Situación, Tipo (nivel, caudal, mixto)

2.1.4 Limitaciones.

Las limitaciones en el modelo conceptual vienen dadas en primer lugar por la imposibilidad de caracterizar la gran variedad espacial que constituye el medio natural del acuífero; esta enorme variedad obliga a que en el momento de establecer las hipótesis de funcionamiento del acuífero se realicen muchas simplificaciones. A veces no se consigue calibrar el modelo porque hay algún aspecto que no se hace bien o que se desconoce, por ejemplo una capa de arcilla que hace que el acuífero sea semiconfinado en vez de libre, entonces se debe volver a la conceptualización. Otras limitaciones son las dificultades en la sistematización y en la implementación de datos cualitativos.

En la calibración del modelo se consigue el mejor grupo de parámetros cuando el modelo conceptual es válido para el medio acuífero.

Por otro lado las predicciones que se hagan con el modelo presentan una serie de incertidumbres ligadas a las incertidumbres en el modelo conceptual, en los parámetros calibrados y en los escenarios. Si la incertidumbre no es aceptable, se puede realizar algún ensayo para obtener más datos y volver a conceptualizar.

Cuando se ha comprobado que el modelo funciona, ya se puede utilizar como herramienta, para responder a futuras acciones, pero se debe seguir comprobando que el modelo funciona para ver si realiza correctamente las predicciones o ir adaptándolas a las nuevas situaciones y condiciones.
En la figura 2.2 se presenta el proceso de modelación como una secuencia metodológica de pasos a seguir en la investigación y desarrollo del modelo del acuífero de interés.

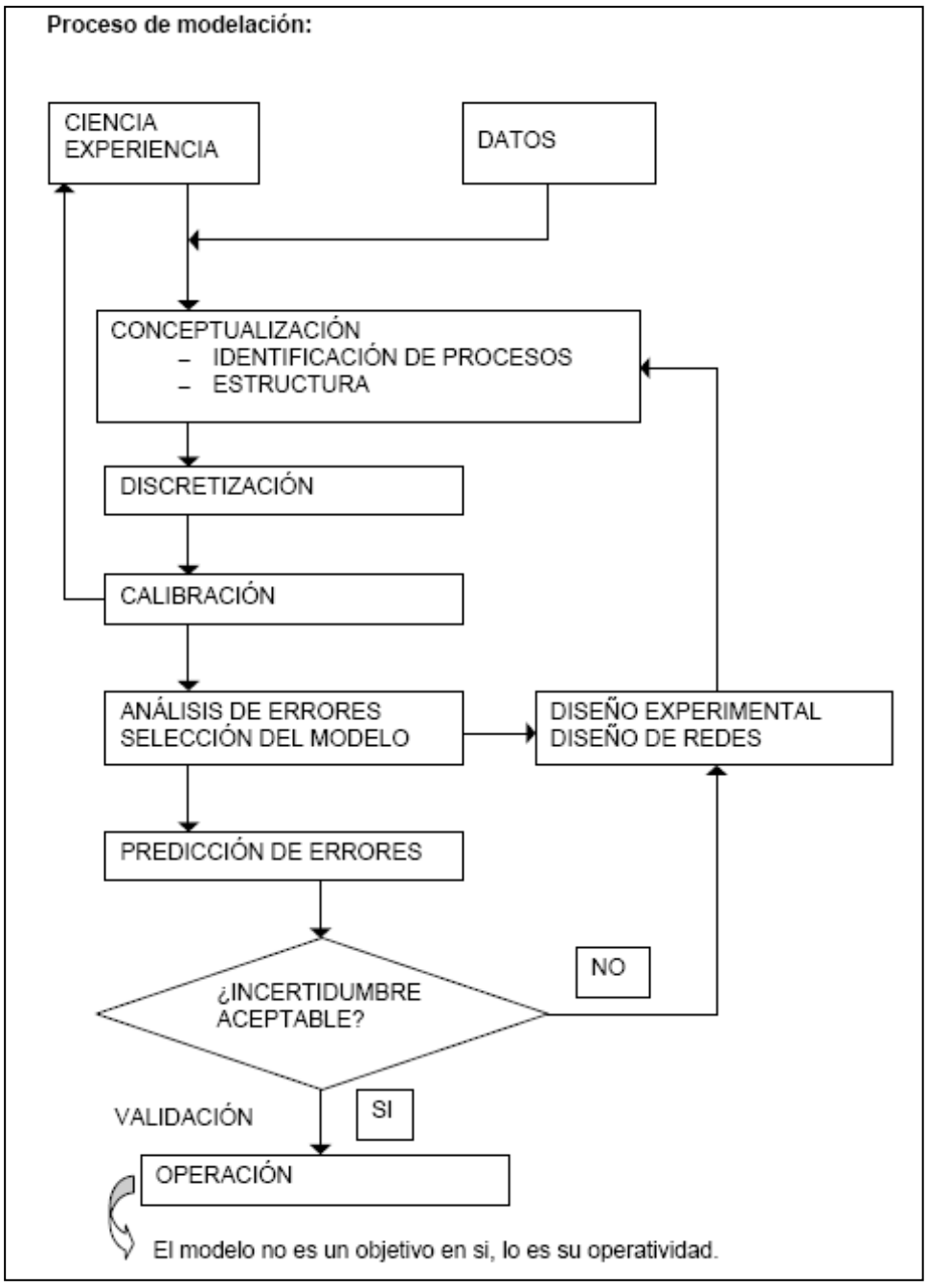


Figura 2.2. Proceso de modelación de acuíferos

Fuente: Apuntes de clase del curso CIHS (Pérez-Paricio, 2007**)**

2.2 Modelos numéricos disponibles.

A partir de 1960, el empleo de los métodos numéricos alcanza gran desarrollo debido al uso cada vez más creciente de las computadoras, lo cual hace que estos métodos sean mayormente aplicados en problemas de flujo con resultados confiables.

Los modelos matemáticos permiten la solución de las ecuaciones que rigen el movimiento del agua subterránea en el contexto de las particularidades geométricas, hidrológicas e hidrogeológicas en las condiciones de frontera y de explotación que caracterizan al acuífero en su concepción regional.

Al no existir una solución analítica general para la solución de este problema, los modelos matemáticos se basan en la aproximación discretizada, que permite formular de forma general el cálculo numérico de la solución de dicho problema. Su expresión se hace particular con la introducción de las restricciones impuestas por la realidad física del acuífero y los criterios del profesional. Las técnicas empleadas en la solución de las ecuaciones de flujo de agua en medios porosos, en la mayoría de estos modelos se basan en el método de diferencias finitas, utilizando mallas rectangulares o cuadradas.

Asimismo, la técnica de elementos finitos, utilizando mallas triangulares, es una herramienta muy importante y también de gran uso en la actualidad. Fue aplicado por vez primera por Zienkiewicz-Cheung (1966) para el estudio de campos potenciales en los problemas de flujo de fluidos. La aplicación del método de elementos finitos al flujo en medios porosos, también fue hecho por primera vez por los autores citados para flujo confinado y anisotrópico; mientras que el flujo libre es estudiada por Neuman-Witherspoon (1970).

Las ventajas de cada método dependen de muchos factores, y en particular, de cuál sea el problema en estudio. En el método de los elementos finitos pueden utilizarse menos nudos que con el de diferencias finitas, sobre todo con limites muy irregulares. La desventaja de este método es que son más abstractos y no se logra ver intuitivamente el funcionamiento físico del

sistema acuífero, conduciendo a una mayor dificultad en la detección de errores en la introducción de datos.

2.2.1. Modelos en aguas subterráneas

Bear J. y Verruijt A. (1987) definen al modelo como una versión simplificada del sistema acuífero natural (agua subterránea) que simula aproximadamente una respuesta de lo que acontecerá en el futuro. De acuerdo a Castany G. (1978); construir un modelo es establecer primero las ecuaciones del fenómeno que se desea simular y luego estructurar un algoritmo de resolución de estas ecuaciones. Según Custodio y Llamas (2001) se entiende por modelo de un acuífero el procedimiento, ya sea analítico, matemático o analógico, que permite realizar la simulación de su comportamiento. Un modelo debe ser representativo del sistema real, debe reproducir los estados del sistema, las acciones sobre él y las leyes que las relacionan.

Para poder definir el movimiento del agua en un acuífero se necesita:

a) Descripción de la geometría del acuífero.
b) La descripción de las propiedades físicas del medio en cada punto del dominio: permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, porosidad.
c) Las leyes que rigen el movimiento del agua en un medio poroso, tales como la ley de Darcy y de la conservación de la masa.
d) Las condiciones de los límites y fronteras del sistema.
e) La descripción de las acciones exteriores del sistema.

Entre los tipos de modelos de aguas subterráneas se tienen:

1) Modelos conceptuales: representación mental de la geología e hidrogeología del sitio como un grupo de unidades continuas.
2) Modelos matemáticos: analíticos y numéricos.
3) Modelos analógicos: modelos físicos, como los lisímetros, tanques, etc.

2.2.2. Modelos matemáticos en agua subterránea

Los modelos matemáticos, llamados también modelos digitales son técnicas que permiten reemplazar las ecuaciones de flujo por un sistema de ecuaciones lineales cuyas variables y solución son estimadas en un número finito de puntos discretos en el espacio y en el tiempo. Este método puede utilizar aproximaciones numéricas, como por ejemplo el de diferencias finitas, al sustituir las derivadas por variaciones lineales de las variables en un intervalo finito. Otro método más refinado es el de elementos finitos, que consiste en la formulación del problema basándose en la teoría del cálculo variacional (Amisial y Jegat, 1976). En los modelos matemáticos, existen dos aproximaciones o métodos mediante los cuales puede resolverse la ecuación del flujo subterráneo. Ver Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Comparación de los métodos diferencias finitas y elementos finitos

Método	Ventajas	Inconvenientes
Diferencias finitas	• Conservan la masa de agua • Intuitivo, simple, conocido y comprobado. Fácil de programar • Más programas disponibles en el mercado.	• Red rectangular necesaria para la discretización • Difícil adaptación a sistemas geológicos complejos • Pozos ocupan toda la celda
Elementos finitos	• Discretización más versátil en zonas de interés solamente • Pozos son representados como nodos discretos • Buena adaptación a sistemas complejos	• No intuitivo • Modelo matemático complejo • Conserva masa solo globalmente. Pueden ocurrir errores locales en el balance de masas

Cleary (1991), menciona que una gran mayoría de los modelos matemáticos de agua subterránea presentan estructura determinística. Relacionan causa y efecto de manera exacta, que generalmente involucran parámetros físicos-químicos que son características de acuíferos (conductividad hidráulica, coeficiente de almacenamiento, dispersividad longitudinal y coeficiente de partición química).

Los modelos matemáticos son herramientas que ayudan a entender los procesos físicos, químicos y bioquímicos que se dan en el sistema de aguas subterráneas. (Franz y Guiguer, 1992). Los modelos de aguas subterráneas pueden ser agrupados ampliamente dentro de dos categorías: cantidad y calidad de agua.

En la categoría de cantidad de agua, los modelos son usados para:

• Administración de la reserva y mejora de la recarga del acuífero;
• Diseños de pozos y estudios de interferencia;
• Estudios de drenaje agrícola;
• Rendimiento óptimo del sistema;
• Estudio de filtraciones en presas;
• Estudios de interacciones de aguas subterráneas;
• Redes de flujo.

En la categoría de calidad de agua subterránea, los modelos numéricos o matemáticos son usados para:

• Estudiar las consecuencias de la contaminación de las aguas subterráneas;
• Necesidad de prevenir la contaminación y la planificación de medidas de corrección;
• Estudio del movimiento de contaminantes en acuíferos.

La ecuación diferencial que describe el movimiento del agua en un acuífero heterogéneo, anisotrópico y para flujo no permanente, se expresa por la siguiente ecuación diferencial, que considera las ecuaciones del flujo y conservación de la masa para simular el flujo de agua subterránea:

$$\frac{\partial}{\partial x}\ K_x \frac{\partial h}{\partial x}\ + \frac{\partial}{\partial y}\ K_y \frac{\partial h}{\partial y}\ + \frac{\partial}{\partial z}\ K_z \frac{\partial h}{\partial z}\ \pm Q\ =\ S_s \frac{\partial h}{\partial t} \qquad \text{(Ec. 2.5)}$$

Donde:

K, conductividad hidráulica, es función de (x, y, z).

Ss, coeficiente de almacenamiento especifico.

h, carga hidráulica en un punto (x, y, z) y en un instante t.

Q, entradas y salidas del sistema.

Asimismo, un modelo matemático incorpora los rasgos físicos del sistema natural como expresiones matemáticas, así:

• Geología ⇒ propiedades hidráulicas

• Fuentes ⇒ condiciones de frontera

• Observaciones ⇒ parámetros de calibración.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

En este capítulo se explica la metodología desarrollada durante la investigación. Es claro que existen preguntas que se desean investigar y dar respuestas, éstas orientarán el desarrollo del trabajo.

Las preguntas de investigación se citan a continuación:

- ¿Cuáles son las áreas de recarga, tránsito y descarga del acuífero?
- ¿Cuál es la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos?
- ¿Existe conexión hidráulica entre el acuífero del Cantón Sitio del Niño y el campo de pozos de San Juan Opico?
- ¿Cómo gestionar eficientemente y con seguridad la explotación del acuífero?

Las preguntas obedecen a una necesidad que es la que motiva la presente investigación y que está explicada en la justificación del presente documento.

La metodología se dividirá en dos partes (Lafleur, 2007)

1. La obtención de la información para construir un modelo conceptual
2. La construcción del modelo numérico

3.1. Obtención de los datos.

En investigación social se suele usar cuestionarios o entrevistas, pero en este tipo de estudio es importante medir las variables que explican el funcionamiento del sistema acuífero e interpretar los resultados con base a la teoría desarrollada para el tema.

Para obtener la información básica que requiere el modelo conceptual se realizaron actividades de campo y gabinete, las cuales se detallan a continuación:

- Colecta de datos:
  - ❖ Inventarios de puntos de agua (Pozos, manantiales, ríos, lagos).

- ❖ Determinación de los diferentes usos del agua y formas de aprovechamiento dentro del área de estudio.
- ❖ Determinación de la población y su proyección futura, así como el cálculo de las demandas de agua.
- ❖ Recopilación de información sobre Ensayos hidráulicos, los cuales se reinterpretaron para obtener los parámetros hidráulicos del acuífero: transmisividad, conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento.
- ❖ Datos de caudales y/o niveles históricos de agua en ríos.
- ❖ Datos de hidrogeoquímica y calidad del agua.
- ❖ Datos climáticos: Precipitación, temperatura, humedad relativa, etc.
- ❖ Datos de prospección geofísica de campañas realizadas en el área de interés.
- ❖ Estudios de recursos hídricos realizados por instituciones públicas y privadas.

- Mediciones de campo.
  - ❖ Inventarios de puntos de agua en el área de estudio en los meses de enero a abril de 2009.
  - ❖ Medidas mensuales de niveles de agua en pozos excavados o someros, ya que en pozos perforados o profundos no fue posible por tener equipos de bombeo instalados y funcionando. Esta actividad se desarrolló de abril de 2009 a agosto de 2010.
  - ❖ Medidas mensuales de parámetros físico-químicos de campo durante el mismo período. Tales parámetros son específicamente los siguientes: Temperatura del agua, conductividad eléctrica y pH.
  - ❖ Una campaña de muestreo químico: en el mes de diciembre de 2009.
  - ❖ Ensayos de infiltración y muestreo de suelos realizados durante los meses de agosto de 2009 y mayo de 2010.

La información bibliográfica y de campo recopilada fue analizada e interpretada a través de herramientas de interpretación hidrogeológica, tales como:

- Mapas de superficie topográfica y superficie piezométrica.
- Mapas de parámetros químicos de las aguas subterráneas.

- Parámetros hidráulicos del acuífero, determinados a través del análisis e interpretación de ensayos de bombeo en pozos.
- Trazo y análisis de secciones geológicas de áreas de interés hidrogeológico para determinar la geometría del sistema acuífero.
- Establecimiento de las áreas de recarga, con base en el sistema de flujo y las características químicas de las aguas subterráneas.

3.2. Construcción del modelo

La construcción de un modelo numérico tiene su propia metodología, que se puede describir como las etapas del proceso. A continuación se definen las principales actividades de dicho proceso (Walter, 2006):

- Construir el modelo numérico preliminar según datos del modelo conceptual.
    1. Definir las entradas:
        a) Precipitación.
        b) Escorrentía superficial.
        c) Retornos de riego.
        d) Trasvases subterráneos
    2. Definir las salidas:
        a) Flujo superficial.
        b) Flujo subterráneo
        c) Abstracciones – Agricultura, Industria, Agua Potable.
    3. Definir las condiciones de contorno.
    4. Definir los parámetros hidráulicos del acuífero.
- Definir y agregar condiciones limítrofes del sistema acuífero.
- Desarrollar el modelo y calibrarlo según los valores de niveles piezométricos y de flujo (mediciones de campo y/o registros históricos).
- Validar el modelo con los niveles piezométricos de un período complementario.
- Usar el modelo calibrado y validado para evaluar opciones de manejo y desarrollo del sistema acuífero (ej. Efecto aumento o disminución de extracción, Interferencia de pozos).

Un modelo numérico de acuífero calibrado y validado es una herramienta para la toma de decisiones en la gestión de los recursos hídricos, que permite analizar diversos escenarios de actuaciones probables.

El modelo debe permitir la identificación de problemas actuales o futuros en la gestión de los recursos hídricos subterráneos (por ejemplo: descenso de niveles, incremento de las demandas, salinidad, inundaciones, desbalance estacional del abastecimiento o las demandas).

Es importante identificar la situación socio-económica de los habitantes y demás actores presentes en el área de estudio y determinar su impacto actual y futuro en los recursos de aguas subterráneas, esto permitirá definir temas de futuro desarrollo en áreas sociales o de las ciencias naturales.

El modelo numérico también será de utilidad para definir los sitios de monitoreo ambiental para determinar la calidad de las aguas subterráneas, así como medir la variación o cambio del almacenamiento en el acuífero.

La construcción del modelo se realizó entre Enero y Junio de 2011.

En el resto del capítulo se muestran los métodos utilizados para la construcción del modelo conceptual y el modelo numérico, tales como: los datos recopilados en campo, sus procedimientos de trabajo respectivos, así como métodos de análisis e interpretación de la información.

3.3. Mediciones en campo

En este apartado se describen las actividades realizadas en campo para obtener parámetros hidrogeológicos, hidroquímicos y de geometría del acuífero.

3.3.1. Inventarios de fuentes de agua

Se realizó el inventario de fuentes de agua en un área más extensa que el área de interés, para definir los límites hidrogeológicos que influencian el funcionamiento del sistema acuífero.

Las fuentes inventariadas fueron 50 y se muestran en el Anexo 1 (Fichas de inventarios) y corresponden a pozos perforados, pozos excavados y manantiales, aunque es obvio que otros cuerpos de agua como ríos y lagos también están influenciando los niveles piezométricos. En el capítulo IV se abordará en detalle los inventarios de pozos perforados, pozos excavados y manantiales de toda la cuenca hidrográfica del Río Sucio.

En el desarrollo de esta actividad se presentaron inconvenientes, ya que algunos propietarios de las fuentes de agua no permitieron el ingreso a su propiedad, especialmente de pozos perforados o profundos, pero en general se tuvo una respuesta muy buena de los dueños de pozos excavados o artesanales y juntas de agua comunales. En las fotografías 1 a 5, se muestran algunos sitios con fuentes de agua inventariados.



Fotografía 1. Pozo perforado en Caserío Milagro de la Roca.

En la fotografía 1 se muestra el pozo perforado de la Comunidad Milagro de la Roca, también se puede ver que una persona colabora en la actividad, es un guarda recursos de la zona protegida El Playón y que pertenece a la ONG Asistencia Técnica para el Desarrollo Comunal Salvadoreño (ASISTEDCOS), la cual junto con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) co-administran la zona protegida. Personal de ASISTEDCOS nos acompañaron a la mayoría de visitas de inventarios de fuentes de agua y otras actividades, ya que de esa manera se garantizaba nuestra seguridad y acceder más fácilmente con los habitantes del área en estudio, como se muestra en la fotografía 2.



Fotografía 2. Personal de ASISTEDCOS conversa con la familia Montoya en Cantón San Nicolás.

En las fotografías de la 3 a la 5, se muestran algunas fuentes de agua típicas de la zona. El pozo excavado que se muestra en la fotografía 3 es un sitio muy especial, ya que ha sido parte de la red de monitoreo de varias campañas a lo largo de los años, tales como las campañas de 1970-1971 realizada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 2005-2006 realizada por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) y la campaña de 2009-2010 realizada por la Universidad de El Salvador a través de este trabajo de investigación.



Fotografía 3. Pozo excavado en antiguo casco de la Hacienda Sitio del Niño



Fotografía 4. Pozo perforado con bomba sumergible en Colonia Nuevo Sitio del Niño.



Fotografía 5. Manantial El Chorrón, a orillas de la laguna de Chanmico.

En la fotografía 5 se muestra un nacimiento de uso público, que nace en las orillas de la Laguna Chanmico, con un caudal estimado inferior de 1 L/s.

3.3.2. Monitoreo de niveles freáticos

Como se dijo anteriormente, solo se midieron niveles en pozos excavados o artesanales, ya que la mayoría de pozos perforados se encuentran en producción, con bombas instaladas y, por lo general, no cuentan con tubo de PVC para medición de niveles, a excepción del pozo de la Comunidad Milagro de la Roca

El monitoreo de niveles freáticos se inició desde la etapa de inventarios de fuentes de agua, en diciembre de 2008, pero se definió la red de monitoreo hasta junio de 2009. La red de

monitoreo se extendió fuera de los límites del área de interés con el objetivo de identificar límites hidrogeológicos de importancia.

Los resultados del monitoreo de niveles freáticos se muestran en el Anexo 2 (Monitoreo de niveles freáticos), se puede ver también que se midieron los parámetros físico químicos siguientes: Temperatura del agua, en ºC; Conductividad eléctrica, en µS/cm; Resistividad Eléctrica, en Ωcm; Sólidos totales disueltos: STD, en g/L; Oxígeno disuelto: O2, en mg/L y en %; Salinidad, en %**0**; Ph, en unidades de Hidronio, y Potencial óxido-reducción: ORP, en mV.

También se muestra gráficamente la variación de niveles en el período de medición, así como las estadísticas descriptivas de la variable nivel freático, lo cual ha servido para identificar sitios con influencia de recarga local y regional.

Algunos pozos se midieron desde abril de 2009, otros se fueron agregando a la red de monitoreo gradualmente hasta completar 20 sitios en el mes de octubre de 2009, los que se mantendrían hasta el final, hasta el mes de agosto de 2010.

En las fotografías de la 6 a la 25 se muestran los 20 sitios monitoreados.



Fotografía 6. Pozo de monitoreo #1.



Fotografía 7. Pozo de monitoreo #2.



Fotografía 8. Pozo de monitoreo #3.



Fotografía 9. Pozo de monitoreo #4.



Fotografía 10. Pozo de monitoreo #5.



Fotografía 11. Pozo de monitoreo #6.



Fotografía 12. Pozo de monitoreo #7.



Fotografía 13. Pozo de monitoreo #8.



Fotografía 14. Pozo de monitoreo #9.



Fotografía 15. Pozo de monitoreo #10.



Fotografía 16. Pozo de monitoreo #11.



Fotografía 17. Pozo de monitoreo #12.



Fotografía 18. Pozo de monitoreo #13.



Fotografía 19. Pozo de monitoreo #14.



Fotografía 20. Pozo de monitoreo #15.



Fotografía 21. Pozo de monitoreo #16.



Fotografía 22. Pozo de monitoreo #17.



Fotografía 23. Pozo de monitoreo #18.



Fotografía 24. Pozo de monitoreo #19.



Fotografía 25. Pozo de monitoreo #20.

3.3.3. Campaña de muestreo hidroquímico

Para la selección de los sitios de muestreo, fue necesario considerar varios criterios (Stimson, 2005), los que se describen a continuación:

i) Distribución geográfica de puntos

El criterio más importante en cualquier plan de investigación de calidad de agua es primero tener presente la finalidad de la investigación, según lo cual se define los tipos de análisis para muestrear, la frecuencia de muestreo y la distribución de los puntos de muestreo. En el caso de un diagnóstico de la calidad de agua preliminar, una distribución más dispersa y sin ningún enfoque geográfico, es lo más aconsejable, mientras para un estudio de una contaminación específica de un tipo de contaminante o de un vertido específico, debe enfocarse el muestreo de puntos en una zona más limitada, en zonas donde se espera encontrar mayor contaminación.

En estudios regionales de la calidad de agua subterránea, debe considerarse primero la conceptualización del sistema de flujo desarrollado con base a datos hidráulicos del acuífero (por ejemplo, los niveles estáticos, el mapa de isofreáticas, las pruebas de bombeo, los valores de conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento). Para una cuenca hidrogeológica, se puede definir las zonas de recarga y descarga, la ubicación de divisorias de agua entre las cuencas, y las capas confinantes que existen en el sistema acuífero para determinar las direcciones y velocidades de flujo esperadas. Es imprescindible conceptualizar el sistema de flujo físico primero para poder visualizar el comportamiento del transporte de compuestos químicos en el sistema acuífero. En la presente investigación se seleccionaron 27 sitios de muestreo distribuidos en los alrededores de interés hidrogeológico, considerando aguas subterráneas (pozos perforados, pozos excavados y manantiales), así como aguas superficiales como el Río Sucio y la Laguna Chanmico.

ii) Selección de pozos de diferentes profundidades

Puesto que en muchos sistemas acuíferos, puede existir considerable variabilidad hidrogeoquímica con profundidad, lo cual es más notable cuando existen acuitardos que impiden el flujo entre acuíferos profundos y someros, la selección de pozos debe considerar este importante criterio. Basado en los resultados de una investigación de un sistema acuífero de múltiples niveles, se puede determinar si existe interconexión entre los diferentes niveles del acuífero, aún cuando no existe información hidráulica del acuífero para poder determinar esa conexión.

Muchas veces existe información de la profundidad del pozo, pero no de la ubicación de rejillas. En ese caso, se puede aproximar la profundidad de muestreo de un pozo como un porcentaje de la profundidad total del pozo. Para un pozo somero, donde el fondo del pozo apenas está debajo del nivel estático, no es necesario este cálculo. En un pozo profundo, el promedio ponderado de los intervalos de las rejillas resultan ser, en muchos casos, entre 50 y 80% de la profundidad total, porque muchas veces el pozo se perfora hasta niveles más profundos para aprovechar las formaciones permeables en toda la profundidad. Por ejemplo en el área de Zapotitán, los pozos perforados por MAG tienen rejillas en el acuífero somero y profundo (MAG, 1998).

Puesto que se debe bombear un pozo antes de muestrear, es importante que los pozos seleccionados tengan una bomba instalada. También se debe rechazar cualquier pozo que no presenta un sello sanitario adecuado, o que tiene contaminación aparente (de su olor o turbiedad), que parece ser debido a la infiltración directa de agua de la superficie hacia el pozo. En la presente investigación se muestrearon pozos perforados con bomba instalada y funcionando y pozos excavados que se encuentran en uso diario, lo cual garantiza la renovación del agua almacenada dentro del pozo. No se consideró bombear debido a que los pozos artesanales almacenan grandes volúmenes de agua, que requeriría tiempos muy largos de bombeo y también por la no disponibilidad de una bomba de muestreo. Otro factor importante es la negativa de los propietarios a bombear por mucho tiempo, en los casos que tienen bombas eléctricas instaladas.

iii) La frecuencia de muestreo

La frecuencia del muestreo, de una selección de pozos, depende principalmente de la finalidad del estudio considerado, y muchas veces la frecuencia es directamente relacionada con la escala del área del estudio. Por ejemplo, para un estudio de una cuenca de tamaño de unos 100 km^2, donde la finalidad del estudio es comprobar si está cambiando la calidad del agua a través del tiempo, un muestreo mensual o inclusive bianual no va a descubrir grandes diferencias en la hidrogeoquímica del agua en tan poco tiempo, debido a las velocidades relativamente bajas del flujo. Por ende, normalmente la frecuencia de muestreo en estudios de agua subterránea es menos frecuente que para el caso de estudio de ríos, debido a que la velocidad de flujo de un río es mayor y los cambios químicos pueden ocurrirse rápidamente en aguas superficiales.

De otro lado, la frecuencia de muestreo en un estudio de una contaminación puntual, como una pluma de contaminación de una curtiembre en un acuífero somero, será más frecuente, puesto que la escala del estudio es mucho menor (menos de 10 km^2), y el flujo de agua subterránea permite que dentro de un periodo de un mes, puedan ocurrir cambios químicos fuertes.

En general, se debe considerar el sistema de flujo, la conductividad hidráulica de las formaciones del acuífero y de esa información, calcular una velocidad aproximada de flujo para el acuífero, para determinar la frecuencia del muestreo. Si el flujo es de 100 m/año, y la distancia entre pozos estudiados es aproximadamente 100 m, la frecuencia debe ser aproximadamente cada año. Por ende, en estudios regionales, es de mayor provecho muestrear más puntos con menor frecuencia, que muestrear unos pocos pozos con mucha frecuencia.

Para estudios de cuencas típicas de El Salvador (con 50 km de longitud transversal, una conductividad hidráulica de 1 a 10 m día-1 (10^{-5} a 10^{-4} m s^{-1}), un gradiente de 0,001 a 0,01, y una porosidad de 0,30), por la ley de Darcy, el tiempo de residencia en términos muy aproximados es de 0,5 a 50 años. Por ende, un muestreo cada 1-2 años es suficiente para monitorear cambios hidrogeoquímicos en la mayoría de los casos, aunque siempre se debe

considerar el sistema de flujo específico y los datos hidráulicos de la cuenca para determinar la frecuencia. En el caso de la presente investigación, se consideró suficiente realizar una sola campaña de muestreo en el período de observación.

iv) Los métodos de muestreo

El siguiente apartado es un resumen de los métodos de muestreo, que abarcan temas de muestreo de campo y análisis de laboratorio. Los parámetros de campo se midieron con sonda multiparámetros marca YSI.

a) La medición de la conductividad eléctrica (CE) en el campo:

El equipo para medir la CE de una muestra de agua es, sencillamente, un electrodo que mide la resistencia entre dos puntos del agua. La CE es reportada en siemens (S) u ohms (Ω), por distancia, normalmente en unidades de µS/cm o mS/cm (que son exactamente equivalentes a las unidades de µΩ/cm o mΩ/cm).

Para un funcionamiento correcto del equipo de CE, el electrodo fue sumergido completamente en el agua. Pueden ocurrir mediciones de la mitad del valor verdadero, si sólo una de las dos conexiones del electrodo está sumergida.

Otros cuidados importantes fueron mantener el equipo libre de sales, especialmente secos, que se acumulan en el electrodo al muestrear un agua contaminada o de concentración alta en sales. Para evitar esa contaminación, se lavó el electrodo previamente con la misma agua de la muestra, al final de la medida se lavó el electrodo con agua destilada. También se programaron los muestreos iniciando en sitios de baja concentración de sales y terminando en sitios de concentraciones más elevadas.

b) La medición del pH en el campo:

La medición de pH es la negativa del logaritmo de la concentración de H+ (hidronio):

$$pH = -\log H^+ \qquad \text{(Ec. 3.1)}$$

Un agua neutra se define como un agua con un pH de 7, y las aguas naturales normalmente tienen un pH entre 6 y 8. Aguas de índole ácido tienen un pH menor, que pueden llegar a valores debajo de 2 en aguas contaminadas, por ejemplo, en el drenaje de minas. El agua también puede tener una característica básica, que indica un pH bastante mayor que 7. Aguas servidas, por ejemplo, tienen un pH que puede variar entre 8 y 10.

El electrodo de pH permite la medición de concentración de hidronio (H+) en la solución por su relación con una concentración conocida dentro del electrodo. Se mide esa diferencia de concentración de H+ entre la solución y en el interior del electrodo por el voltaje que forma a través de una membrana delgada de vidrio que representa el bulbo del electrodo. Por ende, es muy importante proteger esa membrana, en particular al secarse, ya que su vida útil está directamente relacionada con el cuidado tomado de mantenerlo protegido en el campo. Existe una solución especial para el almacenamiento del electrodo entre mediciones, pero el buffer de pH 7 se puede utilizar también.

La calibración del equipo se realizó a través de las soluciones de ´buffer, que tienen una composición que permite mantener un pH muy estable, no importa su contacto con CO_2 u otros gases de la atmósfera. Se contó con buffers de pH 4, 7 y 10. La calibración más utilizada fue la de dos puntos con búferes estándares, que cubren un rango de pH, dentro del cual se espera medir el pH de la muestra. No es recomendable medir el pH de una muestra que es mucho mayor de 7, con un equipo calibrado entre pH de 4 y 7; sin embargo, para aguas naturales (6-8), es posible utilizar esta calibración, porque la extrapolación no es extensa. El buffer varía de valor de pH dependiendo de la temperatura de la solución, que debe estar considerada en la medición, muchas veces a través de un sistema automático del aparato, que mide la temperatura antes de calcular el pH.

Una de las reacciones más rápidas del agua subterránea que puede ocurrir al muestrear un pozo es el escape de la alcalinidad de la muestra (las especies de carbono de la

solución) como CO_2. La liberación de CO_2 resulta en el consumo de hidronio (H+) de la solución, y el incremento de pH. Puesto que el electrodo necesita unos minutos para llegar a un equilibrio con la solución, a veces es difícil reconocer cuando el aumento de pH de una muestra es debido todavía al desequilibrio del electrodo con la solución o al incremento de pH por la pérdida de CO_2. Por tal razón, en el campo se escogió un tiempo de equilibrio aproximadamente entre 2 y 3 minutos.

Debido a la pérdida de CO_2, normalmente el pH medido en el campo, que se puede confiar más, tiene unas 0,1 a 0,5 unidades de pH menor que el pH medido en el laboratorio (Apello y Postma, 1993), como era el caso del estudio de caracterización hidrogeoquímica de las tres áreas prioritarias del Programa de Descontaminación de Áreas Críticas (Stimson, 2005).

c) La medición de la alcalinidad del agua subterránea en el campo:

Por las mismas razones expuestas en el apartado anterior, la medición de la alcalinidad se realizó en el campo, ya que la variación de la misma para cuando se realiza el análisis en el laboratorio puede ser muy importante.

Para la medición de la alcalinidad, se utilizó un kit marca HACH, propiedad del programa de maestría en hidrogeología de la UES. El kit consiste de un titulador digital, ácido sulfúrico en varias concentraciones, sales de hidróxido de potasio para preparar una solución básica y un indicador de la reacción para observar los cambios de acidez al agregar el ácido.

d) La medición de la temperatura del agua subterránea en el campo:

La medición de temperatura del agua subterránea en el campo puede ser útil para estudios de sistemas acuíferos con bastante profundidad. Existe un gradiente geotérmico de aproximadamente 1 a 3 ºC por cada 100 m de profundidad, en acuíferos normales. Esos valores pueden ser mayores en zonas de mayor gradiente geotérmico (zonas volcánicas) (Domenico y Schwartz, 1999). También el agua subterránea en una zona de descarga puede tener una mayor temperatura que el agua a la misma

profundidad en una zona de recarga, por su mayor tiempo de residencia en el acuífero; sin embargo, las variaciones pueden ser mínimas, y existen otras fuentes de variación de temperatura que vienen del tipo de bombeo y del calentamiento de la tubería en la superficie (principalmente por el sol). Por consiguiente, debe de tratarse de tener las mismas condiciones de bombeo en los pozos o debe descalificarse pozos que presentan condiciones diferentes del promedio de los pozos en términos de su bombeo. En la presente investigación se detectó termalismo bajo en la zona nororiental del Valle de Zapotitán, lo que se asocia con líneas de flujo vertical del sistema acuífero regional.

e) La recolección de muestras de agua para análisis fisicoquímicos:

En esta sección se mencionan los cuidados de muestreo para el análisis fisicoquímico; no obstante, el tema es bastante complicado y todo el plan de recolección de la muestra debe ser consultado primero con los encargados del laboratorio de agua, para conseguir sus indicaciones para el muestreo apropiado para cada tipo de análisis. En este estudio, se realizaron los análisis químicos en el laboratorio PROCAFE, quienes proporcionaron los frascos, el ácido y algunas recomendaciones.

Para algunos tipos de muestras, debe colocarse un preservante dentro de la botella (en este caso HNO_3 para la preservación de la muestra de cationes). También existen diferencias grandes en el tiempo de almacenamiento para diferentes tipos de análisis. El pH, alcalinidad y NO_3 debe ser analizado dentro de 1 a 2 días para tener una lectura confiable; sin embargo las muestras de cationes preservadas con el ácido nítrico se pueden almacenar hasta aproximadamente 6 meses. El volumen de agua necesario para cada análisis fue consultado con los encargados del laboratorio. Se debe conseguir un volumen suficientemente grande para que los encargados del laboratorio tengan un volumen adicional en caso de que deban hacer el análisis de nuevo.

Otro cuidado, en particular para las muestras sensibles a cambios químicos por el crecimiento de bacteria dentro de la botella, es que deben ser mantenidas bajo una temperatura de aproximadamente 4 ºC, lo que se consiguió colocándolas en hieleras.

f) La filtración de muestras:

La filtración de muestra se ha vuelto una consideración muy importante para el muestreo de iones menores y trazas, en particular para metales pesados. Eso se debe a que muchos iones menores se relacionan con los coloidales en la solución. En el presente estudio, no se realizó filtrado de las muestras en campo por recomendación de los encargados del laboratorio, ya que solo se determinarían iones mayores.

g) La colocación de etiquetas apropiadas en botellas

La colocación de etiquetas apropiadas en las botellas es de suma importancia. Aparte de indicar un nombre único de la localidad y el tipo de análisis, debe anotarse la fecha y la hora del muestreo, debido a errores que siempre pueden ocurrir en el campo. Esto permite no sólo organizar los datos en términos del tiempo del muestreo, sino también identificar errores de etiquetar botellas, puesto que si el nombre es errado en la botella, la hora y fecha puede utilizarse para identificar la muestra. También se debe anotar cualquier preservante que se coloca dentro de una botella, para que los encargados del laboratorio tengan un registro de su preservación.

Para la etiqueta se debe utilizar una cinta que no se despegue fácilmente y un marcador permanente, puesto que si llega más de una botella al laboratorio sin su etiqueta o con una etiqueta borrosa, los encargados del laboratorio no pueden determinar cual etiqueta va con cual muestra. En el presente estudio se colocaron etiquetas de fábrica para minimizar el tiempo de etiquetado en campo y una vez colocada en la botella se cubrió con cinta adhesiva transparente para protegerla de la humedad.

El uso de ácido en el campo para preservar muestras puede representar un peligro para el muestreador, puesto que son ácidos muy fuertes, con los cuales se puede quemar la piel y la ropa, se recomienda siempre usar guantes quirúrgicos al manipular ácidos. Después de cada uso, se deben lavar las manos con agua y mantener la botella de ácido en un recipiente resistente al mismo (frasco de vidrio). También, se debe recordar que al añadir un ácido como HNO_3, esta muestra ya no es apropiada para el análisis de NO_3, porque el ácido representa una contaminación fuerte de la muestra con ese ión.

v) Selección de los parámetros químicos de campo y de laboratorio

En esta sección se detalla los criterios para determinar los parámetros de hidrogeoquímica, basado en la finalidad del estudio que se contempla.

Para la caracterización hidrogeoquímica de aguas subterráneas con el objetivo de entender el funcionamiento del sistema acuífero, se incluyeron los siguientes componentes químicos: pH, temperatura, conductividad eléctrica y alcalinidad en el campo; iones mayores (HCO_3 Cl, SO_4, NO_3, Ca, Mg, Na y K), sílice (Si) y sólidos totales disueltos en el laboratorio.

Las razones para la selección de dichos parámetros son las siguientes: los iones mayores permiten clasificar las facies hidroquímicas de las aguas subterráneas, el nitrato muchas veces puede considerarse como un anión mayoritario, sobre todo en zonas agrícolas y el sílice es un indicador del tiempo de residencia de las aguas subterráneas. Los sólidos totales disueltos se solicitaron al laboratorio para evaluar la confiabilidad de los resultados.

Las hojas de resultados de los análisis del laboratorio se muestran en el Anexo 3 y los datos analizados con la hoja de cálculo Easy Quim (Vásquez, 2007) de la campaña de 2009 se presentan en el apartado de hidrogeoquímica del capítulo IV, así como los datos de análisis hidrogeoquímicos de la campaña de 2008, por ser recientes y ser complementarios con los sitios muestreados en 2009.

A continuación se muestran algunas fotografías (26 a 33) de las campañas de muestreo hidroquímico. La discusión de resultados se aborda en el capítulo IV, sección de Hidrogeoquímica.



Fotografía 26. Preservación de muestra para cationes



Fotografía 27. Preparación de solución para alcalinidad



Fotografía 28. Determinación de alcalinidad por titulación



Fotografía 29. Aforo y muestreo en Río Sucio



Fotografía 30. Muestreo en pozo Opico 3-A (ANDA)



Fotografía 31. Muestreo en pozo La Isla



Fotografía 32. Estación de bombeo San Lorenzo (ANDA)



Fotografía 33. Muestreo en pozo Colombia 4

3.3.4. Ensayos de infiltración

Los ensayos de infiltración se realizaron con permeámetro de Guelph, en los alrededores del área de interés para determinar la conductividad hidráulica vertical.

La ubicación de los sitios ensayados se seleccionó con base en su ubicación geográfica y características de textura de suelos, usos del territorio y pendientes. En la Figura 3.1 se muestran los tipos de suelos y ubicación de los sitios de ensayos de infiltración, así como los valores de conductividad hidráulica vertical en los sitios ensayados. Algunos valores son congruentes con la relación teórica 1/10, en relación con la conductividad hidráulica horizontal, sin embargo otros valores no lo son, debido probablemente a la alteración de la estructura del suelo por los diferentes usos del mismo, tales como la agricultura.

La lista de sitios ensayados se muestra en la Tabla 3.1. Los resultados detallados de los ensayos de infiltración se muestran en el Anexo 4, en el cual se hace además una clasificación del suelo por su textura.

En las fotografías 34 a 42, se muestran algunas fases del trabajo de campo para la realización de los ensayos de infiltración.

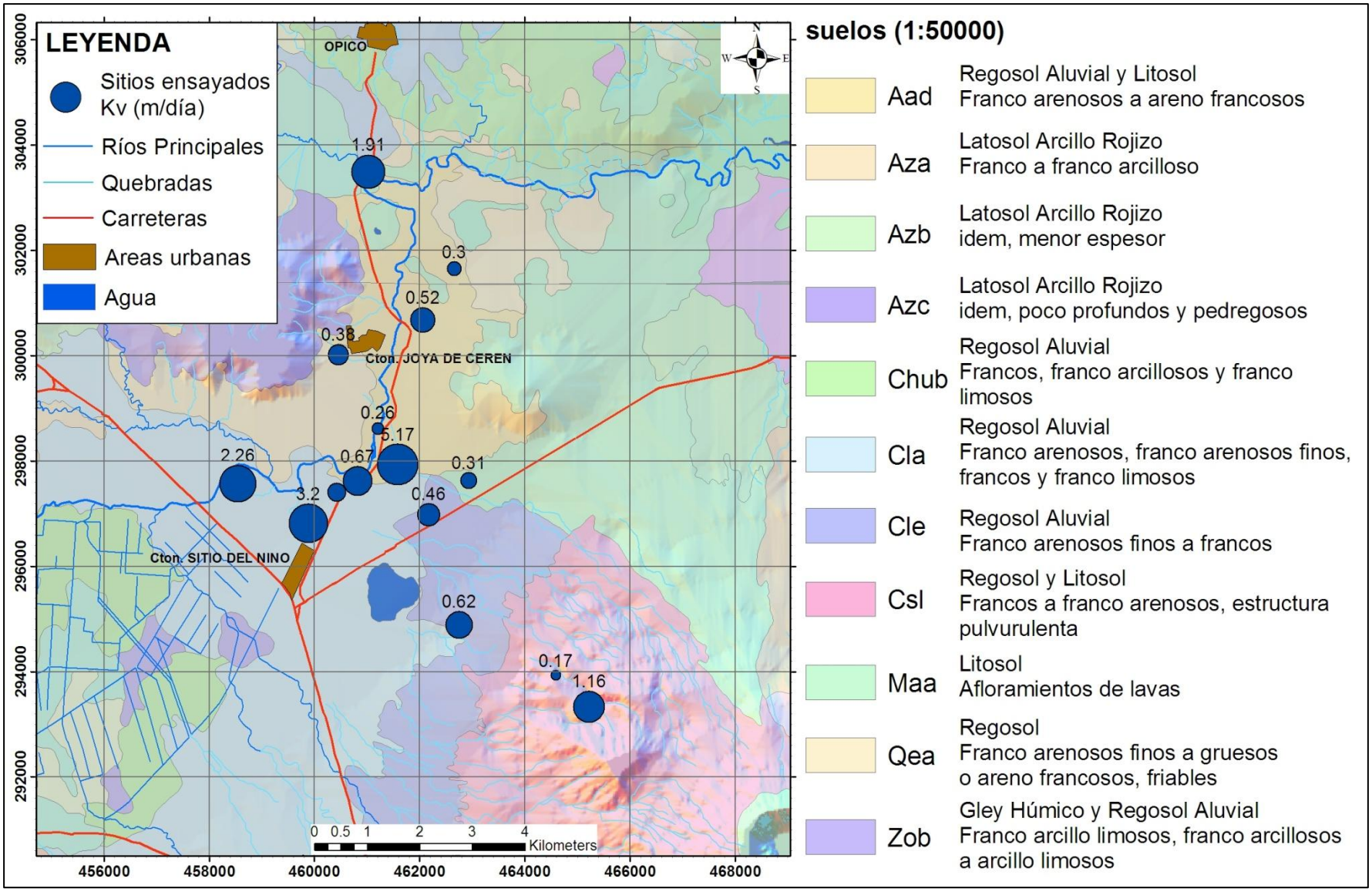


Figura 3.1. Mapa de ubicación de los sitios con ensayos de infiltración (con permeámetro Guelph).



Fotografía 34. Primer ensayo de infiltración



Fotografía 35. Leyendo la escala a tiempos definidos



Fotografía 36. Importante! llevar un depósito con agua



Fotografía 37. Recibimos ayuda para limpiar el lugar



Fotografía 38. Ensayo de infiltración en Colonia El Papayal, a la entrada del campo de pozos de Opico



Fotografía 39. El último ensayo se realizó cerca del pozo La Isla



Fotografía 40. También tuvimos la participación de un profesor, su ayuda en campo fue muy valiosa para aclarar dudas y corregir errores metodológicos



Fotografía 41. Ensayo realizado en sitio conocido como El Caracol



Fotografía 42. Se observaron estratos de lapilli en capas de caída en la bajafalda del volcán de San Salvador.

3.3.5. Aforos diferenciales

Se realizaron aforos diferenciales en el Río Sucio en tres sitios ubicados dentro del área de interés, para conocer si el río es efluente o influente en ese espacio. Los sitios seleccionados fueron: 1) Antigua estación hidrométrica Sitio del Niño, Estación hidrométrica en funcionamiento Joya de Cerén y 3) San Nicolás Los Encuentros, este último es un sitio ubicado a la salida del área de interés, cerca del campo de pozos de Opico.

Los resultados resumidos de cálculo de los aforos se muestran en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Resultados de aforos diferenciales en el río Sucio, entre los cantones Sitio del Niño y San Nicolás Los Encuentros, realizados en fecha 13-diciembre-2009.

No.	Estación	X_Lambert m	Y_Lambert m	Elev. msnm	Prof. m	Ancho m	Caudal m^3/s
1	Sitio del Niño	460,120.78	298,156.80	449.60	0.36	21.78	3.76
2	Joya de Cerén	461,511.66	300,388.76	431.17	0.47	21.61	3.83
3	San Nicolás	461,299.40	303,056.44	417.81	0.56	14.20	3.78

Las estaciones de aforo están espaciadas entre sí aproximadamente 2.6 Km, los resultados indican que por la estación Sitio del Niño circula un caudal en el río Sucio de 3.76 m^3/s y en la estación Joya de Cerén un caudal de 3.83 m^3/s, o sea un 2% de diferencia. En la estación San Nicolás Los Encuentros, el caudal es de 3.78 m^3/s, prácticamente el mismo caudal que en Sitio del Niño, por lo que se concluye que en ese tramo el río no gana ni pierde, ya que el 2% de diferencia entre las primeras dos estaciones se encuentra dentro del rango del error.

Lo anterior se interpreta como que el flujo de aguas subterráneas que ingresa al área de interés se mantiene constante, debido a que la recarga que se produce en el Volcán de San Salvador, descarga en una zona más adelante del último sitio aforado, y lo hace en forma de manantiales de altos caudales, tal es el caso de los manantiales San Lorenzo y La Isla, que en conjunto producen un caudal aproximado a 700 L/s y los manantiales La Toma y Platanillos, ubicados más al Este, cerca de la ciudad de Quezaltepeque, lo hacen con un caudal aproximado de 400 y 100L/s, respectivamente. La mayor parte de esos caudales son aprovechados para el

abastecimiento de agua potable del Sector Norte del Área Metropolitana de San Salvador. Sin embargo, existe un flujo de aguas subterráneas muy alto que descarga en el Río Sucio, lo cual se comprueba con los registros históricos de caudales de las estaciones El Jocote y Desembocadura, con promedios anuales de 10.595 y 15.639 m^3/s.

Lamentablemente no se realizaron aforos en otras fechas, lo cual habría servido para conocer si el río tiene un comportamiento diferente entre estaciones seca y lluviosa.

En las fotografías de la 43 a la 47 se muestran los sitios de aforo, se aclara que los aforos se realizaron en fecha 13 de diciembre de 2009, o sea en época seca o de estiaje.



Fotografía 43. Aforo en el Río Sucio, en Cantón Sitio del Niño.

En este sitio existió una estación hidrométrica, de la cual se tienen registros históricos de caudales, con un promedio anual de 7.3 m^3/s.



Fotografía 44. Estación Joya de Cerén



Fotografía 45. Cable canastilla para aforar

En este sitio funciona actualmente una estación hidrométrica, propiedad del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). Según registros históricos, en esta estación el caudal promedio anual es de 7.1 m^3/s.



Fotografía 46. San Nicolás Los Encuentros



Fotografía 47. Puente peatonal

3.4. Código de modelación seleccionado

El modelo numérico seleccionado para modelar el acuífero El Playón, es el programa modular tridimensional de diferencias finitas MODFLOW para la solución de problemas de flujo de Aguas Subterráneas desarrollado por el USGS (United States Geological Service) en 1983; y compilado en la adaptación comercial de Waterloo Hydrogeologic Inc. de Canadá, llamada Visual MODFLOW. La versión utilizada en este modelo es la 2009.1, comercializada por Schlumberger Water Services, de la cual dispone licencia la Universidad Nacional de El Salvador, donada por la Red Centroamericana de Gestión del Agua (CARA).

Debido a que no se cuenta con información suficiente y confiable, el modelo se construirá sobre la base del estado estacionario, con lo cual se simplifica la variable tiempo, es decir todas las variables son independientes del tiempo (las cargas hidráulicas permanecen constantes), con lo cual la ecuación diferencial de flujo se reescribe de la siguiente manera:

$$\frac{\partial}{\partial x}\ K_x \frac{\partial h}{\partial x}\ + \frac{\partial}{\partial y}\ K_y \frac{\partial h}{\partial y}\ + \frac{\partial}{\partial z}\ K_z \frac{\partial h}{\partial z}\ \pm Q\ = 0 \qquad \text{(Ec. 3.2)}$$

Donde:

K, conductividad hidráulica, es función de x, y, z (LT^{-1}).
h, carga hidráulica (L).
Q, entradas y salidas del sistema (L^3T^{-1}).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

En este capítulo se desarrollan los temas esenciales para formular el modelo conceptual del área de estudio. Originalmente, el estudio se enfocaba en el área comprendida entre el Cantón Sitio del Niño y el Campo de Pozos de Opico, administrado por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA); sin embargo, de acuerdo con orientaciones del asesor del trabajo, es conveniente abarcar toda la cuenca del Río Sucio, para no tener que definir condiciones de frontera muy forzadas y tal vez poco representativas de la realidad.

4.1. Desarrollo del modelo conceptual

Para formular el modelo conceptual del sistema acuífero de la cuenca hidrográfica del Río Sucio, se abordarán las temáticas siguientes: Geología, Hidrogeoquímica, Hidrología isotópica, Parámetros hidráulicos, Piezometría, Balance hídrico, Modelo Conceptual

4.1.1 Geología

En el presente trabajo se describen las distintas formaciones geológicas que afloran en el área de la cuenca del Río Sucio, basado en el Mapa Geológico de la República de El Salvador escala 1:100,000. Se realizaron observaciones de campo en el Volcán de Santa Ana, Volcán de San Salvador, Cantón Sitio del Niño, Cantón Agua Escondida, Cantón Lourdes y en un pequeño sector del río Colón, donde afloran estratos de origen volcánico y sedimentos fluviátiles. Estos estratos tienen influencia en la infiltración del agua meteórica en superficie y también en la circulación del agua subterránea. Además, la granulometría fina, el espesor y la presencia de materia orgánica en el suelo y en paleosuelos en algunas de estas capas geológicas, condicionan el comportamiento de infiltración y flujo de aguas subterráneas. Por otro lado, los materiales lávicos y piroclásticos de granulometría gruesa en la parte alta del volcán Boquerón y la zona de los conos al SE del volcán Santa Ana, son importantes en su papel como zona de recarga hídrica (Hernández, 2007).

4.1.1.1. Ubicación de la cuenca del río Sucio

La cuenca del río Sucio se localiza entre los complejos volcánicos de San Salvador y Santa Ana, la parte central de la depresión topográfica está a 30 km al occidente de San Salvador. Posee una extensión de 833.28 km^2 y una superficie aplanada de 60 km^2. Está limitada al occidente por el flanco oriental de la caldera Coatepeque, al oriente por el edificio volcánico de San Salvador, al norte por una suave cresta alargada producida por un flujo piroclástico del Coatepeque y una serie de cerritos terciarios. Al sur se localiza la cordillera El Bálsamo.

La cuenca casi cerrada es drenada por los ríos Ateos, Talnique, Chuchucato, Colón, Belén, Flor Amarilla, Copapayo, Ojushtal (o Santa Teresa), Paso Hondo, Tatamatías, El Chupadero, El Obraje (o Las Cañas), Los Chorritos y Agua Caliente, todos tributarios del río Sucio y a través de éste tiene su salida en un área estrecha hacia el norte. En la planicie los ríos El Obraje, Copapayo, Talnique, Colón, Belén y Agua Amarilla han sido canalizados y sus aguas son utilizadas para riego. El patrón de drenaje es dendrítico derivando a subparalelo en la planicie del valle, donde los cursos de agua convergen dando origen al río Sucio.

Contiguo al borde norte de la cuenca en el cauce del río Agua Caliente surgen las únicas fuentes termales, también se han encontrados pozos de agua con termalismo. Las aguas de los manantiales tienen temperaturas que varían de 31 a 38 °C y representan una mezcla de las aguas frías del Coatepeque y aguas termales del Cerro Pacho.

4.1.1.2. Geología de la Cuenca del Río Sucio

El desarrollo del valle de Zapotitán tuvo lugar a lo largo de los grandes episodios tectónico volcánico del Mioceno hasta el Plioceno, durante el cual se formó la estructura del Graben Central de El Salvador (Geotérmica Italiana, 1992), de la cual forma parte el graben de Zapotitán, que no ha sido afectado por ciclos magmáticos

posteriores. El valle de Zapotitán no ha tenido desarrollo de vulcanismo moderno, pero ha servido para la acumulación de sedimentos fluviales, lacustres y depósitos de caída (cenizas) y flujos piroclásticos.

La porción occidental de la cuenca del Río Sucio corresponde al flanco oriental de la caldera de Coatepeque, que se encuentra recubierta por capas piroclásticas ácidas relacionadas con el ciclo eruptivo pliniano que formó dicha estructura. Sobre esos piroclastos ácidos yacen las capas de cenizas y lapillis básicos emitidos por el Santa Ana, Cerro Verde, Chino y San Marcelino. En esa zona sobresale la lava basáltica "Teixcal" del año 1722, proveniente del volcán San Marcelino, con 11 km de largo sirvió hasta hace poco cómo un canal de recarga del lago Zapotitán, el cual fue drenado para el desarrollo agrícola del valle.

Al oriente se localiza el estrato volcán San Salvador de edad Plio–Pleistoceno, cuyo cráter El Boquerón tiene una elevación máxima de 1892 m. El flanco occidental posee además varios conos pequeños de ceniza volcánica y cráteres de explosión de los cuales sobresalen el Cerro El Playón y la laguna de Chanmico. Los materiales eruptivos del volcán San Salvador están constituidos por una secuencia de tefras dominantemente andesíticas y en menor presencia dacíticas y lavas andesítico–basálticas. En la superficie de la ladera sur del volcán San Salvador afloran las cenizas finas Tierra Blanca del Ilopango (s4) y una capa de productos freatomagmáticos del Boquerón conocidos como Talpetate.

Al norte y al sur sobresalen del relieve los límites de Graben Central con una separación de 10 km, constituidos por rocas de la formación El Bálsamo de edad Terciaria. La parte norte está formada por cerros de 700 msnm en promedio, mientras que al sur se localiza un macizo escarpado superior a los 1000 de elevación. La parte más deprimida de la planicie de la cuenca se encuentra a 455 msnm.

Formaciones geológicas diferenciadas

a) Formación El Bálsamo

El Bálsamo es la formación más antigua que se encuentra en la cuenca (Fig. 4.1). Estas rocas se formaron en el Mioceno - Plioceno durante la fase ignimbrítica asociada al episodio final del vulcanismo del Terciario Superior. En esta fase se depositaron grandes volúmenes de material piroclástico a través de vulcanismo de fisura y también por medio de conductos centrales que dieron lugar a la formación de edificios volcánicos (Geotérmica Italiana-Consorcio Salvadoreño, 1988). Las rocas más comunes de la formación El Bálsamo están compuestas por tobas líticas, lavas básicas a intermedias y grandes depósitos de lahares con paleosuelos de tonalidad rojiza. Sobre estas rocas descansan los depósitos de los eventos volcánicos explosivos y efusivos del Plioceno-Pleistoceno que dio lugar a la formación de la cadena de volcanes jóvenes que se encuentran rellenando el Graben Central.

Al norte del área de estudio aflora una vieja estructura caldérica con su extremo sur hundido por las fallas del graben Central. En el lado sur, la cuenca está limitada por el cerro de Jayaque, de composición dacítica, el cual está rodeado de rocas de la formación El Bálsamo que constituye la Cordillera del mismo nombre con elevación máxima al sur de Jayaque de 1500 m.

Las rocas que constituyen la formación El Bálsamo se caracterizan por estar intemperizadas y tener paleosuelos arcillosos, color café rojizo, por la acumulación de óxidos de hierro y de aluminio. Los materiales piroclásticos se encuentran en proceso de argilitización, igualmente con las lavas superficiales, las cuales además están bastante fracturadas y diaclasadas mostrando el desarrollo de arcillas y mineralizaciones entre sus discontinuidades, lo que hace que tengan baja permeabilidad. Una lava de la formación El Bálsamo datada recientemente reportó una edad de 2.2 m.a. (Geotérmica Italiana, 1992), dicha lava obtenida de la base del cuerpo de la estructura caldérica “Chilamatal” es de edad pliocénica.

b) Formación Cuscatlán

Rocas de edad pleistocénicas aparecen en una pequeña área dentro de la cuenca en el sector oriental de Jayaque (Figura 4.1), donde se encuentra el cerro La Virgen y el río El Chico. Estas rocas están constituidas por ignimbritas cuyo centro de emisión parece estar asociado a una antigua estructura caldérica en la zona de Jayaque. Estas rocas son de color gris claro con textura en fiames de color oscuro. Poseen granulometría fina, bastante soldada y se extienden hacia el sur de la ciudad de Zaragoza. El cerro de Jayaque de edad pleistocénica, está inmediatamente al norte del municipio del mismo nombre, con 1149 msnm de elevación, está formado por lavas de composición dacítica (C3), posee una superficie afectada por tectónica y procesos de erosión. Rocas de esta formación se extienden en mayor proporción al norte de la cuenca (Figura 4.1), constituyendo los cerros Las Tunas, Las Ventanas, Los Dos Cerros y San Agustín.

Los productos de caída del evento Arce están constituidos por pómez, color blanco, poroso, ligero, de naturaleza ácida, de 70,000 años de edad (Pullinger, 1998). Tienen amplia distribución y se encuentran en la parte occidental de la cuenca. Los productos de caída del evento Congo de 56,000 años, también constituidos por pómez, afloran en la parte occidental del valle. Ambos productos de caída están rellenando esa parte de la cuenca y debido a sus excelentes características de permeabilidad, se comportan como buenos caminos para la circulación de las aguas subterráneas. Por otro lado, los flujos piroclásticos de los eventos Arce y Congo, que se han emplazado hacia el interior de la cuenca, debido a su alto contenido de finos en la matriz y a su formación, estos poseen una dureza media y ofrecen cierta resistencia a la erosión, además, de ofrecer bajas propiedades de permeabilidad. Flujos piroclásticos de estos eventos incursionan dentro de la cuenca formando lomas alargadas, tal como ocurre con el flujo que alcanzó los cantones Zapotitán y Veracruz (528 msnm).

c) Formación San Salvador

Las lavas básicas (s2) aflorantes en las laderas del Boquerón y en las partes más altas de la parte occidental del borde caldérico de Coatepeque y parte sur del volcán Santa Ana, constituyen una amplia exposición de esta formación dentro de la cuenca (Figura

4.1). En este sector, un pequeño cono cinerítico (s2) conocido como Cerro Alto sobresale en la topografía y tiene un flujo de lava asociada de basalto olivino –augita (Williams y Meyer-Abich, 1955). La lava Teixcal (s5´a) de cono San Marcelino bordea al Cerro Alto. Este centro de emisión tiene una cubierta de cenizas ácidas del Coatepeque y de las cenizas básicas probablemente de los pequeños conos básicos pericaldéricos, que han modificado su forma original dándole un aspecto de domo. No existen datos relacionados a la edad del Cerro Alto, sin embargo, su formación está relacionada a antes que ocurriera el colapso de los edificios que dieran origen a la caldera de Coatepeque.

Tefras del volcán de Santa Ana

Los productos piroclásticos básicos del volcán de Santa Ana (s3´a) compuestos por cenizas café y depósitos de escorias, constituyen una amplia cobertura de tefras en la parte occidental de la cuenca, que corresponde a la ladera oriental del borde caldérico de Coatepeque. Estos productos piroclásticos constituidos por depósitos de lapilli y cenizas de color café, yacen sobre los depósitos de caídas y de flujos piroclásticos de los grandes eventos de Arce y Congo. La importancia de las tefras del volcán Santa Ana se deben a que estos materiales cubren una gran extensión en la parte alta de la cuenca, por lo que facilitan la infiltración de aguas meteóricas (Figura 4.1).

Conos cineríticos del Sureste del Santa Ana

En la porción estrecha occidental de la cuenca están comprendidos el grupo de los conos cineríticos de composición basáltica el Cerro Verde, El Astillero, La Olla, San Marcelino (Figura 4.1). Todos ellos juegan un papel importante por sus características de alta permeabilidad primaria como zona de recarga del sistema subterráneo.

• Cerro Verde. Con una elevación de 2030 msnm, es el más grande del grupo. El surgimiento de este cono produjo escorias rojas y bombas que afloran en los cortes de la carretera que conduce al Hotel de Montaña. Este cono muestra una colada lávica en su base (Figura 4.1).

• Cerro San Marcelino y lava Teixcal. El cono de escorias de San Marcelino (s5´a) de 1250 msnm, está situado en el flanco SE del volcán de Santa Ana, produjo una importante colada lávica en bloques (s5´a), de naturaleza andesítica basáltica histórica del mes de marzo de 1722 y que corresponde a la actividad más reciente de esos conos, sirvió en su parte occidental como conducto para la recarga del antiguo lago Zapotitán (Figura 4.1). El cerro San Marcelino no posee cráter bien definido y su porción norte está colapsada por un flujo de lava que se movilizó 11 km pendiente abajo hacia el valle Zapotitán. Este cono se emplazó en el eje neotectónico SSE del complejo volcánico Santa Ana. Está constituido por escorias básicas finas, bombas y lapillis.

• El Astillero. Tiene una elevación de 1450 msnm y posee un cráter de 150 m de ancho. Está compuesto por escorias de composición básica de color oscuro.

• La Olla. Tiene una elevación de 1323 msnm y es un cono de abundante escoria y bombas con un flujo de lava de basalto olivínico asociada, que se desplazó por una distancia de unos 17 km hasta las cercanías de Caluco. Ese evento ocurrió hace algunos centenares de años (Meyer – Abich, 1956).

Lavas Recientes

Las lavas que cubren El Playón, fueron eyectadas por el Volcán San Salvador en junio de 1917, acompañadas de un violento terremoto. El flujo de lavas escoriáceas se extendió hacia el noreste del Boquerón, desplazándose 6.5 Km, arrasando el antiguo poblado de San Jerónimo Nejapa (http://www.elsalvador.travel/volcan-de-san-salvador/ 27 de junio de 2011). Estas lavas por su estructura y textura son altamente permeables.

Cenizas Tierra Blanca Joven

Las cenizas Tierra Blanca Joven (s4), reconocidas por ser bastante finas, de color claro e inconsolidadas. En su base cuentan con un delgado horizonte de pómez. Estas cenizas se encuentran ampliamente distribuidas en el centro y occidente de El Salvador. Estos productos y las cenizas ocupan gran espesor en las cercanías de su

centro de emisión y representan la última erupción pliniana más importante del volcán Ilopango y de todo el país. Además de tener grandes espesores en la cercanía de su centro de emisión, cubren centenares de kilómetros cuadrados. La erupción piroclástica que dio lugar a estas cenizas ocurrió AD 260.

Las cenizas Tierra Blanca Joven afloran dentro de la cuenca y en sus alrededores observándose a lo largo de los cortes de carreteras, cauces de ríos y en taludes. En el talud de la planta de tratamiento de la urbanización Las Moras II, Lourdes, municipio Colón, las cenizas Tierra Blanca tienen un espesor de 1.25 m el que incluye su paleosuelo de 0.20 m. Subyacentemente se encuentra un delgado depósito de cenizas color café oscuro, mientras que suprayacente está el depósito "surge" conocido como "Talpetate" y que constituye la superficie del terreno. Las cenizas Tierra Blanca Joven hacia el centro de la cuenca se observan al pie del cauce del río Colón, donde se encuentran parcialmente alteradas a arcillas y su coloración se ha modificado a gris claro (Fotografía 48).

Talpetate

La actividad post caldérica del Volcán San Salvador - Boquerón (1200 D.C) ha producido *surges* que corresponden a depósitos de origen freatomagmático localmente denominados como Talpetates, los cuales tienen amplia distribución en la porción suroccidental del edificio volcánico. Estos depósitos afloran en la parte oriental de la cuenca donde se observan dos erupciones freatomagmáticas separadas por un nivel de escorias y lapillis, a las que se les denomina "Formación Talpetate" o "San Andrés tuff" (Geotérmica Italiana, 1992).

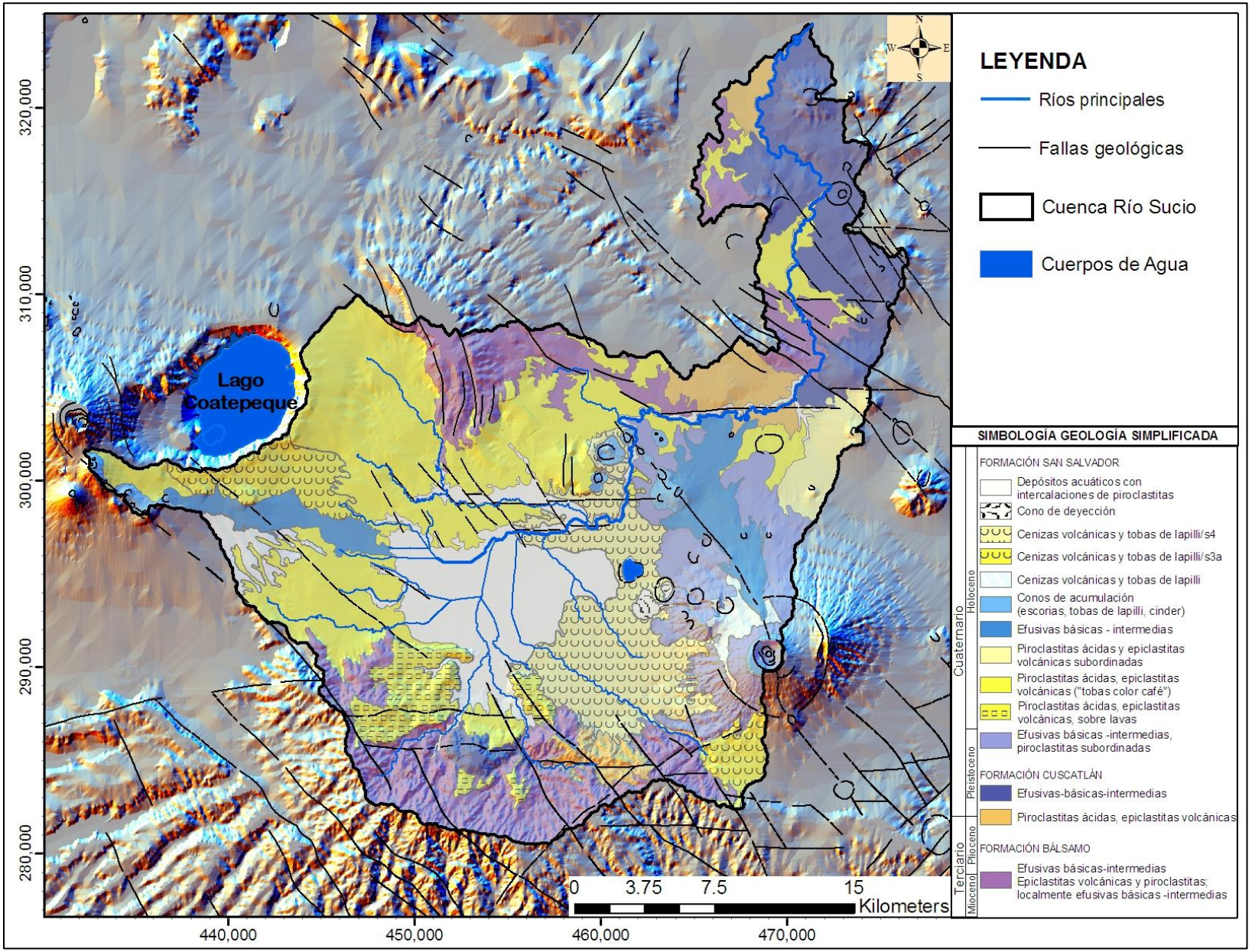


Figura 4.1. Geología simplificada de la cuenca del río Sucio.



Fotografía 48. Ceniza Tierra Blanca Joven entre dos capas, el "surges" arriba y una ceniza café oscuro subyacente. Afloramiento en un talud de la planta de tratamiento de la Colonia Las Moras 2

El espesor de la formación Talpetate cerca del borde del cráter Boquerón es de unos 6 m de espesor (Hart, 1983), mientras que en el interior de la cuenca los espesores son menores. El Talpetate aflora en la ladera suroriental del Boquerón, en Colón, Lourdes, cantón Las Moras y a lo largo de las carreteras Panamericana y la CA-8 que conduce a Sonsonate. En la carretera Panamericana, cerca del Poliedro y en un talud contiguo a la planta de tratamiento de la colonia Las Moras II, el espesor del Talpetate en ambos casos es de 2.75 m (con espesor de paleosuelo de 70 cm). Ver Fotografía 49.

En dirección al centro de la cuenca los depósitos de Talpetate desaparecen de la superficie y al parecer, estos podrían corresponder a una capa gris oscura, de 1.6 m de espesor, laminada, con improntas de hojas y tallos, bastante alterada a arcillas y que aflora en el cauce del río Colón sobre la Tierra Blanca Joven. Hacia el norte de la cuenca Zapotitán, estos depósitos también se localizan en el sitio arqueológico San Andrés. La edad de los Talpetates se ha estimado con base a piezas arqueológicas en 1000 A.D. (Hart, 1983).



Fotografía 49. Capa de cenizas café oscuro subyacente a la Tierra Blanca Joven en talud de la planta de tratamiento de la Colonia Las Moras II

Depósitos recientes en el Río Colón

El relleno del valle no solamente estuvo sujeto a depósitos de sedimentos llevados por las corrientes de agua, sino también fue rellenado directamente por los productos de caída a partir de las erupciones de los volcanes de Coatepeque, San Salvador, Ilopango y por los del grupo volcánico de Santa Ana.

En el cauce del río Colón aflora el techo de la capa de cenizas finas de Tierra Blanca Joven donde se desconoce su espesor (Fotografía 50). Sobre estas cenizas yacen los depósitos arcillosos, blandos, de 1.6 m de espesor, color gris oscuro, de textura laminada y con improntas de hojas y tallos finos que corresponden al Talpetate. Debido a su carácter impermeable el agua que circula sobre su techo aparece en la superficie al encontrar la discontinuidad del terreno (Fotografía 51).

Sobre ese depósito de material arcilloso gris oscuro, se encuentra una secuencia decimétrica de depósitos de caída (cenizas) y depósitos de ríos (arenas finas, medias). Son poco consolidados y de espesor variable de 2.75 a 3.5 m. El techo de esta

secuencia y de la superficie del terreno, la constituye una capa de arenas y gravas con techo limo arcilloso.



Fotografía 50. En la base de los depósitos volcánicos y sedimetos fluviales aparece el techo de Tierra Blanca Joven en el cauce del río Colón



Fotografía 51. Agua superficial escurriendo sobre el techo impermeable de la formación Talpetate en el río Colón

La formación del lago estuvo favorecida por la acumulación de material fino que impermeabilizó la parte más hundida del mismo, dando lugar a la acumulación de agua. Ese valle que hasta principios de 1940 formaba un lago de una extensión poco inferior a los 60 km^2, fue gradualmente drenado por el río Sucio hasta que en los años 50´s quedaba únicamente un gran pantano. A finales de esa década se hicieron obras de drenaje para secarlo. Debido a la acumulación de materia orgánica en el pantano, las tierras de ese valle ahora tienen alto potencial agrícola debido a su fertilidad.

La importancia de la secuencia de abajo hacia arriba de cenizas café oscuro, Tierra Blanca y Talpetates, estriba en que todos estos materiales volcánicos, debido a su fina granulometría y el grado de cementación (*surges*), son poco permeables y dificultan la circulación de las aguas. Por otro lado, la presencia de varios niveles de paleosuelos juega un papel importante en la movilidad de cierto tipo de contaminante.

4.1.1.3. Fuente de sedimentos de la cuenca del Río Sucio

Los depósitos de la zona occidental de la cuenca del Río Sucio, están asociados a los productos de caída superficiales del volcán Santa Ana, los flujos piroclásticos asociados de las erupciones plinianas de los eventos Arce y Congo del complejo volcánico Coatepeque (s3´a) y los productos básicos de cenizas y lapillis del cono de San Marcelino (s5´a). Todos estos depósitos constituyen una fuente de sedimentos.

La parte oriental de la cuenca comprende aquellos depósitos de caída y de flujos piroclásticos provenientes de los volcanes de San Salvador-Boquerón y de Ilopango. El flanco suroriental del volcán San Salvador y la cubierta piroclástica de la cordillera El Bálsamo constituyen una fuente importante de sedimentos hacia la cuenca de Zapotitán.

La parte sur de valle también constituye un aporte importante en la cual, las cenizas Tierra Blanca Joven y los productos de caída del volcán San Salvador, son los que constituyen la principal fuente de sedimentos. Cuando las rocas del basamento afloran

a la superficie, los suelos arcillosos rojizos son fácilmente erosionados y transportados como sedimentos finos.

4.1.1.4. Prospección Geofísica

Se consultaron estudios de exploración geofísica realizados en el área de la cuenca del río Sucio, dividiéndose su descripción por las zonas de mayor interés: Zapotitán y Opico-El Playón-Quezaltepeque.

a) Zapotitán

El término relleno incluye los depósitos de origen fluvial y lacustre que se han depositado en el valle Zapotitán, así como también los depósitos de origen volcánico. Debido al establecimiento gradual de la depresión es bastante seguro que siempre existió un lago hasta en épocas recientes. La ladera oriental del Coatepeque, la suroriental del San Salvador y la cordillera del Bálsamo al sur, han sido las fuentes de sedimentos que por medio de los procesos de erosión, transporte y depositación, han operado dentro de la cuenca del Río Sucio. La parte norte como zona de aporte pudo haber sido bastante similar a la sur, pero la actividad tectónica la modificó y actualmente aparecen sólo algunos cerritos erosionados de poca elevación.

Los estudios de geofísica realizados por CEL en 1991-1992, han servido para obtener información indirecta del relleno del graben y de su estructura. Los trabajos de geoeléctrica y gravimetría llevados a cabo en el área de Zapotitán, presentan un modelo de 3 capas equivalentes para la geoeléctrica y la gravimetría. Los resultados obtenidos de la interpretación geofísica están bastante coherentes con las conclusiones de campo obtenidas por Howell Williams y Meyer Abich (1955), quienes con sus observaciones de campo indicaron que el hundimiento del graben era del orden de 1000 a 1500 m.

<u>Sondeos Eléctricos Verticales</u>

Por medio del los sondeos eléctricos verticales con arreglo Schlumberger y aberturas AB⁄2 = 4 km y 3.5 km, llevados a cabo en el área de Zapotitán, se construyó la sección

4 casi transversal al graben Zapotitán. Los modelos interpretativos de los sondeos han permitido construir “pseudo secciones eléctricas“ que revelan las variaciones laterales y en profundidad de las resistividades aparentes. La Figura 4.2 muestra el modelo de 3 capas geoeléctricas y particularmente en la porción donde están los sondeos 48, 50, 37 y 25, se muestra el escalonamiento tectónico típico de las estructuras sometidas a esfuerzos distensivos y la disposición de las capas que se describen de las más antigua a la más reciente, son:

1– Unidad de resistivo basal (R). Está relacionado con el basamento resistivo y corresponde a la Formación El Bálsamo.
2– Unidad conductiva de gran espesor. Esta unidad está correlacionada con la formación volcano sedimentaria que rellena el graben de Zapotitán.
3– Unidad de los estratos más superficiales.

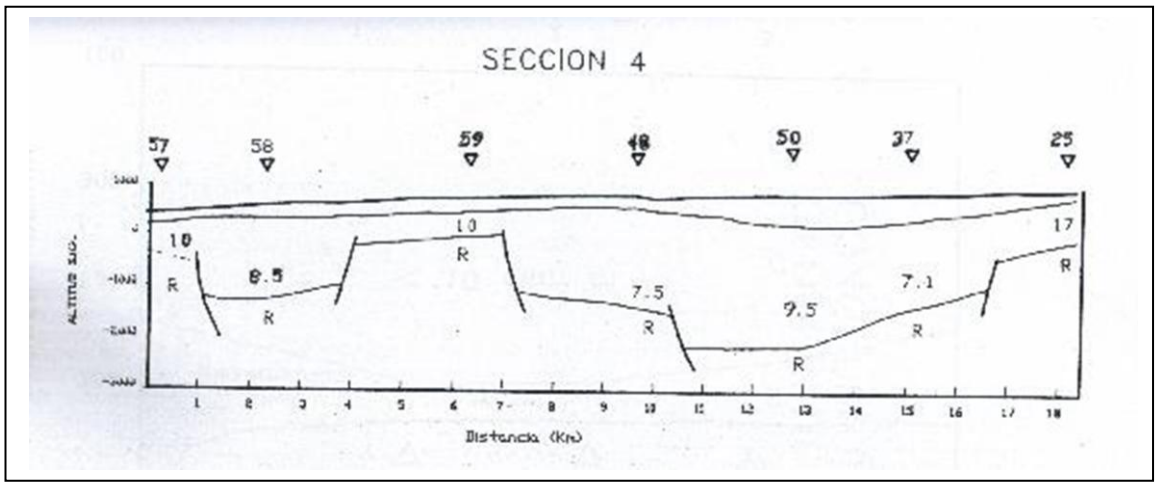


Figura 4.2. Sección interpretada del modelo de capas eléctricas en el valle Zapotitán. La sección muestra la presencia de estructuras de horts y grabens
Fuente: Geotérmica Italiana, 1992.

Debido a que en muchos casos, las variaciones de resistividad y espesor de una determinada unidad pueden deberse a diferencias en el grado de alteración de las rocas, es a menudo riesgoso correlacionar un horizonte eléctrico con una bien definida unidad litológica (Geotérmica .Italiana. 1992).

Gravimetría

La campaña gravimétrica también llevada a cabo en el mismo período en el valle de Zapotitán, revela el mismo número de capas que la geoeléctrica. La Figura 4.3 muestra la sección gravimétrica transversal al valle de Zapotitán, mostrando la estructura distensiva del graben, el cual está rellenado por material de baja densidad (1.9 – 2.0 g/ cm^3) constituido por material volcánico, sedimentario y depósitos lacustrinos. Las rocas de la formación El Bálsamo presentan la densidad más alta de 2.65 g/cm^3.

De los resultados geoeléctricos y gravimétricos se concluye que el graben de Zapotitán podría tener una profundidad entre 1500 y 2000 m, que se ha rellenado por material volcánico (depósitos de caída, cenizas y flujos lávicos), sedimentos y depósitos lacustrinos. Sin embargo, para asegurar este hecho es necesario una comprobación directa por medio de perforaciones profundas, lo cual al momento resulta impráctico llevarlo a cabo.

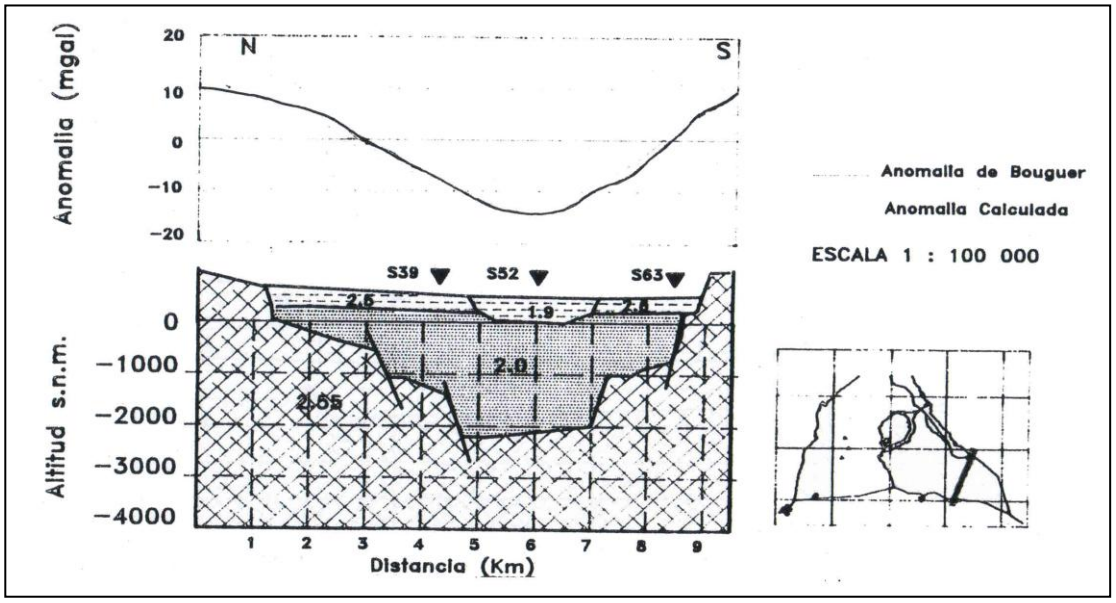


Figura 4.3. Sección Interpretada de Anomalía de Bouguer en el Valle de Zapotitán. Obsérvese la forma escalonada de la sección transversal típica de los esfuerzos distensivos

Fuente: Geotérmica Italiana, 1992.

b) Opico-El Playón-Quezaltepeque

En el área comprendida entre el campo de pozos de Opico, la zona de El Playón y la ciudad de Quezaltepeque, también se ha realizado prospección geofísica con diversos objetivos. Se pudo acceder a esta información a través de la tesis "Evaluación de la vulnerabilidad intrínseca del acuífero Opico-Quezaltepeque, a través de datos geofísicos, pozos y análisis hidrogeoquimicos. El Salvador, Centro América." (Arévalo, 2005). La información es bastante completa, ya que se cuenta con datos de 56 sondeos realizados en diferentes campañas por instituciones públicas y privadas, así como por el tesista.

No se pudo acceder a los datos crudos, solo a los modelos interpretados, por lo que se tomaron como están propuestos en la referida tesis; sin embargo, los datos de resistividad se tradujeron a datos de litología, con lo cual se logró una cobertura muy buena de perfiles litológicos en toda la cuenca del Río Sucio. Siempre faltan datos, sobre todo en los límites de la cuenca, por lo que el modelo geológico se completó interpolando por medio del software Rockworks, el cual administra bases de datos de litología, niveles de agua y diseño de pozos, entre otros. Esto permitió generar secciones transversales, prácticamente en cualquier zona de interés hidrogoelógico.

La traducción de los datos de resistividad eléctrica de las rocas a formaciones litológicas se realizó por comparación con los perfiles litológicos disponibles y los rangos de resistividad usados por la Unidad de Investigación e Hidrogeológica de ANDA, la cual se muestra en la Tabla 4.1.

En el Anexo Nº 5 se muestra la traducción de los datos de resistividad eléctrica en litología. Estos SEV's una vez traducidos en términos de litología, se ingresaron en Rockworks como otros pozos. En total, se ingresaron a la base de datos del software 218 registros, de los cuales 126 tienen datos de litología.

En la Figura 4.4 se muestra la ubicación de dos secciones geológicas principales y en las figuras 4.5 y 4.6, se muestran dichas secciones transversales, secciones A-A y B-B, a lo largo y ancho de la cuenca del Río Sucio, respectivamente.

Tabla 4.1. Correlación de resistividad eléctrica y litología de rocas

	LITOLOGIA	GRADO DE HUMEDAD				OBSERBACIONES	
		SECO	HUMEDO	CAPILAR	SATURADA		
CENIZA	Materiales lodosos y arcillosos		50 - 300		10 - 50	Q	Cuaternario
	Volcánica, poco compacta	1000 - 4000	300 -800	200 -300	100 -200	Q	
	Volcánica masiva, poco consolidada	> 1000	300 -600			Q	
TOBA	Alterada	100 - 1000	10 - 100		10 - 50	T	Terciaria
	Fundida	1000 - 3000	500 - 1000		100 - 200	T	
	Muy Fracturada		200 -5000		100 - 200	T	
	Masiva	>3000				T	
LAVA	Andesita- Basáltica , alteración de bloques, arenas de regular tamaño		< 100	100 - 200		T	
	Andesitica Basáltica fracturada		300 - 600			T	
	Andesitica Basáltica muy fracturada		200 - 300		100 - 200	T	
CALIZA	Alterada		50 - 200			K	Cretáceo
	Muy Fracturada				100 - 200	K	
	Masiva	>3000			200 - 500	K	
	Material Arcilloso		5 - 50				
	Suelo Superficial	>100	5 - 50		50 - 200		

Fuente: ANDA, 2010

Luego, en la Figura 4.7 se muestra la ubicación de secciones geológicas en el área de detalle, entre el Cantón Sitio del Niño y el Campo de Pozos de Opico; en las figuras de la 4.8 a la 4.14 se muestran secciones geológicas. La sección A-A es una sección longitudinal, en tanto que las secciones B-B, C-C, D-D, E-E, F-F y G-G son transversales a la primera.

4.1.1.5. Columnas litológicas de pozos

Durante el período lacustre se formaron sedimentos fangosos y turbosos en los pantanos, a lo largo de las orillas de la antigua Laguna de Zapotitán y estos sedimentos cubrieron poco a poco la zona entera, ya que la línea de la costa retrocedió durante el proceso de drenaje de la laguna.

Según todas las probabilidades, estratificaciones de fango y turba formaron las capas subyacentes del valle entero. Se encontró prueba de esta teoría en varios sondeos como se observa en los perfiles litológicos de algunos de ellos. En los bordes la formación lacustre es delgada y está cubierta de varios metros de depósitos aluviales; hacia el interior de ésta, el espesor aumenta en el pantano existente, donde la formación de turba y fango continúa hasta hoy en día, la profundidad puede ser superior a diez metros. Debe recordarse que aunque los sedimentos lacustres forman litográficamente una unidad, los estratos de cieno y turba de las orillas de la formación lacustre, cubiertos de algunos metros de depósitos aluviales recientes, deben ser considerados como anteriores o más antiguos a los mismos estratos ubicados al centro del pantano actual.

Las investigaciones efectuadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) durante 1966, han servido para reafirmar y aclarar las características litológicas de la zona, ya que de acuerdo con las columnas litológicas generalizadas de los pozos exploratorios, los acuíferos del valle en su parte central consisten principalmente en lapilli fino a grueso y de cenizas, con estratos intercalados de polvo volcánico fino, existiendo también algunos estratos de sedimentos aluvionales de textura gruesa a fina. Debe hacerse una diferencia entre el acuífero somero no confinado y los acuíferos profundos confinados de la zona; entre ambos, y a una profundidad de entre 10 y 30 metros desde la superficie, se encuentra una capa confinante cuya permeabilidad es relativamente baja, pero que permite alguna percolación vertical. Dicha capa confinante está formada de ceniza volcánica endurecida y cubre el área central del valle.

Por otra parte, se cuenta con información de columnas litológicas de pozos perforados de ANDA y privados, en un número de 70, de un total de 164 pozos ingresados en Rockworks, en el Anexo Nº 6 se muestran las columnas litológicas de todos los pozos, de una manera simplificada.

En el software se han ingresado datos de nombre, coordenadas, elevación, profundidad total, todos bajo la pestaña de "Location", 218 registros en total. En la pestaña de "Aquifer", se ingresaron 101 registros de niveles de agua en pozos. En la pestaña "Well Construction" se ingresaron 108 registros de diseño de pozos (colocación de las rejillas y tramos ciegos) y bajo la pestaña de "Lithology" se ingresaron 126 registros de columnas litológicas, 70 corresponden a pozos y 56 a SEV´s.

En la Figura 4.4 se muestra la ubicación de los pozos con información de litología, así como los SEV´s en términos de litología también.

De acuerdo con las secciones litológicas, se ha determinado que la estratigrafía regional se puede dividir en 4 capas, siendo la capa inferior el basamento, de espesor indeterminado. En promedio, el espesor de las 3 capas superiores es de 55, 120 y 145 metros, respectivamente.

Las capas 1 y 2 están conformadas en general, por rocas de la Formación San Salvador. La capa 3 puede estar constituida por rocas de la Formación Cuscatlán y en el centro del Valle de Zapotitán son depósitos lacustrinos.

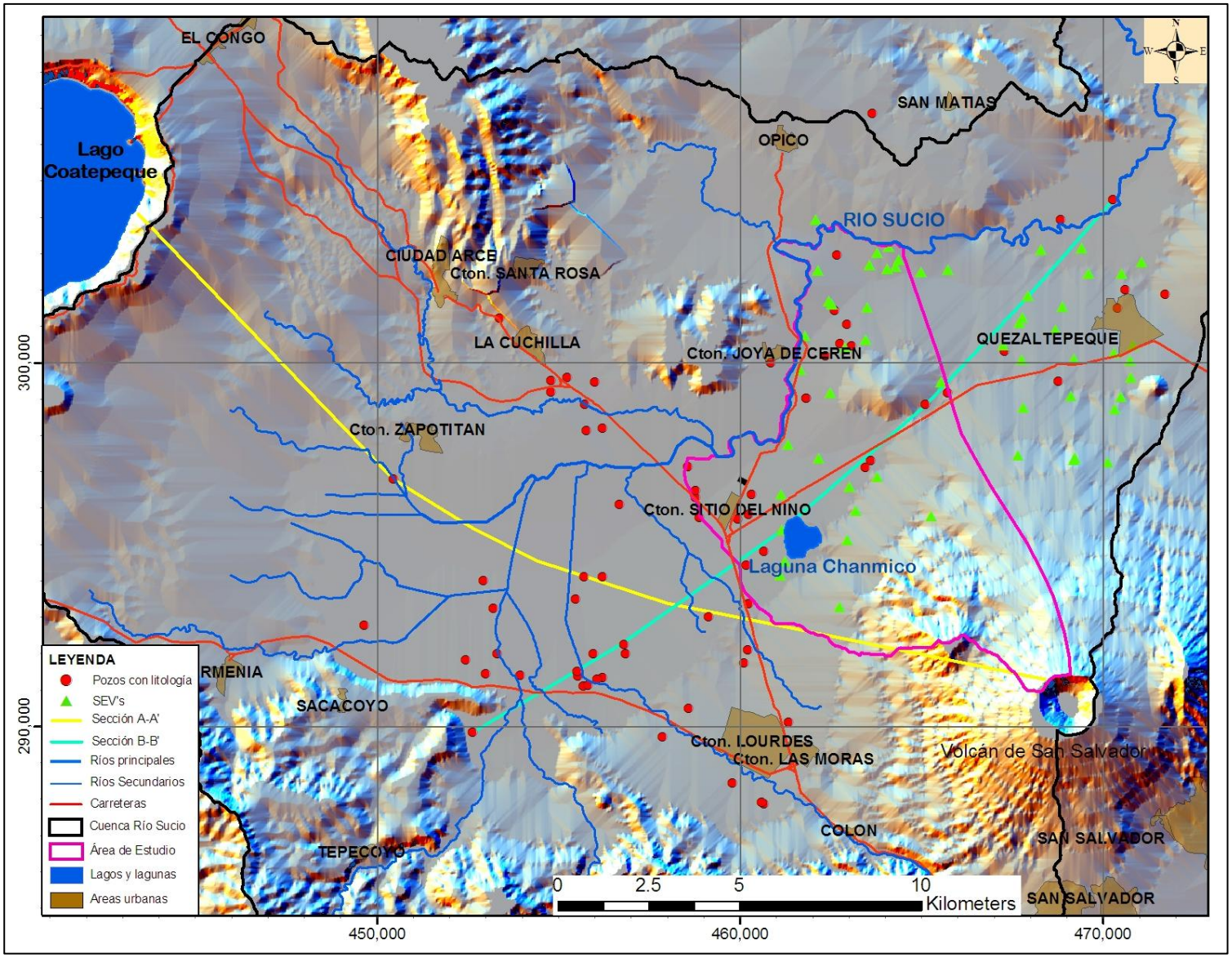


Figura 4.4. Ubicación de secciones litológicas principales en la cuenca del río Sucio.

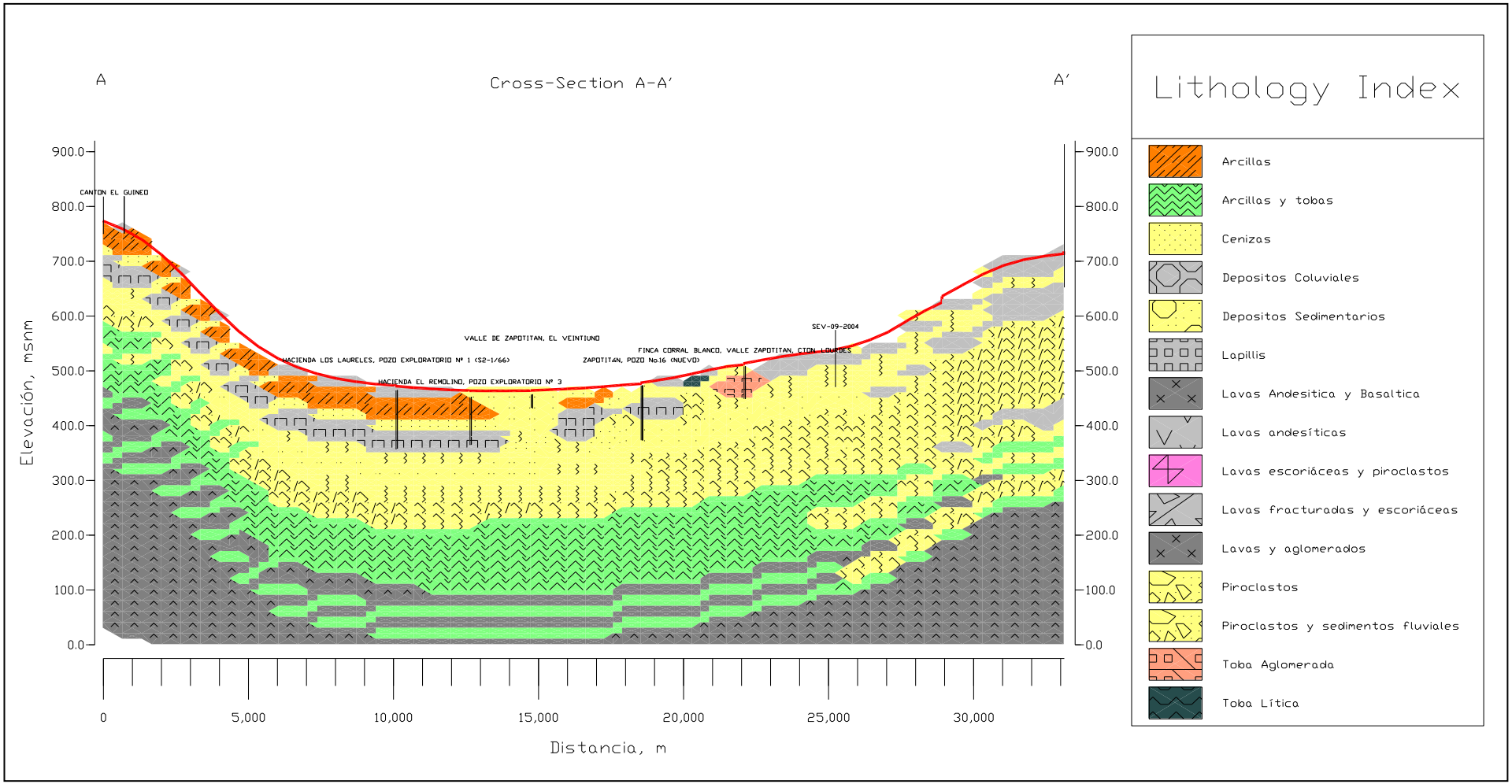


Figura 4.5. Sección litológica A-A´ en cuenca del río Sucio

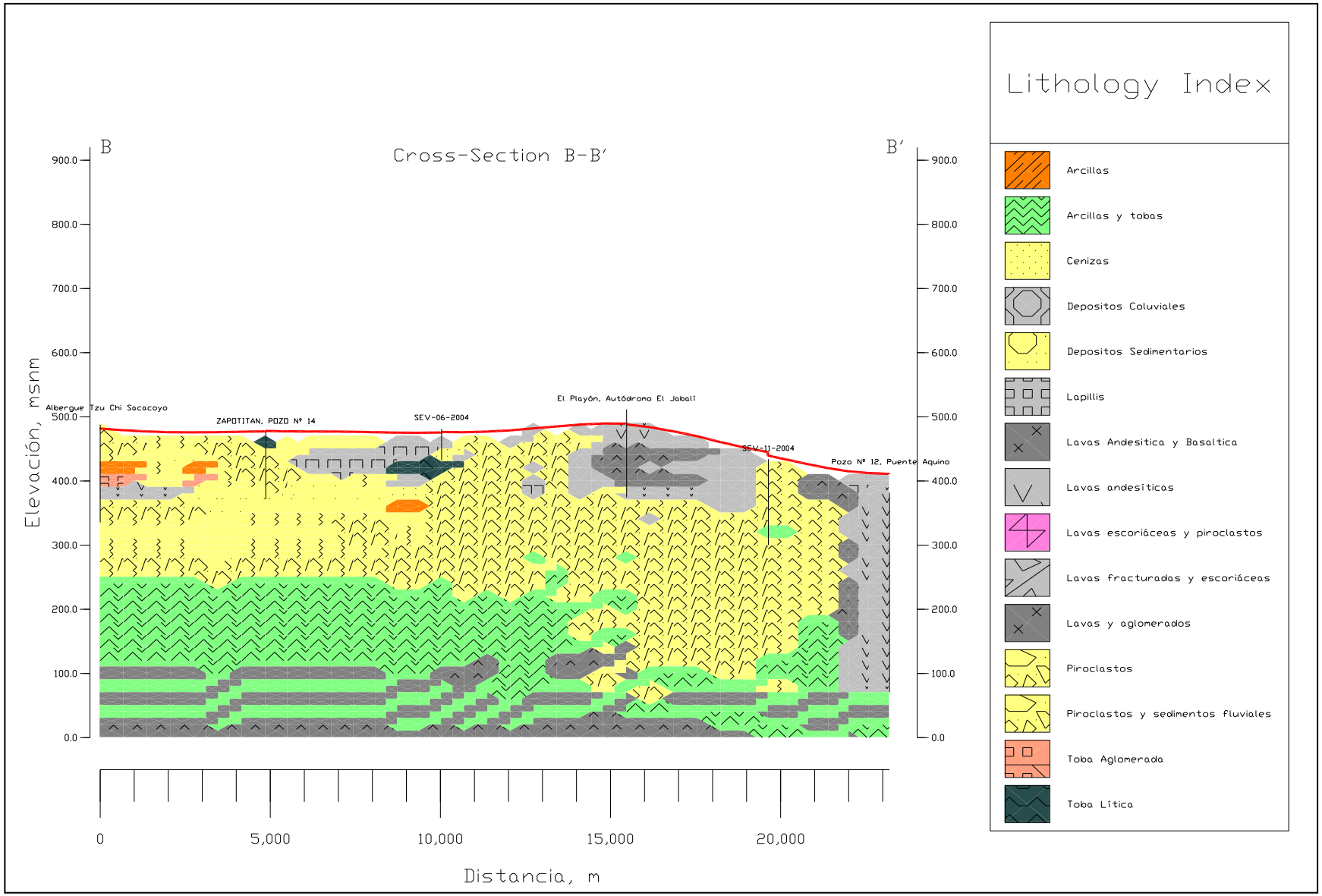


Figura 4.6. Sección litológica B-B´ en cuenca del río Sucio

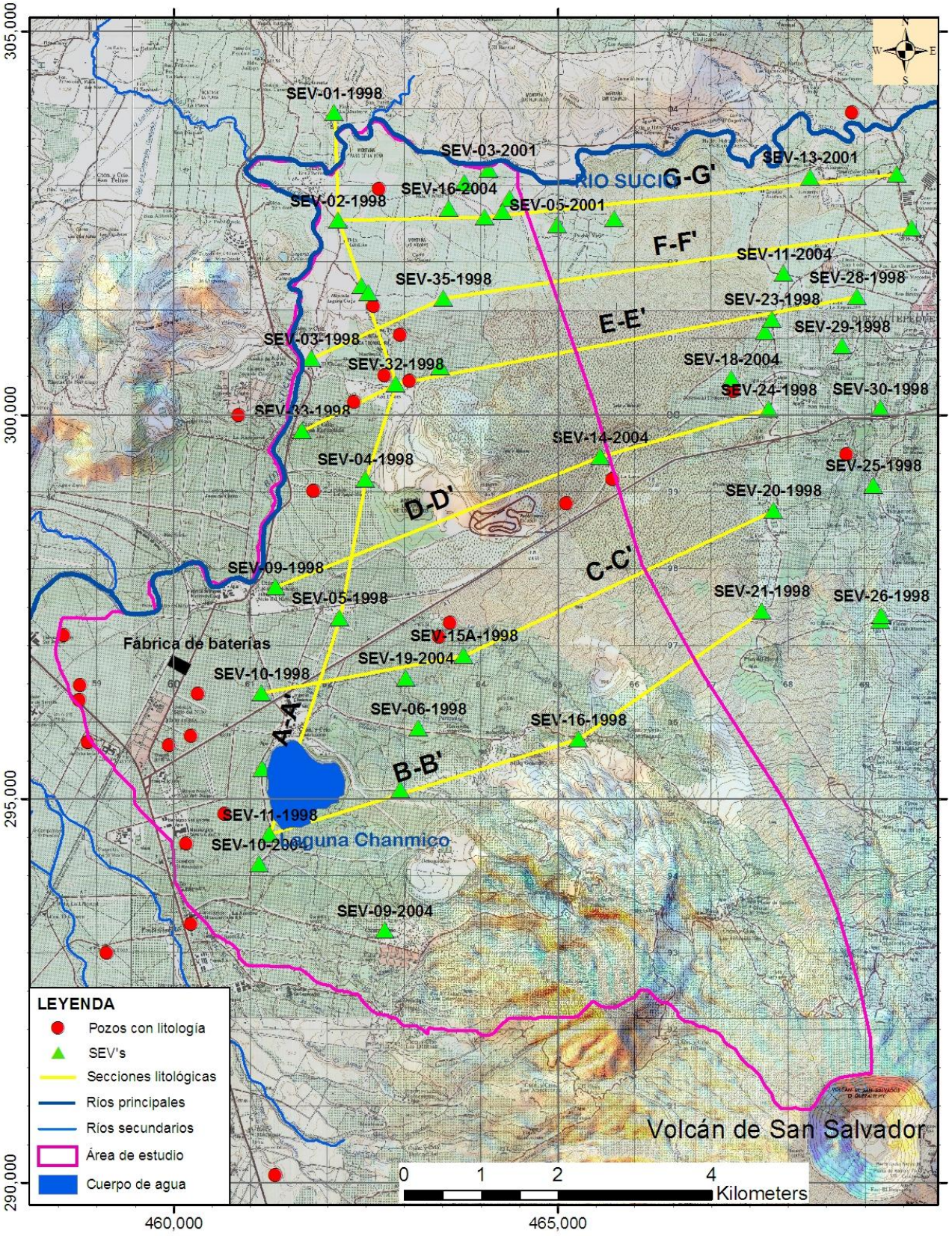


Figura 4.7. Ubicación de secciones litológicas en el área de detalle

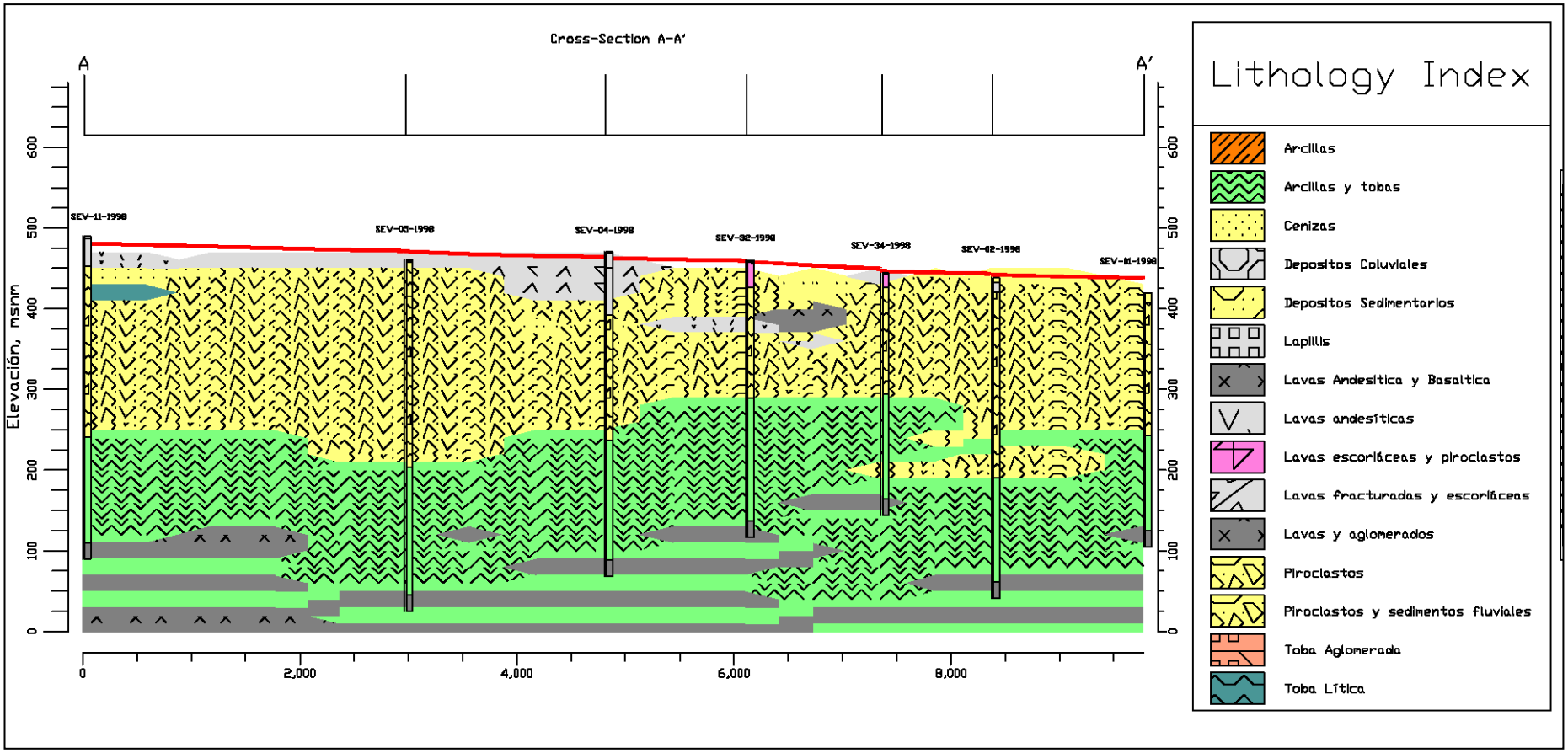


Figura 4.8. Sección A-A´ en área de detalle

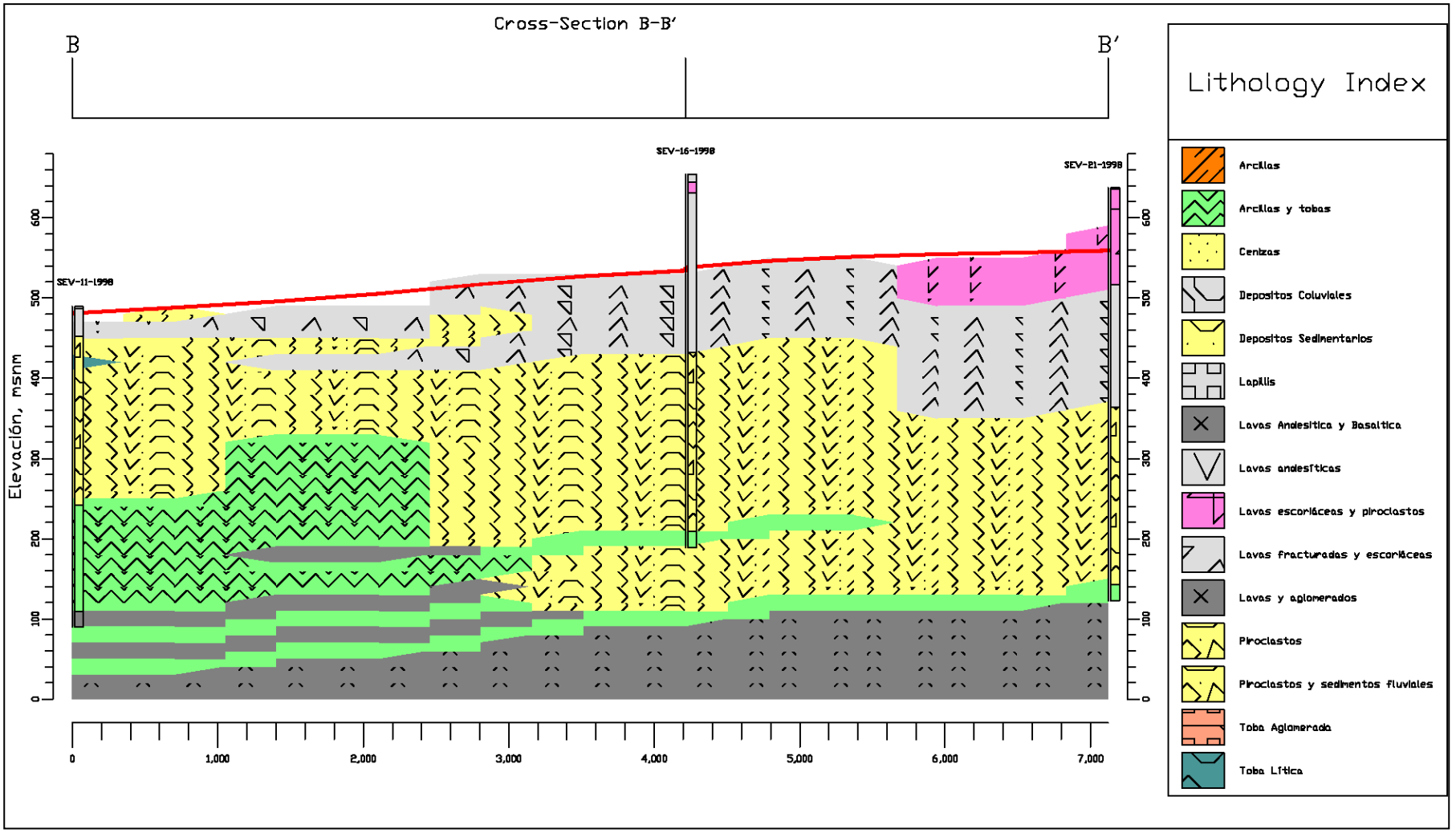


Figura 4.9. Sección B-B´ en área de detalle

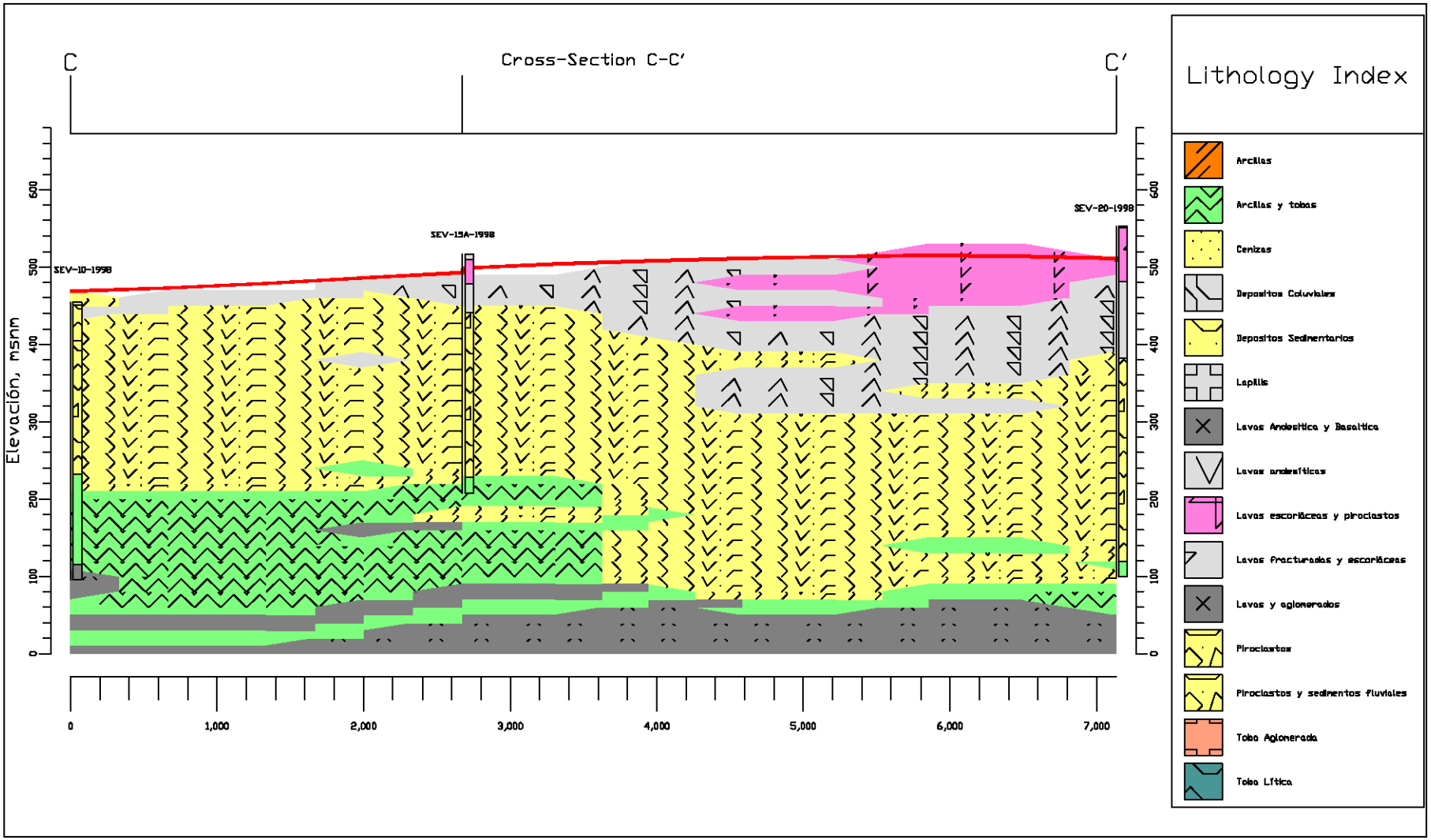


Figura 4.10. Sección C-C´ en área de detalle

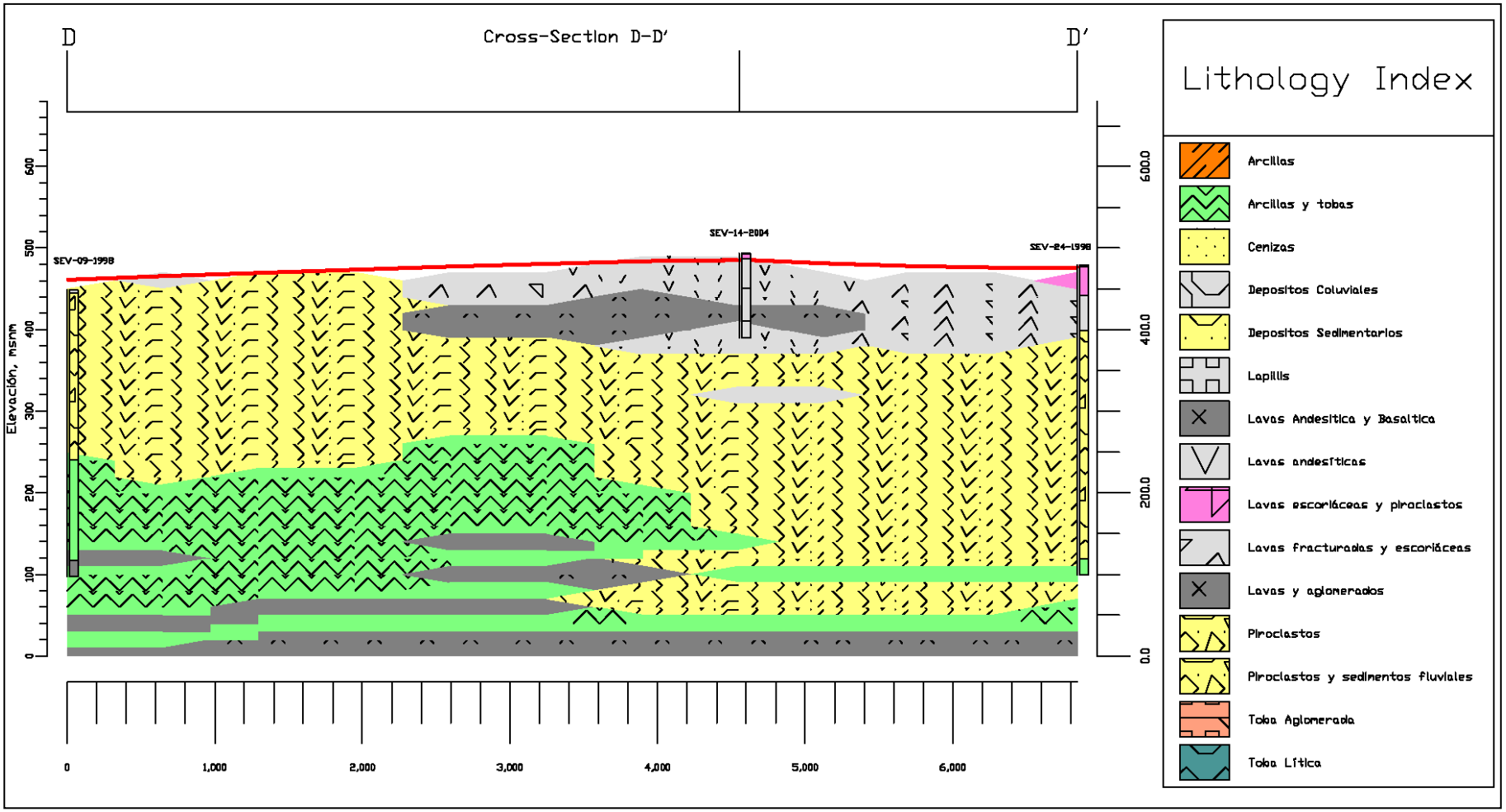


Figura 4.11. Sección D-D´ en área de detalle

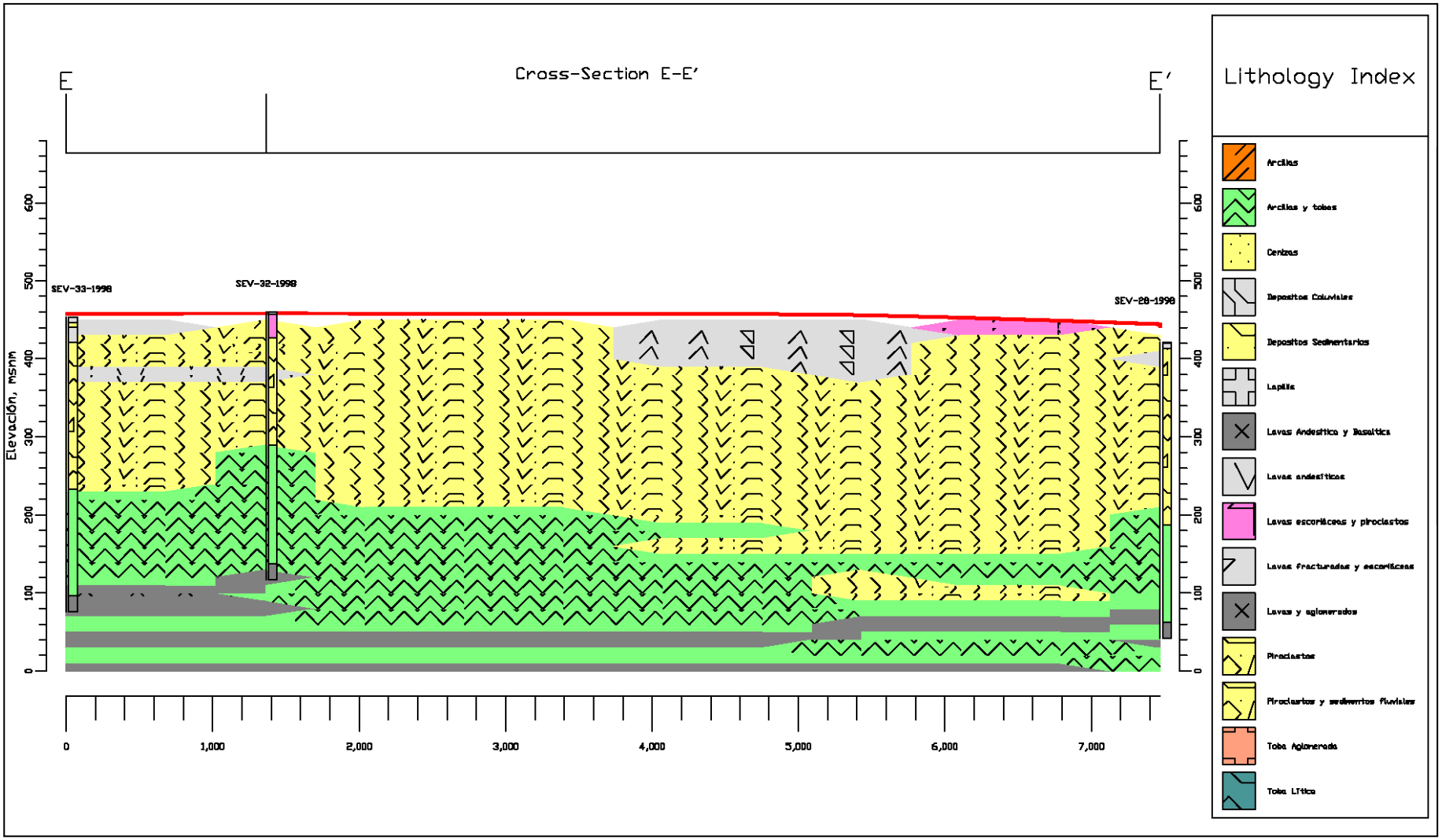


Figura 4.12. Sección E-E´ en área de detalle

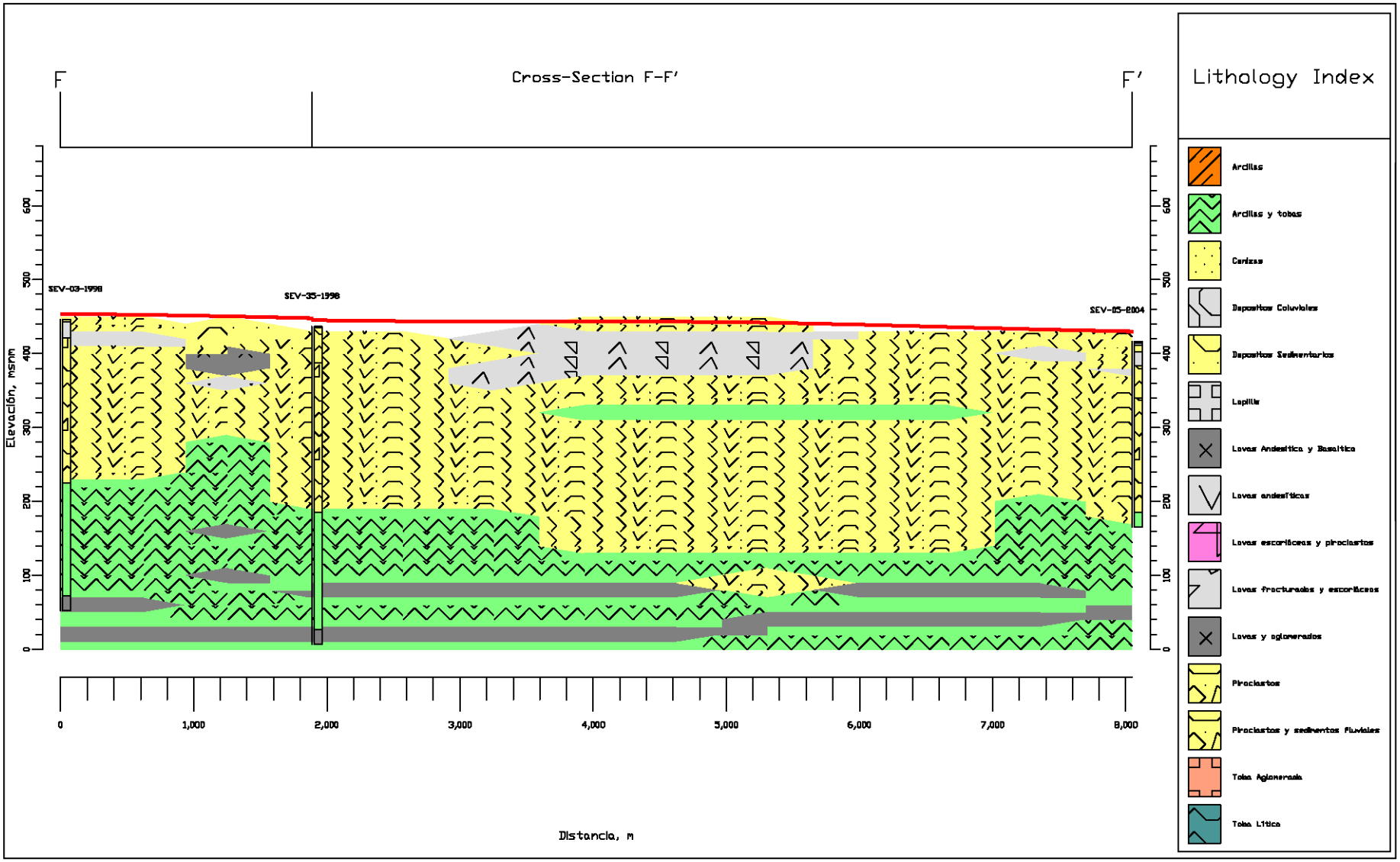


Figura 4.13. Sección F-F´ en área de detalle

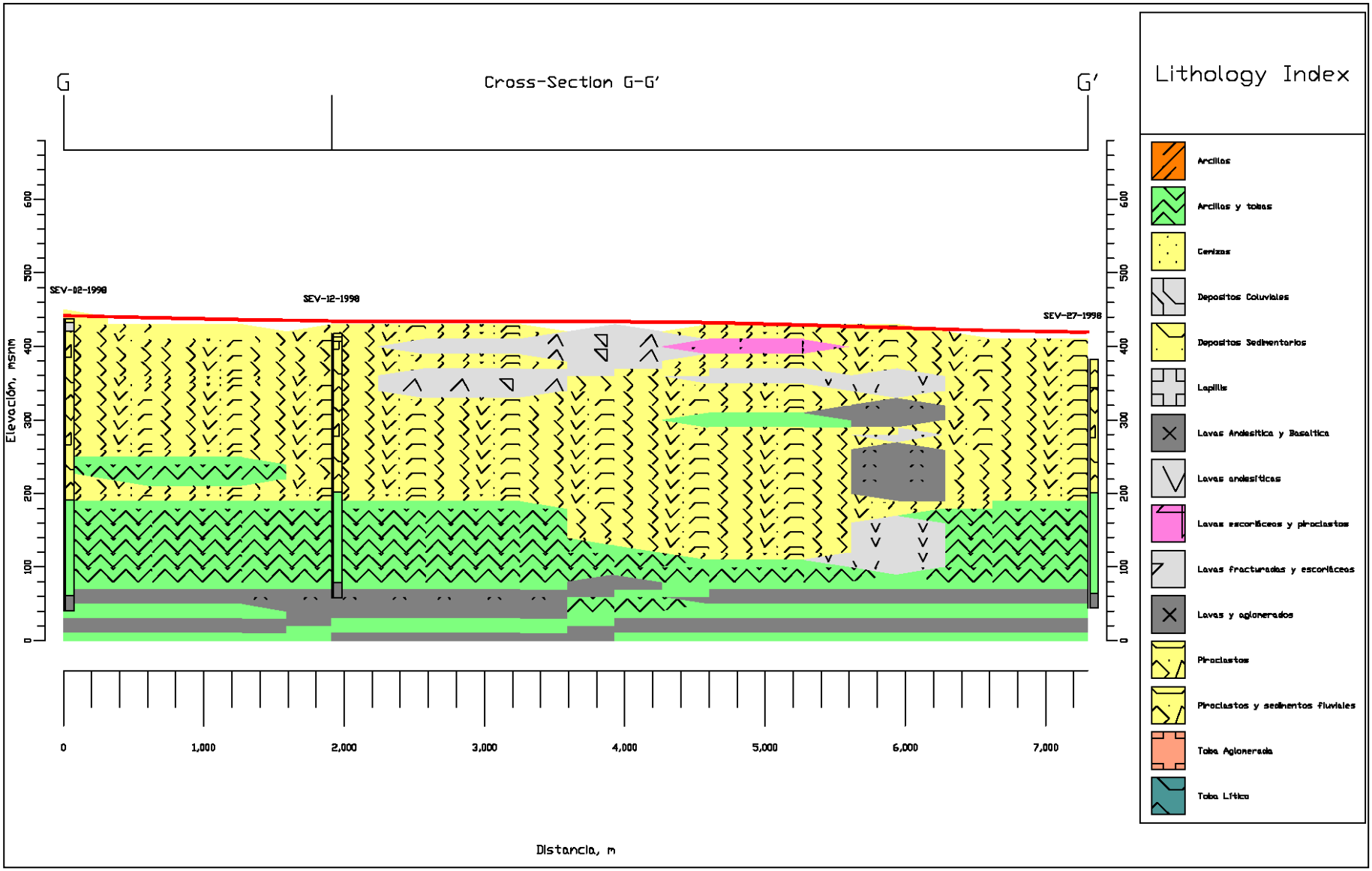


Figura 4.14. Sección G-G´ en área de detalle

4.1.2 Hidrogeoquímica

4.1.2.1. Datos de Campo

Durante la fase de campo, se inventariaron, 38 pozos someros, 11 pozos profundos y 1 manantial; sin embargo, de bibliografía se completó un total de 349 pozos excavados, 163 pozos perforados y 34 manantiales (Anexos 7, 8 y 9), inventariados dentro de la cuenca del Río Sucio. Del universo de sitios inventariados, se muestrearon 10 pozos someros, 12 pozos profundos, 1 manantial, 3 puntos del Río Sucio y la laguna de Chanmico, cuya ubicación se muestra en la Figura 4.15; pero también se muestran los sitios monitoreados desde hace más de 25 años. Los datos característicos de ubicación y nivel freático de los sitios muestreados en las campañas de 2009 (UES) y 2008 (DAC) se muestran en las tablas 4.2 y 4.3.

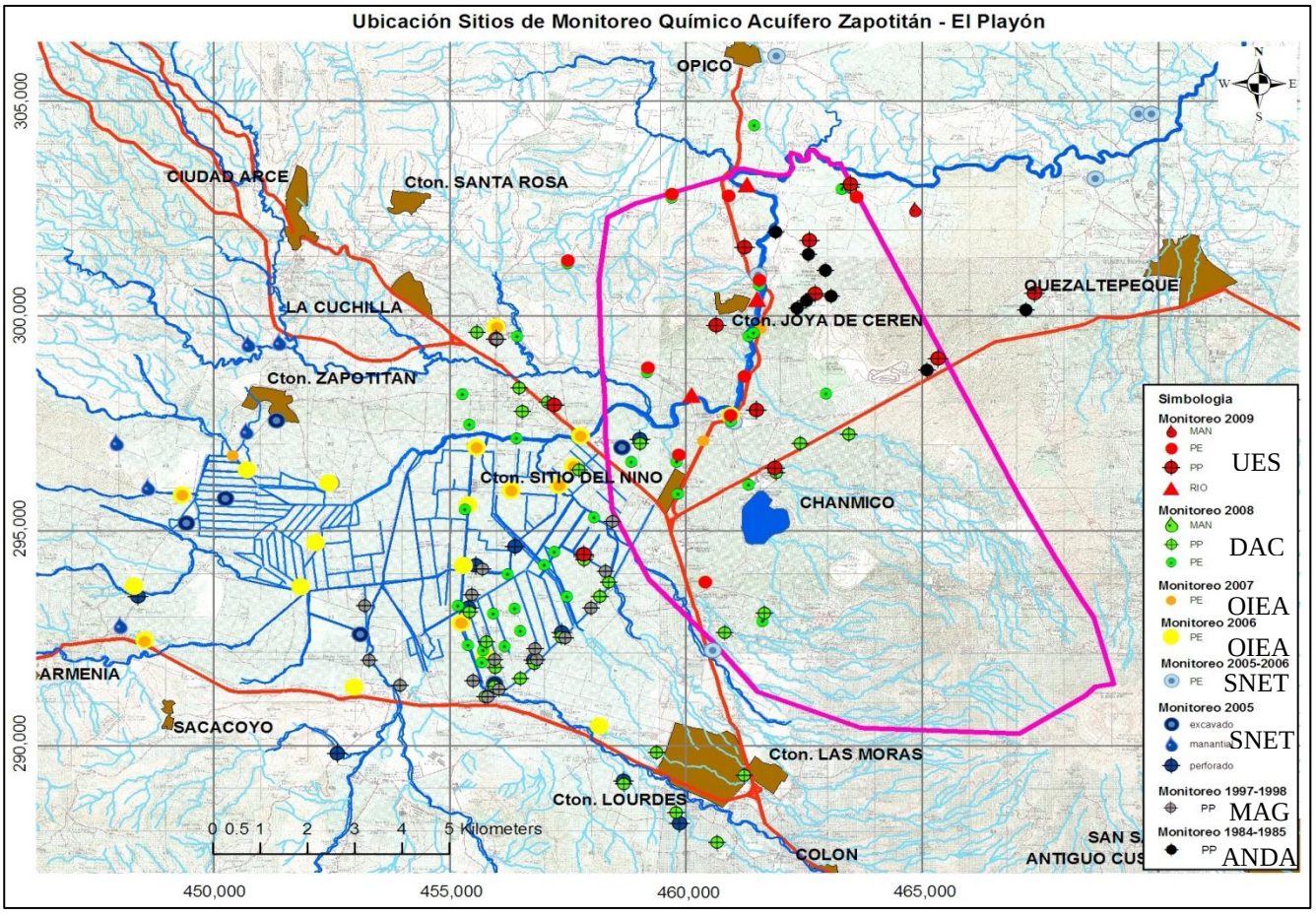


Figura 4.15. Sitios de monitoreo químico de varias campañas.

Tabla 4.2. Datos característicos de los sitios de muestreo químico durante la campaña de 2009

Código	Lugar	Propietario	X Lambert	Y Lambert	Elev. msnm	Fecha	N.E. m	Prof. m
PE1	Caserío Los Cítricos	María Magdalena Sánchez	461250.69	298579.16	446	28/11/2009	9.95	10.98
PE2	Cantón Joya de Cerén	Francisco Ayala	461566.36	300825.05	460	29/11/2009	27.74	28.44
PE3	Caserío La Isla, Cantón Agua Escondida	Miguel Ángel Sosa	463617.17	302751.94	440	29/11/2009	8.10	9.20
PE4	Cantón San Nicolás	Jorge Alberto Montoya	460908.63	302786.60	435	29/11/2009	12.69	13.71
PE5	Crío. San Nicolás Los Encuentros	Jesús Miranda Sosa	459707.54	302825.31	454	29/11/2009	15.44	18.31
PE6	Hacienda Sitio del Niño	Pastor de Jesús Flores	460961.02	297679.21	466	28/11/2009	8.02	9.46
PE7	Cantón Sitio del Niño	Yolanda Pérez	459866.33	296755.90	472	28/11/2009	6.44	8.49
PE8	Crío. La Arenera	Manuel Antonio Hernández Martínez	460417.49	293798.85	503	28/11/2009	2.54	4.21
PE9	Caserío Agua Zarca	Oscar Cardoza	459205.73	298785.10	472	29/11/2009	16.62	17.47
PE10	Cantón Las Lomas, Ciudad Arce	Luis Alonso Alas	457518.91	301273.86	541	29/11/2009	6.01	9.60
PP1	Cantón Chanmico	Alcaldía de San Juan Opico	461887.30	296460.93	494	08/04/2009	18.00	64.00
PP2	Caserío Milagro de la Roca	ARA Caserío Milagro de la Roca	465347.85	299012.81	502	08/04/2009	66.6	85.66
PP3	Caserío Santa Bárbara	Alcaldía de San Juan Opico	461246.18	301596.85	469	29/08/2009	N.D.	N.D.
PP4	Colonia Nuevo Sitio del Niño	Alcaldía de San Juan Opico	461507.84	297807.46	465	14/03/2009	N.D.	N.D.
PP5	Cantón Joya de Cerén	Cantón Joya de Cerén	460648.84	299787.75	476	29/08/2009	N.D.	226.00
PP6	Cantón San Andrés	Alcaldía de Ciudad Arce	455993.31	299466.40	457	10/04/2003	2.80	76.00
PP7	Zapotitán Pozo 18	MAG	457844.18	294445.15	474	22/12/1997	0.00	98.00
PP8	Cantón San Andrés	CENTA	457216.10	297927.87	470	15/12/2009	15.00	N.D.
PP9	Cantón Agua Escondida, POZO No 3-A	ANDA	462743.14	300519.11	464	14/12/2009	32.20	110.00
PP10	Pozo La Isla	ANDA	462615.79	301760.78	463	14/12/2009	N.D.	N.D.
PP11	Pozo Colombia 4	ANDA	467382.99	300528.24	480	08/04/2009	N.D.	N.D.
PP12	Caserío La Isla	Alcaldía de San Juan Opico	463494.50	303071.71	426	02/10/2009	18.00	N.D.
RIO1	Cantón Sitio del Niño	Público	460120.78	298156.80	447	13/12/2009	N.A.	N.A.
RIO2	Cantón Joya de Cerén	Público	461511.66	300388.76	450	13/12/2009	N.A.	N.A.
RIO3	Cantón San Nicolás	Público	461299.40	303056.44	433	13/12/2009	N.A.	N.A.
MAN1	Hda. San Lorenzo	ANDA	464863.00	302482.88	429	14/12/2009	N.A.	N.A.
LA1	Laguna Chanmico	Público	461525.56	295573.37	482	25/03/2009	N.A.	N.A.

N.D.: No Disponible; N.A.: No Aplica.

Los resultados de análisis físico-químicos se muestran en la Tabla 4.4.

Tabla 4.3. Datos característicos de los sitios de muestreo químico durante la campaña de 2008

Codigo	Propietario	X	Y	Elevacion	Prof_agua	N. F.	Tipo_pozo	Uso_pozo
ZP-01	Familia Hernández Pineda	450893.78	297883.72	511.00	27.40	483.60	Somero	Domestico
ZP-02	Familia Marquez	453115.49	297418.67	486.00	19.00	467.00	Somero	Doméstico
ZP-03	Familia Pérez	454078.13	298277.39	511.00	28.60	482.40	Somero	Doméstico
ZP-04	Familia Argumedo	453957.94	298246.88	529.00	40.00	489.00	Somero	Doméstico
ZP-05	Familia Carpio	454400.15	293513.70	485.00	2.30	482.70	Somero	Doméstico
ZP-06	DRZ - Pozo 3	455582.29	299719.09	471.00	-	-	Profundo	Riego
ZP-07	Familia Sánchez	454517.19	291731.17	499.00	2.70	496.30	Somero	Doméstico
ZP-08	Familia Abrego	454255.20	296494.75	468.00	4.80	463.20	Somero	Doméstico
ZP-09	Familia Torres	455334.96	295601.70	468.00	1.50	466.50	Somero	Doméstico
ZP-10	Familia Romero	454976.91	296985.17	461.00	2.10	458.90	Somero	Doméstico
ZP-11	DRZ Pozo 16	458185.21	293568.80	470.00	-	-	Profundo	Riego
ZP-12	DRZ Pozo 17	458365.99	293906.53	485.00	-	-	Profundo	Riego
ZP-13	DRZ Pozo 18	457856.17	294429.76	474.00	-	-	Profundo	Riego
ZP-14	DRZ Pozo 15	457372.59	292617.49	485.00	-	-	Profundo	Riego
ZP-15	DRZ Pozo 13	456800.80	292003.84	494.00	-	-	Profundo	Riego
ZP-16	DRZ Pozo 8	455748.05	291237.37	490.00	-	-	Profundo	Riego
ZP-17	DRZ Pozo 21	455779.45	292036.29	484.00	-	-	Profundo	Riego
ZP-18	DRZ Pozo 22	455420.96	293204.63	469.00	-	-	Profundo	Riego
ZP-19	Familia Pimentel	455180.91	293358.69	473.00	1.48	471.52	Somero	Doméstico
ZP-20	DRZ Pozo X	453855.79	291455.76	478.00	-	-	Profundo	Riego
ZP-21	Familia González	452988.74	293762.05	473.00	3.20	469.80	Somero	Doméstico
ZP-22	Familia Recinos	453410.78	294591.00	469.00	2.10	466.90	Somero	Doméstico
ZP-23	RDM ENA 1	456540.24	297873.67	474.00	-	-	Profundo	Monitoreo
ZP-24	RDM MAG 2	453226.02	292071.48	469.00	3.05	465.95	Profundo	Monitoreo
ZP-25	RDM Entre Rios	455780.03	292374.31	479.00	0.00	479.00	Profundo	Monitoreo
ZP-26	Urb. Nuevo Lourdes	458688.95	289204.37	547.00	-	-	Profundo	Abastecimiento
ZP-27	ANDA EB Tres Ceibas	448422.25	293494.14	494.00	-	-	Profundo	Abastecimiento
ZP-28	RDM Los Manantiales	447974.79	295062.25	538.00	-	-	Profundo	Monitoreo
ZP-29	Familia García	459829.06	295960.06	463.00	10.00	453.00	Somero	Doméstico
ZP-30	Familia Ayala	461569.36	300825.05	441.00	30.00	411.00	Somero	Doméstico
ZP-31	Familia Romero	458863.04	296696.01	451.00	12.00	439.00	Somero	Doméstico
ZP-32	Familia Cubías	460955.00	297670.00	444.00	8.23	435.77	Somero	Doméstico
ZP-33	Familia Santamaría	461432.55	299697.46	450.00	23.00	427.00	Somero	Sin uso
ZP-34	Caserío La Isla	463494.50	303071.71	426.00	18.00	408.00	Profundo	Comunidad
ZP-35	Familia Fabián	457518.98	301313.81	460.00	9.34	450.66	Somero	Doméstico
ZP-36	Familia Abrego	459184.72	298797.43	455.00	15.00	440.00	Somero	Doméstico
ZP-37	Familia Murillo	462965.20	298293.95	484.00	-	-	Somero	Doméstico
ZP-38	Caserío El Cambio	462422.91	297126.99	465.00	-	-	Profundo	Comunidad
ZP-39	Familia Miranda	459710.55	302831.45	449.00	17.00	432.00	Somero	Doméstico
ZP-40	Familia Navarro	461442.73	304534.35	439.00	4.57	434.43	Somero	Doméstico
ZP-41	Fam Martinez	449357.87	292665.67	496.00	9.10	486.90	Somero	Doméstico
ZP-42	Fam Barraza	450382.88	291419.13	486.00	8.50	477.50	Somero	Doméstico
ZP-43	Fam Zapata	449778.45	294229.00	472.00	6.10	465.90	Somero	Doméstico
ZP-44	Fam Gutiérrez	450071.71	296772.87	473.00	1.00	472.00	Somero	Sin uso
ZP-45(1)	Comunidad Veracruz	453027.05	298340.73	504.00	-	-	Profundo	Comunidad
ZP-46	RDM Flor Amarilla	457739.43	296528.80	454.00	6.56	447.44	Profundo	Monitoreo
ZP-47	RDM ENA 2	456171.74	298421.28	487.00	29.87	457.13	Profundo	Monitoreo
ZP-48	RDM Centa	457072.15	298054.09	481.00	15.00	466.00	Profundo	Monitoreo
ZP-49	Fam. Mina	461331.21	296175.96	474.00	7.00	467.00	Somero	Doméstico
ZP-50	Caserío Areneras	461675.05	293068.67	533.00	21.34	511.66	Somero	Doméstico

Fuente: HIDRODESARROLLO, 2008

Los resultados de análisis físico-químicos se muestran en la Tabla 4.5.

Tabla 4.4. Resultados de análisis químicos. Campaña UES/2009…….1/4

Fecha **Hora**	28/11/2009 17:15	29/11/2009 8:30	29/11/2009 9:15	29/11/2009 10:35	29/11/2009 11:30	28/11/2009 16:25	28/11/2009 15:22	28/11/2009 13:48	29/11/2009 13:50
Lugar	Caserío Los Cítricos	Cantón Joya de Cerén	Caserío La Isla	Cantón San Nicolás	Crío. San Nicolás Los Encuentros	Hacienda Sitio del Niño	Cantón Sitio del Niño	Crío. La Arenera	Caserío Agua Zarca
X Lambert	461250.69	461566.36	463617.17	460908.63	459707.54	460961.02	459866.33	460417.49	459205.73
Y Lambert	298579.16	300825.05	302751.94	302786.60	302825.31	297679.21	296755.90	293798.85	298785.10
Propietario	María Magdalena Sánchez	Francisco Ayala	Miguel Angel Sosa	Jorge Alberto Montoya	Jesús Miranda Sosa	Pastor de Jesús Flores	Yolanda Pérez	Manuel Antonio Hernández Martínez	Oscar Cardoza
CE uS/cm	379.00	616.00	464.00	602.00	405.00	902.00	723.00	701.00	652.00
pH	7.22	6.79	6.88	6.56	6.50	6.55	6.88	6.95	7.39
TAC	119.20	233.20	131.20	121.20	178.00	296.00	180.80	171.20	149.20
STD	320.00	416.00	400.00	626.00	344.00	760.00	688.00	658.00	588.00
T °C	26.61	26.59	25.31	26.89	28.34	26.52	25.99	25.93	27.76
aniones (meq/l)	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
HCO3-	1.01	1.61	1.00	1.14	1.00	2.19	1.53	1.42	1.32
SO4=	0.45	1.34	1.00	0.77	0.32	2.53	2.47	2.54	1.08
Cl-	0.86	2.21	1.00	2.78	1.26	2.12	1.45	1.13	1.42
NO3-	1.13	0.11	1.00	2.94	1.26	0.82	2.13	1.55	4.63
Cl-+NO3-	1.98	2.32	2.00	5.72	2.52	2.94	3.58	2.68	6.05
sum aniones	3.44	5.28	4.00	7.63	3.84	7.65	7.58	6.64	8.46
cationes(meq/l)	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
Na+ + K+	2.11	2.57	2.00	1.61	1.57	3.34	1.69	1.84	2.41
Na+	0.74	1.37	1.00	0.81	0.65	1.67	0.82	0.97	1.27
K+	1.38	1.19	1.00	0.81	0.92	1.67	0.88	0.88	1.14
Ca++	0.90	1.73	1.00	2.13	1.05	2.59	3.17	2.99	2.30
Mg++	0.79	1.51	1.00	1.03	0.81	2.36	1.72	1.40	0.90
sum cationes	3.81	5.81	4.00	4.77	3.43	8.29	6.59	6.23	5.60
Error (%)	-3.31	-2.32	-2.98	-3.78	-3.75	-3.69	-3.74	-3.85	-3.89

Tabla 4.4. Resultados de análisis químicos. Campaña UES/2009…….2/4

Fecha **Hora**	29/11/2009 14:40	06/12/2009 11:35	13/12/2009 12:30	06/12/2009 15:35	06/12/2009 13:00	06/12/2009 16:15
Lugar	Cantón Las Lomas, Ciudad Arce	Cantón Chanmico	Caserío Milagro de la Roca	Caserío Santa Bárbara	Colonia Nuevo Sitio del Niño	Cantón Joya de Cerén
X Lambert	457518.91	461887.30	465347.85	461246.18	461507.84	460648.84
Y Lambert	301273.86	296460.93	299012.81	301596.85	297807.46	299787.75
Propietario	Luis Alonso Alas	Comunidad Chanmico. Pozo Chanmico	ARA Caserío Milagro de la Roca	Alcaldía de San Juan Opico. Pozo Santa Bárbara	Alcaldía de San Juan Opico. Pozo Col. Nvo. Sitio del Niño	Cantón Joya de Cerén. Pozo 1 (nuevo)
CE uS/cm	415.00	1161.00	893.00	405.00	885.00	437.00
pH	6.25	8.01	6.72	7.42	7.36	7.78
TAC	142.40	408.00	292.00	132.00	296.00	192.00
STD	340.00	1316.00	640.00	660.00	948.00	720.00
T °C	26.22	26.55	29.29	28.00	27.69	27.73
aniones (meq/l)	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
HCO3-	1.18	3.90	2.37	1.02	2.45	1.09
SO4=	0.76	2.34	2.02	0.56	2.25	0.35
Cl-	0.63	2.55	2.44	0.68	1.70	1.19
NO3-	0.14	0.67	0.72	0.96	1.60	2.50
Cl-+NO3-	0.77	3.22	3.16	1.64	3.31	3.69
sum aniones	2.71	9.47	7.55	3.22	8.00	5.13
cationes(meq/l)	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
Na+ + K+	1.78	4.21	3.71	1.41	2.79	1.16
Na+	0.62	2.62	2.46	0.74	1.61	0.98
K+	1.16	1.59	1.25	0.67	1.18	0.18
Ca++	1.30	2.34	2.13	1.16	2.30	1.79
Mg++	0.87	5.71	2.37	0.76	3.46	0.44
sum cationes	3.94	12.26	8.21	3.33	8.55	3.38
Error (%)	-4.26	1.90	-0.89	-2.56	-0.76	-2.03

Tabla 4.4. Resultados de análisis químicos. Campaña UES/2009…….3/4

Fecha **Hora**	06/12/2009 17:20	15/12/2009 10:50	15/12/2009 09:15	14/12/2009 11:30	14/12/2009 14:00	14/12/2009 16:00
Lugar	Cantón San Andrés	Zapotitán Pozo 18	Cantón San Andrés	Cantón Agua Escondida, POZO No 3-A	Pozo La Isla	Pozo Colombia 4
X Lambert	455993.31	457844.18	457216.10	462743.14	462615.79	467382.99
Y Lambert	299466.40	294445.15	297927.87	300519.11	301760.78	300528.24
Propietario	Alcaldía de Ciudad Arce Pozo Proyecto Múltiple San Andrés	MAG	CENTA	ANDA	ANDA	ANDA
CE uS/cm	278.00	1809.00	2142.00	939.00	879.00	602.00
pH	6.91	7.22	7.50	7.04	7.07	5.85
TAC	77.00	491.00	481.00	294.00	229.00	261.00
STD	538.00	1584.00	1234.00	940.00	856.00	784.00
T °C	27.47	26.73	39.80	26.98	28.68	25.51
aniones (meq/l)	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
HCO3-	0.85	5.37	3.57	2.50	1.85	1.68
SO4=	0.23	1.70	0.12	3.10	2.96	0.45
Cl-	0.66	7.56	24.96	1.82	2.61	1.06
NO3-	0.80	0.01	0.01	1.49	0.62	1.40
Cl-+NO3-	1.46	7.57	24.97	3.30	3.23	2.46
sum aniones	2.54	14.64	28.66	8.90	8.04	4.59
cationes(meq/l)	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
Na+ + K+	1.20	4.36	11.94	3.09	3.82	1.81
Na+	0.53	2.66	7.74	1.84	2.46	1.02
K+	0.67	1.70	4.20	1.25	1.36	0.78
Ca++	0.88	5.02	2.81	2.77	2.26	1.44
Mg++	0.57	7.31	1.92	4.23	2.24	1.44
sum cationes	2.66	16.69	16.67	10.08	8.32	4.68
Error (%)	-3.14	3.83	-1.88	2.48	-0.25	-3.00

Tabla 4.4. Resultados de análisis químicos. Campaña UES/2009…….4/4

Fecha **Hora**	06/12/2009 14:05	13/12/2009 09:00	13/12/2009 10:10	13/12/2009 11:20	14/12/2009 15:00	25/03/2009 13:00
Lugar	Caserío La Isla	Cantón Sitio del Niño	Cantón Joya de Cerén	Cantón San Nicolás	Hda. San Lorenzo	Cantón Chanmico
X Lambert	463494.50	460120.78	461511.66	461299.40	464863.00	
Y Lambert	303071.71	298156.80	300388.76	303056.44	302482.88	
Propietario	Alcaldía de San Juan Opico. Pozo Caserío La Isla	Río Sucio 1	Río Sucio 2	Río Sucio 3	ANDA	Laguna de Chanmico
CE uS/cm	197.00	778.00	1023.00	1007.00	770.00	
pH	6.82	7.81	7.38	7.51	6.31	
TAC	80.00	212.00	256.00	264.00	250.00	
STD	444.00	600.00	760.00	756.00	772.00	586.00
T °C	26.90	24.69	25.16	25.35	28.71	
aniones (meq/l)	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
HCO3-	0.81	1.77	2.02	1.95	2.17	2.32
SO4=	0.05	1.40	2.49	2.45	1.52	1.75
Cl-	0.55	8.84	8.40	10.50	2.21	1.67
NO3-	0.13	0.29	0.33	0.29	0.76	0.11
Cl-+NO3-	0.68	9.13	8.73	10.79	2.97	1.79
sum aniones	1.54	12.30	13.24	15.20	6.66	5.86
cationes(meq/l)	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
Na+ + K+	1.02	4.36	5.97	5.93	3.87	3.07
Na+	0.47	2.89	4.26	4.23	2.39	1.93
K+	0.56	1.48	1.70	1.70	1.48	1.14
Ca++	0.59	2.04	2.04	2.09	1.62	1.70
Mg++	0.53	1.67	1.67	1.73	1.86	2.82
sum cationes	2.15	8.07	9.68	9.75	7.35	7.59
Error (%)	-3.11	-2.72	-1.78	-3.69	-1.85	0.40

Tabla 4.5. Resultados de análisis químicos. Campaña DAC/2008……1/2

Código	Propietario	Colif. fecales NMP/100mL	PH	Cond. µmhos	STD mg/L	Alcal. mg/L	Dureza mg/L	Na mg/L	K mg/L	Ca mg/L	Mg mg/L	HCO3 mg/L	CO3 mg/L	SO4 mg/L	Cl mg/L	NO3 mg/L	NO2 mg/L	PO4 mg/L	B mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Ni mg/L	Cu mg/L	Zn mg/L	As mg/L	Hg mg/L	Cd mg/L	Cr mg/L	Pb mg/L	Si mg/L
ZP-01	Familia Hernández Pineda	< 1.1	6.99	390.00	366.00	124.60	120.10	34.31	3.63	25.24	14.51	151.89	ND	26.94	34.95	17.92	N.D.	0.27	0.42	0.11	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	0.04	N.D.	0.00	0.00	N.D.	39.00
ZP-02	Familia Marquez	2,400	6.87	291.00	322.50	64.55	120.10	13.13	4.47	31.18	9.94	78.69	ND	63.18	8.74	26.71	N.D.	0.09	0.27	0.09	N.D.	0.01	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.00	0.00	N.D.	38.49
ZP-03	Familia Pérez	2,800	7.05	321.00	345.00	80.06	140.11	12.56	5.38	37.66	9.38	97.60	ND	67.80	8.74	27.33	N.D.	0.24	0.35	0.04	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.00	0.00	N.D.	38.57
ZP-04	Familia Argumedo	50	6.78	341.00	383.50	50.04	140.11	11.56	5.03	37.96	11.03	61.00	ND	84.00	10.49	30.11	N.D.	0.21	0.25	0.07	N.D.	0.01	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.00	0.01	N.D.	33.32
ZP-05	Familia Carpio	2	6.91	878.00	664.50	344.78	397.82	41.63	16.82	86.99	48.98	420.29	ND	153.15	31.46	0.92	N.D.	1.65	0.71	1.48	5.13	0.01	N.D.	N.D.	0.01	N.D.	0.00	0.00	N.D.	25.25
ZP-06	DRZ - Pozo 3	< 2	7.21	1139	991.50	400.32	658.03	67.06	14.46	84.99	20.63	488.00	ND	363.90	52.43	N.D.	N.D.	1.23	0.75	2.58	0.91	0.00	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.00	0.00	0.00	33.34
ZP-07	Familia Sánchez	2	7.10	806.00	672.00	250.20	364.29	56.75	16.51	72.39	35.88	286.70	ND	178.50	45.44	0.37	N.D.	0.42	0.92	0.04	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.00	0.00	N.D.	26.87
ZP-08	Familia Abrego	1,600	7.15	873.00	763.50	228.68	357.79	35.81	20.07	115.41	33.98	278.77	ND	293.70	34.95	10.04	N.D.	0.21	0.34	0.08	0.06	0.00	N.D.	N.D.	0.01	N.D.	0.00	0.00	N.D.	21.28
ZP-09	Familia Torres	900	7.38	638.00	491.50	250.20	297.24	41.00	20.35	65.14	25.68	305.00	ND	96.36	27.96	6.22	N.D.	2.22	0.51	0.04	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	0.02	N.D.	0.00	N.D.	0.00	24.12
ZP-10	Familia Romero	220	6.93	533.00	458.50	175.14	245.20	33.00	12.22	48.26	22.61	213.50	ND	103.50	26.22	11.39	N.D.	0.54	0.41	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	0.01	N.D.	0.00	N.D.	0.00	29.11
ZP-11	DRZ Pozo 16	< 2	6.91	1396.00	1369.50	268.21	598.48	42.50	16.39	112.61	61.68	281.82	1.20	370.50	43.69	7.79	N.D.	0.51	0.68	0.03	0.08	0.01	N.D.	N.D.	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	35.53
ZP-12	DRZ Pozo 17	< 2	7.09	1626.00	1575.00	273.72	594.48	62.50	18.69	124.75	65.00	301.95	ND	370.20	45.44	N.D.	N.D.	0.60	0.67	0.03	0.17	0.00	N.D.	N.D.	0.01	N.D.	0.00	0.00	0.00	31.59
ZP-13	DRZ Pozo 18	< 2	7.05	1568.00	1460.50	306.75	550.44	59.88	18.31	144.88	64.88	373.93	ND	367.20	43.69	N.D.	N.D.	0.51	0.68	0.14	0.07	0.01	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.00	0.00	0.00	33.02
ZP-14	DRZ Pozo 15	< 2	7.07	1106.00	1000.00	268.21	429.34	64.00	14.79	90.50	58.20	326.96	ND	370.50	47.19	6.46	N.D.	0.51	0.70	0.11	0.49	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	0.01	0.00	N.D.	0.00	38.95
ZP-15	DRZ Pozo 13	< 2	7.08	908.00	712.50	260.71	375.30	56.75	14.46	64.30	47.50	317.81	ND	198.30	52.43	7.28	N.D.	0.66	0.92	0.06	0.24	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.00	N.D.	0.00	38.92
ZP-16	DRZ Pozo 8	< 2	6.88	826.00	769.00	272.72	370.80	58.63	12.78	67.71	42.09	332.45	ND	142.20	61.17	13.73	N.D.	0.51	0.80	0.05	0.16	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	0.00	0.00	N.D.	0.00	40.43
ZP-17	DRZ Pozo 21	9,000	7.48	906.00	754.50	283.73	418.33	57.19	14.23	64.36	49.69	301.34	14.40	198.30	62.92	5.36	N.D.	0.45	0.89	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	0.00	0.00	0.00	N.D.	0.00	40.35
ZP-18	DRZ Pozo 22	< 2	7.18	1091.00	912.50	277.22	438.35	66.94	11.27	76.78	57.94	294.02	21.60	229.80	61.17	N.D.	N.D.	0.78	0.58	0.03	0.09	0.00	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.00	0.00	0.01	38.22
ZP-19	Familia Pimentel	30	7.27	970.00	735.00	391.31	370.30	74.44	14.63	85.58	53.81	477.02	ND	161.64	90.88	N.D.	N.D.	1.62	0.52	1.26	0.08	0.00	N.D.	N.D.	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	28.04
ZP-20	DRZ Pozo X	< 2	7.18	372.00	319.00	148.62	170.14	29.81	6.44	34.43	16.34	181.17	ND	58.32	17.48	11.83	N.D.	0.39	0.12	0.03	0.16	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.44
ZP-21	Familia González	900	7.40	818.00	610.00	371.80	357.29	67.38	16.44	74.61	32.69	453.23	ND	93.12	9.22	7.01	N.D.	1.98	0.15	0.02	1.54	N.D.	N.D.	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	26.09
ZP-22	Familia Recinos	300	7.22	466.00	366.50	274.72	210.67	37.56	11.08	46.25	17.28	334.89	ND	28.56	8.74	0.35	N.D.	0.96	0.16	0.04	2.26	N.D.	N.D.	0.04	0.00	0.00	0.00	N.D.	0.01	28.38
ZP-23	RDM ENA 1	< 2	7.52	484.00	402.50	157.63	112.59	60.69	17.41	26.86	10.36	192.15	ND	12.12	69.91	N.D.	N.D.	0.21	0.78	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.09	0.00	N.D.	0.00	0.00	0.00	50.29
ZP-24	RDM MAG 2	< 2	8.09	592.00	442.00	229.18	91.07	85.19	23.43	17.13	9.59	246.44	ND	2.64	55.93	7.35	N.D.	0.57	0.52	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.08	0.00	N.D.	0.00	0.00	0.01	38.07
ZP-25	RDM Entre Rios	50	7.01	1031.00	838.00	440.35	432.35	67.63	14.84	78.19	55.25	536.80	ND	20.70	59.42	0.81	N.D.	0.75	0.76	1.09	0.40	N.D.	N.D.	0.09	0.00	N.D.	0.00	0.00	0.00	37.99
ZP-26	Urb. Nuevo Lourdes	< 2	6.74	620.00	542.00	242.19	231.18	52.75	7.81	52.04	26.13	295.24	ND	52.92	27.96	13.90	N.D.	0.42	0.31	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.10	0.00	N.D.	0.00	0.00	0.00	38.56
ZP-27	ANDA EB Tres Ceibas	30	6.99	368.00	260.50	176.14	142.11	37.31	2.75	29.25	17.44	214.72	ND	22.26	17.48	2.60	N.D.	0.33	0.11	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.11	0.00	N.D.	0.00	0.00	0.00	35.16
ZP-28	RDM Los Manantiales	< 2	7.08	420.00	314.50	200.16	161.13	45.44	5.56	29.51	18.44	244.00	ND	19.80	22.72	6.46	N.D.	0.21	0.19	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.17	0.00	N.D.	0.00	0.00	0.00	35.69
ZP-29	Familia García	8	7.22	782.00	632.50	223.18	366.29	46.19	11.86	83.25	31.05	272.06	ND	159.48	27.96	17.87	N.D.	0.39	0.16	0.04	N.D.	0.00	N.D.	0.84	0.00	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	27.43
ZP-30	Familia Ayala	< 2	7.49	481.00	364.00	187.15	140.11	48.38	10.10	29.03	15.85	228.14	ND	52.14	24.47	4.03	N.D.	0.83	0.20	0.01	0.46	0.00	N.D.	0.16	0.01	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	23.44
ZP-31	Familia Romero	17,000	7.26	1030.00	856.50	321.26	418.33	64.19	9.88	84.84	61.33	391.62	ND	131.64	67.11	25.02	N.D.	0.45	0.17	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	27.47
ZP-32	Familia Cubías	1,600	7.15	909.00	652.50	378.30	400.32	57.63	15.79	78.98	59.94	461.16	ND	115.20	27.96	4.05	N.D.	0.30	0.15	N.D.	0.77	0.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	24.17
ZP-33	Familia Santamaría	5,000	7.06	651.00	444.50	244.70	264.21	52.00	11.21	54.73	27.23	298.29	ND	84.90	33.91	1.88	N.D.	1.44	0.21	N.D.	1.04	0.00	N.D.	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	N.D.	26.98
ZP-34	Caserío La Isla	< 2	6.83	228.80	213.50	119.10	76.06	25.88	3.52	16.63	7.20	148.18	ND	3.78	4.89	1.53	N.D.	0.21	0.05	N.D.	0.02	0.00	N.D.	0.03	0.00	N.D.	0.00	0.00	0.02	39.70
ZP-35	Familia Fabián	220	6.80	354.00	321.00	137.11	140.11	33.50	7.57	35.81	10.08	167.14	ND	38.22	12.23	18.18	N.D.	0.57	0.06	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	34.33
ZP-36	Familia Abrego	170	7.19	450.00	380.00	159.38	167.13	53.25	5.69	45.45	11.65	193.98	ND	47.22	10.49	44.07	N.D.	0.36	0.02	0.01	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	31.46
ZP-37	Familia Murillo	2,400	7.42	786.00	638.00	284.23	381.81	64.81	8.71	60.39	50.59	341.60	ND	125.04	22.37	33.03	N.D.	0.51	0.17	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	31.14
ZP-38	Caserío El Cambio	< 2	6.96	1067.00	848.50	318.25	423.34	65.56	11.49	81.26	58.56	387.96	ND	266.10	21.67	15.39	N.D.	0.39	0.22	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	27.95
ZP-39	Familia Miranda	80	7.36	311.00	232.00	153.12	127.10	25.38	6.13	39.10	10.25	186.66	ND	21.78	6.99	11.31	N.D.	0.42	0.02	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	33.24
ZP-40	Familia Navarro	900	6.69	232.00	225.00	109.59	92.07	32.56	4.58	22.46	7.36	133.59	ND	9.24	20.62	4.63	0.03	N.D.	0.02	0.01	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	0.00	N.D.	30.88
ZP-41	Fam Martinez	1,600	7.50	619.00	462.00	189.15	280.54	38.88	4.97	75.11	23.08	230.58	ND	80.34	52.43	23.95	N.D.	0.09	0.15	0.03	N.D.	0.01	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.00	0.00	N.D.	33.19
ZP-42	Fam Barraza	1,600	7.48	322.00	285.50	164.13	140.27	29.94	5.21	34.95	12.21	165.92	ND	22.68	7.69	3.72	0.05	0.24	0.04	0.10	0.05	0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	0.00	0.00	32.32
ZP-43	Fam Zapata	500	7.34	349.00	241.00	91.07	140.27	43.13	8.38	34.01	12.70	111.02	ND	124.80	12.58	0.09	N.D.	0.18	0.14	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	25.57
ZP-44	Fam Gutiérrez	1,600	7.65	811.00	571.00	330.26	326.66	63.31	17.49	57.93	40.88	402.60	ND	79.50	74.80	0.90	N.D.	0.87	0.82	1.15	1.84	0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	22.22
ZP-45	Comunidad Veracruz		7.45	285.00	213.50	140.11	110.49	37.69	1.92	26.34	9.46	170.80	ND	11.46	9.79	12.67	N.D.	0.18	0.14	N.D.	0.01	0.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	26.83
ZP-46	RDM Flor Amarilla	240	8.14	1201.00	1012.00	200.16	413.33	74.69	14.55	68.08	53.63	187.88	27.60	358.20	40.20	0.94	N.D.	0.90	0.46	0.03	0.12	0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.04	18.14
ZP-47	RDM ENA 2	50	7.51	100.60	125.50	37,03,	20.02	8.41	6.55	6.78	0.66	45.14	ND	5.52	3.50	N.D.	N.D.	N.D.	0.04	0.91	0.04	0.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.02	N.D.
ZP-48	RDM Centa	2	6.93	230.00	156.00	92.07	100.08	7.56	0.82	45.68	3.13	112.24	ND	5.62	29.01	N.D.	N.D.	N.D.	0.07	4.17	0.11	0.00	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.00	0.00	0.01	9.54
ZP-49	Fam. Mina	14	7.27	895.00	636.00	263.21	315.25	50.13	17.01	114.53	9.23	279.38	20.40	129.90	29.71	60.34	N.D.	1.23	0.23	0.07	N.D.	0.01	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.00	N.D.	N.D.	23.13
ZP-50	Caserío Areneras	< 2	6.49	1547.00	1423.00	106.08	605.18	50.63	11.34	134.38	44.66	129.32	ND	519.60	15.03	20.81	N.D.	0.18	0.40	0.25	0.13	0.01	N.D.	N.D.	0.00	N.D.	0.00	N.D.	0.00	35.64

Fuente: HIDRODESARROLLO, 2008

4.1.2.2. Interpretación de los resultados.

Se calcularon los balances iónicos para cada muestra (campaña 2009), comprobando que todos los resultados son aceptables, ya que todos se encuentran por debajo del 5% de error.

Además la conductividad eléctrica de las muestras analizadas varía de 197 µS/cm a 1809 µS/cm y solo el pozo PP8 supera los 2000 µS/cm, pero su error de balance iónico fue de solo 1.88%.

De acuerdo a la Tabla 4.6, el error máximo admisible para el rango de conductividad eléctrica estaría entre el 10 y el 4% y solo en una muestra se tuvo un error superior al 4%. El error de balance iónico en la muestra PE10 fue de 4.26%, pero su conductividad eléctrica es de 415 µS/cm, por lo que el error analítico se considera aceptable.

Tabla 4.6. Error analítico admisible en función de la conductividad eléctrica.

Conductividad Eléctrica (μS/cm)	50	200	500	2000	>2000
Error Admisible (%)	30	10	8	4	4

Fuente: Custodio y Llamas, 2001.

Los diagramas Stiff de la campaña de 2009 se muestran en la Figura 4.16; además, En la Figura 4.17 se muestran los diagramas Stiff de la campaña realizada por el Programa DAC en 2008. Se puede observar que los pozos profundos son más mineralizados que los someros, debido al mayor tiempo de contacto agua – roca, y que además las concentraciones aumentan en la dirección del flujo, el cual se da de oeste a este. Dichos pozos explotan un acuífero en sedimentos volcánicos de gran espesor, con intercalaciones de estratos arcillosos.

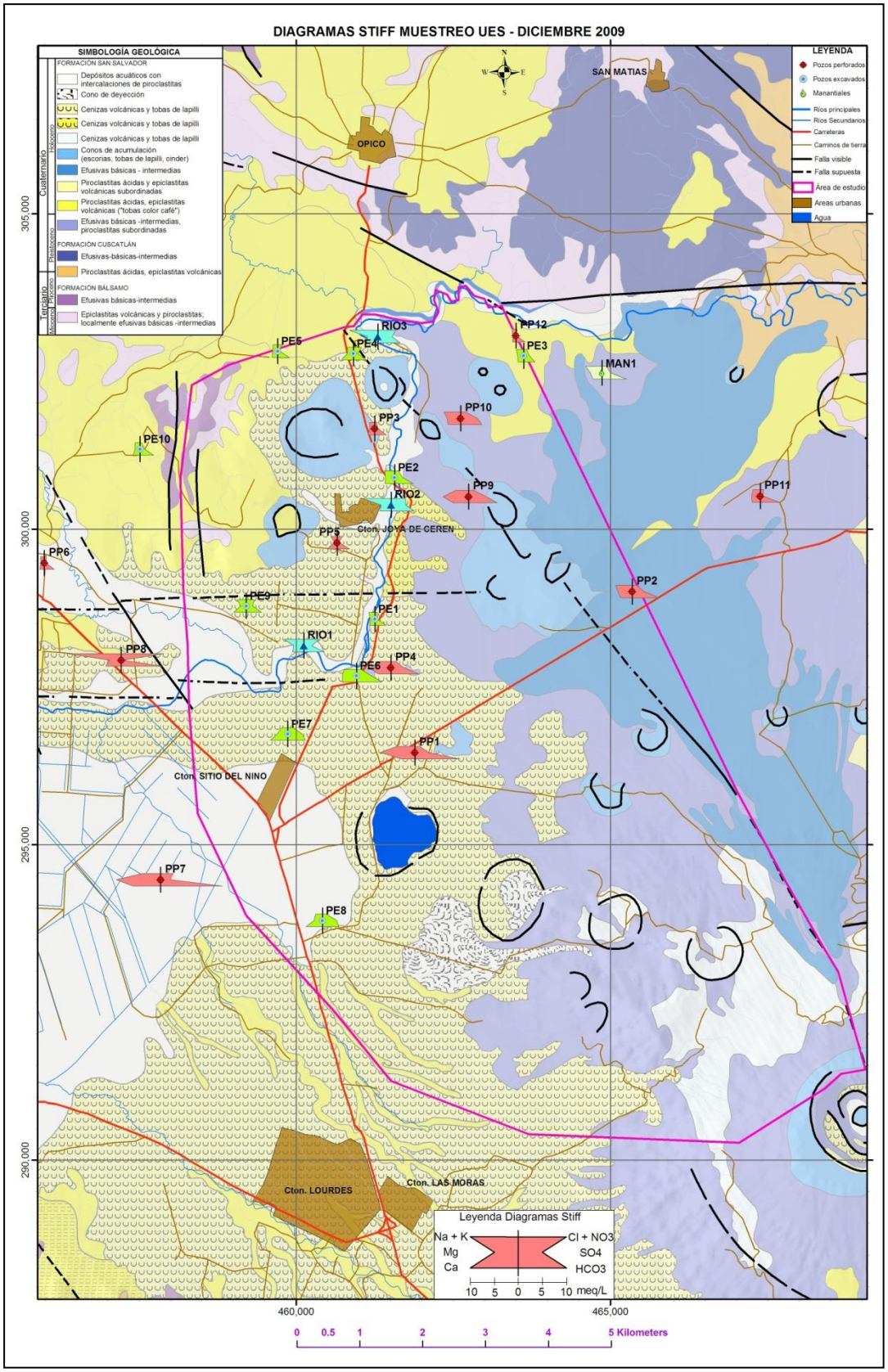


Figura 4.16. Diagramas Stiff de la campaña UES/2009.

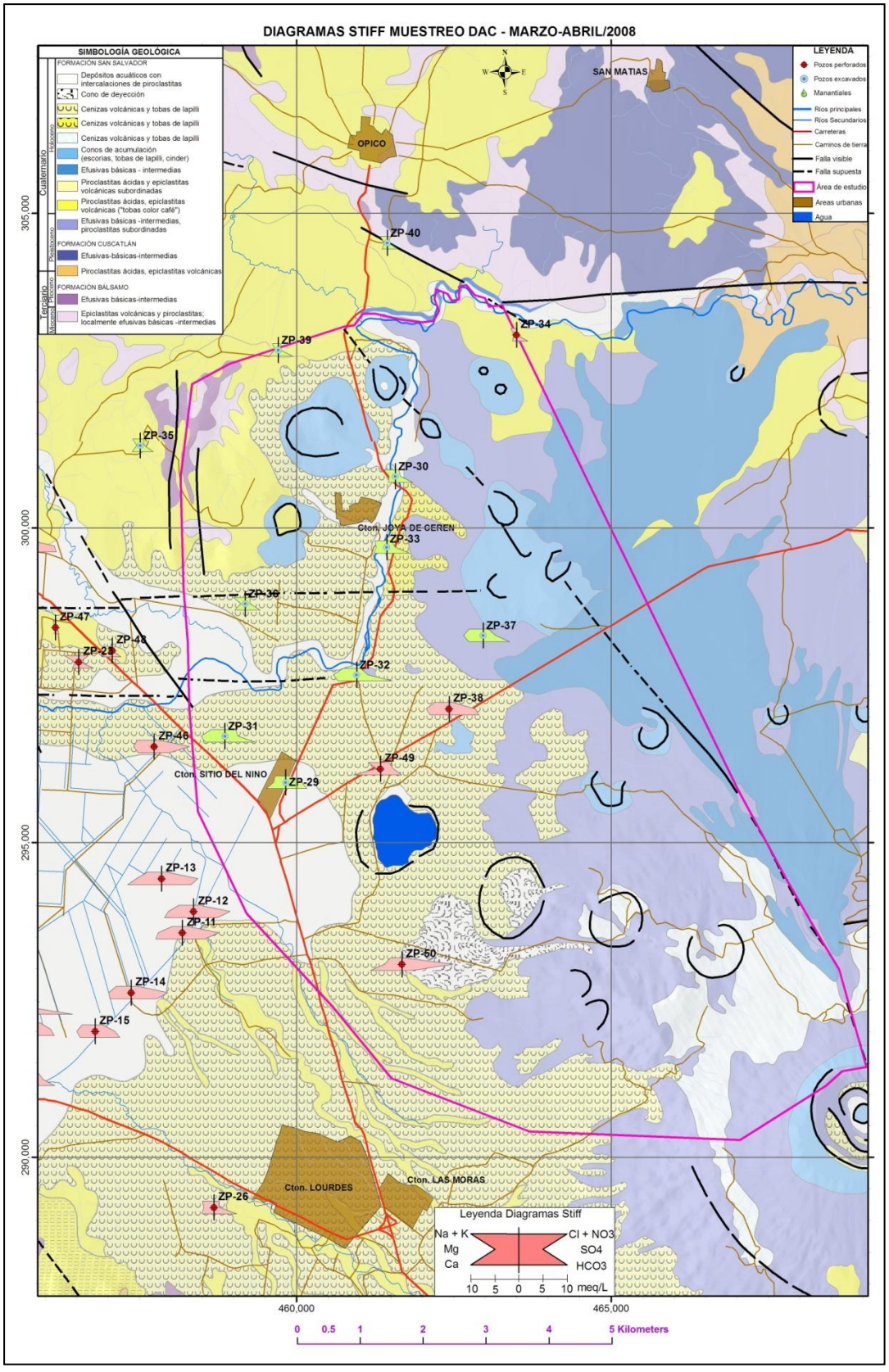


Figura 4.17. Diagramas Stiff de la campaña DAC/2008.

El acuífero somero del valle de Zapotitán, está compuesto por depósitos aluviales y coluviales cuaternarios (Q´f), y alcanzan espesores hasta 100 metros hacia el sur del valle (Arredondo, 2004). El acuífero está confinado por una capa conformada por lentes de cenizas finas con polvo volcánico y limos cementados, la cual presenta una permeabilidad muy baja. Este acuitardo se encuentra a una profundidad de aproximadamente 20-60 m (Arredondo, 2004). El acuífero profundo corresponde a una secuencia de materiales piroclásticos retrabajados y depósitos aluviales que comprenden arenas y gravas, bastante permeables.

Ningún pozo ha sido perforado hasta el basamento, lo que hace creer que realmente existe una fosa tectónica muy profunda en el Valle de Zapotitán, lo cual también explica la mineralización del acuífero profundo, ya que las áreas de recarga están cerca, pero el camino que deben recorrer las líneas de flujo es bastante largo, internándose en la fosa tectónica para luego ascender en el borde nor-oriental del valle. También la temperatura de algunos pozos es más elevada de lo normal, lo que indica calentamiento por gradiente geotérmico, como en el caso del pozo CENTA, en el Cantón San Andrés.

La conductividad eléctrica (CE) del agua subterránea en el área de interés, es más alta en los pozos profundos (400 a 1600 µS/cm) en general, que en los pozos someros (400 a 1000 µS/cm) (Figuras 4.18 y 4.19). En ambos casos, la CE aumenta a lo largo del flujo a través del valle en dirección oeste – este. La distribución de CE indica que puede haber un impacto en la calidad de las aguas subterráneas debido a actividades antropogénicas sobre el valle, tales como agricultura intensiva, industrias y urbanizaciones (HIDRODESARROLLO, 2008).

El pH del agua subterránea en Zapotitán varía entre 6,25 a 7,65 para el acuífero somero (Figura 4.20) y entre 5.85 a 8.14 para el acuífero profundo (Figura 4.21).

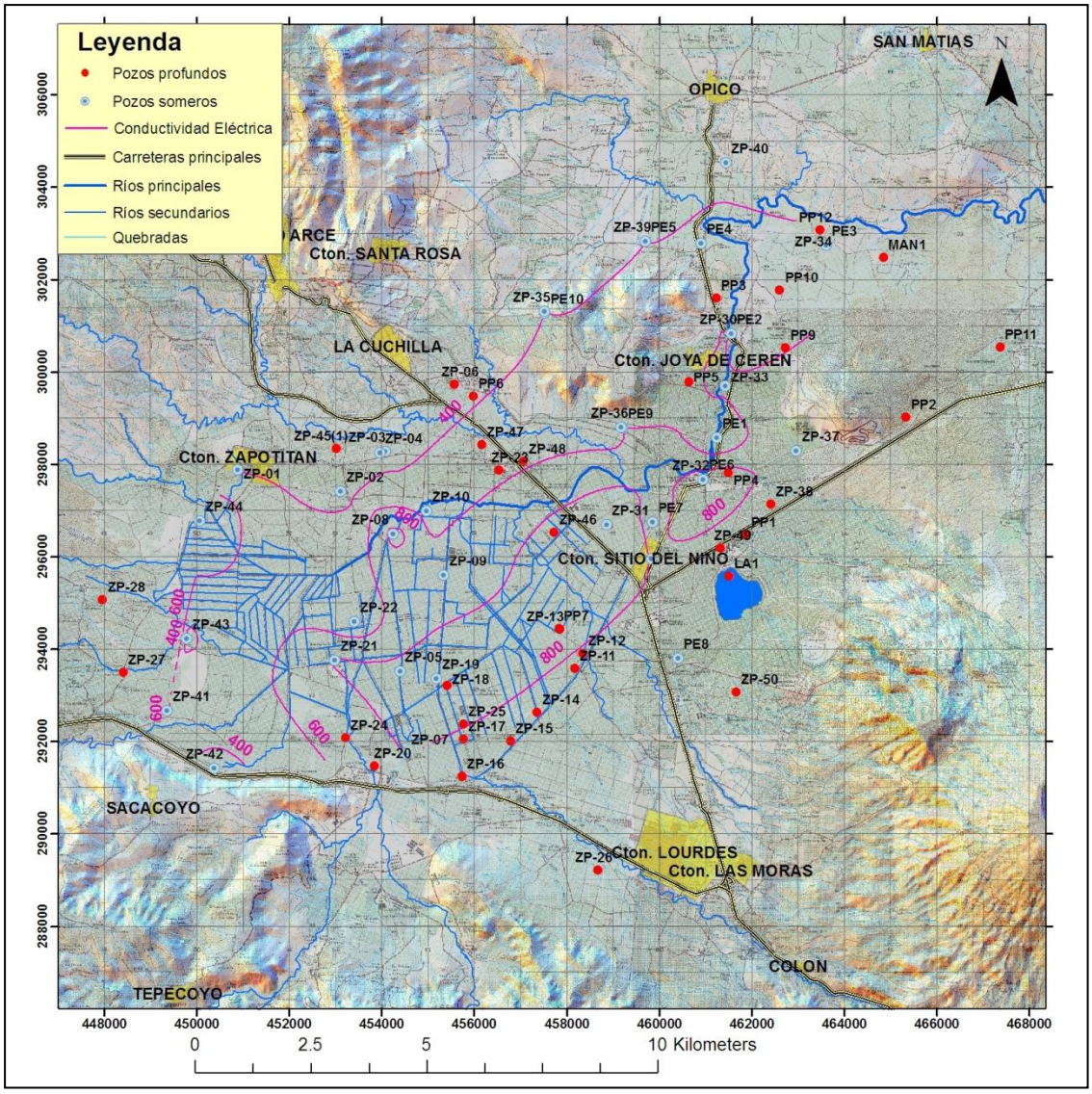


Figura 4.18. Isolíneas de conductividad eléctrica de pozos someros.

El valor de pH del acuífero somero es ligeramente más ácido que el valor correspondiente al acuífero profundo, ya que en el primer caso, el agua subterránea está en contacto con la atmósfera, es decir en equilibrio con la presión de CO_2 atmosférico, lo que le confiere un pH alrededor de 6.5, el cual puede variar en profundidad. Solo en un caso el valor de pH se encuentra fuera del rango de potabilidad (6.0 – 8.5, según Norma Salvadoreña NSO 13.07.01:99), en el pozo Colombia 4; sin embargo con una sola medida no se puede asegurar que esa sea su condición normal.

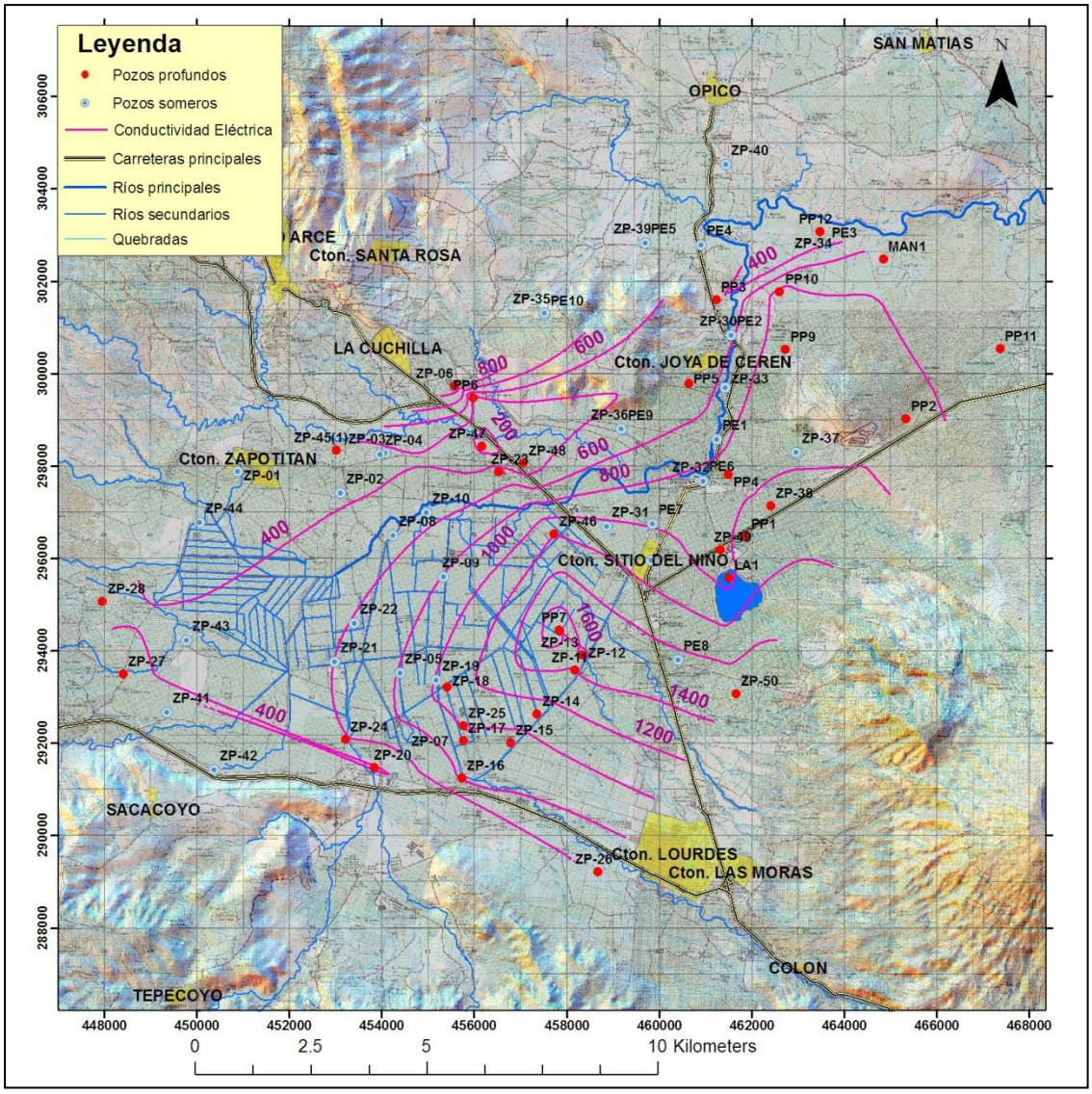


Figura 4.19. Isolíneas de conductividad eléctrica de pozos profundos.

Las figuras 4.20 y 4.21 muestran no solo isolíneas de igual pH, también muestran rangos de color para facilitar su lectura.

También se puede ver que en el caso del acuífero somero (Figura 4.20), los valores de pH más altos están asociados con la red de drenaje por canales en el Valle de Zapotitán, posiblemente por la temperatura de las aguas de retornos de riego, ya que el pH es muy sensible a cambios de temperatura.

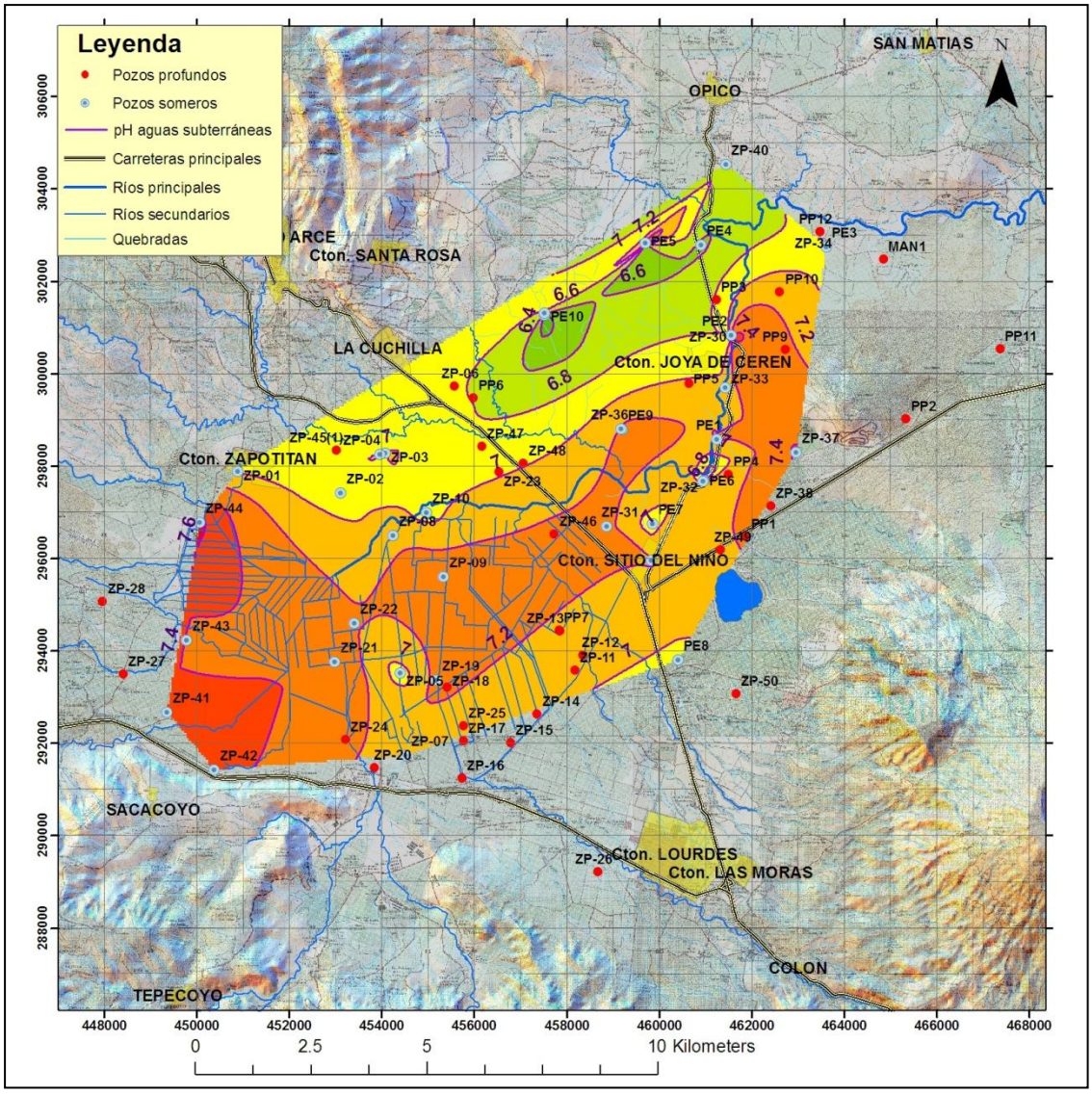


Figura 4.20. Valores de pH del acuífero somero.

Para el acuífero profundo ocurre algo similar, pero asociado al canal principal del Río sucio, por aguas que infiltran al sistema desde dicho cuerpo de agua o posiblemente por recarga proveniente desde el lago de Coatepeque, ya que sus aguas poseen un pH bastante elevado.

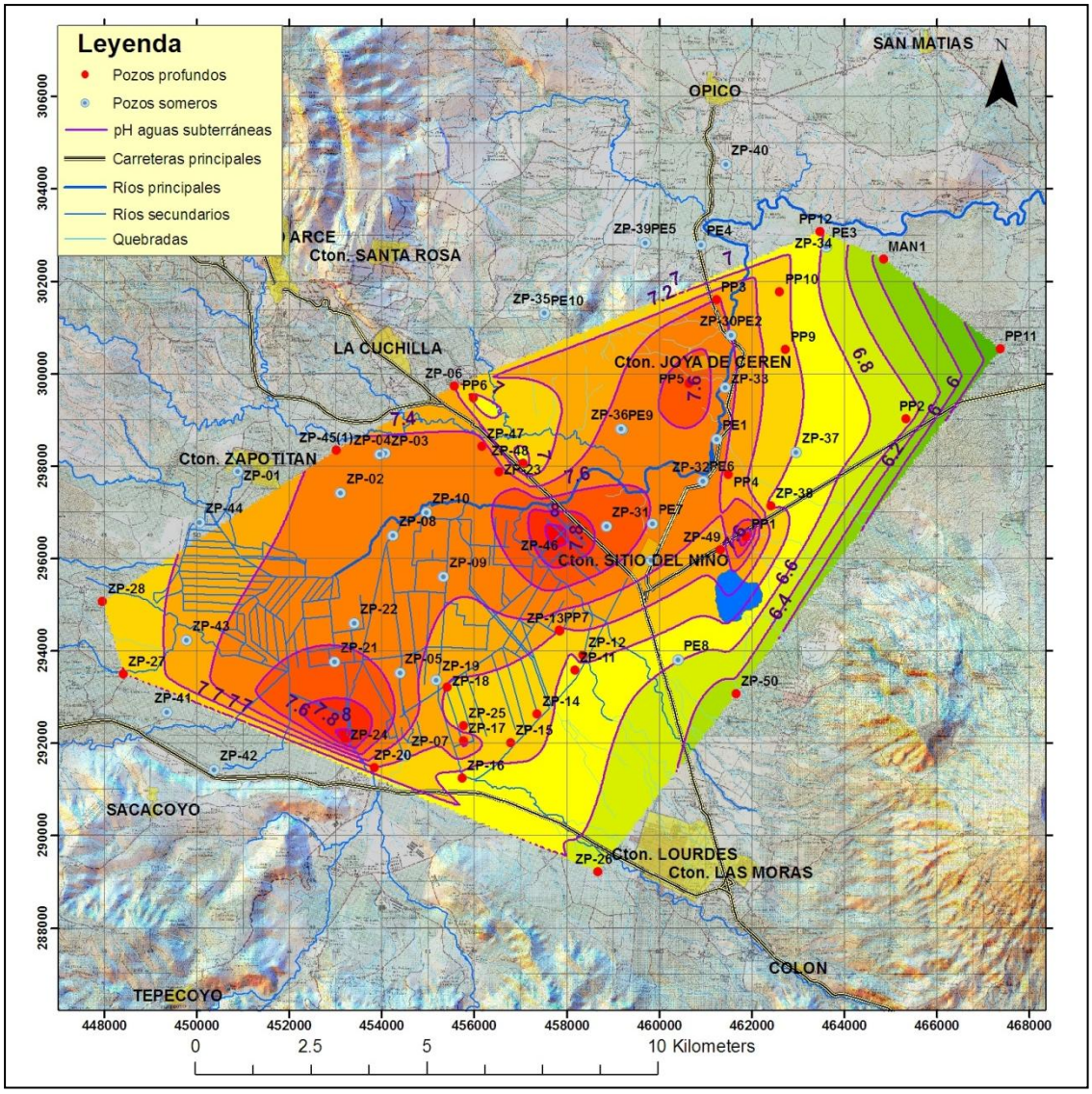


Figura 4.21. Valores de pH del acuífero profundo.

En las figuras de la 4.22 a la 4.25 se muestran los diagramas de Piper para diferentes combinaciones de las muestras de agua, con el objetivo de encontrar relaciones. Luego, en las figuras 4.26 y 4.27 se muestran los diagramas Piper de pozos excavados y perforados, respectivamente, de la campaña de muestreo de 2008.

En la Figura 4.22 se observa que la mayoría de las muestras tienen agua de composición bicarbonatada en el triángulo de los aniones y cálcica-magnésica-sódica en el triángulo de los cationes.

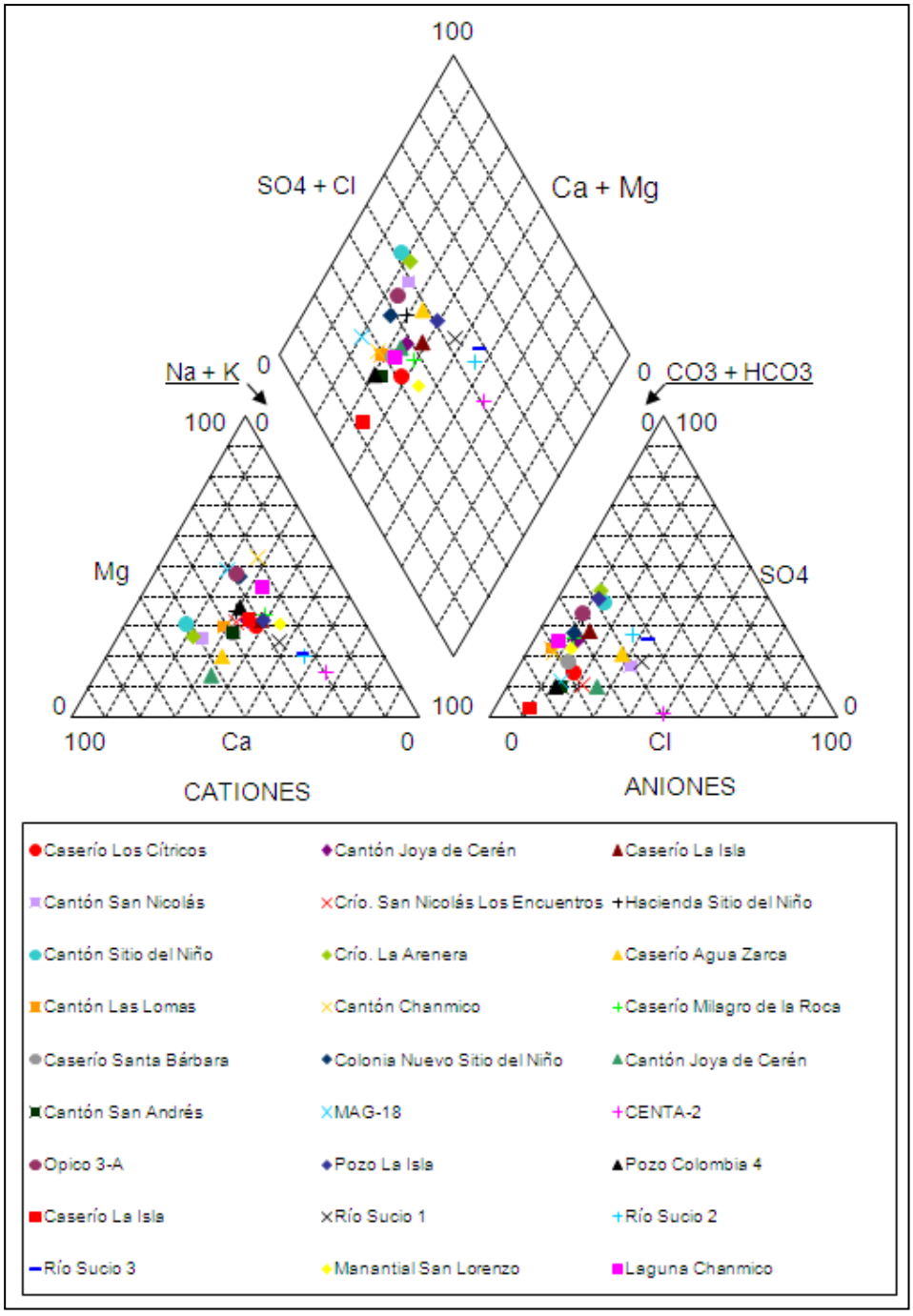


Figura 4.22. Diagrama Piper de todas las muestras campaña 2009.

En la Figura 4.23 se observa que las aguas de los pozos someros son de una composición bicarbonatada en el triángulo de los aniones y cálcica-magnésica-sódica en el triángulo de los cationes, pero se observan agrupaciones de puntos los cuales al correlacionarlos espacialmente indican procesos que se están dando en el sistema. Por

ejemplo los ríos se agrupan como bicarbonatadas-sódicas, mientras que las aguas de la laguna Chanmico se clasifican como bicarbonatadas-magnésicas. Existen algunos pozos someros que caen en la clasificación bicarbonatada-sulfatada-cálcica y se ubican en la zona del Caserío La Arenera y Cantón Sitio del Niño, pudiendo interpretarse como una mezcla entre aguas de recarga local y flujo regional. El resto de puntos son de composición bicarbonatada-cálcica-sódica.

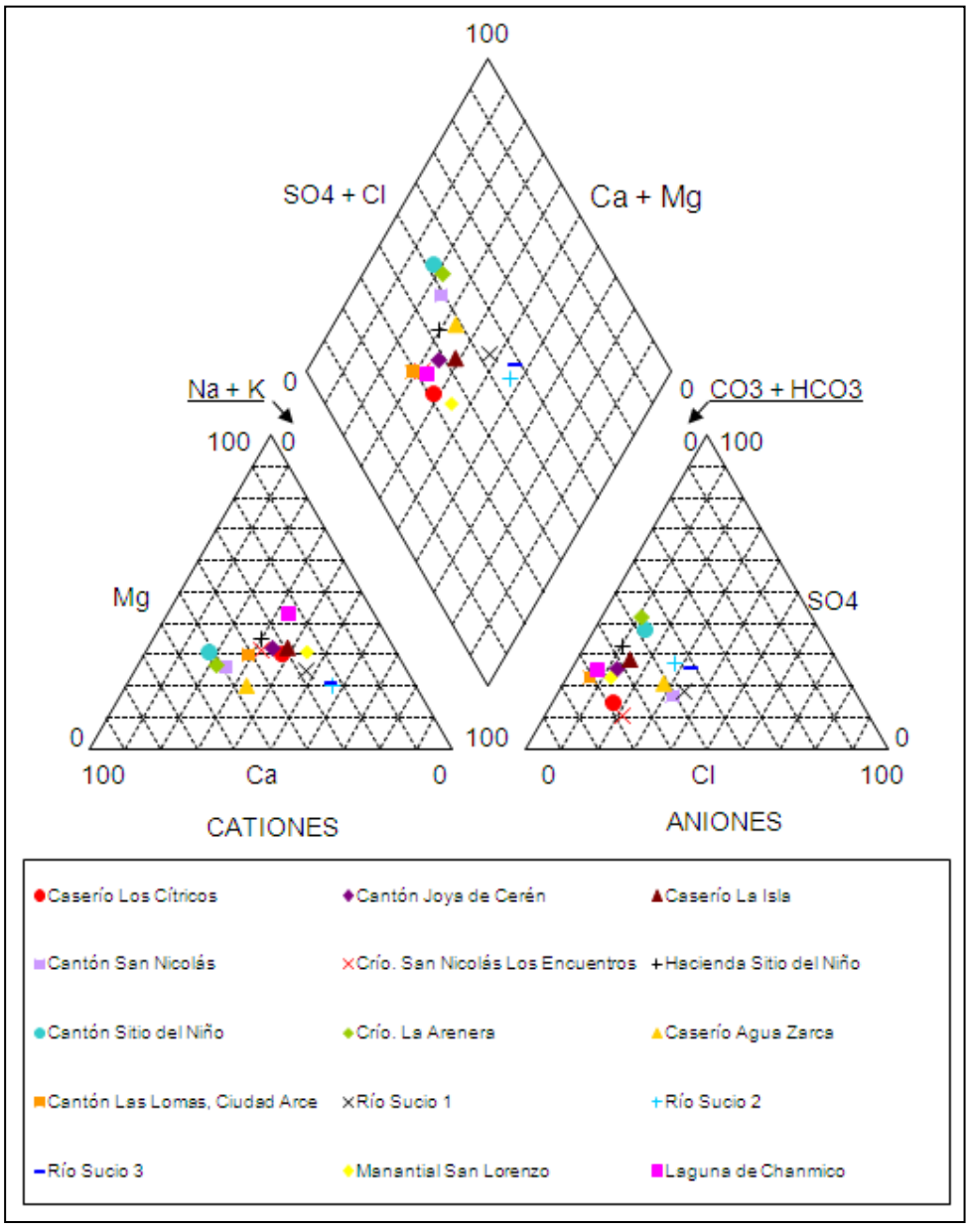


Figura 4.23. Diagrama Piper de pozos excavados y aguas superficiales. Campaña 2009.

En la Figura 4.24 se muestran los pozos perforados más el manantial San Lorenzo y la Laguna Chanmico, por considerar que estos cuerpos de agua actúan como zonas de descarga de flujos regionales. En general, se observa una composición bicarbonatada-sulfatada-magnésica-sódica para la mayoría de muestras. También se puede observar que las aguas de la laguna Chanmico son de una composición promedio, al parecer está en una zona de transición del sistema.

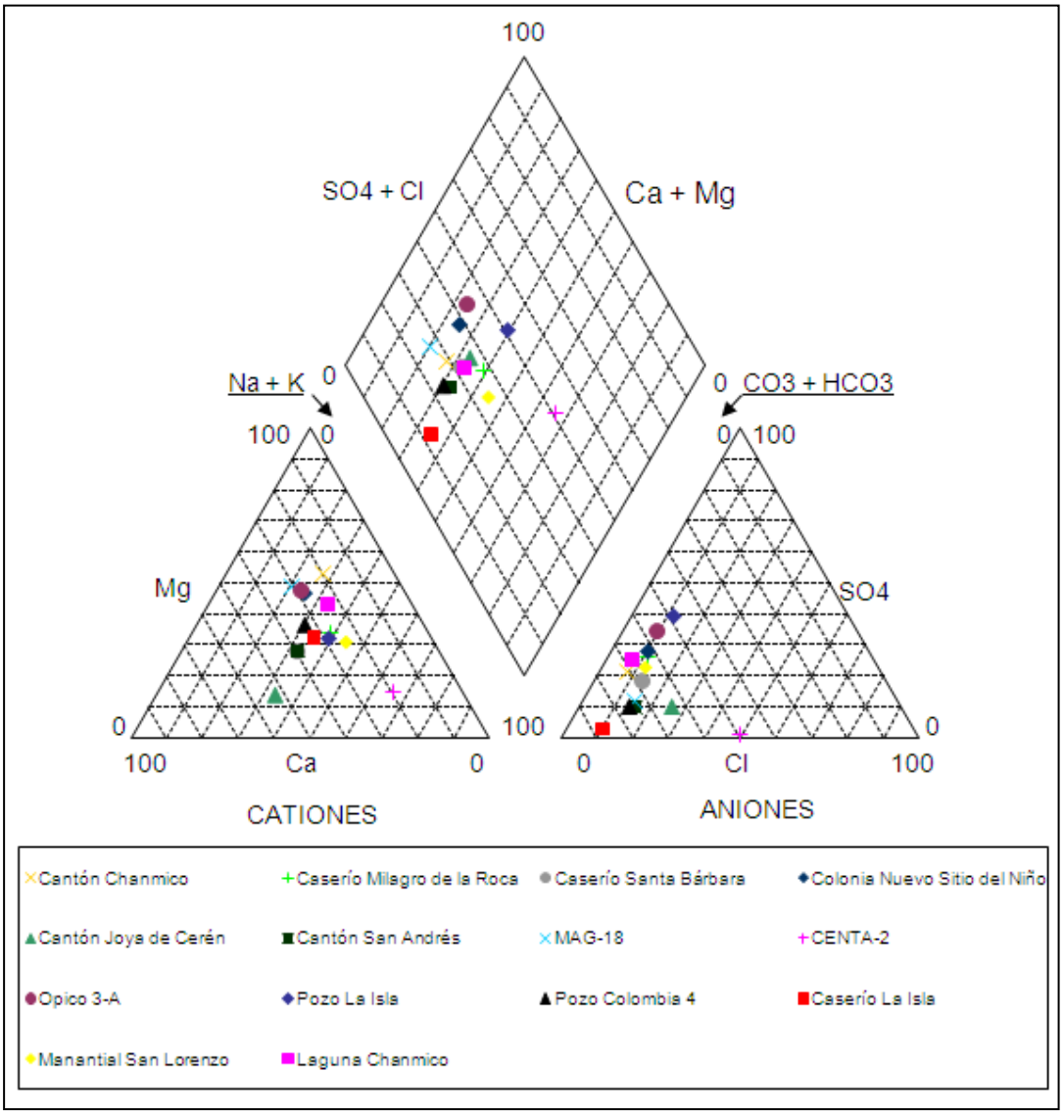


Figura 4.24. Diagrama Piper de pozos perforados, manantial y laguna. Campaña 2009.

Lo más relevante, además de las relaciones entre pozos sobre líneas de flujo, es que el pozo Joya de Cerén y CENTA 2 están recibiendo su recarga de zonas muy particulares; el pozo Joya de Cerén tienen una composición bicarbonatada-cálcica, característica de recarga local, parece que su recarga la recibe de zonas próximas, todo lo contrario ocurre con el pozo CENTA 2, ya que su composición es más clorurada que el resto de muestras, también es más sódica que el resto. Debe notarse que este pozo tiene influencia termal, su temperatura es cercana a los 40ºC y puede estar siendo recargado por aguas de flujo regional más profundo, cuyo calentamiento puede deberse al gradiente geotérmico regional o a circulación convectiva de calor de un cuerpo magmático.

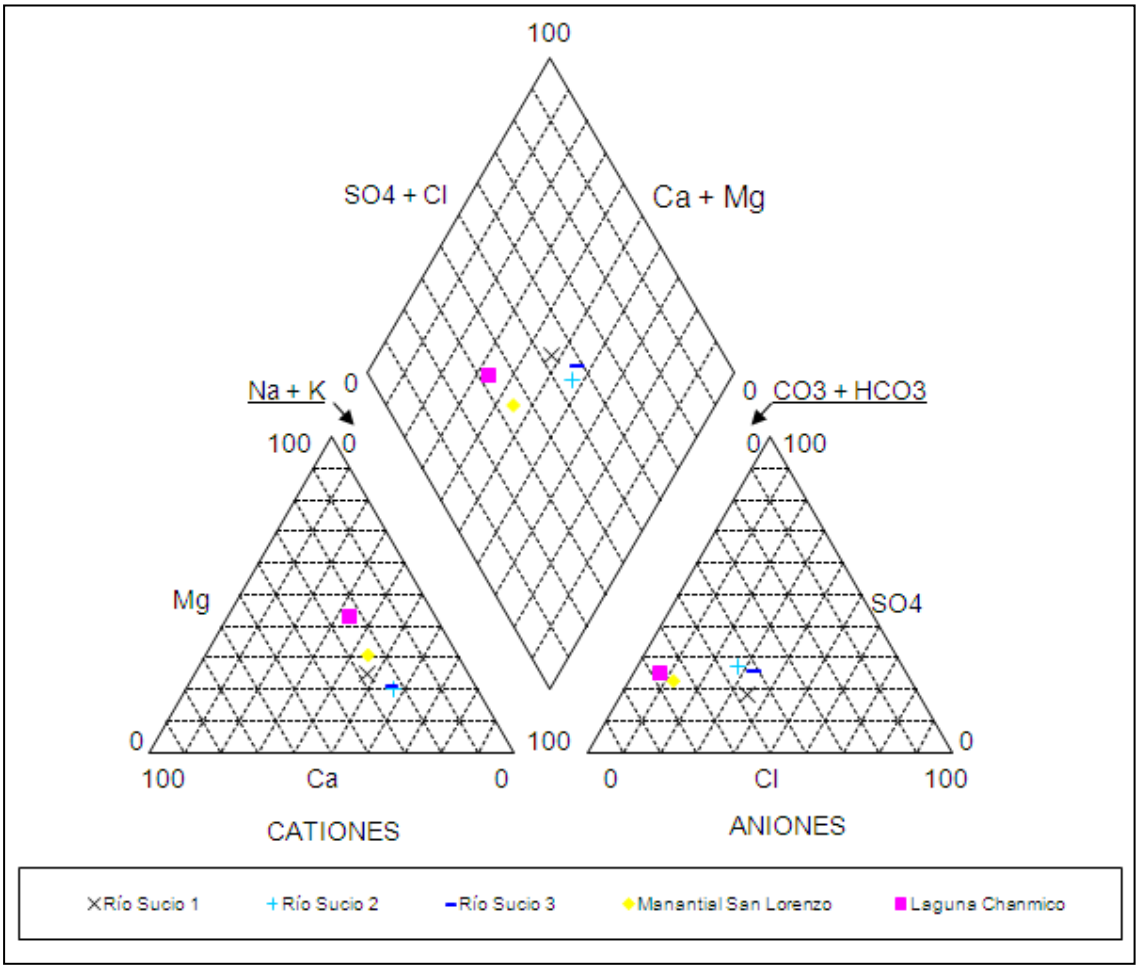


Figura 4.25. Diagrama Piper de muestras de aguas superficiales. Campaña 2009.

Por último, se muestra en la Figura 4.25 la relación entre los cuerpos de agua superficial, incluido el manantial San Lorenzo. Se puede ver una clara relación entre las aguas del río Sucio, claro es el mismo cuerpo de agua, pero además, el agua del río tiene composición muy diferente a la de las fuentes de agua en general, ya que son una mezcla de aguas bastante mineralizadas que provienen del Valle de Zapotitán y aguas frescas de recarga en el Volcán de San Salvador, en condiciones de acuífero libre y de baja mineralización; por otra parte, las aguas de la laguna Chanmico y el manantial San Lorenzo tienen relación, al parecer corresponden al mismo sistema de flujo, siendo ambas bicarbonatadas, pero las aguas del manantial, por tener mayor recorrido, tienden a ser un poco bicarbonatadas-sódicas, mientras que las aguas de la laguna son bicarbonatadas-magnésicas.

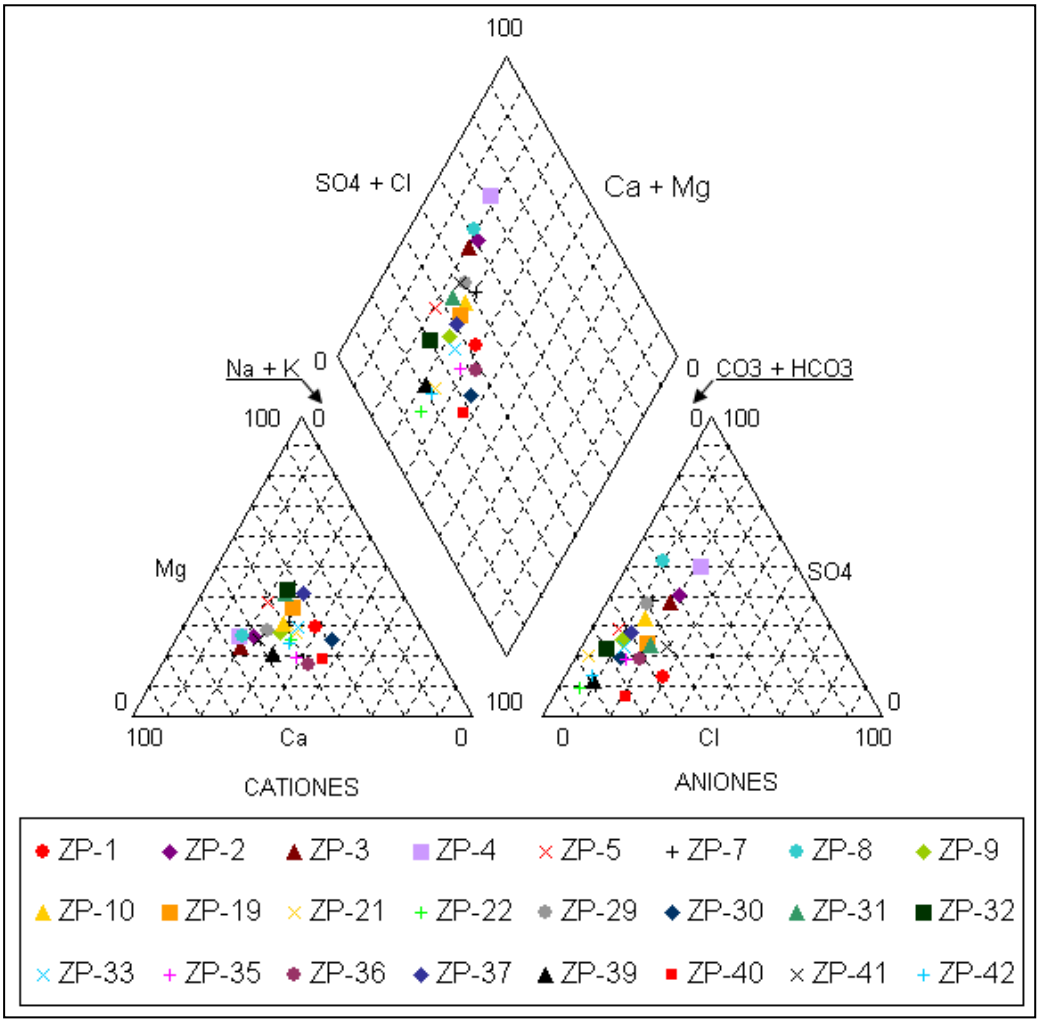


Figura 4.26. Diagrama Piper de pozos excavados. Campaña 2008.
Fuente: HIDRODESARROLLO, 2008

En la Figura 4.26 se observa que la mayoría de pozos someros, muestreados en la campaña de 2008, tienen agua de composición bicarbonatada-sulfatada en el triángulo de los aniones y cálcica-magnésica-sódica en el triángulo de los cationes.

En la Figura 4.27 se observa que las aguas de los pozos profundos, muestreados en la campaña de 2008, son de una composición bicarbonatada-sulfatada en el triángulo de los aniones y cálcica-sódica en el triángulo de los cationes.

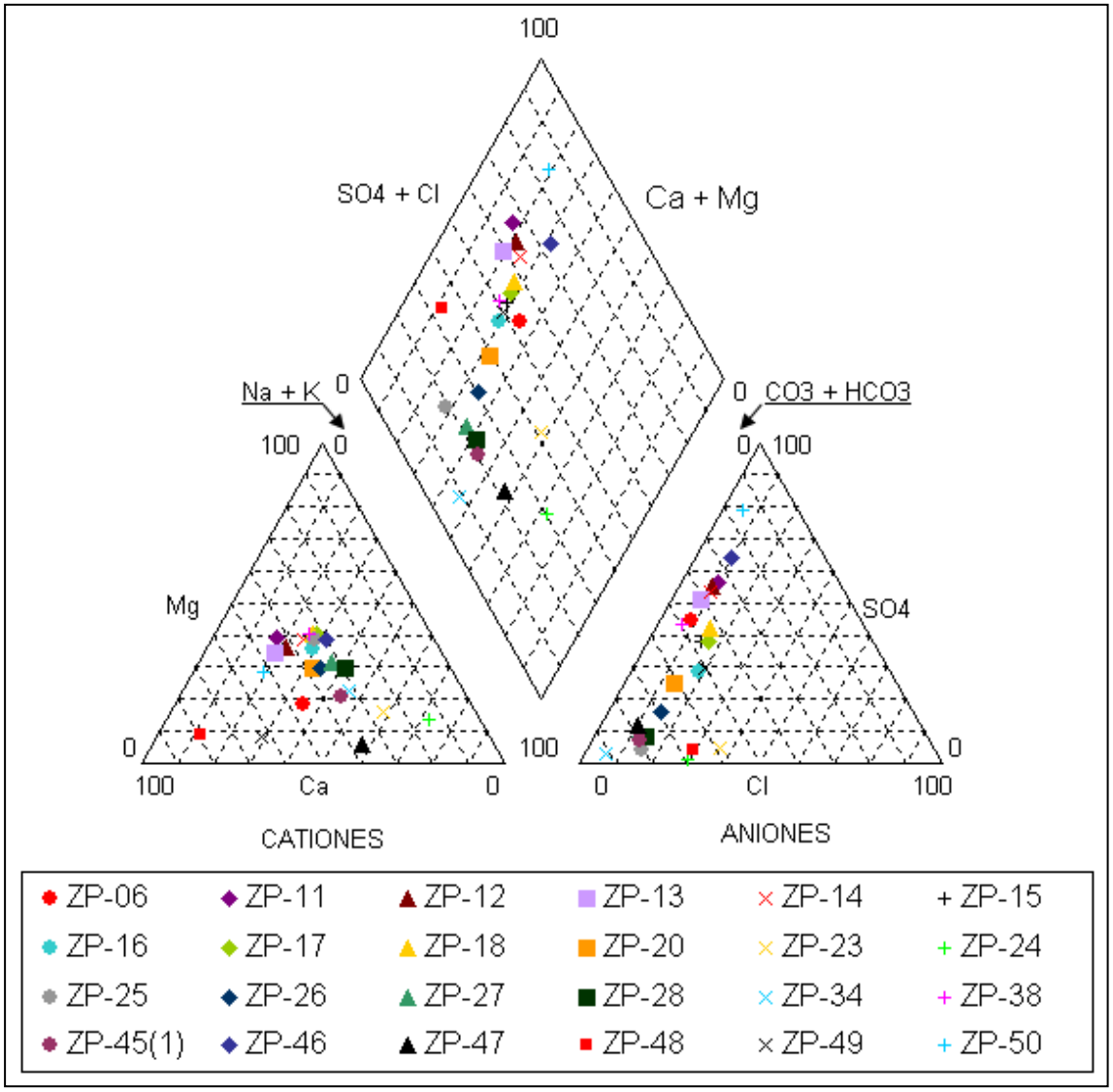


Figura 4.27. Diagrama Piper de pozos perforados. Campaña 2008.
Fuente: HIDRODESARROLLO, 2008

En ambas campañas se obtuvieron resultados similares, que confirman las relaciones de flujo y procedencia de la recarga del sistema acuífero.

En la campaña de muestreo de 2009, no se realizaron análisis de nutrientes diferentes de Nitratos, tampoco se realizaron análisis de metales pesados, ya que el objetivo del estudio no es la contaminación, sino la caracterización hidrogeológica del sistema acuífero; sin embargo, ya que en 2008 se realizaron análisis de nutrientes, se puede comentar sobre los resultados. Concentraciones elevadas de nutrientes (nitrato, NO_3 y fosfato, PO_4) son indicadores de contaminación antropogénica del agua subterránea.

Concentraciones mayores de aproximadamente 3 mg/L de NO_3, y mayores de aproximadamente 0.5 mg/L de PO_4 indican una fuente no natural, como una conexión con agua superficial contaminada (agua servida o fosas/sistemas sépticos).

En Zapotitán, las concentraciones de NO_3 del agua subterránea somera son bastante variables, desde no detectable hasta valores de 76.46 mg/L, su distribución es muy irregular en toda el área, lo que indica una fuente de contaminación antropogénica debido a agricultura y a las descargas de aguas servidas y fugas de alcantarillados de las urbanizaciones. Al menos dos de las muestras de agua subterránea somera sobrepasan el valor máximo admisible de 45.0 mg/L, con valores de 76.46 (Pozo PE-09) en el Caserío Agua Zarca y de 48.50 (Pozo PE-04) en el Cantón San Nicolás. Las aguas subterráneas profundas son en general de mejor calidad, aunque existe un pozo en el cual la concentración de NO_3 es de 60.34 mg/L (Pozo ZP-49).

La concentración de PO_4 demuestra una distribución similar al NO_3, aumentando hacia el centro y hacia el este del valle. La máxima concentración en pozos profundos es de 1.23 mg/L y de 2.22 mg/L para los pozos someros.

El aumento de Si en solución depende de la cinética de la reacción de disolución de los minerales silicatos, la cantidad de Si es un indicador muy aproximado del tiempo de

residencia del agua en el acuífero, donde aguas subterráneas más viejas tendrán mayores concentraciones de sílice.

Los valores de Si en el agua subterránea de Zapotitán varían entre 21.28 a 92.79 mg/L en el acuífero somero y de 9.54 a 128.89 mg/L en las muestras de agua de los pozos profundos. La concentración de Si en el acuífero profundo es mayor, lo que indica mayores tiempos de residencia de las aguas subterráneas profundas. Por otra parte, las concentraciones de Si a la entrada del valle son mayores que en el centro del mismo, posiblemente por la dilución producida por la recarga por infiltración proveniente del acuífero somero. En general, en todas las muestras de la campaña de 2009, los resultados de sílice son altos, indicando la influencia de un sistema de flujo regional.

4.1.3 Hidrología isotópica

Durante la ejecución de este estudio no se realizó muestreo isotópico, pero se ha considerado muy importante interpretar la información que en dicha temática se ha generado hasta la fecha de hoy en el área de estudio.

Existe información de al menos tres proyectos de investigación de recursos hídricos que han coincidido con el área de estudio, el primero fue la investigación financiada por el proyecto Fortalecimiento de la Gestión Ambiental en El Salvador (FORGAES) en el año 2005, con el objetivo dar respuesta al descenso de los niveles de agua en el Lago Coatepeque y que causó mucha alarma entre los vecinos; el segundo, desarrollado entre 2005-2007, con asistencia técnica del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), para la caracterización de los recursos hídricos subterráneos del Acuífero Zapotitán-El Playón y el tercero, desarrollado por el Programa DAC en 2008 para elaborar los modelos conceptuales de los acuíferos en tres áreas prioritarias: San Miguel, Santa Ana y Zapotitán.

El autor del presente trabajo de tesis participó en las primeras dos investigaciones, principalmente como apoyo de campo, por tal razón, las instituciones MARN y ANDA han proporcionado los datos de análisis isotópicos realizados en ambos proyectos. Solo se obtuvo el informe de la consultoría de FORGAES, del proyecto OIEA se obtuvieron los datos crudos, los cuales se analizarán en este apartado.

La primera investigación tuvo un sustento hidrogeológico e hidrogeoquímico, para dar respuesta al descenso de niveles en el Lago Coatepeque, durante el desarrollo de la investigación se propuso realizar análisis isotópicos para confirmar la posible conexión del agua subterránea de la cuenca del Lago Coatepeque con los acuíferos de Santa Ana y Zapotitán. El estudio fue realizado por el Dr. Jacques Marchand, procedente de Bélgica, al mismo tiempo se desarrollaban dos consultorías del programa Descontaminación de Áreas Críticas, sobre la elaboración de planes de investigación hidrogeológica e hidrogeoquímica para el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Los consultores por el DAC fueron los profesionales Martha Espinoza (nicaragüense) y Jesse Stimson

(estadounidense), por lo que los tres consultores trabajaron juntos y compartieron los datos hidrogeoquímicos entre los dos estudios, así como se apoyaron en las interpretaciones científicas.

Aunque existe bastante material de estos estudios, solo se discutirán los resultados de análisis isotópicos, recolectados en el estudio por Marchand (2005).

El Lago Coatepeque es una caldera volcánica, con un espejo de agua de 25 Km^2, y con una profundidad máxima de 120 metros. Una panorámica del lago se muestra en la Fotografía 52.



Fotografía 52. Vista panorámica del lago Coatepeque, desde el lado norte de la cuenca

El lago de Coatepeque está ubicado aproximadamente 15 km hacia el sur de Santa Ana y 20 km hacia el noroeste del valle de Zapotitán. La ubicación de los pozos, manantiales y localidades en el lago muestreados como parte del estudio, están ilustrados en la Figura 4.28. Se muestrearon tres ubicaciones en el lago, para tener un concepto de la variabilidad de la

química en el lago. Se recolectaron muestras de dos pozos en la cuenca del lago, uno en el borde norte (Pozo 1), y otro en el borde sureste (Pozo 2). También se muestrearon varios manantiales en las cuencas de Santa Ana (Manantiales 82 y 83), Zapotitán (Manantiales 6, 7, 10, 11 y 17; Figura 4.28) y en el área de Caluco (Manantiales 101 a 104), ubicados hacia el suroeste del lago

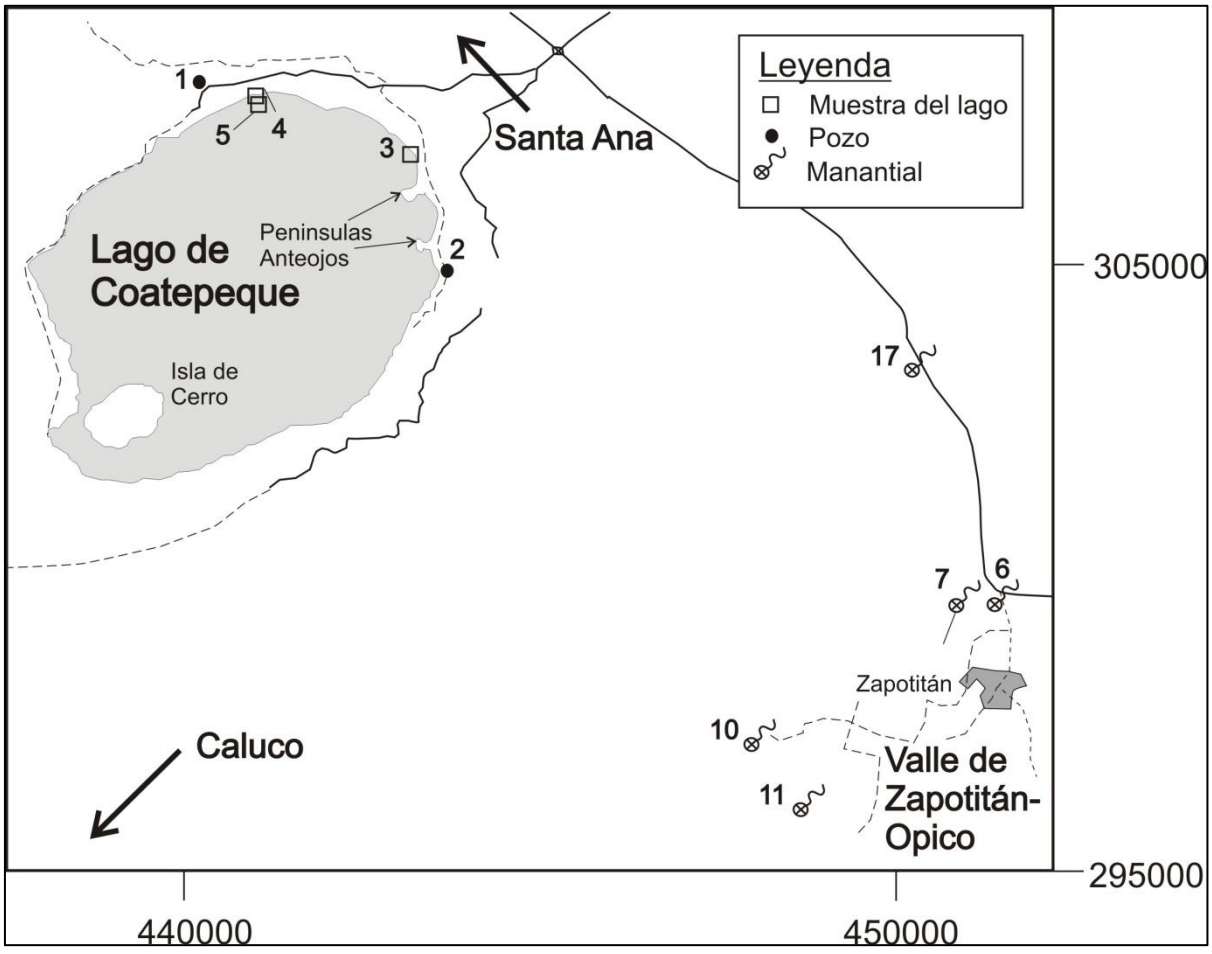


Figura 4.28. Ubicación de pozos, manantiales y localidades en el lago Coatepeque muestreados para análisis isotópico.
Fuente: Stimson, 2005

En la Tabla 4.7 se muestran los resultados de los análisis isotópicos en todas las fuentes de agua.

Tabla 4.7. Datos isotópicos de muestras tomadas en la cuenca de Lago Coatepeque, Zapotitán, Santa Ana y Caluco

Número de muestra	Nombre	Tipo de fuente	Localidad [a]	Profundidad *m*	Fecha de muestreo	^{18}O *(‰ SMOW)*	^{2}H *(‰ SMOW)*
1	Cantón Perejillos	pozo profundo	C	42	29/06/2005	-4.6	-34.6
2	Guineo Escuela	pozo profundo	C	41	29/06/2005	+0.8	-3.9
3	Hotel Torremolinos	lago	C	NA	29/06/2005	+1.4	+0.4
6	Termos del Río	manantial termal	Z	NA	29/06/2005	-4.2	-34.2
7	Finca Chorrorrón	manantial	Z	NA	ND [b]	-5.6	-40.2
9	Planta Tres Ceibas	pozo profundo	Z	17	30/06/2005	-7.3	-49.9
11	Piscina de Presa	manantial	Z	NA	30/06/2005	-6.3	-41.1
17	Man. La Joya	manantial	C	NA	06/07/2005	-6.5	-43.8
19	Piedra Pacha No. 2	pozo profundo	A	176	06/07/2005	-7.2	-48.4
20	Trebol No. 5	pozo profundo	A	108	ND	-7.7	-51.6
21	Araugua No. 1	pozo profundo	A	108	06/07/2005	-6.7	-46.9
82	COEX	manantial	A	NA	14/07/2005	-7.1	-47.4
83	Apanteos	manantial	A	NA	14/07/2005	-7.4	-49.2
101	Hda Comalapa	manantial	L	NA	13/07/2005	-7.5	-51.2
102	Finca El Milagro	manantial	L	NA	ND	-7.9	-53.5
103	El Milagro Ceiba	manantial	L	NA	13/07/2005	-7.6	-50.6
105	Caluco, El zapote	manantial	L	NA	13/07/2005	-8.1	-53.7

[a] Areas: C = Coatepeque, A = Santa Ana, M = San Miguel, Z = Zapotitán, y L = Caluco
[b] ND = no disponible, no aplicable

Fuente: Stimson, 2005

Una consideración clave en el estudio de Marchand (2005) era determinar si existían fugas de agua subterránea hacia otras cuencas hidrogeológicas colindantes, para explicar el descenso del agua del lago a través de las últimas décadas. Utilizando métodos hidrogeoquímicos, existe la posibilidad de encontrar la ´huella digital´ en la composición química del agua del lago que se mezcla con aguas subterráneas de otras cuencas, si no hay una dilución muy fuerte por otras fuentes de agua, como la infiltración. Eso se debe a que el Lago Coatepeque tiene una composición muy única, en particular en términos de su composición de iones mayores, B y Si (Stimson, 2005).

El flujo de agua subterránea puede ocurrir a través de medios porosos o fracturas, pero en gran escala, el flujo de aguas subterráneas en rocas fracturadas normalmente se puede considerar como un medio poroso, y la cuenca hidrográfica se puede considerar de las mismas dimensiones de la cuenca hidrogeológica.

Del punto de vista hidrogeoquímico se abordaron dos estrategias para investigar la posible fuga de agua subterránea desde el lago: 1.) el muestreo de pozos en el borde del lago, para determinar si el agua del lago está entrando en éstos pozos y 2.) el muestreo de manantiales afuera de la cuenca para ver si hay indicadores químicos que confirme que el agua del lago se está mezclando con estas fuentes.

En la Figura 4.29 se muestra el diagrama Piper de los resultados del muestreo químico en las fuentes de agua dentro y fuera de la cuenca del Lago Coatepeque. Se observan claramente dos o tres grupos o familias de características químicas similares. El agua del lago de Coatepeque es un extremo en su grupo, por sus características de alta mineralización, alto pH y altas concentraciones de Boro. Se observan algunas muestras alrededor de este extremo y corresponden a los pozos profundos dentro de la cuenca del lago y algunos manantiales del Valle de Zapotitán.

Otros dos grupos parecen no tener ninguna relación con agua del lago, corresponden a manantiales de Caluco y del Valle de Zapotitán; las segundas seguramente reciben recarga directa de la infiltración de aguas lluvias, ya que son de composición bicarbonatadas-cálcicas.

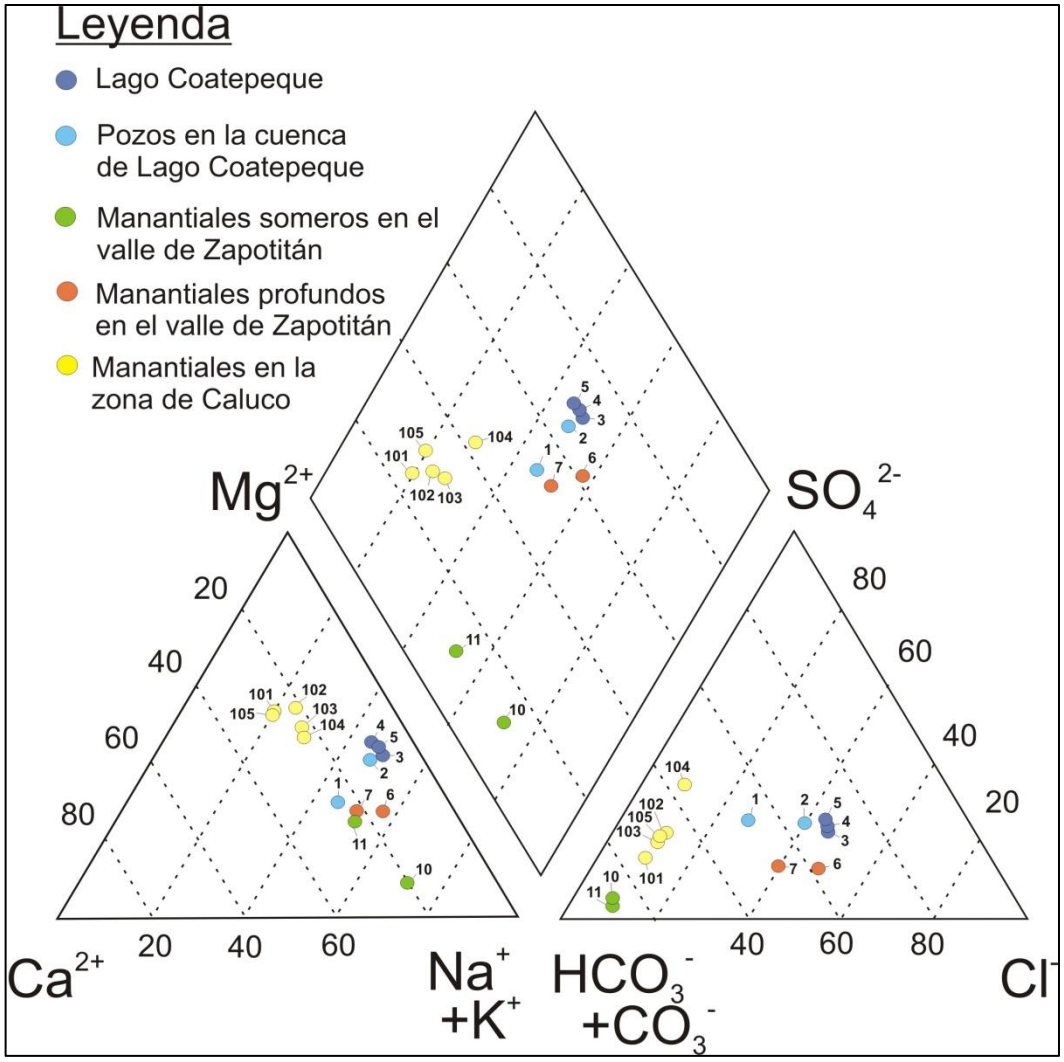


Figura 4.29. Diagrama de Piper para los análisis de iones mayores de muestras colectadas dentro y fuera de la cuenca del Lago Coatepeque
Fuente: Stimson, 2005

La composición isotópica del agua es otro indicador de especial utilidad en estudios de mezcla de aguas (Gonfinatini, 1986). Los valores de $\delta^{18}O$ y $\delta^{2}H$, medidos en unidades de ‰ desviación de un estándar, SMOW (estándar de la media de agua de mar), normalmente son negativos para la precipitación (Freeze y Cherry, 1979). Los valores de $\delta^{18}O$ y $\delta^{2}H$ disminuyen, de forma paralela, con la menor temperatura de condensación de precipitación, que disminuye con mayor latitud o altitud. Esta relación entre $\delta^{18}O$ y $\delta^{2}H$ se llama línea meteórica de agua global (GMWL), por sus siglas en inglés) que tiene la ecuación aproximada de $\delta^{2}H = 8\ \delta^{18}O + 10$. El agua subterránea que no ha sufrido evaporación o calentamiento

(aguas termales), tendrá la composición isotópica de la precipitación que infiltró, que tiene una estrecha relación con la altitud de la zona de recarga. La mayoría de los aguas subterráneas de varios pozos de Santa Ana, Zapotitán y Caluco se ubican cerca de la GMWL, con valores de $\delta^{18}O$ de -41,1 a -53,7 ‰ y valores de $\delta^{2}H$ de -6,3 a -8,1 ‰, donde el error de análisis es ± 0,2 ‰ para $\delta^{18}O$ y ± 2,0 ‰ para $\delta^{2}H$ (Figura 4.30). Sin embargo, el agua del Lago Coatepeque tiene una composición muy enriquecida ($\delta^{18}O$ de +1,4 ‰ y $\delta^{2}H$ de +0,4 ‰), por debajo de la recta meteórica. Las muestras de los Pozos 1 y 2 se ubican cerca de una línea de mezcla entre el agua subterránea y el agua del lago (Figura 4.29). El Pozo 2 tiene una composición poco diferente del lago, mientras que el Pozo 1 tiene una composición media entre los dos extremos.

Esta información indica que una mayor cantidad de agua del acuífero (la composición del agua es semejante a otras aguas subterráneas del país: bicarbonatada-cálcica, con bajas concentraciones de iones, y alta concentración de sílice), está entrando más en el Pozo 1 que en el Pozo 2. El agua subterránea del Pozo 2 parece tener como fuente principal la del lago. El análisis hidrogeoquímico también concluyó que el agua del pozo 2 tiene todas las características del agua del lago.

Al estar ambos pozos dentro de la cuenca del lago, era de esperarse que tuvieran alguna influencia de éste, pero lo más interesante del análisis isotópico es que indica que algunos manantiales del Valle de Zapotitán se ajustan muy bien sobre una línea de mezcla entre aguas de lluvia (sobre la GMWL) y agua del lago Coatepeque, la cual es muy enriquecida en isótopos de oxígeno 18 y deuterio debido a la evaporación de su espejo de agua.

Los manantiales que mostraron mayor similitud en su composición isotópica a la del agua del lago son el 6 y el 7 (Figura 4.30), Termos del Río y Finca Chorrerrón, respectivamente. Estos manantiales se ubican justamente donde existe la mayor posibilidad de fuga de agua del lago, por razón de la menor altura del borde sureste del cráter, y la existencia de grandes fracturas, las cuales son visibles en su morfología

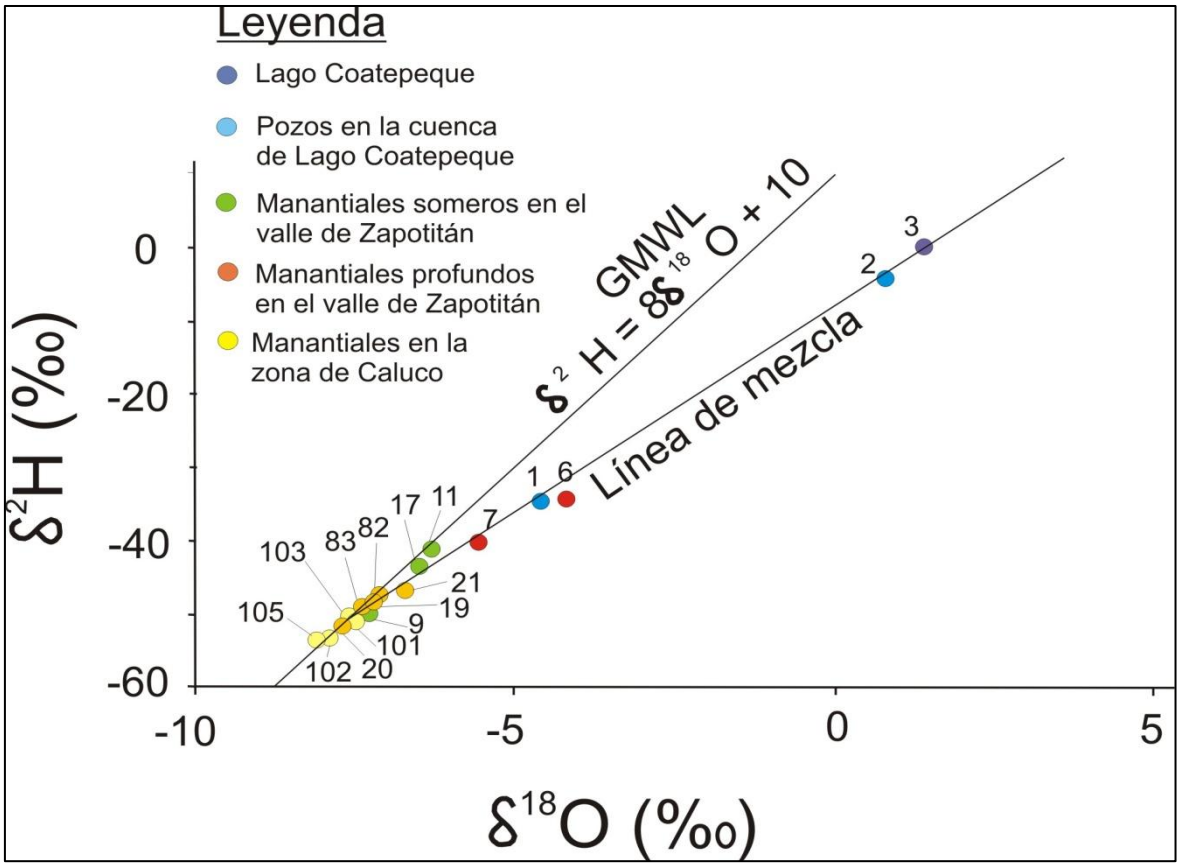


Figura 4.30. Composición isotópica del agua subterránea y superficial en el área de influencia del Lago Coatepeque
Fuente: Marchand, 2005

Los manantiales tienen una química que refleja mayores concentraciones de varios indicadores del agua del lago, incluyendo CE (1600 a 2150 µS/cm), concentración de Cl (140-222 mg/L), SO_4 (64-78 mg/L) y B (1,3-2,6 mg/L). La composición de estos manantiales es más magnésica-sódicas-cloruradas, y son similares al agua del lago. Los valores de $\delta^{18}O$ y $\delta^{2}H$ se ubican sobre una línea de mezcla entre el agua del lago y el agua subterránea típica. Basado en esos valores, Stimson concluyó que el aporte del agua del lago al Manantial 6 (Termos del Río) es mayor que al Manantial 7 (El Chorrerrón). Los valores de $\delta^{18}O$ y $\delta^{2}H$ indican que el Manantial 6 tiene un 35% de agua del lago, mientras que el Manantial 7 tiene un 20% de agua del lago.

Es evidente que el agua de los manantiales tiene otro aporte, por fracturas profundas, ya que tienen temperaturas elevadas (30,8 y 35,4 ºC). También la concentración de Si es elevada en

estos dos manantiales (88 a 103 mg SiO_2 mg/L), mientras que la concentración de Si en el lago es mínima (4 mg SiO_2 mg/L). Eso indica que el agua de los manantiales tiene mayor tiempo de residencia y temperatura para llegar a disolver cantidades de sílice en solución (Stimson, 2005).

Estos y otros resultados obtenidos en el proyecto de OIEA se analizarán de manera integrada, calculando para ello la Línea Meteórica Local (LMWL por sus siglas en inglés), ya que se cuenta con datos de isótopos de la lluvia en tres estaciones: Coatepeque, San Andrés y Boquerón, las cuales fueron monitoreadas por espacio de dos años (2006-2007).

Lamentablemente algunos meses no se colectaron las muestra de agua lluvia, por lo que sería difícil hacer un análisis de gradientes isotópicos, en los cuales se requiere contar con datos ponderados de la concentración isotópica de la lluvia, ponderados con la cantidad de lluvia de cada mes; sin embargo, los resultados son suficientes para elaborar la línea meteórica local (LML) y sacar conclusiones del diagrama de Craig, que relaciona las concentraciones de $\delta^{18}O$ vs. $\delta^{2}H$.

En las Tablas 4.8 y 4.9 se muestran los resultados de los análisis isotópicos de todas las muestras tomadas en varias campañas, en el período de 2005 hasta 2008. Los datos fueron proporcionados por ANDA, MARN y el OIEA.

Los datos se dividen en dos grupos, el primero de composición isotópica de la lluvia para calcular la línea de agua meteórica local (Tabla 4.8); el segundo grupo es el de las composiciones isotópicas de las fuentes de agua (Tabla 4.9), entendiéndose por fuente a toda manifestación del agua, ya sea subterránea o superficial (pozos perforados, pozos excavados, manantiales, ríos y lagos).

Todas las estaciones de monitoreo isotópico, tanto de precipitación como de fuentes de agua, se muestran en la Figura 4.31.

Tabla 4.8. Datos de composición isotópica de lluvia en la cuenca del río Sucio.

Código	Propietario	Fecha de muestra	X_Lambert	Y_Lambert	Elev_DEM	Tipo de muestra	$\delta^{18}O$ ‰	$\delta^{2}H$ ‰
Coatepeque	Los Pinos	15/05/2006	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-4.32	-20.04
Coatepeque	Los Pinos	15/06/2006	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-10.57	-73.53
Coatepeque	Los Pinos	15/08/2006	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-5.53	-31.82
Coatepeque	Los Pinos	15/09/2006	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-5.58	-33.1
Coatepeque	Los Pinos	15/10/2006	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-8.12	-53.8
Coatepeque	Los Pinos	15/11/2006	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-7.12	-41.5
Coatepeque	Los Pinos	15/03/2007	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-2.19	-10.1
Coatepeque	Los Pinos	15/04/2007	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-2.87	-7.2
Coatepeque	Los Pinos	15/05/2007	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-8.67	-57.8
Coatepeque	Los Pinos	15/06/2007	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-6.55	-42.9
Coatepeque	Los Pinos	15/07/2007	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-5.23	-31.3
Coatepeque	Los Pinos	15/08/2007	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-6.67	-42.9
Coatepeque	Los Pinos	15/09/2007	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-7.33	-46.9
Coatepeque	Los Pinos	15/10/2007	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-9.28	-62.5
Coatepeque	Los Pinos	15/02/2008	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-0.53	8.43
Coatepeque	Los Pinos	15/06/2008	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-7.37	-48.59
Coatepeque	Los Pinos	15/07/2008	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-9.57	-65.76
Coatepeque	Los Pinos	15/08/2008	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-5.76	-35.30
Coatepeque	Los Pinos	15/09/2008	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-7.03	-46.30
Coatepeque	Los Pinos	15/10/2008	443782.11	303786.16	1073.98	Lluvia	-10.58	-72.59
El Boquerón	MARN	15/06/2006	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-10.49	-74.18
El Boquerón	MARN	15/08/2006	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-6.32	-37.09
El Boquerón	MARN	15/09/2006	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-10.26	-67.4
El Boquerón	MARN	15/11/2006	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-5.58	-30.6
El Boquerón	MARN	15/12/2006	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-8.46	-56.5
El Boquerón	MARN	15/03/2007	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-2.97	-10.4
El Boquerón	MARN	15/04/2007	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-3.25	-10
El Boquerón	MARN	15/05/2007	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-8.53	-53.2
El Boquerón	MARN	15/06/2007	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-5.85	-34.3
El Boquerón	MARN	15/07/2007	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-5.32	-29.1
El Boquerón	MARN	15/08/2007	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-7.98	-51.4
El Boquerón	MARN	15/09/2007	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-7.95	-49.6
El Boquerón	MARN	15/10/2007	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-10.97	-75.9
El Boquerón	MARN	15/02/2008	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-2.68	-15.2
El Boquerón	MARN	15/06/2008	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-7.45	-48.45
El Boquerón	MARN	15/07/2008	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-11.02	-77.10
El Boquerón	MARN	15/08/2008	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-7.82	-51.34
El Boquerón	MARN	15/09/2008	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-11.21	-78.71
El Boquerón	MARN	15/10/2008	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-13.16	-93.80

Tabla 4.8 (Continuación)

Código	Propietario	Fecha de muestra	X_Lambert	Y_Lambert	Elev_DEM	Tipo de muestra	δ^{18}O ‰	δ^{2}H ‰
El Boquerón	MARN	15/11/2008	469536.56	290480.08	1586.00	Lluvia	-10.23	-70.90
San Andrés	MARN	15/05/2006	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-3.15	-18.58
San Andrés	MARN	15/06/2006	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-9.35	-67.42
San Andrés	MARN	15/08/2006	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-4.59	-27.66
San Andrés	MARN	15/09/2006	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-5.53	-35
San Andrés	MARN	15/10/2006	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-8.53	-58.4
San Andrés	MARN	15/11/2006	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-2.82	-13.3
San Andrés	MARN	15/12/2006	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-7.43	-48.8
San Andrés	MARN	15/03/2007	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-1.3	0.2
San Andrés	MARN	15/04/2007	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-1.28	2.2
San Andrés	MARN	15/05/2007	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-6.82	-40.8
San Andrés	MARN	15/06/2007	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-4.97	-31.9
San Andrés	MARN	15/07/2007	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-4.49	-26.3
San Andrés	MARN	15/08/2007	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-6.17	-38.3
San Andrés	MARN	15/10/2007	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-9.93	-67.8
San Andrés	MARN	15/03/2008	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	0.32	15.13
San Andrés	MARN	15/06/2008	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-5.5	-34.2
San Andrés	MARN	15/09/2008	456030.98	298612.05	452.35	Lluvia	-7.38	-51.22

X_Lambert e Y_Lambert: coordenadas X e Y del sistema de referencia Lambert Conformal Conic, en metros; Elev_DEM: Elevación obtenida del Modelo de Elevaciones Digital (MED en español); δ^{18}O y δ^{2}H son las concentraciones isotópicas de las muestras, expresadas en %O en relación al estándar (SMOW).

En la Figura 4.32 se muestra el trazo de la Línea de Agua Meteórica Local (LML), obtenida con todos los datos de análisis isotópicos de la lluvia. Se trazó la línea de tendencia que mejor describe a la nube de puntos y esa ecuación se convierte en la ecuación de la Línea Meteórica Loca.

En la Figura 4.33 se ha trazado la LML como base del gráfico y se han añadido las series de datos de composición isotópica por tipo de fuente. Sobre el mismo gráfico se ha trazado una línea que conecta la LML con puntos que se apartan significativamente de la misma, a lo cual se le dará explicación más adelante.

Tabla 4.9. Datos de composición isotópica de fuentes de agua en la cuenca hidrogeológica del río Sucio.

Código	Propietario	Fecha de muestra	X_Lambert	Y_Lambert	Elev_DEM	Tipo de muestra	$\delta^{18}O$, ‰	$\delta^{2}H$, ‰
FORGAES-1	Cantón Perejillos	29/06/2005	440399	308040	817.59	Pozo perforado	-4.6	-34.6
FORGAES-2	Guineo Escuela	29/06/2005	443785	304911	795.61	Pozo perforado	0.8	-3.9
FORGAES-3	Hotel Torremolinos	29/06/2005	443297	306814	744.38	Lago	1.4	0.4
FORGAES-6	Termos del Río	29/06/2005	451401	299404	474.25	Manantial	-4.2	-34.2
FORGAES-7	Finca Chorrerrón	29/06/2005	450752	299362	484.36	Manantial	-5.6	-40.2
FORGAES-9	Planta Tres Ceibas	30/06/2005	448410	293479	483.55	Pozo perforado	-7.3	-50.3
FORGAES-11	Piscina de Presa	30/06/2005	448632	296017	478.14	Manantial	-6.3	-41.1
FORGAES-17	Manantial La Joya	06/07/2005	450661	303271	542.47	Manantial	-6.5	-43.7
MO-01	Gumercindo Meléndez	27/09/2006	457631	296483	452.76	Pozo excavado	-6.1	-41.1
MO-02	Evangelina Díaz	27/09/2006	457777	297192	449.86	Pozo excavado	-5.8	-40.3
MO-03	Cristina Alarcón	27/09/2006	457328	296046	454.12	Pozo excavado	-5.5	-36.5
MO-04	María Estebana Parillas	16/04/2007	457328	296046	454.12	Pozo excavado	-5.7	-40.2
MO-05	Ángel Santos Hernández	04/10/2006	455578	296930	451.47	Pozo excavado	-5.6	-38.4
MO-06	Rosibel Haydee de Monterrosa	27/09/2006	455406	295596	452.70	Pozo excavado	-5.9	-39.5
MO-07	Amadeo González	04/10/2006	455300	294197	458.47	Pozo excavado	-6.4	-43.9
MO-08	Carlota Zeledón de Rodríguez	04/10/2006	455256	292855	460.22	Pozo excavado	-6.2	-41.9
MO-09	María Elena Escobar	04/10/2006	455768	292082	468.59	Pozo excavado	-5.6	-38.2
MO-10	Geribal Omar Gutiérrez	21/09/2006	452989	291348	465.72	Pozo excavado	-6.1	-42.1
MO-11	Macario de Jesús Rivera	21/09/2006	452182	294707	457.74	Pozo excavado	-6.0	-39.6
MO-12	Margoth Aldana	21/09/2006	450725	296414	456.58	Pozo excavado	-6.3	-41.9
MO-13	Coffee/Rice Mill	21/09/2006	451864	293695	451.87	Pozo excavado	-6.7	-44.4
MO-14	Deisy Carolina Aguilar	21/09/2006	452454	296104	459.70	Pozo excavado	-6.6	-45.7
MO-16	Ernestina Salinas	21/09/2006	449352	295818	462.39	Pozo excavado	-6.5	-42.8
MO-18	Ernesto Godoy	21/09/2006	448336	293706	495.16	Pozo excavado	-6.7	-44.3
MO-21	Lucas López	21/09/2006	458180	290447	512.74	Pozo excavado	-6.8	-44.9
ZAP-03	Pastor de Jesús Flores	17/04/2007	460958	297673	440.41	Pozo excavado	-5.4	-37.4
ZAP-13a	Julio Aldana	17/04/2007	456000	299734	479.15	Pozo excavado	-6.1	-41.2
ZAP-22	Reina Rodríguez	21/09/2006	448561	292442	488.60	Pozo excavado	-6.9	-46.3
ZAP-105	TROPIGAS	17/04/2007	460384	297099	450.44	Pozo excavado	-5.6	-38.0
ZAP-107	Francisca Méndez	18/04/2007	450420	296745	463.78	Pozo excavado	-6.1	-40.6

Tabla 4.9 (Continuación)

Código	Propietario	Fecha de muestra	X_Lambert	Y_Lambert	Elev_DEM	Tipo de muestra	$\delta^{18}O$, ‰	$\delta^{2}H$, ‰
ZAP-108	María Hernández	20/04/2007	460949	297584	442.11	Pozo excavado	-5.6	-37.1
ZAP-109	Mercedes Cerna	20/04/2007	461600	299705	452.33	Pozo excavado	-5.7	-38.0
DAC-1	DRZ Pozo 17	01/04/2008	458365.99	293906.53	470.82	Pozo perforado	-7.4	-49.0
DAC-2	RDM ENA 1	03/04/2008	456540.24	297873.67	463.43	Pozo perforado	-6.2	-42.2
DAC-3	RDM MAG 2	03/04/2008	453226.02	292071.48	463.96	Pozo perforado	-6.4	-43.5
DAC-4	Urb. Nuevo Lourdes	03/04/2008	458688.95	289204.37	532.55	Pozo perforado	-7.3	-48.8
DAC-6	Caserío La Isla	14/04/2008	463494.50	303071.71	425.01	Pozo perforado	-5.9	-41.7
DAC-7	Familia Avilés	21/04/2008	453027.05	298340.73	494.53	Pozo perforado	-6.2	-42.4
DAC-8	RDM Flor Amarilla	22/04/2008	457739.43	296528.80	452.21	Pozo perforado	-6.8	-46.4
DAC-9	RDM ENA 2	22/04/2008	456171.74	298421.28	471.73	Pozo perforado	-6.4	-41.8
DAC-10	RDM Centa	24/04/2008	457072.15	298054.10	458.61	Pozo perforado	-5.7	-39.1
DAC-11	Caserío Areneras	25/04/2008	461675.05	293068.67	522.14	Pozo excavado	-7.1	-47.4
DAC-12	ANDA EB Los Mangos	13/05/2008	452316.11	287340.76	534.37	Pozo perforado	-7.2	-49.4
DAC-13	ANDA, EB Villa Tzu Chi 1	13/05/2008	452651.15	289829.25	487.36	Pozo perforado	-6.7	-46.4
DAC-14	URB Villa Lourdes	13/05/2008	459799.41	288434.38	561.68	Pozo perforado	-7.1	-48.3
DAC-15	Urb. Campos Verdes	13/05/2008	460669.84	287849.19	583.63	Pozo perforado	-7.3	-48.5
DAC-16	ANDA EB Lourdes	13/05/2008	461243.04	289415.54	572.98	Pozo perforado	-7.1	-47.3
DAC-17	ADESCO Las Delicias	13/05/2008	461669.05	293071.75	521.88	Pozo perforado	-6.8	-45.9
DAC-18	Comunidad Tecpán	13/05/2008	459031.93	297132.11	450.44	Pozo perforado	-5.7	-38.4
DAC-19	Urb. 26 de Enero	13/05/2008	454740.37	299136.67	454.67	Pozo perforado	-6.1	-42.2
DAC-20	Comunidad La Joyita	13/05/2008	452977.72	300952.87	485.15	Pozo perforado	-6.3	-41.6
DAC-22	ANDA EB Chanmico	13/05/2008	463447.41	297340.64	486.72	Pozo perforado	-6.4	-42.7
DAC-23	Pozo Colonia Santa Rosa	13/05/2008	454625.44	302117.68	514.74	Pozo perforado	-6.7	-43.9
DAC-24	Comunidad Chanmico	13/05/2008	461914.32	296451.67	465.35	Pozo perforado	-3.2	-27.4
DAC-25	Fam. Sánchez	30/06/2008	461914.32	296451.67	465.35	Pozo perforado	-6.2	-43.7
ST-MA-01	El Boquerón	07/07/2009	469583.5	289542.8	1,726.80	Manantial	-6.4	-46.3

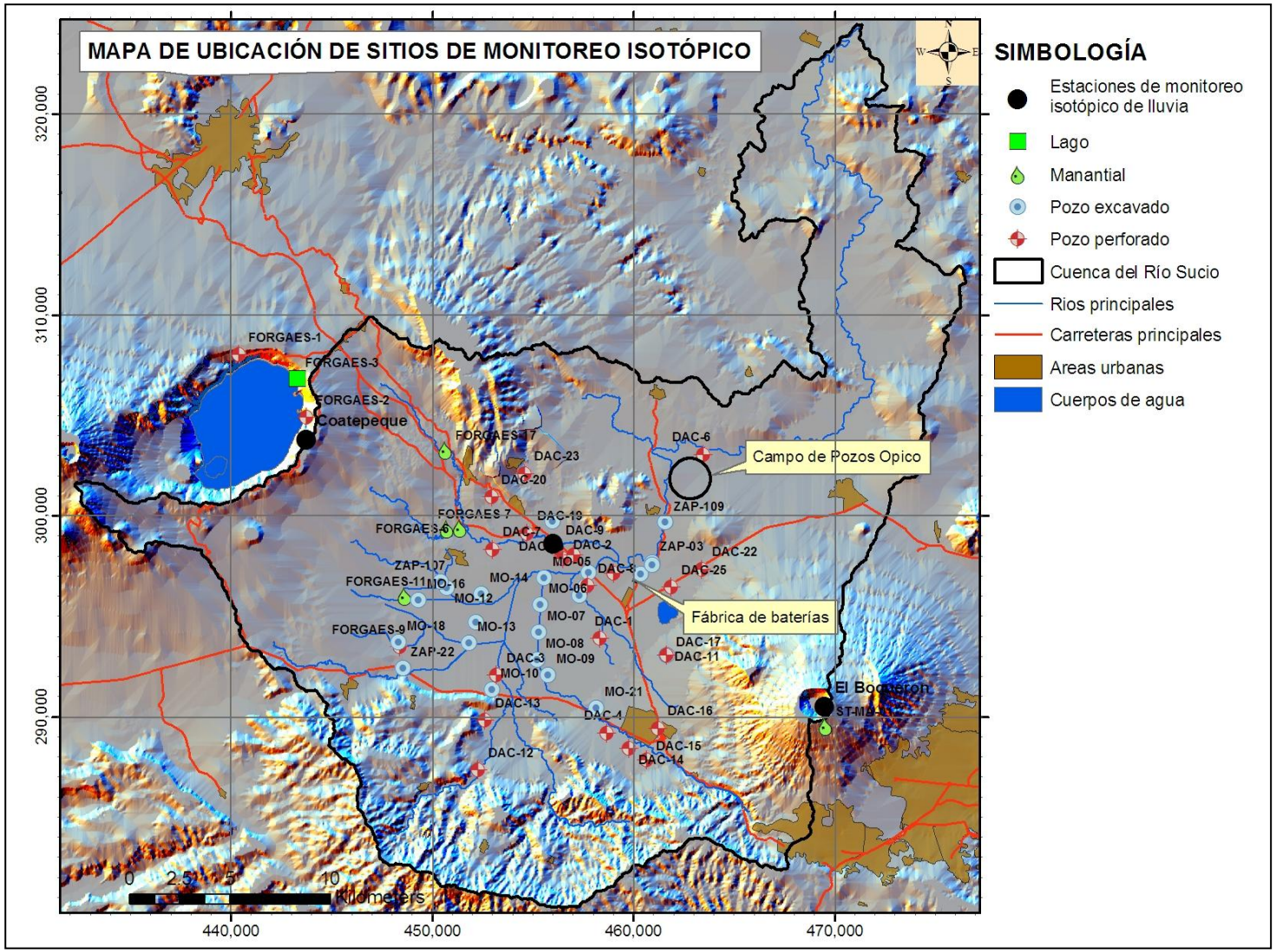


Figura 4.31. Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo isotópico de precipitación y fuentes de agua dentro de la cuenca hidrogeológica del río Sucio

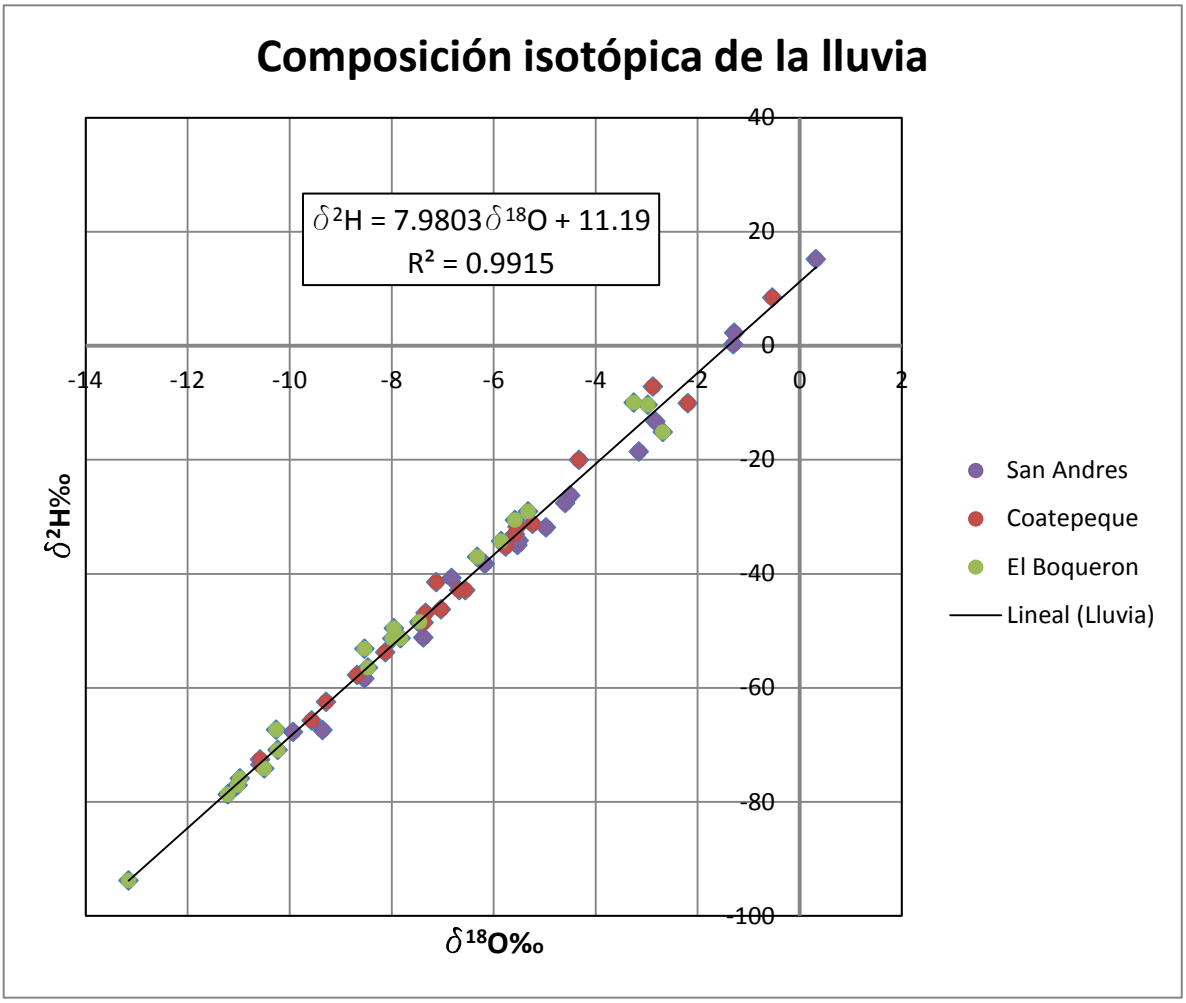


Figura 4.32. Determinación de la Línea Meteórica Local

Como se puede observar, la correlación entre los valores de composición isotópica de la lluvia en las tres estaciones de monitoreo: Coatepeque, San Andrés y Boquerón, es casi perfecta, lo que da bastante confiabilidad a la ecuación de la Línea Meteórica Local obtenida.

Las cotas topográficas de las estaciones de monitoreo son bastante diferentes, para generar el contraste en la composición isotópica de la lluvia que está en función de la altitud. Las elevaciones de las estaciones Coatepeque, San Andrés y Boquerón (en el cráter del Volcán de San Salvador) son: 1073.98, 452.35 y 1586, respectivamente. Se observa en el gráfico que los valores de la estación Boquerón alcanzan valores más negativos (o empobrecidos), debido a su mayor altitud; lo contrario ocurre con la estación San Andrés.

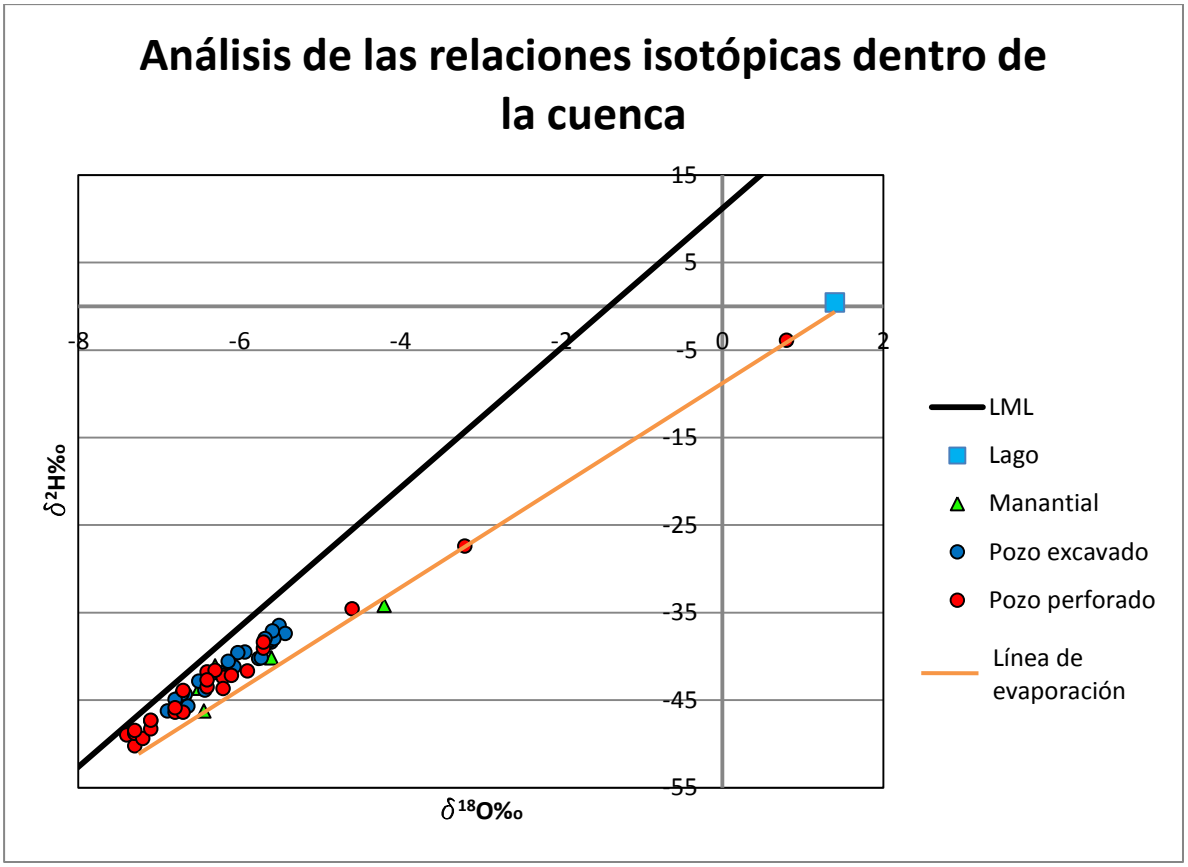


Figura 4.33. Análisis isotópico de las muestras de fuentes de agua dentro de la cuenca hidrogeológica del río Sucio.

En la Figura 4.33 se han colocado todas las fuentes de agua con datos de análisis isotópico de muestras de agua. Es interesante observar como la composición isotópica del Lago de Coatepeque, con valores enriquecidos de $\delta^{18}O$ de +1,4 ‰ y $\delta^{2}H$ de +0,4 ‰, se aparta de la LML, ya que la composición isotópica de sus aguas se ha fraccionado debido a la evaporación de ese cuerpo de agua, el cual tiene un área de evaporación bastante extensa (25 Km^2). Como ya lo mencionaron Marchand y Stimson (2005), el Lago de Coatepeque recarga el acuífero de Zapotitán y en este gráfico se pone en evidencia, ya que existen varios pozos y manantiales que sus composiciones isotópicas se ubican sobre la línea de mezcla entre agua del lago y agua proveniente de infiltración de lluvia, y de otras fuentes.

Otra característica del gráfico que vale la pena resaltar es que la mayoría de puntos se apartan de la LML, quedando entre ésta y la línea de evaporación, lo cual se explica por la influencia

de la recarga de ríos al acuífero y, particularmente, de aguas de retornos de riego, las cuales ya han sido evaporados antes de infiltrarse en el terreno. Esto también trae como consecuencia el aumento en sales de las aguas subterráneas.

Queda de manifiesto que existe una recarga proveniente del Lago de Coatepeque, lo cual será importante tomarlo en cuenta en la conceptualización del funcionamiento del sistema acuífero y la formulación del modelo matemático.

4.1.4 Parámetros hidráulicos

El sistema acuífero de la cuenca hidrográfica del Río Sucio, es sin duda uno de los más importantes de El Salvador, tomando en cuenta que del mismo se abastece el Sector Norte del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS).

Para tener una mejor idea del encuadramiento hidrogeológico del área de interés en la presente investigación, en la Figura 4.34 se muestra el mapa hidrogeológico de la cuenca del río Sucio, a escala 1:100,000, extraído del mapa hidrogeológico de El Salvador, elaborado por ANDA, con la asistencia técnica de la Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE). En dicha figura se observa la predominancia de acuíferos fisurados en toda la cuenca del Río Sucio y especialmente en el acuífero El Playón.

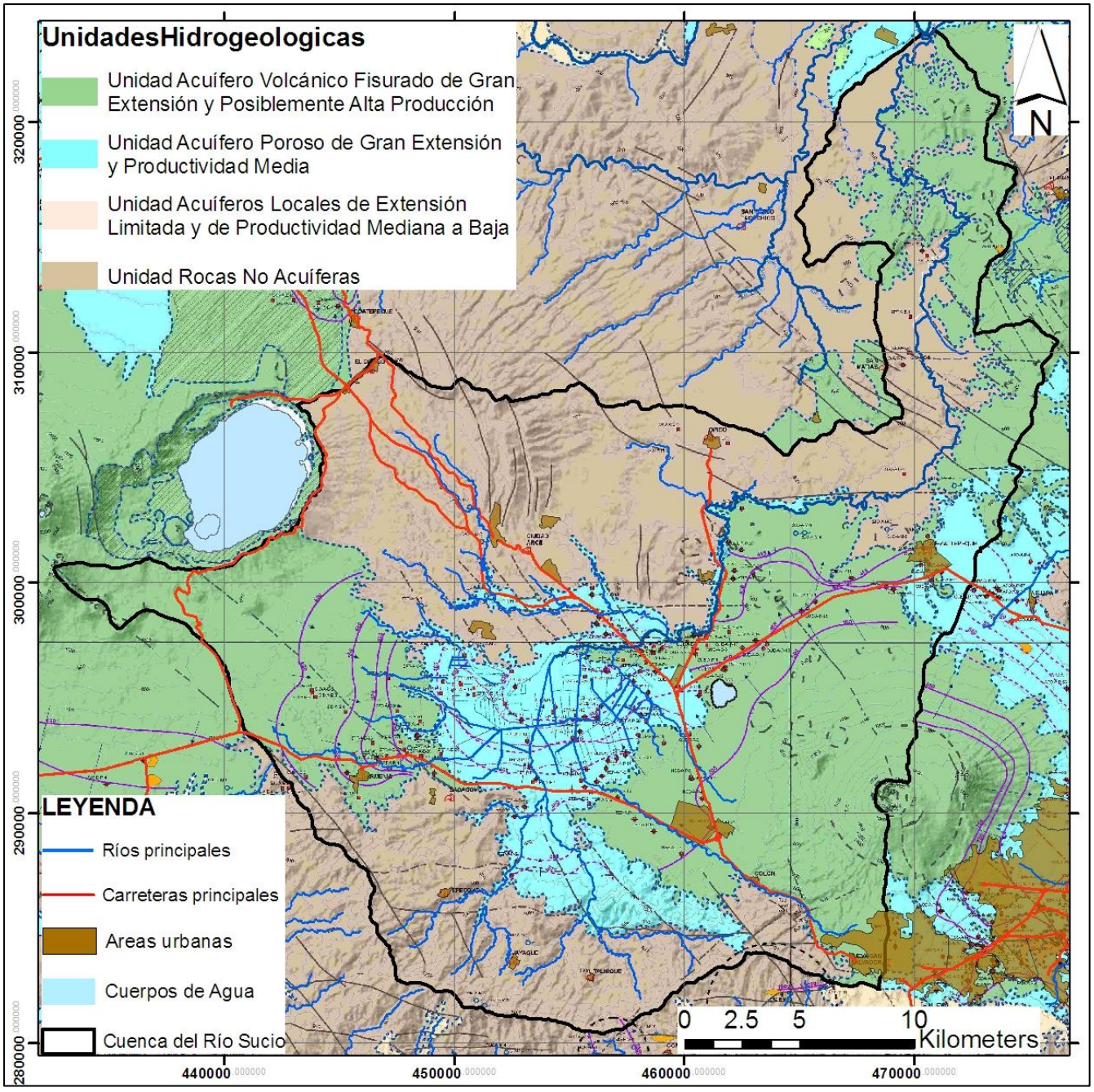


Figura 4.34. Mapa Hidrogeológico de la Cuenca del Río Sucio (Escala 1:100,000)

Fuente: ANDA, 2008

4.1.4.1. Hidrogeología Local

En el área de estudio se distinguen dos sistemas acuíferos de importancia: Zapotitán y El Playón. Ambos con unidades hidrogeológicas similares, pero con singularidades que marcan su diferencia en cuanto a la calidad de sus aguas y los caudales que rinden.

El acuífero Zapotitán, está ubicado el valle del mismo nombre, en la cuenca del río Sucio, con alturas entre 455 y 500 msnm. El acuífero está constituido por un relleno aluvial (aluviones, aluviones finos y piroclastos retrabajados) del Cuaternario (Q´f). La geología en torno del valle presenta la Formación San Salvador, Cuscatlán y Bálsamo, considerando este último como el basamento.

Los bordes occidentales y orientales del valle están marcados por la zona volcánica de Coatepeque–Santa Ana y por el macizo del volcán San Salvador, respectivamente. El límite meridional del valle se encuentra marcado por la cadena volcánica del Bálsamo, que constituye el basamento regional y está formada por numerosos relieves bastante erosionados, de poca altura y edad Pliocénica. La cadena se halla afectada por numerosas fallas de dirección aproximada E– W, subparalelas a la dirección del graben central y por limitados sistemas tectónicos de dirección N–S.

Los depósitos de Zapotitán forman una potente serie de varias centenas de metros de espesor, constituida por una alternancia de depósitos sedimentarios, en parte retrabajados y, capas de materiales arcillosos de origen fluvio–lacustre. Los materiales volcánico-sedimentarios se derivaron principalmente de la erosión de la cadena meridional del Bálsamo y los relieves del Chilamatal, antiguo volcán, así como de flujos piroclásticos o materiales volcánicos del Coatepeque.

En la zona centro–occidental del valle de Zapotitán se encuentran numerosas capas piroclásticas acidas relacionadas con el ciclo eruptivo Pliniano que formó la caldera de Coatepeque.

Al norte del Volcán de San Salvador se ubica el acuífero El Playón, constituido principalmente por flujos lávicos recientes de carácter petrográfico basáltico o andesítico.

Estos flujos de lava se caracterizan por su estructura escoriácea, vesicular y, en algunos casos, también presentan diaclasas. Todas estas características les dan una gran capacidad para admitir y transmitir cantidades considerables de agua, constituyéndose en una de las unidades hidrogeológicas de mayor importancia.

Debajo de estas, y alrededor de los centros eruptivos de Boquerón y El Playón, se encuentran lavas cuaternarias antiguas, cubiertas parcialmente por piroclastos y tobas cuaternarios.

Las singularidades de cada uno de los sistemas descritos son las siguientes: El sistema acuífero Zapotitán tiene al igual que El Playón flujos de lavas y piroclastos provenientes del complejo volcánico de Santa Ana, entre los que se mencionan el Volcán San Marcelino y los conos adventicios Cerros El Chino y Chinito, extendiéndose desde el volcán hasta el Valle de Zapotitán. Sin embargo, en el centro del valle existe una fosa tectónica de varios cientos de metros (2000 metros según sondeos eléctricos y gravimétricos) con alternancia de estratos de permeabilidades muy diferentes, conociéndose la existencia de un acuífero somero y un número incierto de acuíferos confinados. Esto produce que el tiempo de residencia del agua subterránea en el sistema sea muy largo, provocando la mineralización del agua subterránea por el mayor tiempo de contacto agua-roca.

Por el contrario, el sistema acuífero El Playón mantiene condiciones de acuífero libre a semiconfinado en toda su extensión, por lo que el tiempo de residencia del agua subterránea en el acuífero es mucho menor en comparación de Zapotitán. Por consiguiente, sus aguas son menos mineralizadas. El espesor del acuífero se estima en 250 metros, aunque las coladas de lavas varían en espesor y se alternan con piroclastos sueltos y tobas de diferente grado de compactación y de espesor variable.

El sistema acuífero El Playón se ubica al norte del Volcán de San Salvador, desde las inmediaciones del Cantón Chanmico hasta el Cantón Agua Escondida, donde se ubica el Campo de Pozos de Opico, administrado por ANDA para el abastecimiento del Sector Norte del AMSS. El límite de este sistema es el Río Sucio al cual descarga por flujos subterráneos y en forma de manantiales de elevados caudales.

El Río Sucio funciona como el puente de enlace entre los dos sistemas, lo que vuelve más complejo el análisis del conjunto en su totalidad.

4.1.4.2. Características hidrogeológicas de las formaciones diferenciadas

Piroclastos y tobas:

Consisten en cenizas y piedras de pómez vesicular de diverso tamaño, de estructura suelta y textura clástica, así como cenizas y piedras de dacita-andesita maciza.

Los piroclastos tienen una permeabilidad muy variable, dependiendo de su composición granulométrica. Las formaciones de ceniza pumítica, cuando están compuestas de arena gruesa y lapilli pueden alcanzar una permeabilidad alta, mientras que cuando están interestratificadas con polvo volcánico, arena fina y productos arcillosos, tienen una permeabilidad baja.

Los piroclastos tienen una porosidad media, y un rendimiento específico que varía entre 5 y 15%.

Sedimentos aluviales fluviales:

Están constituidos por gravas, arenas y cantos rodados de diferente tamaño y diversa petrografía (andesita, dacita, basalto y pómez); su estructura es suelta y su textura clástica.

Los sedimentos fluviales son producto de la desmenuzación de las rocas preexistentes por agentes mecánicos y químicos que le imprimen el arrastre de las correntadas de invierno y ríos, por lo que su estructura es suelta y su textura clástica, con granos de

forma redondeada y sub-redondeada, le dan características de permeabilidad de media a alta. Cuando los granos son gruesos la transmisibilidad es alta y viceversa.

Estas rocas tienen alta porosidad y rendimiento específico.

Sedimentos fluvio-lacustres:

Están constituidos por materiales tales como gravas, arenas, materia orgánica, limos y arcillas, intercalados con estratos de materiales volcánicos (piroclastos redepositados en medio húmedo).

No se conoce la potencia de estos sedimentos, ni sus características hidráulicas, pero debido a su alternancia con materiales arenosos y arcillosos se estima una permeabilidad baja.

La porosidad de los sedimentos debe ser muy alta, pero su rendimiento específico debe ser más bien bajo.

Lavas cuaternarias:

Por ser lavas recientes se encuentran sanas, por lo que su permeabilidad primaria y su porosidad son prácticamente nulas; sin embargo, se encuentran altamente fracturadas, lo que les confiere una alta permeabilidad secundaria, constituyendo acuíferos de altos rendimientos.

Lavas recientes:

Entre las lavas recientes se identifican los flujos de Teixcal (1722) y El Boquerón (1917), son flujos de lavas escoriáceas de gran espesor, que funcionan como canales de la recarga producida en su superficie y de otras unidades adyacentes, ya que el flujo de aguas subterránea circulará preferentemente por conductos que ofrezcan menor resistencia, es decir unidades hidrogeológicas de alta conductividad hidráulica.

La porosidad de estas lavas se estima en un 40 a un 60% y su porosidad eficaz es prácticamente la misma. El rendimiento específico es estima en un 30% y el flujo actúa siempre en condición libre.

Aglomerados y lavas terciarias:

El elemento formativo principal de esta unidad son los aglomerados densos intercalados con tobas brechadas, lavas y fanglomerados. La descomposición de estos materiales (por meteorización) ha dado origen a un suelo arcilloso color rojo.

La permeabilidad de estos materiales es de baja a prácticamente nula, constituyendo una barrera negativa para el agua subterránea, además se considera el basamento de toda el área de estudio. Esta unidad está representada tanto en la parte sur como en la norte por la Cordillera del Bálsamo y la Cadena Interior, respectivamente.

El mapa hidrogeológico en escala 1:100,000 (ANDA, 2008) fue consultado para confirmar las características hidrogeológicas de las formaciones aquí descritas.

4.1.4.3. Inventario de fuentes de agua

Dentro de la cuenca hidrogeológica del Río Sucio existen muchos pozos perforados, por lo que se conocen los parámetros hidrogeológicos de los acuíferos con cierta precisión; sin embargo, el número de pozos excavados o artesanales es incontable, aunque hay ciertas regiones en las que no existen pozos de este tipo, debido a que los niveles del agua subterránea están muy profundos. Esto sucede en lugares de alta permeabilidad o presencia de escalones tectónicos.

También se inventariaron manantiales, aunque su número es limitado, es decir manantiales de caudal apreciable, ya que también se han observado nacimientos de agua tipo “lloradero”, que no son aprovechables, pero que brindan equilibrio a los ecosistemas. Todas las fuentes de agua inventariadas se muestran en la Figura 4.35.

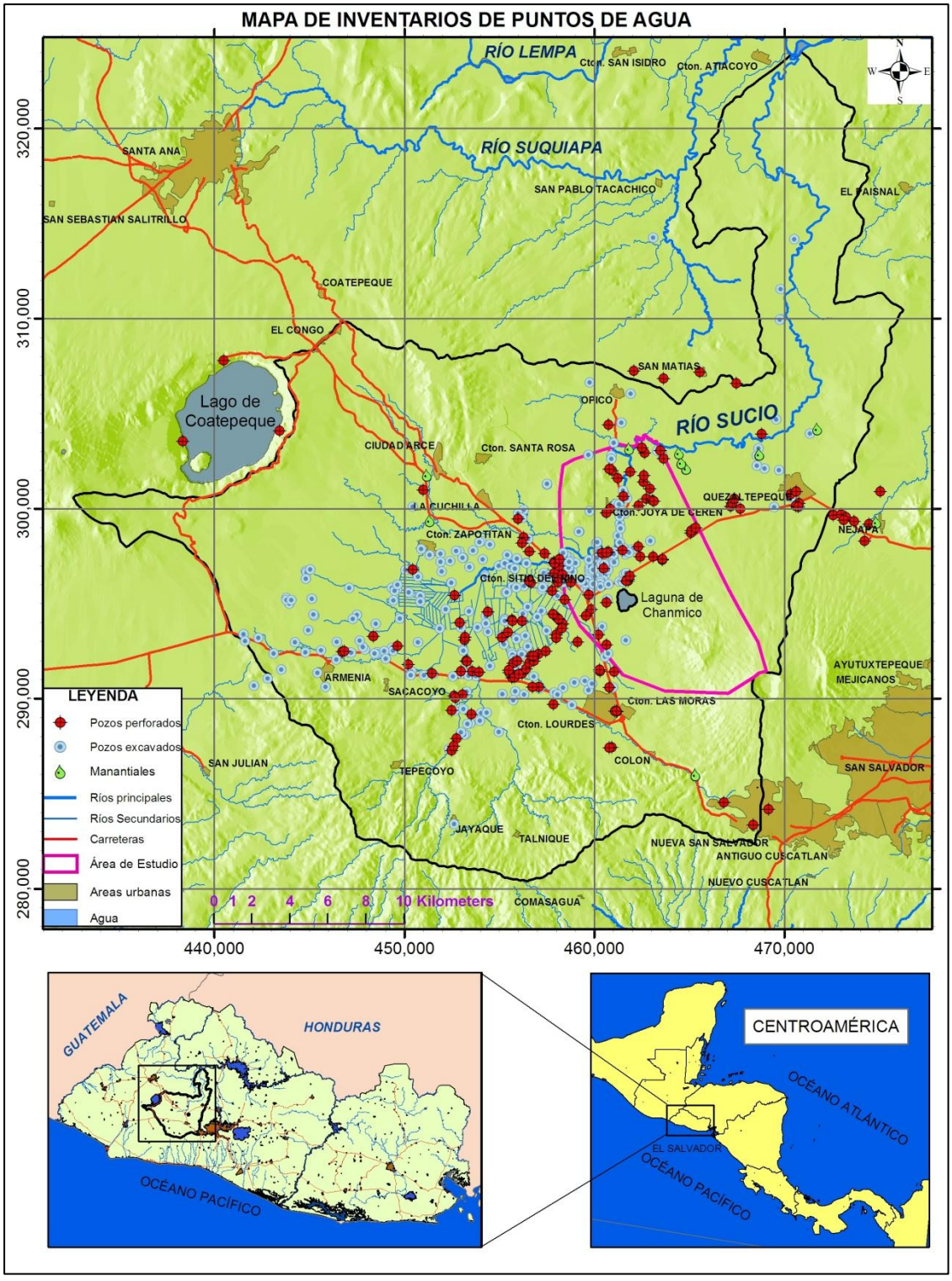


Figura 4.35. Mapa de ubicación de fuentes de agua inventariadas dentro de la cuenca del río Sucio

En el capítulo III se mencionó que se realizó inventario de fuentes de agua en campo, pero también se recopiló información de fuentes bibliográficas.

Con el propósito de no interrumpir la lectura, las tablas de inventarios de pozos perforados, pozos excavados y manantiales, se muestran en los Anexos 7, 8 y 9, respectivamente.

4.1.4.4. Características Hidráulicas de Acuíferos

Profundidad al Agua Subterránea

Se han efectuado mediciones del nivel freático en algunos pozos perforados de Zapotitán y Opico-El Playón, encontrándose el manto de aguas subterráneas a profundidades que oscilan entre 28.35 metros, a partir del nivel del terreno, en el pozo Opico Nº 1 hasta 0.27 metros en el pozo Zapotitán Nº 10, con una fluctuación de estación a estación de 1.5 metros; sin embargo, los niveles de los pozos en el sector oriental del Valle de Zapotitán, están influenciados por el confinamiento que le confieren estratos fangosos y arcillosos en casi toda la extensión del valle, hasta el Cantón Sitio del Niño. Existen muchos pozos surgentes en el centro y límite oriental del Valle de Zapotitán

Las medidas de niveles en pozos perforados han sido muy esporádicas y poco documentadas, por lo que se desconoce la variabilidad de los niveles de agua en los acuíferos confinados, pero si se ha tenido conocimiento que en algunos sitios el nivel de aguas subterráneas del acuífero principal se encuentra muy profundo, como en el sector del Cantón Lourdes, en donde el nivel estático se encontró entre 60 y 70 metros de profundidad. También en el sector del Autódromo El Jabalí hasta Quezaltepeque, la profundidad al agua oscila entre 59 y 68 metros.

La profundidad al agua en el acuífero somero sí es mejor conocida; por ejemplo el sector del Cantón Sitio del Niño hasta el Cantón Agua Escondida y hasta la ciudad de Quezaltepeque, fue monitoreada por ANDA durante uno 5 años, midiendo niveles freáticos en 12 pozos. La variación de la profundidad al agua va desde 0.4 hasta 20

metros, con rangos de variación en cada pozo entre 1.8 hasta 7.82 metros. Lógicamente los pozos que mostraron menor variabilidad están influenciados por sistemas de flujo regionales, mientras que en aquellos que presentaron mayor variabilidad, están más influenciados por flujos de tipo local.

Los registros de niveles freáticos en los pozos de Opico - El Playón, durante el período de 1985-1988, se muestran en el Anexo 10.

En muchos casos, el solo dato de la profundidad al agua no da suficiente información del acuífero, ya que pueden haber dos pozos muy cercanos y tener niveles de agua muy diferentes, debido a que están captando el agua subterránea a diferentes profundidades, con cargas hidráulicas diferentes. Por tal razón, es necesario conocer la profundidad de captación del recurso, es decir la ubicación de los tramos filtrantes o rejillas.

Para proveer de suficiente información y mejorar la comprensión del funcionamiento de los sistemas acuíferos, se recopiló información sobre el diseño de pozos perforados, la cual se ha sintetizado y se muestra en el Anexo 11.

Sentido de Escurrimiento Subterráneo

El agua subterránea en la cuenca hidrográfica en estudio, se desplaza gravitacionalmente desde las zonas de recarga a través de las distintas formaciones geológicas hacia las zonas de descarga. De acuerdo a la geología de la zona, el acuífero del área de Zapotitán tiene como áreas de recarga a los complejos volcánicos de Cerro Verde, Santa Ana, Lago de Coatepeque y Volcán de San Salvador; el flujo de agua subterránea se da desde estos volcanes hacia el Valle y de éste drena con una tendencia general de sur a norte; el agua subterránea descarga en los ríos que constituyen el sistema hidrográfico del Valle de Zapotitán. En el sector sur del Valle, se originan los ríos Colón, Chuchucato y Talnique; mientras que en la parte central y norte del Valle drenan los ríos El Obraje, Sucio, Agua Caliente, Agua Fría, etc.

Gradiente Hidráulico

El gradiente hidráulico desde las zonas más altas del Lago de Coatepeque hasta el Valle (a la altura del Cantón La Joyita, jurisdicción de Ciudad Arce), es de 3.4%, mientras que de dicho punto hasta la altura del Cantón San Andrés, es de 0.75%. En el Valle de Zapotitán, el gradiente hidráulico entre los pozos exploratorios 5 y 6 es de 0.006%, siendo esta zona de excelentes características hidráulicas.

En el campo de pozos de Opico, el gradiente hidráulico entre los pozos Opico 1 y Opico 7 es de 0.27%. Debe tenerse cuidado al calcular el gradiente hidráulico, ya que los pozos que se utilicen para tal fina debe ubicarse sobre una línea de flujo y estar captando el mismo estrato acuífero. Se menciona esto porque algunos pozos en este sector se encuentran en condiciones de tabla de agua y otros tienen características de captar un estrato acuífero semi-confinado.

Transmisividad

En el Valle de Zapotitán la transmisividad oscila entre 340 y 994 m^2/día. Estos datos se basan en los resultados de ensayos de bombeo en pozos perforados en dicho Valle. Esta zona se considera de excelentes rendimientos. En el Campo Occidental de Pozos de ANDA, en el acuífero Opico-El Playón, la transmisividad varía entre 4,340 y 8,875 m^2/día, siendo conservadores, ya que en algunos ensayos de bombeo se obtuvieron valores entre 17,900 y 24,600 m^2/día, en los pozos Opico 4 y Opico 3-A, respectivamente.

Coeficiente de Almacenamiento

En gran parte del área de estudio prevalecen condiciones de tabla de agua o acuífero libre, por lo que el coeficiente de almacenamiento puede variar entre 0.35 y 0.01, pero estas condiciones prevalecen únicamente en el acuífero somero. En el Valle de Zapotitán, a profundidades superiores a los 60 metros, el coeficiente de almacenamiento obtenido de pruebas de bombeo oscila entre 0.001 y 0.00045, característico de acuíferos confinados.

Interpretación de ensayos de bombeo

Los valores de transmisividad son muy variables y es importante contar con datos confiables para conceptualizar de forma correcta el funcionamiento del sistema acuífero, por tal razón, se reinterpretaron todos los ensayos de bombeo de los cuales se obtuvieron los datos de campo, así como su ubicación, diseño y perfiles litológicos, para hacer un buen análisis.

Primeramente, se digitaron los datos en Excel, fueron 80 ensayos de bombeo en total, 40 de caudal constante y 40 de caudal variable. Seguidamente, se analizaron los datos por medio del software Aquifer Test. De acuerdo a la forma de las gráficas de los ensayos de bombeo, casi todas corresponden a acuíferos confinados, solo hubo una que si mostraba un drenaje retardado, característico de los acuíferos libres, por lo que ese caso en particular se analizó por el método de Neuman, todos los demás se analizaron por dos métodos, Theis y Jacob. Se analizaron tanto los ensayos de bombeo a caudal constante como a caudal variable o en etapas sucesivas.

En algunos casos, el software no daba resultados consistentes entre los dos métodos, por lo que se analizaron, solo para los ensayos a caudal constante, por el método de Theis Recovery (Método de Recuperación de Theis), de esa manera ya se tenía un método adicional para considerar cuál de los resultados podría ser más exacto.

Los reportes de los análisis de los ensayos de bombeo de los pozos del Campo de Pozos de Opico se muestran en el Anexo 12. En algunos ensayos se tuvo la ventaja que utilizaron pozo de observación, lo cual ayudó a obtener un valor del coeficiente de almacenamiento más exacto y característico del tipo de acuífero ensayado.

En la Tabla 4.10 se muestra el resumen de resultados de transmisividad, conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento, obtenidos de todos los ensayos de bombeo.

Tabla 4.10. Resultados de análisis de ensayos de bombeo a caudal constante

No.	Nombre del pozo	X Lambert	Y Lambert	Espesor acuífero	Método análisis	T	K	S
1	Zapotitán 2 (nuevo)	453200.00	293250.00	35.20	Theis Recovery	510.0	14.5	2.22E-05
2	Zapotitán 3 (nuevo)	455700.00	294100.00	41.64	Theis Recovery	168.0	4.0	1.39E-03
3	Zapotitán 8 (nuevo)	455800.00	291125.00	53.35	Theis Recovery	410.0	7.7	1.61E-04
4	Zapotitán 9 (nuevo)	455500.00	291500.00	56.39	Theis Recovery	914.0	16.2	6.03E-06
5	Zapotitán 10 (nuevo)	456050.00	291300.00	57.49	Theis Recovery	554.0	9.6	3.56E-04
6	Zapotitán 11 (nuevo)	453950.00	291400.00	41.31	Theis Recovery	388.0	9.4	5.12E-06
7	Zapotitán 13 (nuevo)	456850.00	292000.00	35.75	Cooper-Jacob	693.0	19.4	2.04E-02
8	Zapotitán 14 (nuevo)	456800.00	292250.00	53.35	Theis Recovery	557.0	10.4	4.28E-05
9	Zapotitán 15 (nuevo)	457450.00	292500.00	47.18	Theis	237.0	5.0	7.91E-08
10	Zapotitán 16 (nuevo)	458000.00	293200.00	41.62	Theis Recovery	171.0	4.1	7.31E-08
11	Zapotitán 18 (nuevo)	457844.18	294445.15	53.36	Theis Recovery	261.0	4.9	1.28E-04
12	Zapotitán 20 (nuevo)	453300.00	291980.00	41.58	Theis Recovery	958.0	23.0	9.75E-04
13	Zapotitán 21 (nuevo)	455950.00	292000.00	43.08	Theis Recovery	485.0	11.3	1.48E-04
14	Zapotitán 22 (nuevo)	455470.00	293500.00	41.64	Theis Recovery	349.0	8.4	3.12E-04
15	American Industrial Park 1	454800.00	299200.00	64.02	Cooper-Jacob	329.0	5.1	2.46E-05
16	Lotificación El Jabalí	465110.37	298847.19	60.96	Cooper-Jacob	36.5	0.6	2.01E-05
17	MOLSA.	455239.69	299583.23	30.48	Theis Recovery	471.0	15.5	6.62E-05
18	Pozo Albergue Provisional	453373.00	301219.00	27.71	Theis Recovery	15.3	0.6	1.80E-06
19	Cantón San Andrés	455993.31	299466.40	18.30	Theis Recovery	243.0	13.3	3.33E-06
20	Colonia Sitio Del Niño.	460222.33	295824.24	45.00	Theis Recovery	455.0	10.1	1.88E-04
21	Industria Lido 1.	458780.00	296480.00	27.44	Theis Recovery	799.0	29.1	3.00E-04
22	Urb. La Herradura.	460665.33	294803.34	24.39	Theis Recovery	375.0	15.4	2.46E-04
23	Urb. Palo Grande.	459800.00	290440.00	48.76	Theis Recovery	3,400.0	69.6	1.55E-03
24	Zona Industrial Sitio Del Niño	460200.00	292100.00	25.30	Theis Recovery	1,450.0	57.2	1.84E-04
25	Avícola Salvadoreña.	455720.17	298853.17	33.52	Theis Recovery	237.0	7.1	1.88E-04
26	CENTA Las Doscientas N.2	458451.00	295206.00	96.05	Theis Recovery	75.1	0.8	5.33E-05
27	Complejo Ecuestre COSSAL	458772.29	296290.52	24.40	Cooper-Jacob	4,470.0	183.0	1.44E-04
28	Consorcio Lourdes.	460658.44	287860.88	85.34	Theis	5,180.0	60.8	5.73E-03
29	Finca Santa Cruz.	470604.00	301999.40	60.96	Theis Recovery	48.8	0.8	1.85E-04
30	Lourdes Colón 1	460107.34	291746.57	54.80	Theis Recovery	6,300.0	115.0	6.39E-03
31	Lourdes Colón 2	459790.38	288424.56	85.37	Cooper-Jacob	4,290.0	50.2	2.71E-03
32	El Pital.	458585.82	290476.74	54.86	Cooper-Jacob	1,460.0	26.6	6.97E-04
33	Los Izotes.	471700.00	301875.00	57.93	Cooper-Jacob	11.6	0.2	8.69E-04
34	Primavera 1.	468757.43	299493.82	42.67	Theis Recovery	328.0	7.7	5.49E-04
35	Primavera 2.	468800.00	299800.00	60.96	Theis Recovery	75.5	1.2	2.14E-03
36	Villa Las Palmeras.	471454.77	300824.17	76.20	Cooper-Jacob	1,040.0	13.7	4.60E-04
37	San Juan Opico 1	462600.00	301425.00	57.91	Cooper-Jacob	5,130.0	88.6	6.96E-05
38	San Juan Opico 2 Observación	462950.00	301050.00	35.03	Cooper-Jacob	4,840.0	138.0	8.12E-02
39	San Juan Opico 3 Observación	463075.00	300450.00	32.90	Cooper-Jacob	8,030.0	244.0	2.37E-02
40	San Juan Opico 3-A	462743.14	300519.11	36.50	Theis Recovery	24,600.0	674.0	1.62E-02
41	San Juan Opico 4	462350.00	300175.00	25.00	Cooper-Jacob	17,900.0	716.0	8.28E-03
42	San Juan Opico 7	461900.00	301950.00	35.05	Cooper-Jacob	599.0	17.1	1.83E-02

T: Transmisividad (m^2/día), K: Conductividad hidráulica (m/día), S: Coeficiente de almacenamiento (adimensional).

4.1.5 Piezometría

La Unidad de Investigación Hidrogeológica de ANDA ha realizado varias campañas de medición de niveles freáticos de los acuíferos de la cuenca del Río Sucio, por ejemplo el programa de monitoreo que se desarrolló en el período 1985-1988, luego la misma ANDA y SNET realizaron nuevas campañas de medición con el proyecto Sostenibilidad de los recursos hídricos en los acuíferos rurales y metropolitano, con asistencia técnica del OIEA. Dicho proyecto se desarrolló entre 2005 y 2007. Con base en las mediciones registradas de niveles estáticos en pozos profundos y artesanales, se construyó la superficie piezométrica de cada uno de los acuíferos investigados. Vale la pena aclarar que también se realizaron mediciones en la zona para el mapeo hidrogeológico de la cuenca del Río Sucio.

A continuación se analiza información facilitada por ANDA. La Piezometría del acuífero Zapotitán superior se relaciona con los niveles medidos en pozos excavados. Puede observarse en la Figura 4.36, que la dirección de flujo principal es hacia el cauce del Río Sucio, el Gradiente Hidráulico va haciéndose menor hacia el centro del valle, varía desde 0.002 hasta 0.01. En las figuras 4.37 y 4.38 se muestra la piezometría del acuífero Zapotitán Inferior y el acuífero fisurado en la bajafalda del volcán de Santa Ana o Ilampatepec.

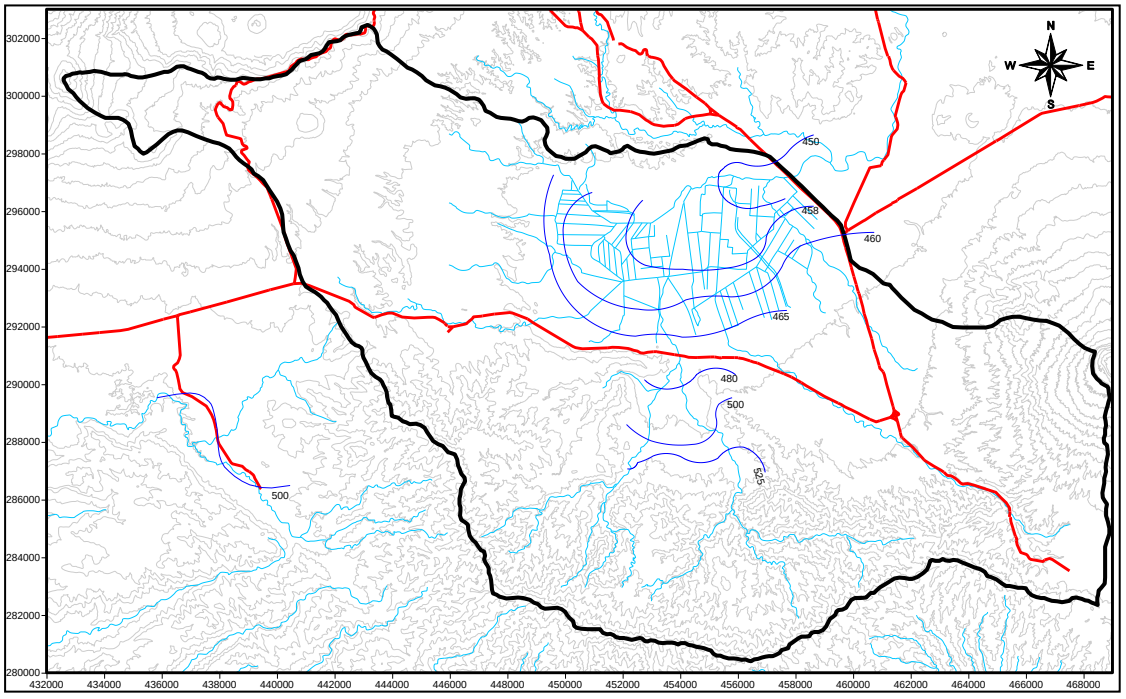


Figura 4.36. Piezometría del acuífero Zapotitán superior
Fuente: ANDA, 2008

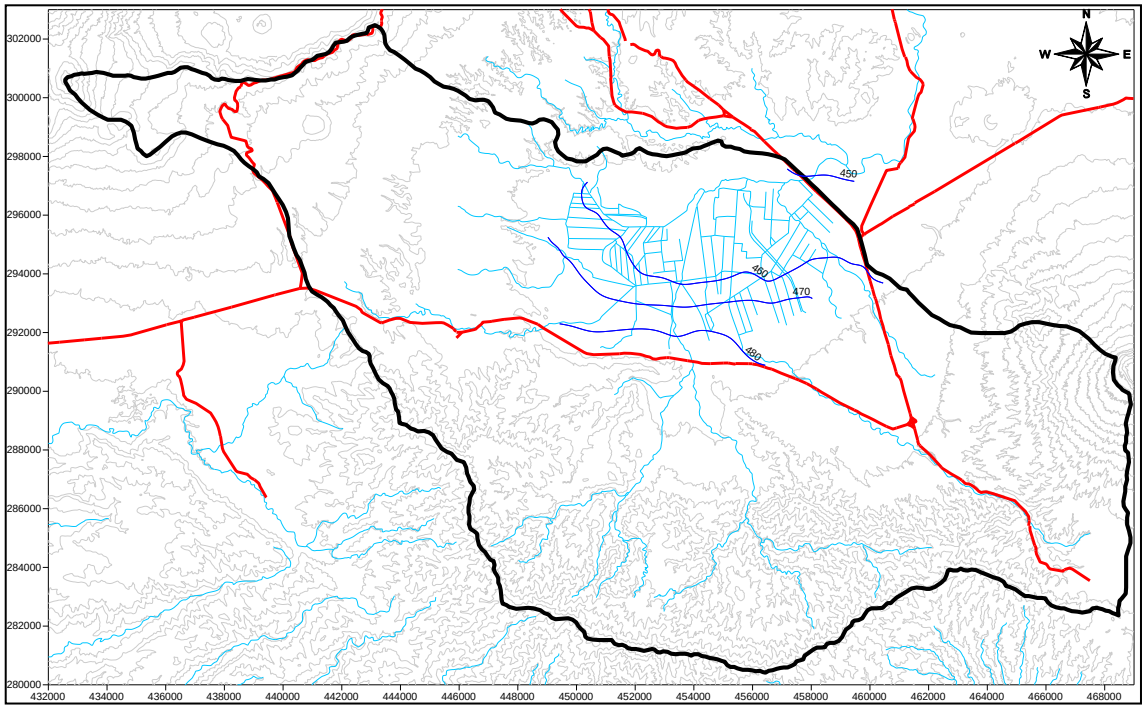


Figura 4.37. Piezometría del acuífero Zapotitán inferior

Fuente: ANDA, 2008

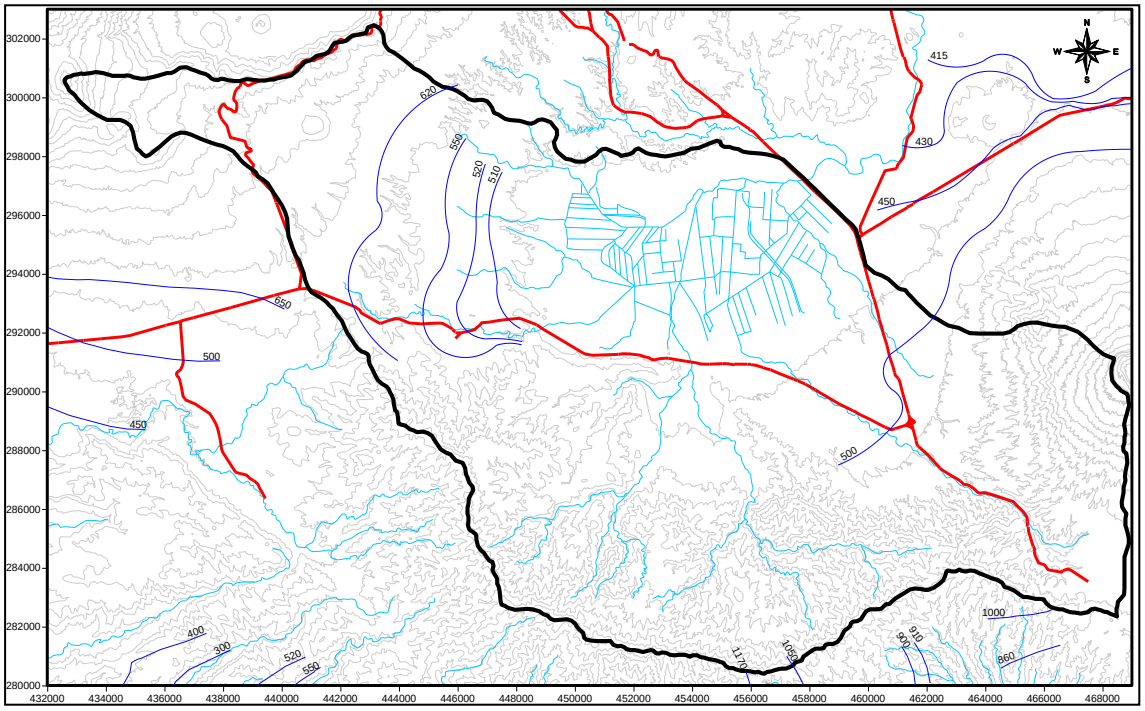


Figura 4.38. Piezometría del acuífero fisurado

Fuente: ANDA, 2008

Se puede ver que las isopiezas no abarcan toda la cuenca, ya que fueron trazadas solo en los sitios de los cuales se tenía información. Esto es correcto, y la información es confiable para aquellos puntos; sin embargo, en este apartado se intentará elaborar una propuesta que ayude no solo al modelo conceptual, sino también a la modelación matemática.

Se reunió tanta información como fue posible de pozos excavados y manantiales, tanto dentro como fuera de la cuenca, para trazar las curvas isofreáticas en toda la extensión de la cuenca hidrogeológica del Río Sucio, esto permitirá proponer en la modelación numérica las cargas iniciales para todo el sistema.

Para construir las isofreáticas de toda la cuenca, se utilizaron los niveles freáticos de los pozos excavados y las cotas topográficas de los manantiales, ya que son ventanas del agua subterránea; sin embargo, los manantiales cuando son de ladera o de erosión, sí reflejan la verdadera posición de la superficie freática, pero si son manifestaciones de agua subterránea que ascienden por el plano de una falla, entonces el nivel que reflejan posiblemente no sea el del acuífero somero y habría que descartarlo. Esto es muy evidente cuando se generan las isofreáticas, con Surfer por ejemplo, pues aparecerán ojos de bueyes en esos puntos, indicando que son cargas hidráulicas de otro acuífero, sometido a diferentes presiones que la atmosférica.

Adicionalmente, se agregaron puntos de control en sitios donde sabemos se manifiesta el agua subterránea, puede ser una laguna o un río, esto ayuda a dar la forma correcta a las isofreáticas. En la Figura 4.39 se muestra el mapa de curvas isofreáticas para toda la cuenca del Río Sucio. Evidentemente, en zonas de baja permeabilidad (Formación El Bálsamo) no es la mejor solución, pues en ese caso la superficie freática se inclina con mayor gradiente hidráulico, produciendo que las curvas isofreáticas estén más cerca entre sí.

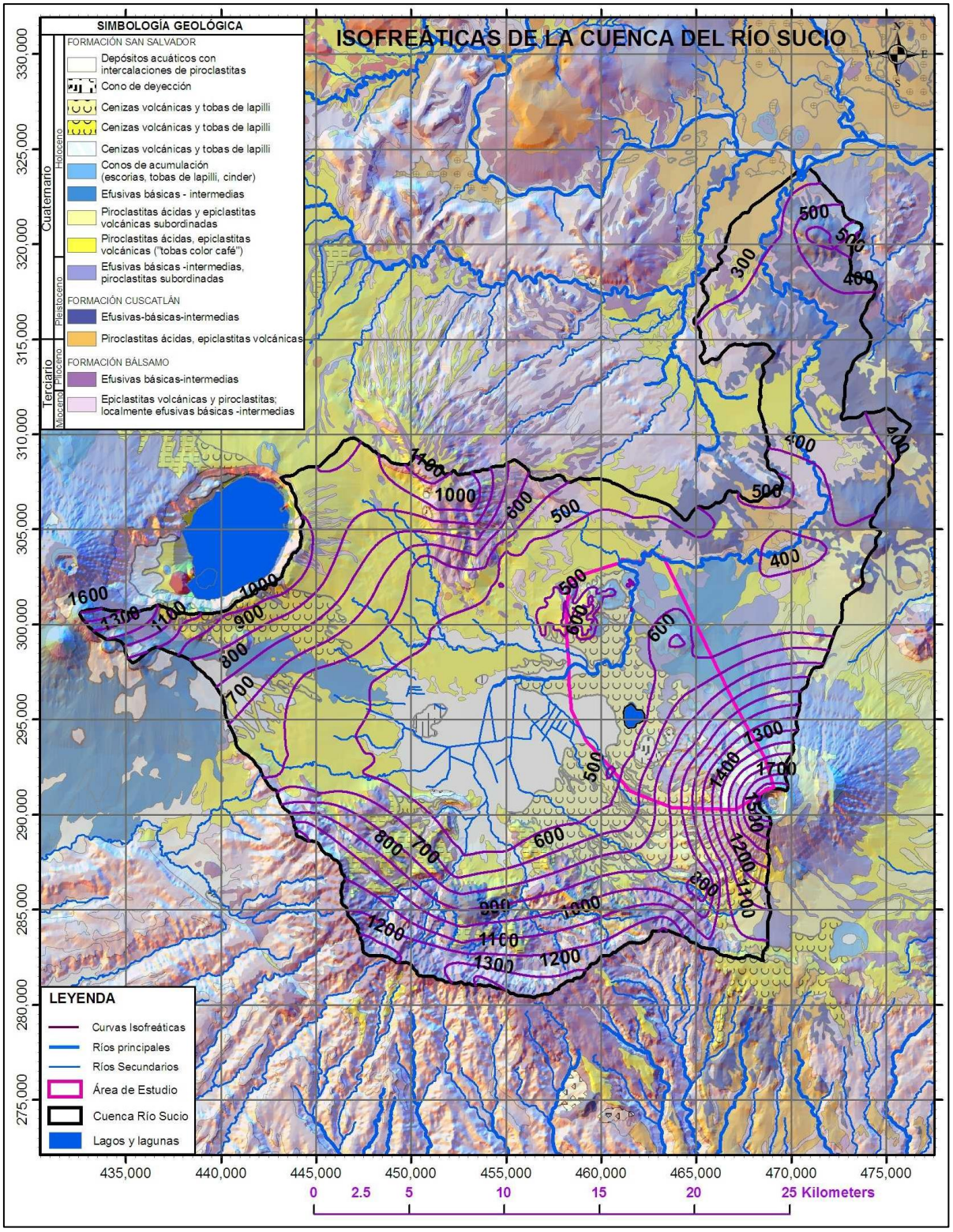


Figura 4.39. Isofreáticas de la cuenca del río Sucio

Aparte de calcular las curvas isofreáticas para toda la cuenca del río Sucio, también se calcularon las curvas isopiezas de la zona con información de niveles piezométricos de pozos profundos, ubicados en los acuíferos Zapotitán y El Playón. También se utilizaron datos del acuífero de San Salvador, para definir la altura piezométrica en el volcán de San Salvador o Quezaltepec. Se consideró necesario realizar esto para imponer cargas hidráulicas al sistema lo más precisas posible.

Los datos utilizados para generar las curvas piezométricas se muestran en la Tabla 4.11. Algunos datos que no eran congruentes se omitieron. Las curvas piezométricas se generaron por medio de la herramienta Spatial Analysis Tool/Interpolation de Arc GIS, se utilizó el método Natural Neighbor, por ser un método robusto que procesa muy bien datos distribuidos tanto regular como irregularmente (Watson, 1992).

Las curvas piezométricas generadas fueron modificadas para ajustarlas al área de interés, el acuífero El Playón, así mismo se corrigieron utilizando información de la posición del río Sucio y manantiales que se consideran ubicados en la zona de descarga del acuífero El Playón.

Las curvas piezométricas generadas se muestran en la Figura 4.40. Estas se consideran como el modelo conceptual que debe reproducir el modelo numérico.

Tabla 4.11. Datos de pozos para calcular las isopiezas del acuífero profundo

Nombre del Pozo	Fecha	Prof. Agua	Prof. Pozo	X	Y	Z	Nivel Piezom.
Albergue provisional Ciudad Arce	10/04/2001	28.47	97.56	453,373	301,219	531.08	502.61
Albergue Tzu Chi, Sacacoyo	08/06/2001	10.21	152.40	452,636	289,823	487.85	477.64
Banco de semillas, Cantón San Andrés2	06/04/1964	4.60	60.05	458,350	296,525	454.02	449.42
Banco de semillas, Cantón San Andrés3	15/09/1964	4.80	73.15	458,100	296,125	455.43	450.63
Cantón El Guineo	17/03/1982	35.77	67.72	443,450	304,100	818.09	782.32
Cantón Joya de Cerén	05/06/1980	26.34	75.00	460,850	300,000	459.83	433.49
Cantón La Joyita	26/10/1973	5.79	43.00	451,000	301,000	506.98	501.19
Cantón Las Aradas	05/10/1982	38.12	74.18	440,500	307,800	768.90	730.78
Cantón Planes de La Laguna	01/05/1973	15.19	60.96	438,350	303,550	759.46	744.27
Cantón San Andrés	10/07/1987	2.80	76.00	455,993	299,466	457.58	454.78
Cantón y Caserío Masajapa	20/01/1988	23.71	60.59	463,650	306,850	518.51	494.80
Caserío Curazao, Cantón Las Flores	09/11/1976	10.84	45.92	452,500	287,275	536.41	525.57
Colonia Quezaltepec	08/12/1979	132.03	201.17	466,825	284,550	898.41	766.38
Colonia Sitio del Niño(Col. Jazmín)	21/12/2006	8.13	78.00	460,222	295,824	461.71	453.58
Complejo Ecuestre Cossal Valle de Zapotitán	20/05/2002	10.67	59.76	458,772	296,291	456.26	445.59
Comunidad Tzu Chi, Chanmico	01/01/2002	37.50	123.50	463,453	297,113	481.15	443.65
Cuartel batallón Atlacatl. Pozo 1	31/01/1983	0.00	66.46	459,580	294,366	475.44	475.44
El castañito, Cantón Conacaste	01/01/1968	48.30	50.00	474,250	298,300	480.65	432.35
El playón, autódromo El Jabalí	03/07/1986	68.29	137.20	465,110	298,847	511.68	443.39
Export Salva Nº 1 Lourdes	07/07/1994	60.05	152.40	461,322	290,100	562.20	502.15
Fabrica Adoc, Planta de Hule, Cantón Ateos	12/07/1979	5.97	88.39	453,075	290,225	485.25	479.28
Finca Colombia Pozo Nº 3	25/07/1986	41.46	152.44	467,287	300,316	456.56	415.10
Finca Santa Cruz	01/01/1994	10.52	167.68	470,604	301,999	410.91	400.39
Granja Tecpán, Cantón Zapotitán, Pozo Nº 4	29/02/1972	1.98	111.86	456,575	296,200	455.02	453.04
Grupo de caballería	23/06/1975	3.78	75.00	458,775	296,125	457.09	453.31
Hacienda Belén, Pozo Exploratorio Nº 8	03/05/1966	0.00	60.96	459,125	293,000	487.77	487.77
Hacienda La Isla, Proyecto Zona Norte, Pozo Nº 11-5	01/01/1978	4.80	91.50	463,650	302,650	420.06	415.26
Hacienda los laureles, Pozo Exploratorio Nº 1 (s2-1/66)	01/01/1966	1.10	106.80	450,450	296,800	464.29	463.19
Hacienda Nueva, Cantón Cuyagualo	05/05/1983	21.67	64.87	457,850	289,700	518.52	496.85
Hacienda San Rafael, Pozo Exploratorio Nº 6 (s2-2/66)	01/03/1966	1.07	106.68	456,675	296,100	455.13	454.06
Hacienda Sitio del Niño	21/01/1966	0.80	59.98	459,725	295,475	464.23	463.43
Hacienda Sitio del Niño Nº 2	15/08/1966	4.69	71.32	460,500	296,875	452.20	447.51
Hilandería salvadoreña, S. A., Zapotitán2	04/06/1971	5.18	25.91	458,175	297,350	449.94	444.76
Industrias Lido san Andrés 1	16/05/1998	8.48	61.00	458,780	296,480	455.26	446.78
Las Flores Pozo Nº1	15/06/1978	28.34	135.15	462,600	301,425	443.67	415.33
Las Flores Pozo Nº2	15/02/1978	40.96	124.36	462,950	301,050	454.43	413.47
Las Flores Pozo Nº3	12/10/1977	40.68	94.49	463,075	300,450	459.68	419.00
Las Flores Pozo Nº3-A	14/12/1977	32.19	110.03	462,743	300,519	457.01	424.82
Las Flores Pozo Nº3-O	01/01/1977	40.72	124.36	463,150	300,400	466.67	425.95
Las Flores Pozo Nº4	13/12/1978	15.32	95.10	462,350	300,175	448.14	432.82
Las Flores Pozo Nº 11-7	01/01/1980	25.91	100.89	461,900	301,950	442.76	416.85
Mataderos de El Salvador, Cantón Galera Quemada	01/01/1971	24.38	78.64	473,275	299,550	463.71	439.33
Mataderos de El Salvador, Cantón Galera Quemada_1	28/12/1972	28.50	76.20	473,150	299,400	469.88	441.38

Tabla 4.11 (Continuación)

Nombre del Pozo	Fecha	Prof. Agua	Prof. Pozo	X	Y	Z	Nivel Piezom.
Milagro de la Roca	15/08/1988	66.60	85.66	465,712	299,163	500.22	433.62
Nuevo San Juan. Pozo 1	25/05/1983	4.30	59.45	460,755	304,412	419.79	415.49
Planta de Bombeo Las Moras, Cantón Las Moras	01/12/1971	71.40	157.00	461,200	289,325	572.48	501.08
Planta El Señor, Pozo Nº 1	31/03/1967	11.89	45.72	470,800	300,300	459.21	447.32
Pozo D-4/64 San Andrés # 3	01/01/1964	5.61	76.52	458,880	295,740	459.97	454.36
Regimiento de Artillería, Cantón San Nicolás, Pozo Nº2	01/09/1979	24.64	76.81	460,800	302,100	456.81	432.17
San Francisco, Pozo Nº 5	25/11/1974	17.54	122.53	470,650	300,900	439.64	422.10
San Francisco, Quezaltepeque	25/11/1974	21.03	119.80	470,400	301,500	423.54	402.51
San Matías	29/08/1977	11.89	61.57	465,575	307,200	442.59	430.70
Sitio El Cambio, Cantón Galera Quemada	01/07/1971	24.38	204.22	472,600	299,650	476.35	451.97
Sitio El Cambio, Cantón Galera Quemada, Nejapa Nº 7	01/01/1969	24.38	252.37	473,025	299,700	466.06	441.68
Terrenos del Castaño, Pozo Nº 2	29/10/1975	16.90	109.73	474,475	299,200	442.59	425.69
Zapotitán, Pozo Nº 12	14/02/1972	0.97	92.96	456,425	291,575	481.29	480.32
Zapotitán, Pozo Nº 19	11/02/1972	0.36	107.59	457,800	295,675	456.88	456.52
Zapotitán, Pozo Nº.10 (nuevo)	19/01/1998	2.28	99.72	456,050	291,300	482.34	480.06
Zapotitán, Pozo Nº.11 (nuevo)	29/01/1998	2.31	99.06	453,950	291,400	468.66	466.35
Zapotitán, Pozo Nº.13 (nuevo)	15/11/1997	0.00	76.20	456,850	292,000	479.10	479.10
Zapotitán, Pozo Nº.14 (nuevo)	09/02/1998	0.00	72.00	456,800	292,250	475.83	475.83
Zapotitán, Pozo Nº.15 (nuevo)	02/02/1998	0.00	81.72	457,450	292,500	475.25	475.25
Zapotitán, Pozo Nº.16 (nuevo)	14/01/1998	0.00	99.72	458,000	293,200	473.10	473.10
Zapotitán, Pozo Nº.18 (nuevo)	22/12/1997	0.00	99.72	457,844	294,445	461.14	461.14
Zapotitán, Pozo Nº.2 (nuevo)	03/11/1997	0.00	100.58	453,200	293,250	463.75	463.75
Zapotitán, Pozo Nº.20 (nuevo)	25/10/1997	0.12	99.31	453,300	291,980	462.16	462.04
Zapotitán, Pozo Nº.21 (nuevo)	03/09/1997	0.00	102.73	455,950	292,000	463.64	463.64
Zapotitán, Pozo Nº.22 (nuevo)	20/11/1997	0.00	99.61	455,470	293,500	462.30	462.30
Zapotitán, Pozo Nº.3 (nuevo)	24/11/1997	0.00	109.73	455,700	294,100	458.30	458.30
Zapotitán, Pozo Nº.8 (nuevo)	11/11/1997	0.00	103.63	455,800	291,125	481.56	481.56
Zapotitán, Pozo Nº.9 (nuevo)	16/12/1997	0.00	109.73	455,500	291,500	477.70	477.70
Zona Industrial Lourdes 1 Sitio del Niño	23/11/2001	19.28	60.96	460,200	292,100	514.58	495.30
Final Pasaje Escalón Nº 5423		158.19	185.32	472,475	286,675	891.80	733.60
Planta Nº 16, Pozo Nº. 1, San Antonio Abad	22/11/1960	133.20	153.92	474,925	288,375	811.80	678.60
Planta Universitaria	01/01/1948	89.92	99.37	477,750	288,375	705.90	616.00
Centro Urbano José Simeón Cañas, Zacamil Nº 3	10/06/1967	86.56	106.07	478,475	289,550	691.20	604.60
Los Luceros Nº 2, Finca Los Luceros	01/04/1973	43.89	139.60	479,525	294,500	490.00	446.10
Cantón El Ángel, El Ángel Nº 1		47.70	372.00	477,750	295,500	501.90	454.20

Nota: todos los datos están en metros.

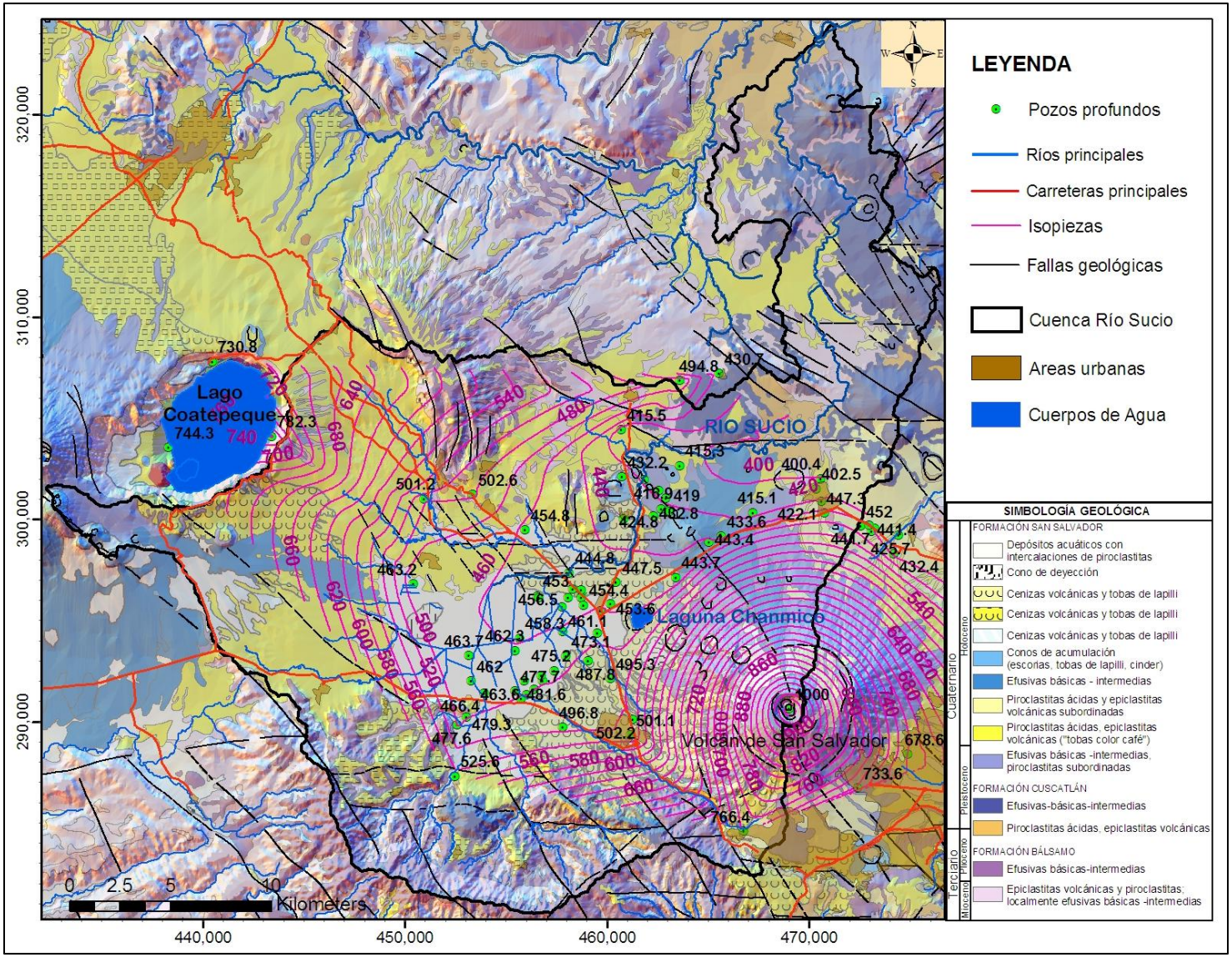


Figura 4.40. Curvas piezométricas calculadas con información de los pozos profundos.

4.1.6 Balance hídrico

El área de análisis es la Cuenca Hidrográfica del río Sucio hasta la estación hidrométrica Desembocadura, a la salida de la cuenca, pues el interés es conocer los recursos hídricos superficiales y subterráneos en toda su superficie.

4.1.6.1. Drenaje superficial

El área del Cantón Sitio del Niño se ubica en el centro de la cuenca y constituye el área de interés en este estudio; está localizado, aproximadamente, a 30 km al Noroeste de San Salvador, en el departamento de La Libertad. Cerca del sitio existió una estación hidrométrica, llamada precisamente Sitio del Niño, ubicada en una sección que es un estrechamiento de la red de drenaje. La cuenca está delimitada geográficamente entre las coordenadas métricas Lambert siguientes: Norte: 280,493-324474 y Este: 432,241-476484. Geomorfológicamente se delimita por el complejo volcánico Quezaltepec al Este, la Montaña Interior al Norte, el complejo volcánico Ilamatepec al Oeste y la Cordillera del Bálsamo al Sur, pero al norte continúa con un estrecho canal, desde Quezaltepeque hasta la confluencia con el Río Lempa.

El drenaje del sector Norte proviene de la unidad geomorfológica conocida como Montaña Interior representado por el río Amayo y quebradas de invierno.

El drenaje del sector occidental y noroccidental proviene de las áreas del borde Sur de la caldera del Lago Coatepeque, y del complejo volcánico Ilamatepec que incluye al Río Agua Caliente Río Las Cañas, Río Paso Hondo, Río Santa Teresa y Río Copapayo.

El drenaje del sector Sur del valle proviene de la parte central de la Cordillera del Bálsamo que incluye al Río Talnique y Río Chuchucato.

El drenaje del sector Suroriental proviene del área del Volcán San Salvador que incluye al Río Colón, Río Belén y Río Agua Amarilla.

Todos los drenajes mencionados dan origen al Río Sucio, en el centro del valle Zapotitán, el cual tiene un flujo de oeste a este en la estación hidrométrica Sitio del Niño y luego cambia su dirección de flujo de sur a norte para cambiar nuevamente a la dirección oeste - este, alineándose con una falla geológica a la altura de la ciudad de San Juan Opico. Aquí el río recibe el aporte del río Palio, de caudal muy bajo. Más adelante recibe aportes de varias quebradas y flujo de los manantiales en la zona de Platanillos, cerca de la ciudad de Quezaltepeque. A partir de ese punto, ya no recibe aportes superficiales de consideración, pero sí recibe aportes subterráneos, ya que el caudal medio diario a la altura de la estación hidrométrica El Jocote es de unos 10 m^3/s, mientras que en la estación Desembocadura es de aproximadamente 15 m^3/s (MAG, 1980).

4.1.6.2. Características Climáticas

Clima

El área investigada se localiza en la región climática de los trópicos húmedos, caracterizada por una estación lluviosa y una seca.

La zona de Zapotitán se caracteriza por presentar un microclima agradable, con una temperatura promedio de 24.0ºC, clasificándose como una región de clima cálido.

Según el Atlas de El Salvador de 1979, se presentan cuatro tipos de zonas climáticas:

a. Zona de bosque húmedo subtropical de transición caliente.
b. Zona de bosque húmedo subtropical de transición fresca.
c. Zona de bosque húmedo tropical.
d. Zona tropical de las alturas o tierra fría.

El clima varía con la elevación del terreno; así, en la cuenca alta del Río Sucio, existen varios tipos de clima, ya que en las partes altas llueve más y existen aún bosques originales, mientras que en la parte baja estos han sido sustituidos por pastos y tierras

cultivables. Entre estos extremos existen zonas de transición y cada zona de acuerdo con su clima tiene diferentes potencialidades ecológicas, agroclimáticas y agroforestales

En la Tabla 4.12 se sintetizan todas las características anteriormente mencionadas

Tabla 4.12. Microclimas y tipos de bosques asociados

Tipos de Bosques	**Altitud, s.n.m.**	**Localización**	**Biotemperatura**	**Temperatura media, °C**	**Precipitación media anual**
Bosques húmedos Subtropicales a Tropicales	500-800 m	Planicie Valle Zapotitán	>24 °C	22 a 29 °C	1600 mm
Bosques húmedos Subtropicales	800-1200 m	Paredes que cierran la cuenca: parte alta de la cordillera del Bálsamo; borde sur de la Caldera Ilopango; laderas surorientales y norte	<24 °C	16 a 22 °C	1800 mm en el volcán de San Salvador, 1900 en el volcán de Santa Ana
Bosques muy húmedos subtropicales	1200-1800 m	Volcán Quezaltepec, al Este; Volcán Ilamatepec y estribaciones del Cerro Verde al oeste	<20 °C	16 a 10 °C	1900 mm
Bosques tropicales de las alturas, tierras frías y muy húmedas	1800-2400 m	Cumbre del Cerro Verde, estructuras caldéricas de los volcanes Ilamatepec y Quezaltepec	<16 °C	10 a 16 °C	2400 mm

Fuente: Adaptado de INYPSA, 1999.

De estas zonas las más predominantes son las de bosque húmedo subtropical de transición caliente y las de bosque húmedo subtropical de transición fresca. La zona de bosque húmedo subtropical de transición caliente posee una vegetación muy diversificada, en la que se agrupan especies verdes y de gran tamaño, típicas de bosques mixtos y abundantes que ocupan suelos fértiles y con gran disponibilidad de agua. La zona de bosque húmedo subtropical de transición fresca, incluye terrenos montañosos de pendientes pronunciadas y vegetación forestal, ubicados en las partes

altas de la cuenca, y en los cuales algunas de estas condiciones se han sustituido por cultivos de café, árboles frutales y actividades de pastoreo.

Precipitación

Para evaluar la precipitación media sobre la cuenca se consideraron 70 estaciones pluviométricas y pluviográficas ubicadas dentro y fuera de la cuenca del Río Sucio, considerando que el cálculo de los recursos de la cuenca se evaluará hasta la salida del Valle de Zapotitán e ingreso a la zona del acuífero El Playón, en la estación hidrométrica Sitio del Niño, pero por motivos de modelación se calcularán los recursos totales hasta la salida de la cuenca.

En la Tabla 4.13 se presenta un listado de las estaciones consideradas, así como sus coordenadas y elevación. La ubicación de las mismas se muestra en la Figura 4.41.

Tabla 4.13. Estaciones pluviométricas

Nº	Dirección	Índice	Norte	Este	Elevación
1	Texis Junction	A4	331267	445828	400
2	Santa Ana, Santa Lucía	A6	319666	438961	640
3	Coatepeque, El Congo	A8	309877	446503	840
4	Santa Ana, CLESA	A9	319480	439681	645
5	Finca Novi	A10	310644	433897	1020
6	Santa Ana, El Palmar	A12	317270	438415	725
7	Guarnecia	A14	330515	453565	310
8	Finca Lorena	A17	309177	430831	1180
9	Lago de Coatepeque	A19	308046	440555	780
10	Finca San José Monterrey	A21	304349	444871	880
11	Finca Plan del Hoyo	A26	306228	430102	1750
12	Sierra Morena	A29	317974	454623	380
13	Cerro Verde	A35	300690	432610	2030
14	Hacienda La Asunción	C5	316094	487214	320
15	Ingenio San Fco. Aguilares	C8	315544	481812	285
16	Nueva Concepción	G3	333626	468687	320
17	Tepecoyo, Finca san Antonio	L1	288304	446639	960
18	Sitio del Niño	L3	298052	460175	450
19	San Andrés, Ciudad Arce	L4	298612	456031	460

Tabla 4.13 (Continuación)

Nº	Dirección	Índice	Norte	Este	Elevación
20	Beneficio Talcualhuya	L6	287537	463944	325
21	Colón, Fca. Casa Blanca	L7	287539	462863	650
22	Santa Tecla SM	L8	285134	468809	965
23	Comasagua, Fca. El Rosario	L9	279613	461228	1010
24	Jayaque, Bfcio. El Paraíso	L17	283498	453120	920
25	El Boquerón, San Salvador	L18	290480	469536	1800
26	Ateos, ISSS	L20	291240	454036	475
27	Hda. Normandía	L23	304143	456401	580
28	Finca El Jabalí	L24	294171	467018	1080
29	San Matías	L26	307448	465413	450
30	Chiltiupán	L27	275027	447875	680
31	Finca Las Quebradas	L28	284044	457268	775
32	Finca Los Cedros, Talnique	L29	283675	467628	820
33	Finca San Fernando	L30	283307	457267	900
34	Sta. Tecla, Bfcio. Holanda	L31	284029	467906	930
35	Finca Aruba	L32	287370	453127	600
36	Bfcio. Curazao, Jayaque	L34	287924	452407	530
37	Finca El Chorro	L35	308023	451904	960
38	Finca Bonaire	L37	286818	452766	710
39	Finca San Agustín, Jayaque	L38	288658	454572	500
40	Zapotitán, Ciudad Arce	L39	294926	455304	453
41	Teotepeque, Fca. San Antonio	L40	274294	445398	700
42	Finca El Peñón	L41	275744	459058	750
43	Hacienda Atiocoyo	L42	321088	468852	270
44	Finca Los Ángeles, Tacachico	L43	279813	452032	950
45	Finca Ceilán	L44	284409	459793	760
46	Finca Colombia	L45	298963	468465	545
47	Las Toma de Aguilares	S1	314809	479290	300
48	Ingenio La Cabaña, El Paisnal	S2	322553	479116	270
49	Apopa, FENADESAL	S3	298765	481980	420
50	San Salvador, ITIC, Ciudad Universitaria	S4	288997	477647	710
51	San Salvador, Observatorio	S5	286784	477825	700
52	San Salvador, FENADESAL	S8	286966	480710	635
53	Nejapa, Bcio. San Jerónimo	S13	299693	474773	450
54	Hda. San Rafael	S15	324212	480017	260
55	Hda. Casa de Piedra	S16	279226	476556	840

Tabla 4.13 (Continuación)

Nº	Dirección	Índice	Norte	Este	Elevación
56	Apopa, INSINCA	S17	297292	480537	420
57	Guazapa	S18	306142	480184	450
58	Tutultepeque	S19	308174	475502	400
59	Finca Santa María	S21	291766	473684	1200
60	Finca Altamira	S23	283836	475839	890
61	Finca Navarra	S25	284573	476561	830
62	Finca Aragón	S26	284020	476200	885
63	Finca El Sunza	T4	292559	440159	610
64	Finca El Triunfo, San Julián	T8	285367	440684	620
65	Los Lagartos	T11	291085	439976	540
66	Armenia	T18	291810	445385	565
67	Hacienda San Isidro	T19	296618	439267	745
68	Chorro Arriba, Fca. Sta. Adelaida	T22	292766	430967	545
69	Finca Atiluya	T23	280391	439951	620
70	Los Naranjos, Juayúa	T24	306052	427039	1450

Fuente: SNET, 2006

Las series de datos fueron proporcionadas por el Servicio Meteorológico del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). Las series de registros son muy variables para cada estación, lo cual puede observarse en la tabla 4.14. Como podrá verse, existen estaciones con registros muy largos de precipitación; sin embargo, algunos de ellos tienen pocos años completos. En la tabla 4.14 están representados únicamente los años completos, si en un año cualquiera sólo hace falta el dato de un mes, ese año está en blanco y en el archivo de precipitaciones la suma del año se representa con –100.

Para definir el período de análisis se consideró el criterio de que existan al menos cinco estaciones con datos completos para cada año del período de análisis, por lo que el período resultó ser de octubre de 1937 a septiembre de 2001, 64 años en total. Este criterio es fundamental para la corrida del software Cálculo Hidrometeorológico de Aportaciones y Crecidas (CHAC). No obstante que el período de análisis podría ser de 1937 a 2001, se consideró más adecuado definir el período de 1971 al 2001, para obtener resultados comparables con los que maneja el SNET.

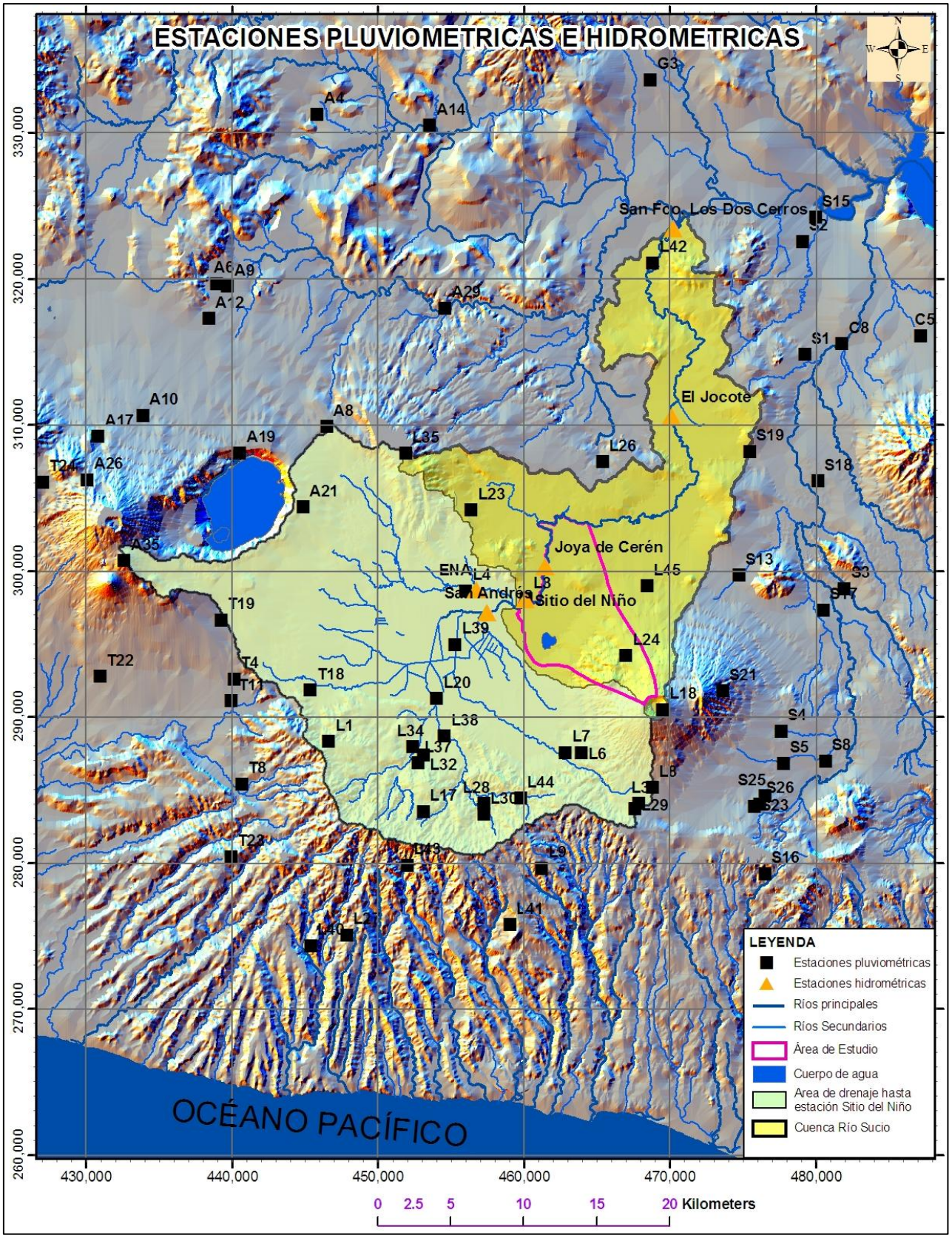


Figura 4.41. Estaciones Pluviométricas consideradas en el estudio

4.1.6.3. Análisis espacial de la lluvia

Para la delimitación de la cuenca se partió de la ubicación de la estación Sitio del Niño, utilizando la herramienta Hidrology de ARC GIS, para lo cual se utilizó un modelo digital de elevaciones (DEM), con una resolución de celda de 10x10 m.

Las cartas topográficas digitales usadas para generar el DEM están en escala de 1: 25,000 para todo el país; el DEM fue generado por la Unidad de GIS del SNET. El detalle de las cartas topográficas que cubren el área de estudio se muestra en la Figura 4.42.

Se trabajó con datos meteorológicos de 70 estaciones pluviométricas, mediciones de caudales de 1a estación Desembocadura y con un periodo de estudio base denominado año hidrológico de Mayo a Abril, ya que en esa forma se ingresan los datos al programa de cálculo hidrometeorológico, el software CHAC, elaborado en el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) de España, el cual se basa en el modelo estadístico de Correlación múltiple CORMUL y en el modelo hidrometeorológico de Precipitación-Escorrentía TEMEZ (Temez, 1977). Ambos modelos han sido desarrollados en el CEDEX.

Tabla 4.14. Registros históricos de precipitación (Período 1971-2001).

INDICE	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01
A4																															
A6																															
A8																															
A9																															
A10																															
A12																															
A14																															
A17																															
A19																															
A21																															
A26																															
A29																															
A35																															
C5																															
C8																															
G3																															
L1																															
L3																															
L4																															
L6																															
L7																															
L8																															
L9																															
L17																															
L18																															
L20																															
L23																															
L24																															
L26																															
L27																															
L28																															
L29																															
L30																															
L31																															
L32																															

Tabla 4.14 (Continuación)

INDICE	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01
L34																															
L35																															
L37																															
L38																															
L39																															
L40																															
L41																															
L42																															
L43																															
L44																															
L45																															
S1																															
S2																															
S3																															
S4																															
S5																															
S8																															
S13																															
S15																															
S16																															
S17																															
S18																															
S19																															
S21																															
S23																															
S25																															
S26																															
T4																															
T8																															
T11																															
T18																															
T19																															
T22																															
T23																															
T24																															

Fuente: Guevara, 2006.

En el programa CHAC se ingresó el archivo de datos de las diferentes estaciones pluviométricas, un total de 70 estaciones y cuyas precipitaciones se agruparon y depuraron. Se determinó el período de estudio teniendo en cuenta que al menos 5 estaciones tuvieran datos completos para cada año de dicho período, estableciéndose un periodo de 1971-72 a 2000-01. Ver tabla 4.14.

Se formaron grupos homogéneos para realizar el análisis de dobles masas y determinar la consistencia de los datos, se formaron 6 Grupos. Ver tablas 4.15 y 4.16. Al final sólo se completaron 40 estaciones distribuidas en los 6 grupos, se eliminaron 24 estaciones por insuficiencia de datos y otras 6 que contaban con errores sistemáticos. Para cada uno de los grupos conformados se tomó en cuenta las características similares entre estaciones siguientes:

a) Cota topográfica.
b) Cercanía entre estaciones
c) Precipitaciones medias similares
d) Que en cada grupo por lo menos haya una estación con datos suficientes para usarlas como estaciones tipo para completar las series estadísticas de las otras estaciones.

Una estación puede pertenecer a más de un grupo. El color amarillo en las tablas 4.15 y 4.16 indica que esa estación se encuentra en más de un grupo. En la tabla 4.17 se muestran las estaciones descartadas en el análisis, ya sea por insuficiencia de datos o por inconsistencia de las series de registros históricos. Las estaciones con insuficiencia de datos son aquellas que presentan series de registros de precipitación de menos de 15 años.

En la figura 4.43 se muestran todas las estaciones pluviométricas y los grupos originalmente seleccionados, los cuales se representan como polígonos con su número respectivo. Los círculos encerrando una estación indican que esas estaciones poseen series de registros bastante largas.



Figura 4.42. Cuadrantes topográficos utilizados en la generación del DEM.

Tabla 4.15. Grupos homogéneos originales

GRUPO No.1	GRUPO No.2	GRUPO No3	GRUPO No.4	GRUPO No.5	GRUPO No.6
A6	A8	L1	L9	L8	A4
A8	A10	L3	L17	L18	A14
A9	A17	L4	L27	L29	C8
A12	A26	L6	L28	L31	G3
A19	A35	L7	L30	S5	S3
A21	T8	L20	T8	S23	S13
	T24	L32	T23	S25	S15
		L34		S26	S17
		L37			
		L38			
		L39			
		T4			
		T11			
		T18			

Tabla 4.16. Grupos homogéneos definitivos

GRUPO No.1	GRUPO No.2	GRUPO No3	GRUPO No.4	GRUPO No.5	GRUPO No.6
A6	A10	L1	L9	L8	A4
A9	A17	L3	L17	L18	C8
A12	A26	L4	L27	L29	G3
A19	A35	L6	L28	L31	S17
A21	T8	L20	L30	S5	
	T24	L32	T8	S25	
		L34	T23	S26	
		L37			
		L38			
		L39			
		T4			
		T18			

Una vez formados los diferentes grupos se procedió a analizar las curvas de dobles acumulaciones (dobles masas) para cada grupo seleccionado, relacionando las estaciones escogidas en cada uno de los grupos, detectando el comportamiento de cada una de ellas, la dispersión que poseen y errores sistemáticos, estableciéndose la eliminación para aquellas que poseen error sistemático. Como estación tipo para cada grupo se escogió la media del grupo.

Tabla 4.17. Estaciones pluviométricas descartadas

Datos insuficientes		Inconsistencia de datos
A8	L45	A14
A29	S1	L7
C5	S2	S3
L23	S4	S13
L24	S8	S15
L26	S16	T11
L35	S18	
L40	S19	
L41	S21	
L42	S23	
L43	T19	
L44	T22	

En el completado de datos se tomó en cuenta la convención de que las estaciones con valor -100 significa que no poseen datos, así como también los que aparecen con valores de 0 que el valor medido es inapreciable; por lo tanto, con varias corridas del programa CHAC se logró el completado de datos hasta que todas las estaciones quedaran con valores de precipitaciones medias mensuales, procediendo luego al trazado de los polígonos de Thiessen y también de las Isoyetas. Los valores de correlación múltiple definitivos fueron: Coeficiente de priorización: P=0.56, Exponente de priorización: a=0.1, el cual fue determinado experimentalmente por los que desarrollaron el modelo CORMUL. El valor de 0.56 del coeficiente de priorización es aceptable, aunque se obtendrían mejores resultados si se rescatan los datos de las estaciones con series largas y que han presentado inconsistencias, dándoles previamente un tratamiento de validación del período que se considera correcto, de acuerdo al historial de dichas estaciones, y completando el período incorrecto por regresión lineal. En el presente documento no se realizó esta corrección o ampliación del estudio por varias limitantes, entre ellas: la no disponibilidad de información del historial de las estaciones.

De las 70 estaciones se completaron 40; sin embargo, se descartaron 6 para el trazado de los polígonos de Thiessen, debido a la proximidad con otras estaciones. El total de estaciones que tienen influencia en el área de drenaje de la cuenca del río Sucio son 21.

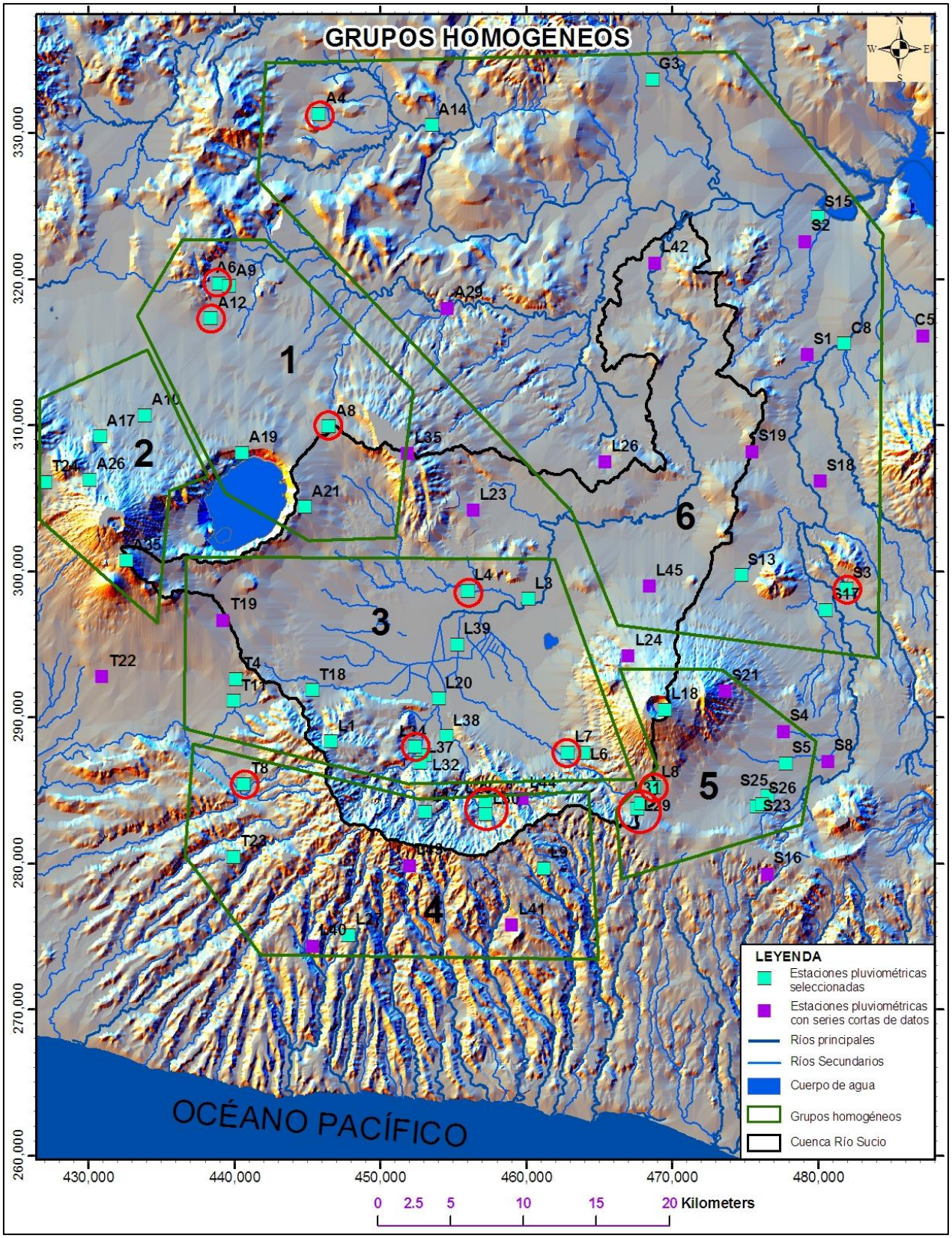


Figura 4.43. Formación de grupos homogéneos para el análisis de dobles masas

Para el trazado de los polígonos de Thiessen se usó el plano con la cuenca hidrográfica ya trazada con anterioridad y las precipitaciones medias anuales de las series de lluvia completadas de cada estación. El concepto de Thiessen consiste en unir las perpendiculares de los puntos medios de las rectas que unen las estaciones en estudio; sin embargo el trazado de los polígonos se realizó con la herramienta Analysis Tool de ARC GIS. Ver figura 4.44.

Posteriormente se trazaron las curvas isoyetas utilizando el plano de la cuenca hidrográfica ya trazado con anticipación y las precipitaciones medias anuales de las series completadas y tomando en consideración los datos de las estaciones cuyas precipitaciones son similares obteniéndose de esta manera curvas de igual precipitación. Para dar mejor definición a las curvas Isoyetas fue necesario considerar otras estaciones pluviométricas con los valores medios anuales de las series originales. Los valores de precipitación media anual de las series completadas de lluvia se muestran en la Tabla 4.18.

Una vez calculadas las precipitaciones areales se procedió al cálculo de la evapotranspiración potencial en el área de la cuenca. El método seleccionado para el cálculo de la evapotranspiración potencial de la cuenca es el método de Hargreaves, ya que de acuerdo a estudios comparativos de métodos de cálculo de la evapotranspiración potencial en El Salvador, se determinó que el método de Hargreaves es el que más se ajusta a los resultados del método de Penman y éste último a los resultados de Tanque evaporímetro.

Para el cálculo de la evapotranspiración areal se procedió de igual manera que la precipitación, luego de calcular la ETP para 7 estaciones distribuidas en la cuenca del Río Sucio, se realizó el completado de series de datos de las mismas. El método aplicado para la distribución areal de la ETP también es el de los polígonos de Thiessen.

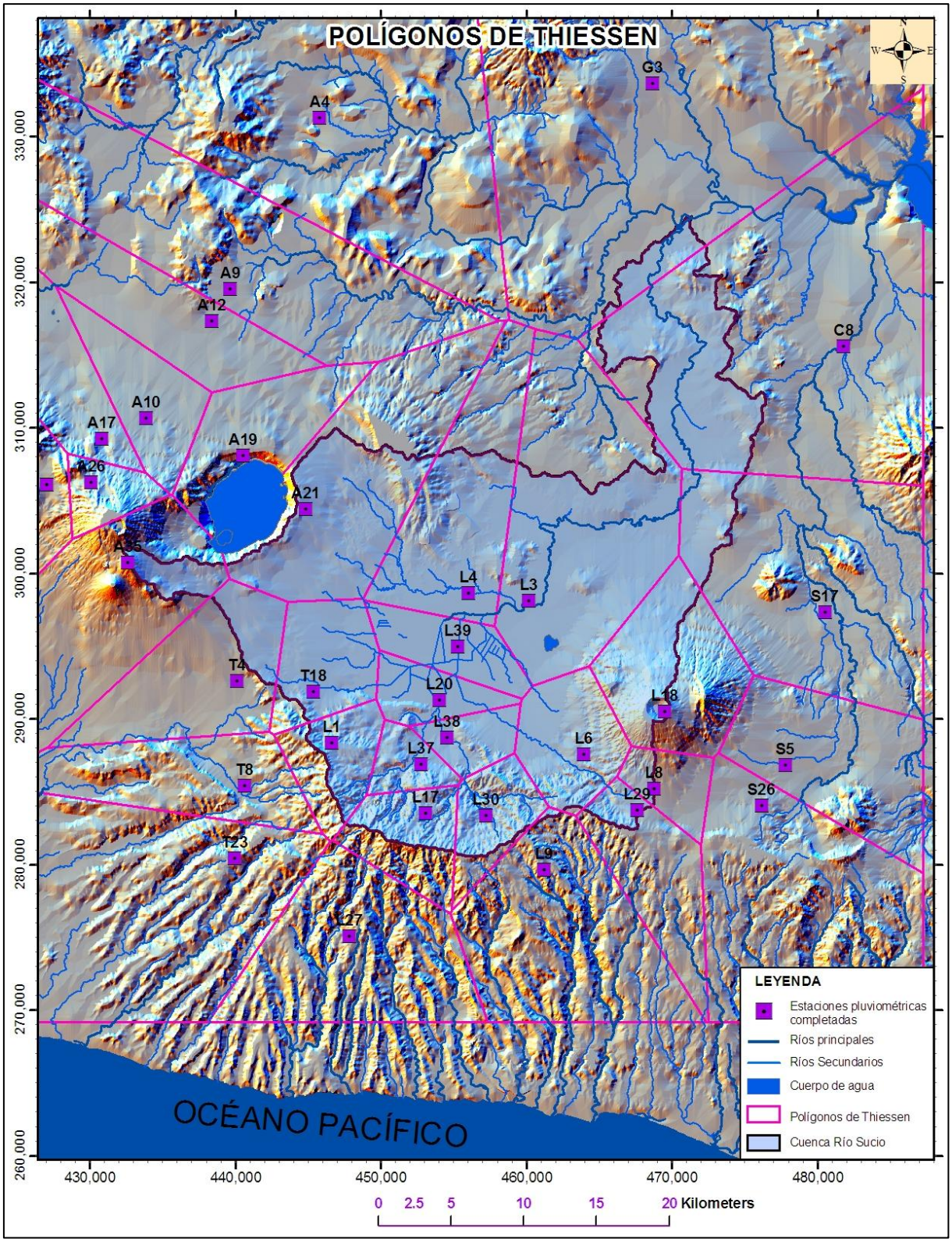


Figura 4.44. Construcción de los polígonos de Thiessen

Tabla 4.18. Precipitaciones anuales de las estaciones completadas

ESTACION	SERIES COMPLETADAS	DATOS ORIGINALES	ESTACION	SERIES COMPLETADAS	DATOS ORIGINALES
A4	1347.8	1619.2	L20	1597.1	1650.9
A6	1513.4	1909.9	L27	2102.1	2074.4
A9	1574.7	1739.0	L28	1946.2	1942.1
A10	1732.1	1874.1	L29	2022.6	2006.3
A12	1694.9	1734.7	L30	2142.0	2102.7
A17	1789.7	1917.9	L31	2263.9	2039.6
A19	1642.2	1648.7	L32	1630.3	1814.4
A21	1643.2	1670.9	L34	1692.2	1868.8
A26	2235.5	2300.4	L37	1671.3	1822.5
A35	2221.2	2197.2	L38	1701.3	1751.2
C8	1772.6	1799.9	L39	1605.1	1628.5
G3	1650.6	1648.1	S5	1653.8	1790.7
L1	1769.6	1865.3	S17	1612.6	1605.0
L3	1544.4	1624.7	S25	1717.7	1772.5
L4	1658.0	1669.7	S26	1749.6	1769.9
L6	1589.0	1759.0	T4	1742.4	1808.4
L8	1860.4	1860.7	T8	1888.7	1903.4
L9	1963.1	2030.3	T18	1586.6	1664.2
L17	1897.2	1869.0	T23	2183.7	2273.4
L18	2129.7	2174.7	T24	2181.31	2137.52

4.1.6.4. Cálculo del balance hídrico en la cuenca del acuífero El Playón

Se utilizó la metodología de G. Castany para el cálculo del balance del acuífero El Playón; debido a que se trata de una cuenca que no tiene ríos, todo el flujo es subterráneo.

Características de la Cuenca Hidrográfica

La cuenca hidrográfica El Playón, se considera igual en superficie a la cuenca hidrogeológica del acuífero. Esta se origina en el cráter del volcán Quezaltepec o San Salvador, y se extiende hasta el Río Sucio, 14 Km al norte. Ver la Figura 4.45.

Las características fisiográficas de esta cuenca son las siguientes:

Área : 68.70 Km^2

Perímetro : 9.46 Km.

Elevación Máxima: 1,840 m.s.n.m.

Elevación Mínima: 402 m.s.n.m.

Clima

De acuerdo a la clasificación climática de El Salvador, elaborada por Köppen, Sapper y Lauer (SNET, 2005), el área de la cuenca El Playón tiene un clima de Sabana Tropical o Tierra Caliente en la zona comprendida entre 400 y 800 m.s.n.m. Entre 800 y 1200 m.s.n.m., el clima se clasifica como Sabana Tropical Calurosa o Tierra Templada y entre 1200 y 1800 m.s.n.m., como Clima Tropical de las Alturas. Por encima de 1800 m.s.n.m., el clima se clasifica como Tierra Fría.

Parámetros meteorológicos

El Servicio Nacional de Estudios Territoriales proporcionó información meteorológica de la estación San Andrés, ubicada fuera de la cuenca, pero muy cerca, a 2.8 Km de su borde occidental.

La información solicitada es la mínima requerida para calcular el balance hídrico: lluvia, temperatura máxima y mínima y humedad relativa, todos promedios mensuales. La información proporcionada corresponde al período de 2005 a 2010, la cual se muestra en las tablas de la 4.19 a la 4.22.

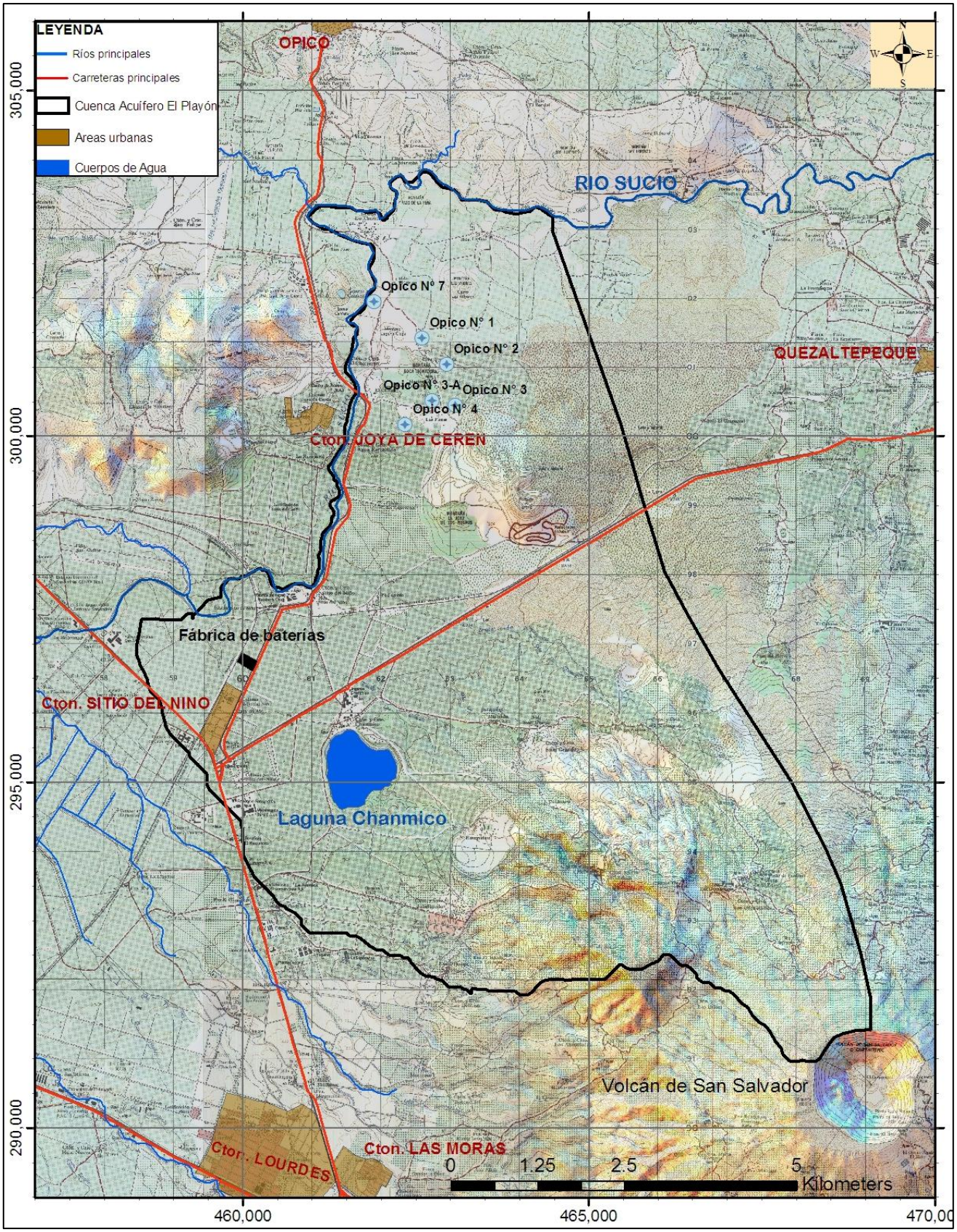


Figura 4.45. Límites del acuífero El Playón.

Tabla 4.19. Precipitación mensual, en mm. Estación San Andrés.

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Suma
2005	0.0	0.0	12.1	71.9	272.9	201.4	170.0	366.5	320.3	442.8	10.3	0.0	1868.2
2006	0.7	5.1	4.6	131.0	187.4	313.2	413.0	339.1	302.4	129.3	51.6	35.2	1912.6
2007	0.0	0.0	6.6	85.4	149.5	73.1	348.9	296.2	306.7	249.7	53.1	0.0	1569.2
2008	0.0	6.4	10.4	66.2	33.4	361.4	309.7	229.6	280.2	258.1	0.0	0.0	1555.4
2009	0.2	5.5	1.1	42.6	248.7	136.4	271.2	372.2	338.3	106.6	82.6	18.6	1624.0
2010	0.0	0.0	33.5	63.2	315.4	338.9	460.5	359.3					1570.8
Promedios	0.2	2.8	11.4	76.7	201.2	237.4	328.9	327.2	309.6	237.3	39.5	10.8	1782.9

Tabla 4.20. Temperatura máxima, en ºC. Estación San Andrés.

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Prom. Anual
2005	31.5	30.6	34.8	34.3	31.9	30.3	31.4	31.4	30.0	29.2	29.7	32.5	31.5
2006	32.3	30.0	34.9	33.1	32.0	29.9	31.6	32.1	30.7	32.0	29.5	31.4	31.6
2007	33.1	31.0	35.2	33.9	33.5	31.4	32.0	31.1	30.3	29.9	30.2	31.9	32.0
2008	32.3	31.7	34.5	33.5	33.7	30.2	30.7	31.3	30.0	30.0	29.6	31.9	31.6
2009	32.6	29.9	34.1	34.5	33.0	30.8	32.2	32.4	31.3	32.3	29.8	32.5	32.1
2010	32.2	31.0	35.5	33.7	32.5	29.9	30.7	30.5					
Promedios	32.3	30.7	34.8	33.8	32.8	30.4	31.4	31.5	30.5	30.7	29.8	32.0	31.7

Tabla 4.21. Temperatura mínima, en ºC. Estación San Andrés.

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Prom. Anual
2005	14.6	15.4	19.8	20.1	20.9	21.4	21.0	20.6	20.4	20.0	17.3	17.0	19.0
2006	16.4	16.0	16.8	19.1	21.5	20.8	20.4	20.6	20.5	21.0	18.0	17.9	19.1
2007	16.6	16.3	18.4	19.8	20.6	20.9	20.4	20.6	20.5	19.6	17.4	15.8	18.9
2008	16.4	17.4	17.9	20.0	21.0	20.5	20.2	20.5	20.8	20.3	16.0	15.5	18.9
2009	15.6	16.2	16.2	19.0	20.5	21.0	20.5	20.5	20.7	20.4	18.0	16.6	18.8
2010	15.2	17.3	17.9	20.8	21.6	21.4	20.7	21.1					
Promedios	15.8	16.4	17.8	19.8	21.0	21.0	20.5	20.6	20.6	20.3	17.3	16.6	19.0

Tabla 4.22. Humedad relativa media, en %. Estación San Andrés.

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Prom. Anual
2005	72.1	62.1	73.3	68.1	82.1	82.5	85.3	83.6	82.8	84.1	74.9	75.6	77.2
2006	72.6	62.3	69.2	69.3	79.9	80.3	83.5	82.6	82.8	83.7	76.1	76.4	76.6
2007	72.0	64.5	70.3	71.9	77.4	77.2	82.2	83.9	81.0	85.4	72.9	74.1	76.1
2008	71.3	67.8	69.4	70.0	74.9	79.6	82.0	82.3	82.6	83.6	70.5	72.8	75.6
2009	69.8	60.9	64.5	67.5	80.4	81.7	82.0	83.5	82.2	84.1	79.2	78.6	76.2
2010	73.2	64.9	63.9	74.5	83.1	83.8	87.2	87.8					
Promedios	71.8	63.8	68.4	70.2	79.6	80.9	83.7	84.0	82.3	84.2	74.7	75.5	76.6

Cálculo de la evapotranspiración potencial

El valor de la evapotranspiración incluye las pérdidas por evaporación de los cuerpos de agua y la transpiración de la vegetación, en condiciones de cobertura vegetal del 100 % del área de la cuenca analizada.

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se utilizó el método de Hargreaves, el cual es utilizado por la mayoría de instituciones nacionales de meteorología en la región Centroamericana. Este método es muy utilizado porque de acuerdo a estudios comparativos de métodos de cálculo de la evapotranspiración potencial, se determinó que este método es el que más se ajusta a los resultados del método de Penman Monteith para zonas tropicales, el cual se considera el método más exacto por la cantidad de variables físicas que involucra; por otra parte, el método de Hargreaves es sencillo, ya que solo requiere datos de temperatura media mensual, humedad relativa media mensual y radiación solar media mensual. Este último parámetro se obtiene de tablas, por lo que para el cálculo de la ETP basta con dos parámetros.

La ecuación de cálculo de la ETP por el método de Hargreaves es la siguiente:

$$ETP = 0.0075 \text{ x } RSM \text{ x } TMF \qquad \text{(Ec. 4.1)}$$

En donde:

ETP = La evapotranspiración potencial expresada en milímetros de agua por período de tiempo

RSM = Es la radiación solar incidente expresada en milímetros de agua evaporada

$$RSM = 0.075 \text{ x } RMM \text{ x } S^{\frac{1}{2}} \qquad \text{(Ec. 4.2)}$$

RMM = Es la radiación extraterrestre en milímetros de agua evaporada (se obtiene de tablas, en función de la latitud de la estación meteorológica)

S = Es el porcentaje del posible brillo de sol

$$S = 12.5 \text{ x } (100 - HM)^{\frac{1}{2}} \qquad \text{(Ec. 4.3)}$$

HM = Representa la humedad relativa

TMF = Temperatura media mensual en grados Fahrenheit

Los valores de la temperatura media mensual se obtuvieron del promedio de las temperaturas máximas y mínimas, mes a mes. En la Tabla 4.23 se muestran los resultados.

Tabla 4.23. Temperatura Media. Estación San Andrés.

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Anual
2005	23.0	23.0	27.3	27.2	26.4	25.9	26.2	26.0	25.2	24.6	23.5	24.8	25.3
2006	24.3	23.0	25.8	26.1	26.8	25.4	26.0	26.4	25.6	26.5	23.8	24.7	25.4
2007	24.9	23.6	26.8	26.9	27.1	26.2	26.2	25.8	25.4	24.8	23.8	23.8	25.4
2008	24.4	24.6	26.2	26.7	27.3	25.3	25.4	25.9	25.4	25.1	22.8	23.7	25.2
2009	24.1	23.1	25.2	26.8	26.8	25.9	26.3	26.4	26.0	26.4	23.9	24.6	25.5
2010	23.7	24.1	26.7	27.2	27.0	25.6	25.7	25.8					25.7
Promedios	24.1	23.6	26.3	26.8	26.9	25.7	26.0	26.0	25.5	25.5	23.6	24.3	25.4

La Radiación Solar se obtiene de tablas, para lo cual se requiere de la latitud de la estación meteorológica, la cual es de 13.8166 grados decimales. La radiación solar mensual se calculó por interpolación y se muestra en la Tabla 4.24.

Tabla 4.24. Temperatura Media. Estación San Andrés.

Lat	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
14	12.4	13.6	14.9	15.6	15.8	15.7	15.7	15.6	15.1	14.1	12.8	12
13.8166	12.44	13.64	14.92	15.60	15.78	15.68	15.68	15.60	15.12	14.12	12.84	12.04
13	12.6	13.8	15	15.6	15.7	15.6	15.6	15.6	15.2	14.2	13	12.2

Los valores medios mensuales de ETP calculados para cada uno de los años del período 2005-2010, así como sus promedios del período, se muestran en la tabla 4.25.

En la Figura 4.46 se muestra la ETP promedio anual.

Tabla 4.25. Evapotranspiración potencial mensual y anual.

Año/Mes	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
2005	134.0	136.9	160.3	165.6	146.3	138.6	138.0	141.1	133.5	128.9	129.9	133.0	1686.1
2006	137.7	136.6	160.9	160.0	151.7	141.1	141.5	144.3	134.7	135.5	129.1	131.4	1704.4
2007	140.1	136.6	162.9	159.3	157.4	149.1	145.0	139.8	137.5	126.6	133.2	131.9	1719.5
2008	139.4	136.3	161.9	161.4	162.5	142.2	142.9	143.3	134.4	131.3	132.9	133.2	1721.7
2009	140.4	138.0	164.1	164.7	150.8	140.4	145.7	142.5	137.2	134.2	125.0	128.1	1711.0
2010	134.9	137.8	170.7	156.6	146.1	135.2	132.0	130.3	135.5	131.3	130.2	131.6	1672.3
PROM	**137.7**	**137.0**	**163.5**	**161.3**	**152.5**	**141.1**	**140.8**	**140.2**	**135.4**	**131.3**	**130.1**	**131.5**	**1702.5**

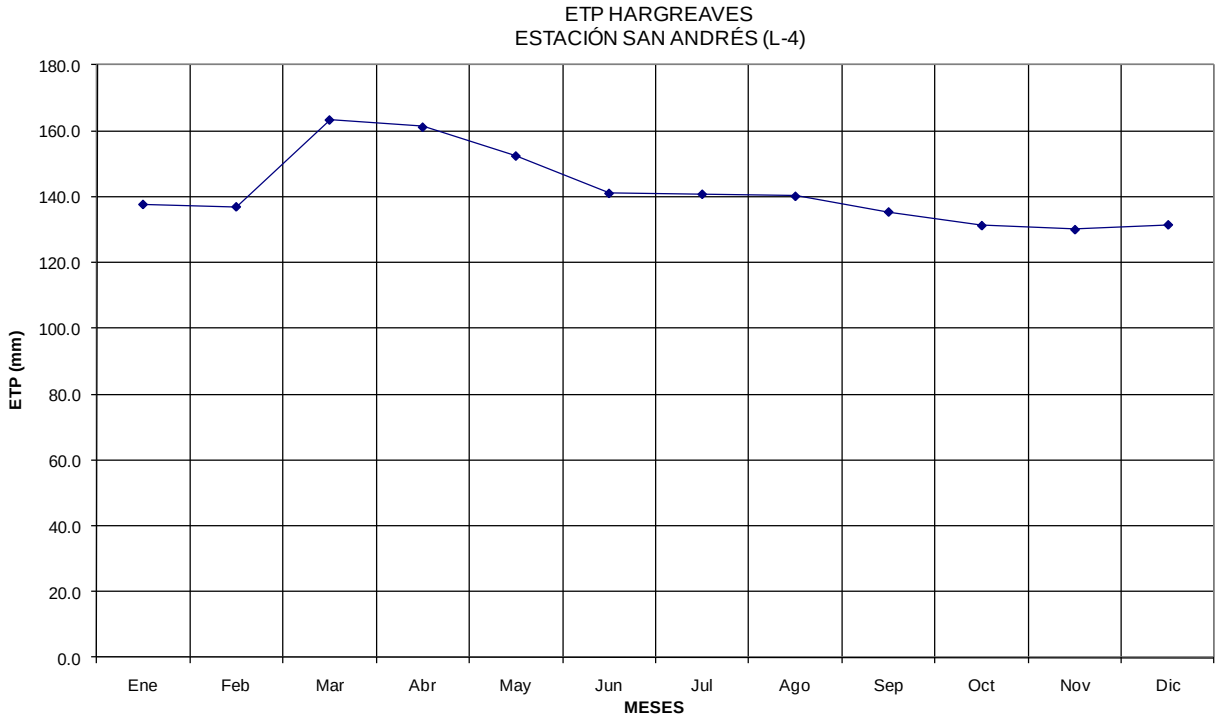


Figura 4.46. Variación anual de la ETP.

El balance hidrológico consiste en un balance de aguas que viene dado por la ecuación general:

$$E - S = \Delta V \qquad \text{(Ec. 4.4)}$$

o sea entradas menos salidas igual a cambio en el almacenamiento (Figura 4.47).

E = Entradas al sistema, en unidades de volumen

S = Salidas del Sistema, en unidades de volumen

ΔV = Cambio de volumen en el almacenamiento

La ecuación del balance hidrológico se puede escribir en función de las variables que tienen lugar en el área de estudio y de acuerdo al modelo conceptual del sistema.

Como entradas sólo se tiene la precipitación (P) y como salidas serán la evapotranspiración real (ETR) y la infiltración o escorrentía subterránea (I), además se tienen las extracciones por bombeo (B).

Entonces, la ecuación del balance hídrico se puede escribir así:

$$P - (ETR + I + B) = \Delta V \qquad \text{(Ec. 4.5)}$$

Pero $\Delta V = 0$ para un período largo de observación y este sería el caso, ya que los valores de los elementos del ciclo hidrológico son promedios de cinco años de registro.

$$\text{Luego, } P - ETR - B = I \qquad \text{(Ec. 4.6)}$$

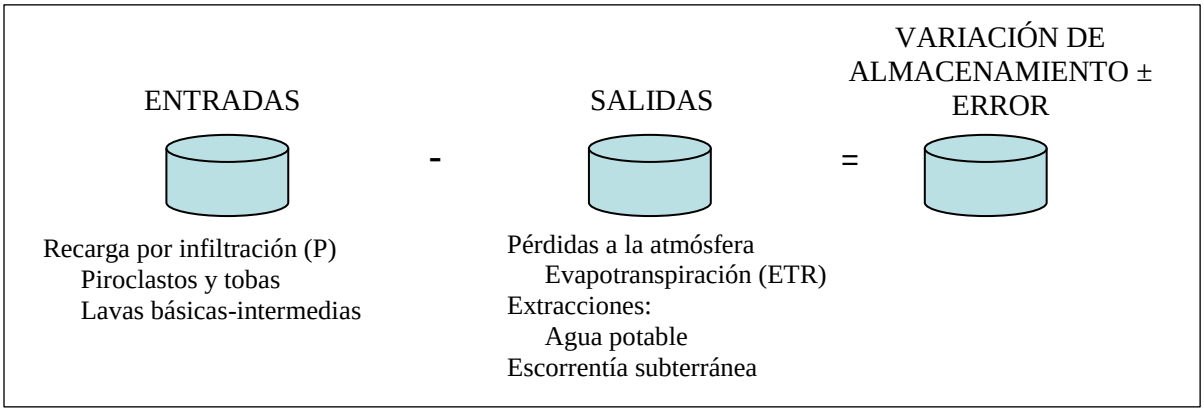


Figura 4.47. Elementos del balance hidrológico.

Para el cálculo del balance hidrológico se ha utilizado el método de THORNTHWAITE y L. SERRA, el cual considera cada uno de los elementos del ciclo hidrológico, determinando un déficit y un excedente de escorrentía. Las variables I y S se obtienen como Q o escurrimiento total (Q = I + S); en este caso en particular S = 0 (no hay drenajes superficiales), o sea Q = I.

El balance de humedad de suelos exige el conocimiento de las características del suelo tales como capacidad de campo, punto de marchitez, profundidad del suelo, etc. Se utilizarán los datos propuestos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el cual se presenta en la Tabla 4.26.

Tabla 4.26. Textura y propiedades de humedad de suelos.

Textura	Punto de Marchitez (agua por pie de profundidad)			Capacidad de Campo (agua por pie de profundidad)			Capacidad de Agua Disponible (agua por pie de profundidad)		
	(%)	(pulg)	(mm)	(%)	(pulg)	(mm)	(%)	(pulg)	(mm)
Arena Media	1.7	0.3	7.62	6.8	1.2	30.48	5.1	0.9	22.86
Arena Fina	2.3	0.4	10.16	8.5	1.5	38.1	6.2	1.1	27.94
Franco Arenoso	3.4	0.6	15.24	11.3	2	50.8	7.9	1.4	35.56
Franco Arenoso Fino	4.5	0.8	20.32	14.7	2.6	66.04	10.2	1.8	45.72
Franco	6.8	1.2	30.48	18.1	3.2	81.28	11.3	2	50.8
Franco Limoso	7.9	1.4	35.56	19.8	3.5	88.9	11.9	2.1	53.34
Franco Arcilloso	10.2	1.8	45.72	21.5	3.8	96.52	11.3	2	50.8
Arcilloso	14.7	2.6	66.04	22.6	4	101.6	7.9	1.4	35.56

Fuente: Tomado de SNET, 2005

Los suelos en la cuenca en estudio son del tipo Litosoles en la parte alta y media de la cuenca y Aluviales en la parte baja, los cuales se pueden clasificar como suelos superficiales y franco-arenosos, Ver el Mapa de Suelos (Figura 4.48). El promedio ponderado de capacidad de agua disponible es de 22.86 mm. Los valores propuestos en la Tabla 4.26 se refieren a un pie de profundidad de suelo, es decir 30.48 cm.

En el área de estudio la profundidad del suelo en los sitios investigados es efectivamente de unos 30 cm de espesor, ver las fotografías 53 y 54.



Fotografía 53. Espesor de suelo en los alrededores de laguna Chanmico



Fotografía 54. Espesor de suelo en corte sobre la carretera a Quezaltepeque

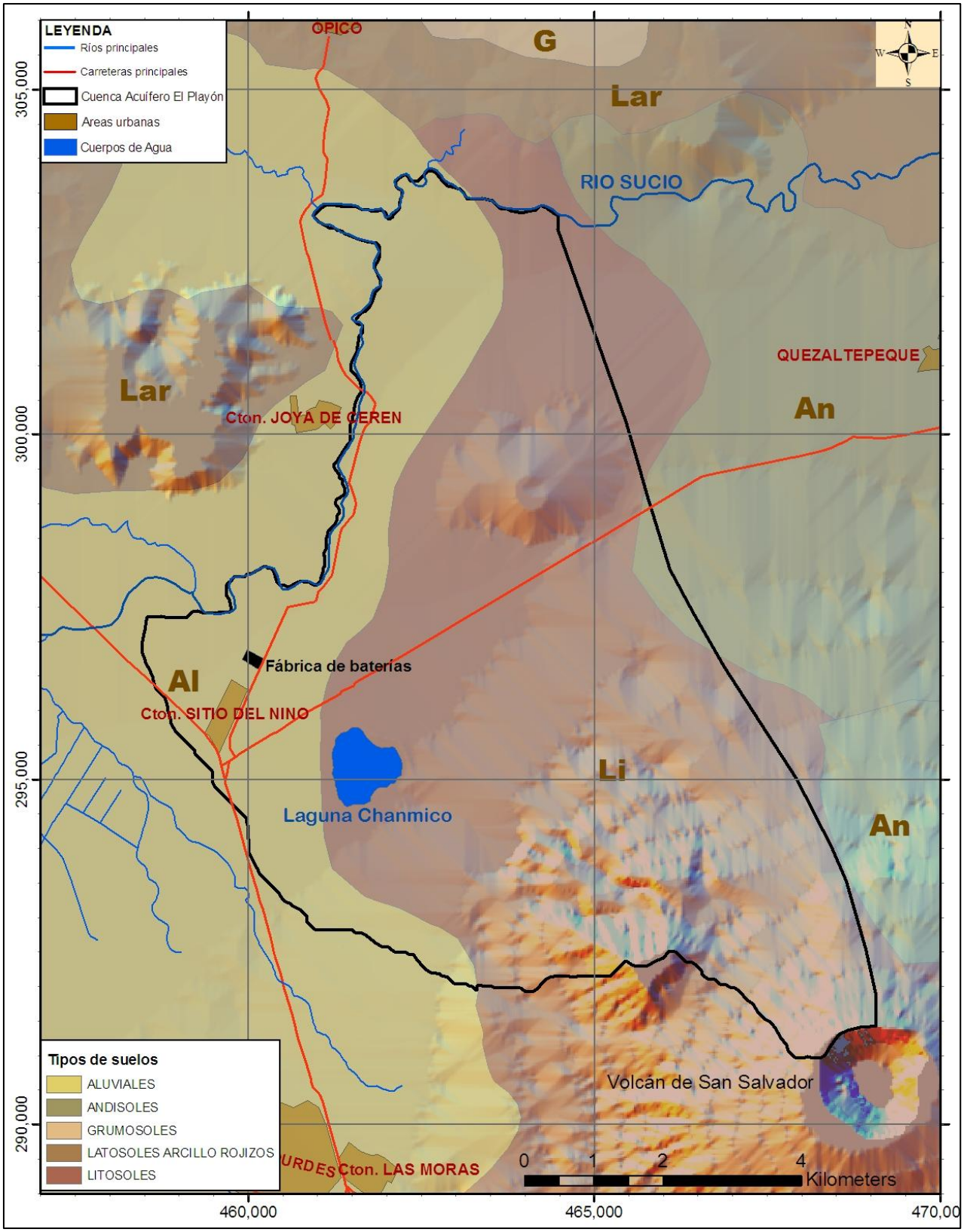


Figura 4.48. Tipos de suelos en la cuenca del acuífero El Playón.

En la Tabla 4.27 se muestran los resultados del balance hidrológico de la cuenca del Acuífero El Playón.

Tabla 4.27. Balance hidrológico en la cuenca hidrogeológica El Playón, en mm.

Parámetro	Meses												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Precipitación (P, mm)	0.2	2.8	11.4	76.7	201.2	237.4	328.9	327.2	309.6	237.3	39.5	10.8	**1782.9**
Evapotranspiración Potencial (ETP, mm)	137.7	137.0	163.5	161.3	152.5	141.1	140.8	140.2	135.4	131.3	130.1	131.5	**1702.5**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	0.2	2.8	11.4	76.7	152.5	141.1	140.8	140.2	135.4	131.3	62.4	10.8	**1005.6**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	0.0	0.0	
Déficit de Almacenaje (DA, mm)	137.6	134.2	152.1	84.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.7	120.8	**696.9**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	96.3	188.0	186.9	174.1	106.0	0.0	0.0	**777.3**
Escurrimiento Total (Q, mm)	16.9	8.4	4.2	2.1	15.0	54.6	121.3	154.1	164.1	135.1	67.5	33.8	**777.3**

De la Tabla anterior se tiene:

Precipitación: 1,782.9 mm

Evapotranspiración Real: 1,005.6 mm

Escurrimiento Total: 775.2 mm

Los resultados anteriores transformados a volúmenes para determinar la magnitud de los recursos hídricos que transitan por el acuífero son los siguientes:

Cuenca del Acuífero El Playón (Área = 68.7 Km^2)

Precipitación: 122.5 x 10^6 m^3/año

Evapotranspiración Real: 69.1 x 10^6 m^3/año

Escurrimiento Total: 53.4 x 10^6 m^3/año

Caudal subterráneo: 1.69 m^3/s

El rendimiento específico de recursos hídricos subterráneos en la cuenca en estudio, es por consiguiente, 24.65 L/s/Km^2.

Si se considera que existe una explotación de las aguas subterráneas por medio de pozos profundos perforados, así como pozos excavados, algunos de ellos tienen pequeñas bombas eléctricas, debemos evaluar un elemento más en el cálculo del Balance Hidrológico, el cual se conoce como descarga artificial.

La descarga artificial a través del bombeo de pozos se ha calculado con base en información antigua, por lo que algunos pozos ya no han de estar funcionando, pero también deben haber nuevos que no están inventariados; por otra parte, los propietarios de pozos, sobre todo las empresas, no proporcionan información de explotación de sus pozos, por lo que el dato no es muy real, pero sirve para contar con una estimación.

En inventario se tienen 37 pozos dentro del área delimitada del acuífero El Playón, de los cuales se cuentan con información de caudal explotado de 25 de ellos. El caudal total extraído por los 25 pozos es de 776.28 L/s (ver Anexo 15). Por otra parte, se tiene la descarga natural de los manantiales San Lorenzo, La Isla, El Jute y El Chorrerón, con caudales de 570, 70, 45 y 15 L/s, respectivamente, haciendo un total de 700 L/s, todos captados por ANDA; los datos de aforo de estos manantiales son de fecha 01/01/1980, según consta en base de datos de ANDA. Aún falta la explotación del recurso por pozos artesanales; sin embargo se considera que es despreciable. En total, la descarga artificial más la descarga natural suma un caudal de 1,476 L/s, o 1.48 m^3/s.

Al comparar la recarga con la descarga se tiene un balance de 0.21 m^3/s que descargan como flujo base al Río Sucio.

4.1.6.5. Recarga de aguas subterráneas en la cuenca del río Sucio

Para el cálculo de la recarga en cada unidad geológica, se utilizó la información de los suelos que las constituyen, aplicando la misma metodología descrita en 4.1.6.4, para el cálculo del balance hídrico en la cuenca del Acuífero El Playón, pero utilizando toda la información completada de lluvia y ETP de las estaciones ubicadas dentro o tienen influencia en la cuenca del río Sucio. La distribución areal de la lluvia y ETP se realizó por medio de los polígonos de Thiessen.

El procedimiento para el cálculo de la recarga de cada unidad geológica se explica a continuación:

Por medio de la herramienta Analysis Tool/Proximity/Create Thiessen Polygons, se generaron los polígonos de Thiessen para las estaciones de lluvia y para las estaciones de ETP. Los datos completados de lluvia y ETP de cada una de las estaciones ubicadas dentro de la cuenca del río Sucio, se muestran en las tablas 4.28 y 4.29. En las Figuras 4.49 y 4.50 se muestran los polígonos de Thiessen para lluvia y para ETP, respectivamente.

Desde el proyecto Arc GIS se cargó la geología de la cuenca del río Sucio, la cual se simplificó, definiéndose 58 polígonos, distribuidos así: unidad b3: 4 polígonos, c1: 4, c3: 3, Qf: 5, s2: 7, s3a: 14, s4:1, s5a: 2, s5b: 9 y s5c: 9. Ver Tabla 4.30 y Figura 4.1.

Para cada unidad geológica se determinó el tipo de suelo que yace sobre las mismas, utilizando la información de suelos en escala 1:50,000 del MAG (1966), ver la Figura 4.51. En dichas coberturas se especifica el espesor de suelo, aunque no para todas las unidades de suelo, por lo que se hicieron algunas estimaciones con base en el conocimiento de la zona y observaciones de campo. Ver detalle de la leyenda de suelos en el Anexo 13.

La geología se simplificó en 44 sectores o unidades de recarga, por lo que se realizaron 44 balances hídricos. A continuación se detalla el procedimiento de cálculo de los balances hídricos.

1. Se procedió a intersectar los polígonos de Thiessen con los sectores de unidades geológicas, utilizando la herramienta Analysis Tool/Extract/Clip de Arc GIS.
2. Luego, se calcularon las áreas de cada polígono resultante y se obtuvieron los coeficientes α de Thiessen, dividiendo el área de cada polígono entre el área total del sector.

3. El coeficiente α se multiplicó por su respectivo parámetro mensual de lluvia o ETP según era el caso, sumando luego los productos y obteniendo un parámetro ponderado mensual.
4. Los datos ponderados de lluvia y ETP se introdujeron en la tabla de cálculo del balance hídrico, en la que la humedad disponible de los suelos (Capacidad de campo – Punto de marchitez) se obtuvo de las tablas de la USDA, pero calculando la humedad en función del espesor del suelo. En las unidades geológicas de lavas basálticas escoriáceas recientes (miembro s5a), se asumió un espesor de suelo de solo 5 cm, ya que son lavas muy recientes. Por otra parte, en productos volcánicos arenosos como conos de acumulación, constituidos por lapilli y cínder (miembro s5b), el espesor de suelo se asumió de solo 10 cm.

Las tablas de cálculo de la lluvia y ETP ponderados de cada sector de recarga, así como las tablas de cálculo del balance hídrico de cada sector se muestran en el Anexo 14.

Los resultados del cálculo de la recarga de aguas subterráneas para cada unidad geológica de la cuenca del río Sucio se muestra en la Tabla 4.31 y en la Figura 4.52.

El cálculo de la recarga total ponderada de toda la cuenca, se detalla a continuación:

$$R_p = \frac{(R_i \, x \, A_i)}{A} \qquad \text{(Ec. 4.7)}$$

$$R_p = \frac{(142{,}617{,}783{,}180.55 \text{ mm.m}^2/\text{año})}{833{,}282{,}663.57 \text{ m}^2}$$

R_p = 171.15 mm/año.

Tabla 4.28. Datos completados de lluvia y área de polígonos de Thiessen.

X	Y	Índice	Tipo	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual	Área Polígono
444871	304349	A21	PMC	1971-01	4.6	3.5	13.9	48.4	160.3	304.8	309.9	313.3	307.3	156.1	25.3	5.6	1652.9	90,518,409.12
432610	300690	A35	PMC	1971-01	5.9	9.6	23.5	65.8	252.7	439.2	379.5	381.5	377.1	213.5	78.5	15.1	2242.0	14,209,560.83
481812	315544	C8	PMC	1971-01	5.0	3.2	14.4	83.1	193.8	309.9	312.4	333.5	288.6	163.3	41.8	7.2	1756.1	93,312,655.71
468687	333626	G3	PMC	1971-01	4.0	1.5	14.9	58.5	160.3	332.5	275.5	291.2	287.6	171.3	46.7	5.8	1649.6	14,520,488.36
446639	288304	L1	PMC	1971-01	4.0	2.5	8.5	58.1	150.5	326.3	326.5	339.8	378.4	134.6	35.5	5.2	1769.8	25,152,971.42
460175	298052	L3	PMC	1971-01	5.1	0.0	19.9	43.8	121.5	244.5	254.9	364.2	247.8	188.0	37.9	8.5	1536.0	138,653,783.82
456031	298612	L4	PMC	1971-01	3.9	4.0	12.7	52.1	157.5	285.2	321.8	313.9	301.1	152.9	42.0	9.2	1656.3	82,978,133.22
463944	287537	L6	PMC	1971-01	3.3	0.3	14.3	62.2	180.8	289.6	253.8	322.9	288.7	165.8	32.7	12.4	1626.7	54,019,493.87
468809	285134	L8	PMC	1971-01	4.8	1.5	12.0	35.9	171.0	319.6	350.9	339.6	361.9	195.6	58.5	8.4	1859.8	6,842,684.70
461228	279613	L9	PMC	1971-01	3.4	2.2	14.1	36.6	191.1	354.4	334.6	335.3	445.5	234.0	51.2	6.4	2008.8	795,254.40
453120	283498	L17	PMC	1971-01	4.4	3.6	8.5	43.1	152.0	325.6	381.7	360.5	400.3	190.8	43.3	5.7	1919.5	23,985,900.47
469536	290480	L18	PMC	1971-01	3.4	3.8	14.0	48.6	180.3	377.4	411.5	378.7	418.0	235.7	48.7	18.8	2138.8	47,684,361.84
454036	291240	L20	PMC	1971-01	5.4	1.8	18.0	48.2	143.3	300.2	274.7	331.5	321.9	151.9	26.8	8.7	1632.5	28,437,010.63
467628	283675	L29	PMC	1971-01	5.6	1.0	10.5	55.7	168.0	372.2	365.5	397.5	411.6	229.7	32.3	7.3	2056.9	8,859,121.40
457267	283307	L30	PMC	1971-01	7.0	1.3	11.1	55.3	170.7	394.5	403.9	400.6	430.2	242.0	35.2	8.2	2159.7	29,990,430.00
452766	286818	L37	PMC	1971-01	6.1	5.6	9.3	50.7	128.5	314.1	308.5	352.7	312.2	155.1	28.9	5.4	1677.2	19,739,295.66
454572	288658	L38	PMC	1971-01	3.5	5.5	11.7	61.3	146.0	292.9	333.9	364.9	303.4	154.9	29.5	1.9	1709.4	22,647,612.63
455304	294926	L39	PMC	1971-01	8.1	3.0	12.4	58.2	151.2	278.7	276.2	331.9	294.7	157.5	29.5	7.4	1608.8	38,320,310.62
480537	297292	S17	PMC	1971-01	3.2	2.7	12.6	42.0	149.6	271.3	292.4	322.2	286.9	176.3	37.9	12.1	1609.1	23,744,401.01
440159	292559	T4	PMC	1971-01	4.6	0.9	21.2	50.8	151.8	288.7	317.5	365.0	361.8	120.6	34.7	6.7	1724.2	21,227,584.17
445385	291810	T18	PMC	1971-01	5.0	0.9	13.2	72.6	122.9	284.6	263.6	333.1	325.5	114.1	32.6	32.4	1600.4	47,642,878.83

Tabla 4.29. Datos completados de ETP y área de polígonos de Thiessen.

X	Y	Índice	Tipo	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Área Polígono
438415	317270	A12	ETC	1971-01	136.9	140.7	175.6	181.5	174.3	154.4	166.0	161.9	141.9	145.2	132.9	131.4	1842.7	7,944,809.63
432610	300690	A35	ETC	1971-01	100.9	101.8	119.1	118.9	112.2	96.1	107.3	106.8	88.0	95.3	95.1	94.4	1235.9	57,483,249.74
481812	315544	C8	ETC	1971-01	146.1	144.5	175.3	173.9	167.8	148.5	150.8	150.6	139.3	141.1	134.7	137.3	1810.1	114,246,069.13
468687	333626	G3	ETC	1971-01	151.0	156.8	195.6	199.3	190.3	160.5	167.7	166.3	149.5	151.2	142.3	142.5	1973.0	14,520,488.36
456031	298612	L4	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1786.6	451,415,120.33
468809	285134	L8	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1556.6	131,726,986.14
447875	275027	L27	ETC	1971-01	148.9	141.8	160.6	154.5	143.3	130.1	141.7	135.5	120.8	126.6	132.2	142.4	1678.3	55,945,550.94

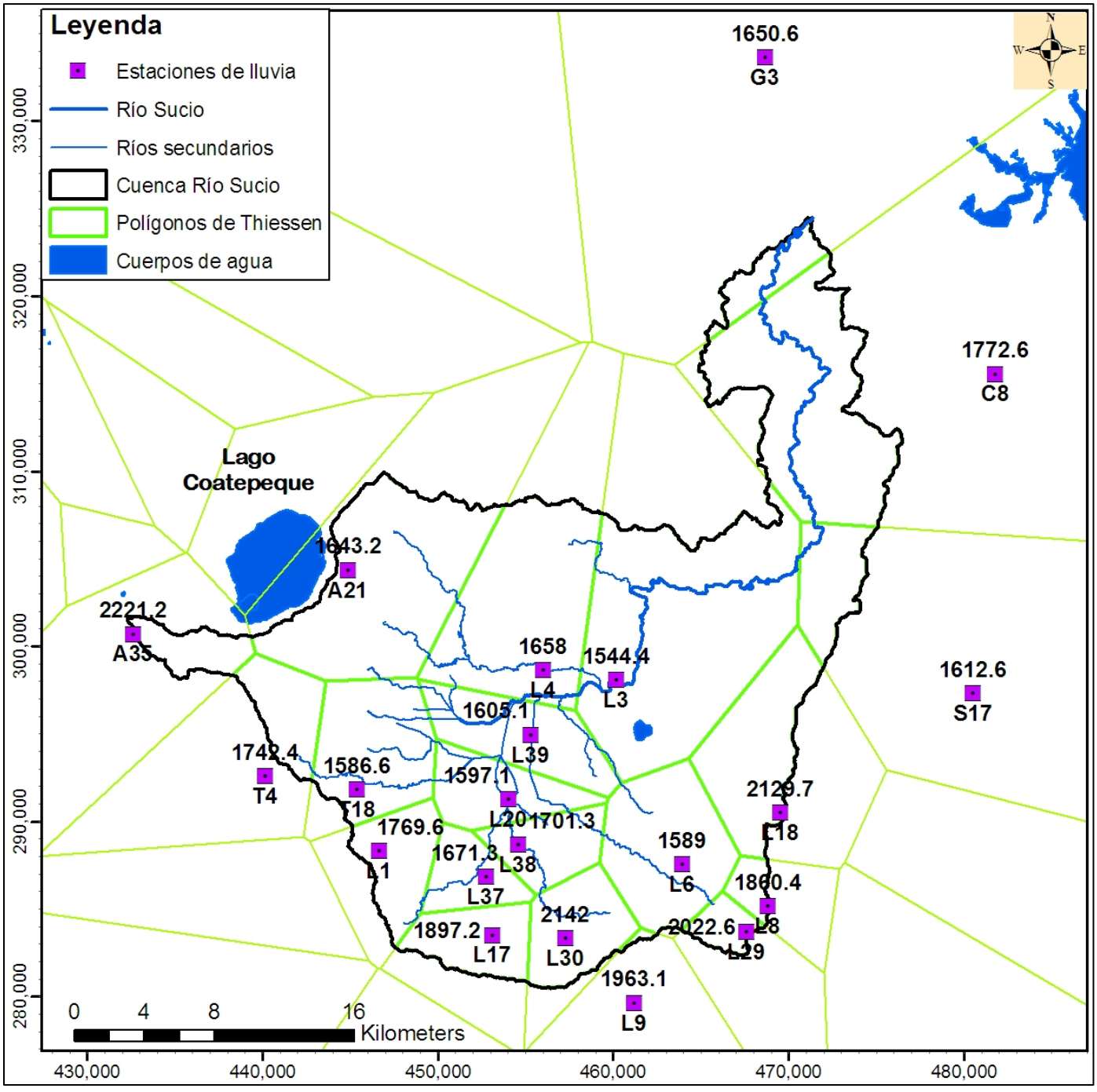


Figura 4.49. Polígonos de Thiessen para el análisis del parámetro lluvia.

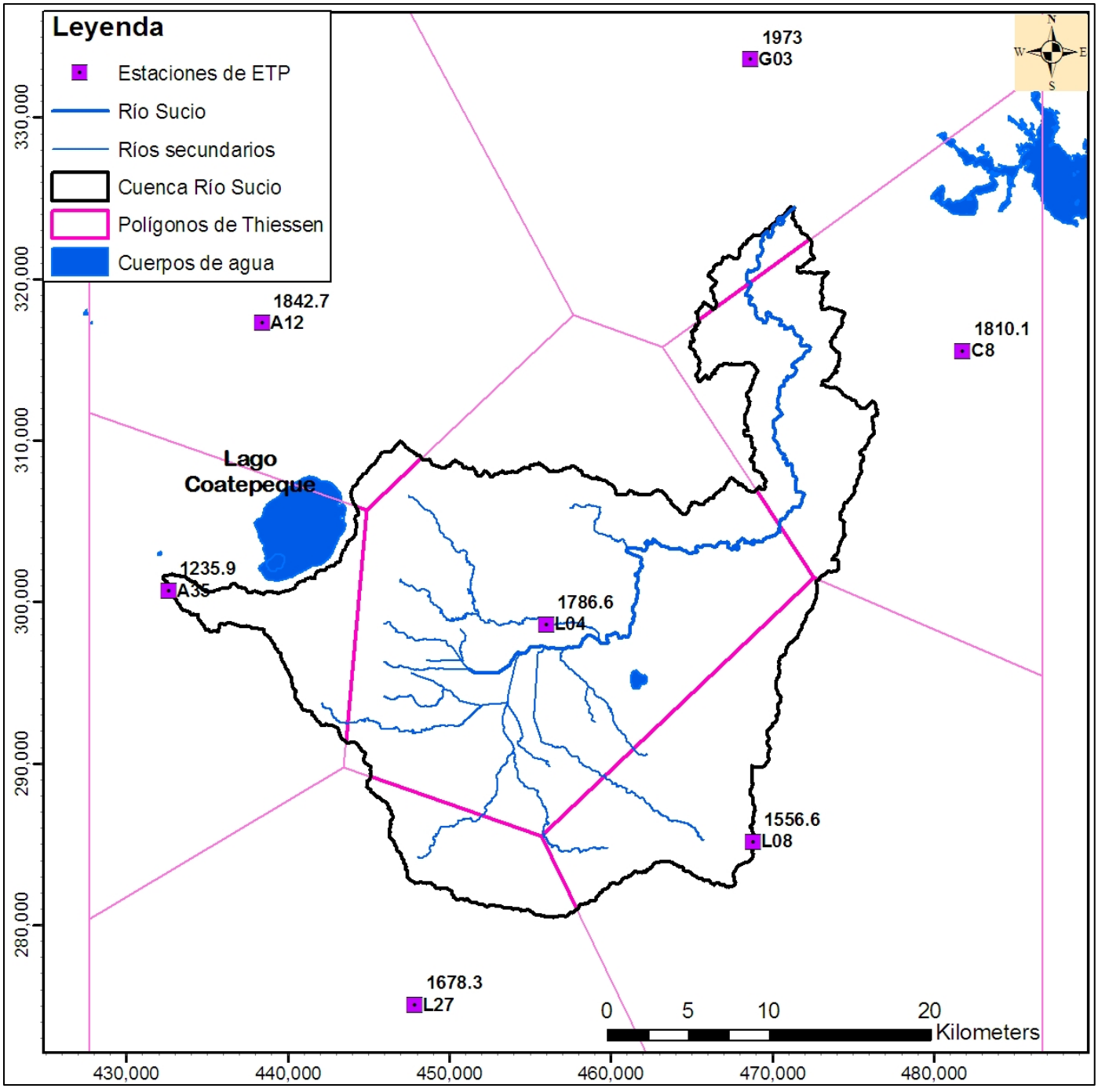


Figura 4.50. Polígonos de Thiessen para el análisis del parámetro ETP.

Tabla 4.30. Unidades geológicas simplificadas de la cuenca del río Sucio.

#	Área, m^2	Formación	Litología	Edad	Unidad	# unidad
1	74,381,236.40	Bálsamo	Efusivas básicas-intermedias, piroclastitas, ignimbritas, lahares	Plioceno	b3 Cordillera El Bálsamo	1
2	41,340,707.67	Bálsamo	Efusivas básicas-intermedias, piroclastitas, ignimbritas, lahares	Plioceno	b3 San Juan Opico	2
3	14,454,516.82	Bálsamo	Efusivas básicas-intermedias, piroclastitas, ignimbritas, lahares	Plioceno	b3 San Matías	3
4	7,744,602.84	Bálsamo	Efusivas básicas-intermedias, piroclastitas, ignimbritas, lahares	Plioceno	b3 San Pablo Tacachico	4
5	3,564,357.80	Cuscatlán	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas	Plio-cuaternario	c1 Quezaltepeque	5
6	15,592,896.31	Cuscatlán	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas	Plio-cuaternario	c1 Quezaltepeque	5
7	6,014,631.58	Cuscatlán	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas	Plio-cuaternario	c1 San Pablo Tacachico	6
8	10,022,292.59	Cuscatlán	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas	Plio-cuaternario	c1 Talnique	7
9	6,604,508.98	Cuscatlán	Efusivas-básicas-intermedias	Pleistoceno	c3 Jayaque	8
10	62,839,626.05	Cuscatlán	Efusivas-básicas-intermedias	Pleistoceno	c3 Quezaltepeque	9
11	14,878,226.47	Cuscatlán	Efusivas-básicas-intermedias	Pleistoceno	c3 Quezaltepeque	9
12	436,427.87	San Salvador	Depósitos sedimentarios del Cuaternario	Holoceno	Qf Conos de Deyección	10
13	1,880,539.64	San Salvador	Depósitos sedimentarios del Cuaternario	Holoceno	Qf Conos de Deyección	10
14	858,700.52	San Salvador	Depósitos sedimentarios del Cuaternario	Holoceno	Qf Laguna Chanmico	11
15	1,220,477.91	San Salvador	Depósitos sedimentarios del Cuaternario	Holoceno	Qf San Pablo Tacachico	12
16	86,132,460.59	San Salvador	Depósitos sedimentarios del Cuaternario	Holoceno	Qf Zapotitán	13
17	6,118,932.11	San Salvador	Efusivas básicas -intermedias, piroclastitas subordinadas	Pleistoceno	s2 Campo de Pozos Opico	14
18	786,789.56	San Salvador	Efusivas básicas -intermedias, piroclastitas subordinadas	Pleistoceno	s2 Campo de Pozos Opico	14
19	715,533.27	San Salvador	Efusivas básicas -intermedias, piroclastitas subordinadas	Pleistoceno	s2 Campo de Pozos Opico	14
20	17,800,544.51	San Salvador	Efusivas básicas -intermedias, piroclastitas subordinadas	Pleistoceno	s2 Chanmico	15
21	15,479,015.96	San Salvador	Efusivas básicas -intermedias, piroclastitas subordinadas	Pleistoceno	s2 Colón	16
22	2,267,770.34	San Salvador	Efusivas básicas -intermedias, piroclastitas subordinadas	Pleistoceno	s2 Cráter	17
23	17,375,858.49	San Salvador	Efusivas básicas -intermedias, piroclastitas subordinadas	Pleistoceno	s2 Quezaltepeque	18
24	39,566,161.71	San Salvador	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas ("tobas color café")	Holoceno	s3a Armenia	19
25	2,190,923.27	San Salvador	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas ("tobas color café")	Holoceno	s3a Campo de Pozos Opico	20
26	42,304,508.27	San Salvador	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas ("tobas color café")	Holoceno	s3a Ciudad Arce	21
27	4,018,811.79	San Salvador	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas ("tobas color café")	Holoceno	s3a Colón	22
28	85,159,501.48	San Salvador	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas ("tobas color café")	Holoceno	s3a El Congo	23
29	5,344,210.31	San Salvador	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas ("tobas color café")	Holoceno	s3a Jayaque	24
30	1,540,275.99	San Salvador	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas ("tobas color café")	Holoceno	s3a La Cumbre	25
31	6,811,845.65	San Salvador	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas ("tobas color café")	Holoceno	s3a Quezaltepeque	26
32	2,299,931.49	San Salvador	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas ("tobas color café")	Holoceno	s3a San Juan Opico	27
33	2,181,006.85	San Salvador	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas ("tobas color café")	Holoceno	s3a San Juan Opico	27
34	11,375,094.84	San Salvador	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas ("tobas color café")	Holoceno	s3a San Matías	28
35	3,297,566.87	San Salvador	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas ("tobas color café")	Holoceno	s3a San Pablo Tacachico	29
36	1,394,913.76	San Salvador	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas ("tobas color café")	Holoceno	s3a Talnique	30

Tabla 4.30 (Continuación)

#	Área, m^2	Formación	Litología	Edad	Unidad	# unidad
37	21,237,410.81	San Salvador	Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas ("tobas color café")	Holoceno	s3a Tepecoyo	31
38	17,049,929.65	San Salvador	"Tierra blanca": piroclastitas ácidas y epiclastitas volcánicas	Holoceno	s4 Quezaltepeque	32
39	26,597,232.28	San Salvador	Efusivas básicas - intermedias	Holoceno	s5a San Salvador	33
40	15,798,002.53	San Salvador	Efusivas básicas - intermedias	Holoceno	s5a Santa Ana	34
41	1,739,459.08	San Salvador	Conos de acumulación (escorias, tobas de lapilli, cinder)	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	35
42	392,791.36	San Salvador	Conos de acumulación (escorias, tobas de lapilli, cinder)	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	35
43	484,379.88	San Salvador	Conos de acumulación (escorias, tobas de lapilli, cinder)	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	35
44	580,907.07	San Salvador	Conos de acumulación (escorias, tobas de lapilli, cinder)	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	35
45	3,033,606.72	San Salvador	Conos de acumulación (escorias, tobas de lapilli, cinder)	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	35
46	722,586.29	San Salvador	Conos de acumulación (escorias, tobas de lapilli, cinder)	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	35
47	1,272,914.50	San Salvador	Conos de acumulación (escorias, tobas de lapilli, cinder)	Holoceno	s5b Volcán San Salvador	36
48	922,813.70	San Salvador	Conos de acumulación (escorias, tobas de lapilli, cinder)	Holoceno	s5b Volcán Santa Ana	37
49	2,396,073.05	San Salvador	Conos de acumulación (escorias, tobas de lapilli, cinder)	Holoceno	s5b Volcán Santa Ana	37
50	1,321,343.36	San Salvador	Cenizas volcánicas y tobas de lapilli	Holoceno	s5c Agua Caliente	38
51	65,661,117.08	San Salvador	Cenizas volcánicas y tobas de lapilli	Holoceno	s5c Colón	39
52	22,089,163.75	San Salvador	Cenizas volcánicas y tobas de lapilli	Holoceno	s5c El Congo	40
53	9,593,575.17	San Salvador	Cenizas volcánicas y tobas de lapilli	Holoceno	s5c Izalco	41
54	2,618,751.40	San Salvador	Cenizas volcánicas y tobas de lapilli	Holoceno	s5c Joya de Cerén	42
55	952,395.93	San Salvador	Cenizas volcánicas y tobas de lapilli	Holoceno	s5c Joya de Cerén	42
56	4,433,231.77	San Salvador	Cenizas volcánicas y tobas de lapilli	Holoceno	s5c Joya de Cerén	42
57	10,882,513.89	San Salvador	Cenizas volcánicas y tobas de lapilli	Holoceno	s5c Santa Tecla	43
58	7,507,057.70	San Salvador	Cenizas volcánicas y tobas de lapilli	Holoceno	s5c Volcán San Salvador	44

Tabla 4.31. Recargas de agua subterránea calculadas, en mm/año.

# polígono	Ai	FORMACION	EDAD	UNIDAD	Ri	Ri x Ai	# unidad
1	74,381,236.40	Bálsamo	Plioceno	b3 Cordillera El Bálsamo	94.0	6,991,836,221.47	1
2	41,340,707.67	Bálsamo	Plioceno	b3 San Juan Opico	35.3	1,459,326,980.74	2
3	14,454,516.82	Bálsamo	Plioceno	b3 San Matías	47.1	680,807,742.40	3
4	7,744,602.84	Bálsamo	Plioceno	b3 San Pablo Tacachico	55.1	426,727,616.73	4
5	3,564,357.80	Cuscatlán	Plio-cuaternario	c1 Quezaltepeque	41.6	148,277,284.31	5
6	15,592,896.31	Cuscatlán	Plio-cuaternario	c1 Quezaltepeque	41.6	648,664,486.37	5
7	6,014,631.58	Cuscatlán	Plio-cuaternario	c1 San Pablo Tacachico	21.5	129,314,578.98	6
8	10,022,292.59	Cuscatlán	Plio-cuaternario	c1 Talnique	275.9	2,765,150,525.42	7
9	6,604,508.98	Cuscatlán	Pleistoceno	c3 Jayaque	232.3	1,534,227,435.48	8
10	62,839,626.05	Cuscatlán	Pleistoceno	c3 Quezaltepeque	99.1	6,227,406,941.41	9
11	14,878,226.47	Cuscatlán	Pleistoceno	c3 Quezaltepeque	99.1	1,474,432,243.29	9
12	436,427.87	San Salvador	Holoceno	Qf Conos de Deyección	77.5	33,823,160.05	10
13	1,880,539.64	San Salvador	Holoceno	Qf Conos de Deyección	77.5	145,741,822.26	10
14	858,700.52	San Salvador	Holoceno	Qf Laguna Chanmico	23.9	20,522,942.48	11
15	1,220,477.91	San Salvador	Holoceno	Qf San Pablo Tacachico	63.4	77,378,299.38	12
16	86,132,460.59	San Salvador	Holoceno	Qf Zapotitán	54.8	4,720,058,840.51	13
17	6,118,932.11	San Salvador	Pleistoceno	s2 Campo de Pozos Opico	93.0	569,060,686.04	14
18	786,789.56	San Salvador	Pleistoceno	s2 Campo de Pozos Opico	93.0	73,171,428.81	14
19	715,533.27	San Salvador	Pleistoceno	s2 Campo de Pozos Opico	93.0	66,544,594.16	14
20	17,800,544.51	San Salvador	Pleistoceno	s2 Chanmico	251.5	4,476,836,943.11	15
21	15,479,015.96	San Salvador	Pleistoceno	s2 Colón	362.9	5,617,334,891.38	16
22	2,267,770.34	San Salvador	Pleistoceno	s2 Cráter	554.6	1,257,705,431.29	17
23	17,375,858.49	San Salvador	Pleistoceno	s2 Quezaltepeque	366.5	6,368,252,137.79	18
24	39,566,161.71	San Salvador	Holoceno	s3a Armenia	74.9	2,963,505,512.15	19
25	2,190,923.27	San Salvador	Holoceno	s3a Campo de Pozos Opico	21.4	46,885,758.01	20
26	42,304,508.27	San Salvador	Holoceno	s3a Ciudad Arce	35.8	1,514,501,396.10	21
27	4,018,811.79	San Salvador	Holoceno	s3a Colón	112.9	453,723,851.04	22
28	85,159,501.48	San Salvador	Holoceno	s3a El Congo	146.0	12,433,287,216.74	23
29	5,344,210.31	San Salvador	Holoceno	s3a Jayaque	105.9	565,951,871.99	24
30	1,540,275.99	San Salvador	Holoceno	s3a La Cumbre	349.8	538,788,541.04	25
31	6,811,845.65	San Salvador	Holoceno	s3a Quezaltepeque	31.2	212,529,584.26	26
32	2,299,931.49	San Salvador	Holoceno	s3a San Juan Opico	22.8	52,438,438.01	27

Tabla 4.31 (Continuación)

# polígono	Ai	FORMACION	EDAD	UNIDAD	Ri	Ri x Ai	# unidad
33	2,181,006.85	San Salvador	Holoceno	s3a San Juan Opico	22.8	49,726,956.23	27
34	11,375,094.84	San Salvador	Holoceno	s3a San Matías	97.6	1,110,209,256.75	28
35	3,297,566.87	San Salvador	Holoceno	s3a San Pablo Tacachico	85.9	283,260,994.53	29
36	1,394,913.76	San Salvador	Holoceno	s3a Talnique	506.0	705,826,360.22	30
37	21,237,410.81	San Salvador	Holoceno	s3a Tepecoyo	163.9	3,480,811,631.81	31
38	17,049,929.65	San Salvador	Holoceno	s4 Quezaltepeque	164.0	2,796,188,462.75	32
39	26,597,232.28	San Salvador	Holoceno	s5a San Salvador	733.2	19,501,090,708.94	33
40	15,798,002.53	San Salvador	Holoceno	s5a Santa Ana	852.1	13,461,477,955.47	34
41	1,739,459.08	San Salvador	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	103.8	180,555,852.66	35
42	392,791.36	San Salvador	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	103.8	40,771,743.10	35
43	484,379.88	San Salvador	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	103.8	50,278,631.18	35
44	580,907.07	San Salvador	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	103.8	60,298,153.49	35
45	3,033,606.72	San Salvador	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	103.8	314,888,378.01	35
46	722,586.29	San Salvador	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	103.8	75,004,457.16	35
47	1,272,914.50	San Salvador	Holoceno	s5b Volcán San Salvador	565.4	719,705,860.14	36
48	922,813.70	San Salvador	Holoceno	s5b Volcán Santa Ana	682.7	630,004,910.88	37
49	2,396,073.05	San Salvador	Holoceno	s5b Volcán Santa Ana	682.7	1,635,799,070.97	37
50	1,321,343.36	San Salvador	Holoceno	s5c Agua Caliente	115.7	152,879,426.91	38
51	65,661,117.08	San Salvador	Holoceno	s5c Colón	144.4	9,481,465,307.00	39
52	22,089,163.75	San Salvador	Holoceno	s5c El Congo	382.3	8,444,687,303.50	40
53	9,593,575.17	San Salvador	Holoceno	s5c Izalco	495.9	4,757,453,925.71	41
54	2,618,751.40	San Salvador	Holoceno	s5c Joya de Cerén	97.4	255,066,386.73	42
55	952,395.93	San Salvador	Holoceno	s5c Joya de Cerén	97.4	92,763,363.88	42
56	4,433,231.77	San Salvador	Holoceno	s5c Joya de Cerén	97.4	431,796,774.78	42
57	10,882,513.89	San Salvador	Holoceno	s5c Santa Tecla	461.6	5,023,368,412.13	43
58	7,507,057.70	San Salvador	Holoceno	s5c Volcán San Salvador	557.9	4,188,187,492.43	44
SUMA: 833,282,663.57					SUMA: 142,617,783,180.55		

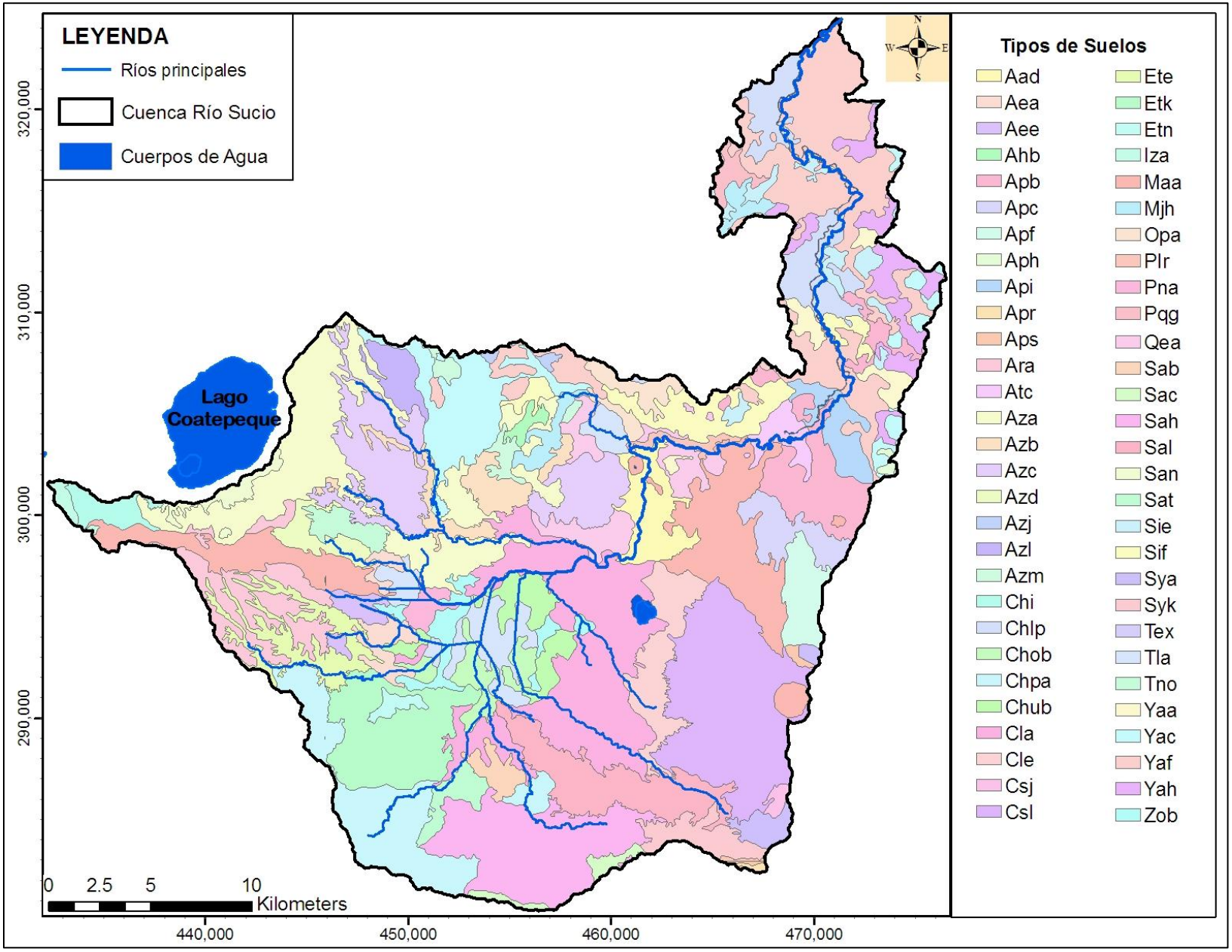


Figura 4.51. Tipos de suelos de la cuenca del río Sucio.

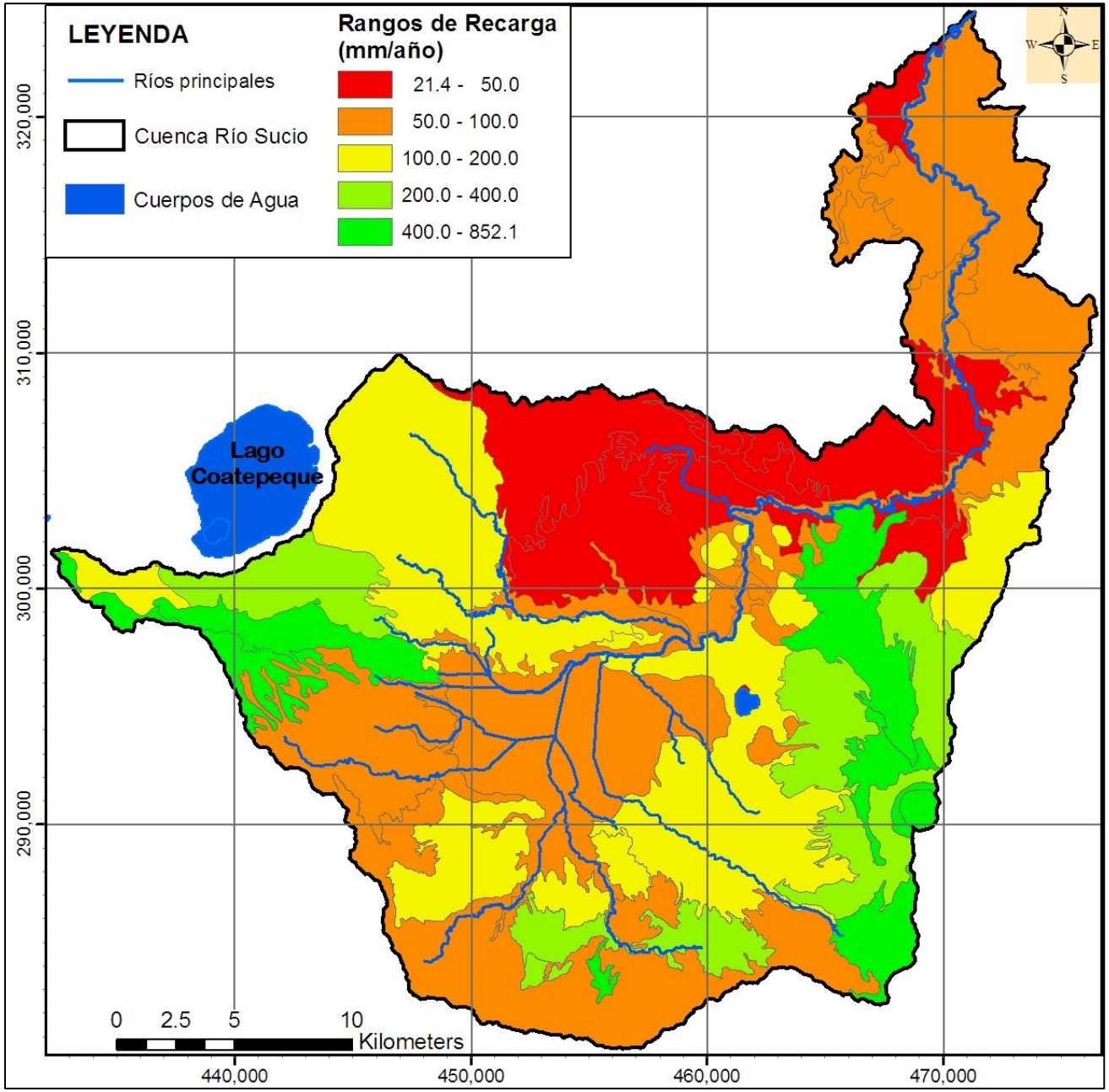


Figura 4.52. Recarga acuífera calculada para la cuenca del río Sucio.

4.1.7 Modelo Conceptual

El modelo conceptual se define como la mejor representación teórica de las características y funcionamiento del sistema de flujo en un acuífero. Se logra mediante la observación en el campo y/o estimación de los parámetros principales.

A lo largo de este documento, se ha puesto de manifiesto que las características del sistema acuífero Zapotitán-El Playón, son muy especiales. Con buenos rendimientos de pozos de producción en la mayor parte de su superficie, observándose que en algunos sitios específicos los rendimientos son muy altos, como es el caso de la Urbanización Agua Fría, en el Cantón El Capulín, municipio de Colón, así como en el campo de Pozos de Opico.

4.1.7.1. Geometría del acuífero

De acuerdo con la interpretación de las columnas litológicas de pozos profundos y los sondeos geofísicos (SEV y gravimetría), el acuífero de Zapotitán se extiende desde los complejos volcánicos de Santa Ana y San Salvador, en sus costados oriental y sur-suroccidental, respectivamente, hasta el borde nor-oriental del valle de Zapotitán, en donde el flujo subterráneo descarga completamente en el río Sucio por un estrecho canal en el Cantón Sitio del Niño. Este acuífero tiene una extensión aproximada de 360 Km^2, con una potencia promedio de 300 a 400 metros, ver el perfil litológico de la Figura 4.5.

En el centro del Valle de Zapotitán existe una fosa tectónica con un relleno de sedimentos aluviales, volcánicos y lacustres, de un espesor superior a los 1,500 metros. Los sedimentos fluvio-lacustres son evidencia de la existencia de un antiguo lago de grandes dimensiones, formado por el bloqueo producido por flujos lávicos del San Salvador y que progresivamente fue erosionando hasta abrirse paso por el canal del Cantón Sitio del Niño, antes mencionado.

El acuífero El Playón, se extiende desde la falda norte del volcán San Salvador hasta el Río Sucio al norte, cerca de la ciudad de San Juan Opico, en donde una falla geológica de dirección Oeste-Este separa las unidades geomorfológicas de la Montaña Interior, al Norte (un bloque alzado) de la depresión del Valle Central. La misma falla fuerza al río Sucio a cambiar de dirección bruscamente casi en un ángulo de 90º.

Este acuífero es de dimensiones más reducidas en comparación con el de Zapotitán, sin embargo, la conductividad hidráulica es mayor en general, debido a la alternancia de flujos lávicos escoriáceos y piroclastos gruesos. Tiene una extensión de 68.7 Km^2 y está separado del acuífero de Quezaltepeque por una falla de dirección noreste-suroeste. Al lado derecho de la falla se encuentra un bloque hundido, lo que provoca que la superficie freática sea más profunda que en el lado izquierdo. La potencia media del acuífero El Playón es 250 metros, ver la Figura 4.6 y las secciones transversales de las figuras 4.8 a 4.14.

4.1.7.2. Áreas de recarga y descarga

Las principales áreas de recarga para ambos sistemas acuíferos las constituyen, sin duda alguna, los complejos volcánicos de San Salvador y Santa Ana, con una recarga acuífera de 152.4 x 10^6 m^3/año para el acuífero de Zapotitán y de 53.3 10^6 m^3/año para el acuífero El Playón.

Las zonas de descarga para ambos acuíferos la constituye el Río Sucio (Figura 4.53); sin embargo, por la condición de la fosa tectónica en Zapotitán, también existe una descarga de flujo vertical ascendente que se manifiesta como manantiales termales en el borde norte del Valle de Zapotitán. El mismo flujo es captado por algunos pozos con manifestaciones da aguas termales, como el pozo CENTA 2. En el caso del acuífero El Playón, la descarga se produce al norte, hacia el Río Sucio, pero también descarga en forma de manantiales en las cercanías del mismo, debido a un cambio de propiedades de las rocas, por las estribaciones de la Montaña Interior. Los manantiales El San Lorenzo, La Isla y El Jute son ejemplo de la descarga del acuífero.

4.1.7.3. Unidades hidroestratigráficas

La estratigrafía del acuífero de Zapotitán está caracterizada por materiales porosos en su valle, aunque existen importantes flujos de lavas cuaternarias y recientes que captan y transmiten el agua subterránea en grandes cantidades. La alternancia de estratos arenosos y arcillosos en el centro del valle, producen condiciones de confinamiento en la mayor parte de éste, que se evidencia por la existencia de muchos pozos surgentes, como los pozos del distrito de riego del MAG (1988).

En el caso del acuífero El Playón, los estratos de rocas que lo constituyen se alternan entre flujos de lavas escoriáceas y piroclastos gruesos y tobas poco consolidadas. Las coladas de lava de 1917, de tipo basálticas y altamente escoriáceas, marcan el límite del acuífero El Playón, y constituyen una zona de flujo preferencial de las aguas subterráneas, por su elevada conductividad hidráulica, que supera en algunas zonas los 500 m/día.

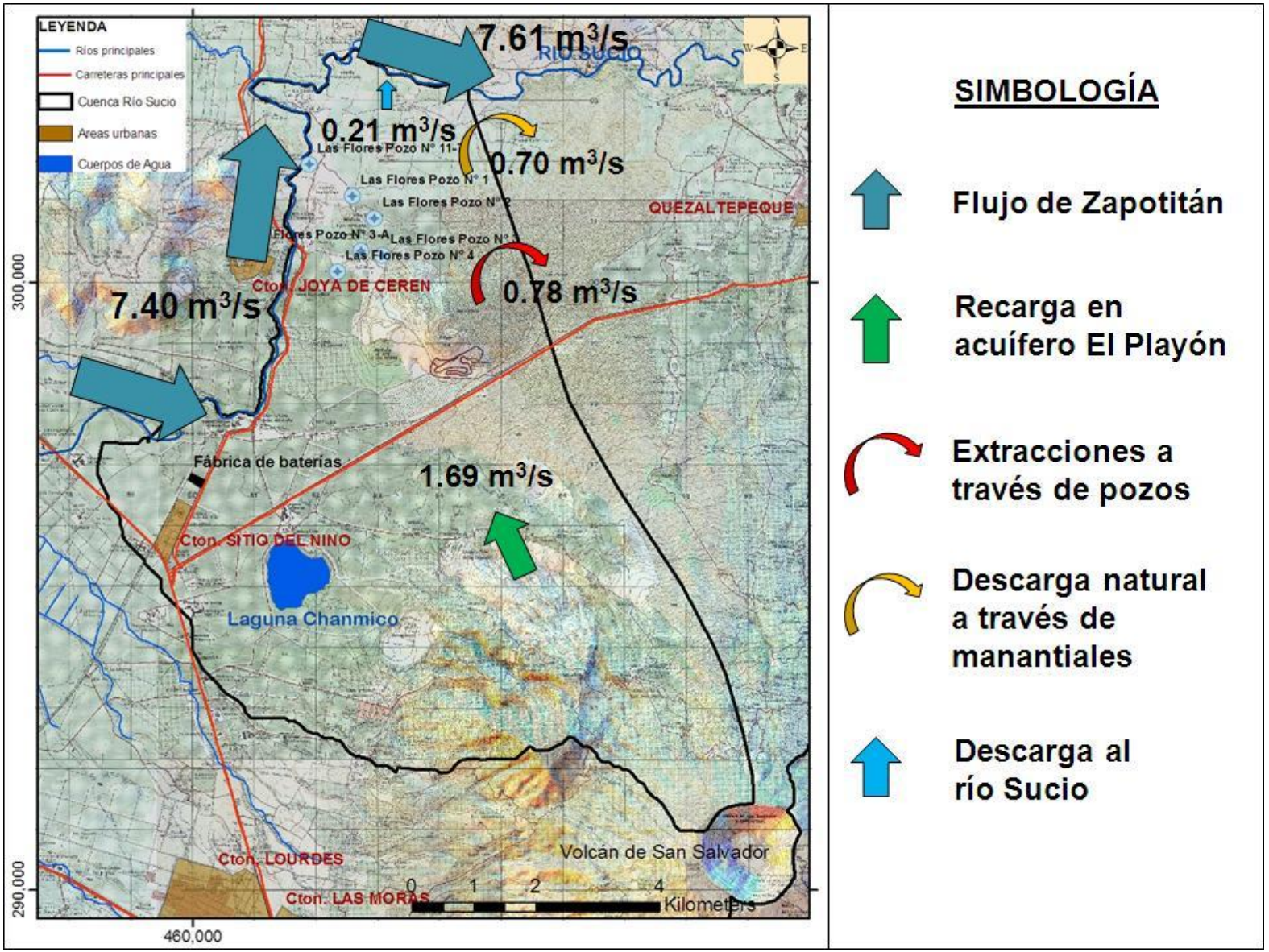


Figura 4.53. Esquematización del modelo conceptual del acuífero El Playón.

4.2. Modelo numérico

En este apartado se detalla el proceso por el cual el modelo conceptual se traduce en un modelo numérico, el cual se construye sobre la base del conocimiento de funcionamiento del sistema acuífero y una serie de datos conocidos y otros que se deberán asumir para reproducir las condiciones observadas en campo; la información histórica disponible ayudará a validar los resultados.

4.2.1. Construcción del modelo de flujo

Se describe a continuación los pasos generales para construir el modelo de flujo de aguas subterráneas del acuífero El Playón, basado en el modelo conceptual.

La construcción del modelo del acuífero, su calibración y validación posterior, se desarrolló bajo la condición de flujo estacionario, para 7300 días o 20 años.

4.2.1.1. Límites de la zona a modelar

En el numeral 4.1.7 se definió el modelo conceptual del acuífero El Playón. En el mismo se afirmó que el flujo proveniente del acuífero Zapotitán se transita a través del río Sucio, con poca o ninguna influencia en la zona del acuífero El Playón, tal como lo demuestran las isopiezas. Sin embargo, el sitio de ubicación de la fábrica de baterías se encuentra muy cerca del límite del acuífero, por lo que se tomó la decisión de modelar toda la cuenca del río Sucio, de esa manera las condiciones de borde no afectarían a la solución del modelo en las cercanías de la fábrica y del Campo de Pozos de Opico.

La extensión total de la cuenca del río Sucio es de 833.28 Km^2, la cual contiene a los acuíferos de Zapotitán y El Playón, así como otros acuíferos de reducida extensión y productividad.

Los límites del modelo están constituidos por la cuenca hidrográfica del río Sucio, en el supuesto que la misma no difiere de la cuenca hidrogeológica.

4.2.1.2. Discretización espacial

Se diseñó un modelo tridimensional donde se representa la geometría del acuífero. El mapa geológico del sistema acuífero de la cuenca del río Sucio sirvió de mapa base (Figura 4.1), es un mapa en archivo bmp obtenido del proyecto Arc GIS que contiene información útil como centros poblados, vías de comunicación y la cuadricula de coordenadas geográficas.

Considerando la gran extensión cubierta por este mapa, por la información disponible y por las consideraciones del estudio, la extensión del modelo se limita a analizar las zonas del acuífero con mayor explotación, dado que también es el área con mayor y mejor información.

Discretización en sentido horizontal

El Visual MODFLOW calcula las cargas hidráulicas en cada una de las celdas mediante interpolaciones y toma como paso las dimensiones de las celdas. Entre menor sea esta distancia se tendrá mayor precisión en los resultados. También, debe tenerse en cuenta que en cada celda solo se debe ubicar un pozo; por esta razón e infiriendo que la napa freática se deprime con mayor rapidez en las zonas de mayor explotación de pozos, en el presente caso el sector de Zapotitán y El Playón, se decidió refinar la malla en estas áreas, obteniendo celdas de hasta 100 m de ancho por 100 m de largo.

Inicialmente, se construyó una malla de 125 columnas en el eje “X” y 113 filas en el eje “Y”, para obtener celdas de 400 m de ancho y 400 m de largo, ya que el dominio del modelo se define por las coordenadas 430,000 – 480,000 en el eje X y de 280,000 – 325,000 en el eje Y, es decir 50 y 45 Km., respectivamente.

El Visual MODFLOW trabaja con interpolación centrada en el bloque (BCF), por lo tanto, en cada celda solo puede existir un pozo, lo que hizo necesario refinar la malla

en áreas donde los pozos presentan una mayor explotación. En la parte sur, norte y oeste, la información disponible es escasa, por lo que las celdas presentan mayor dimensión.

En áreas de poca o nula información, como en los sectores de los volcanes y la parte baja de la cuenca, las dimensiones de las celdas fueron de 400 m x 400 m y a partir de las bajafaldas de los volcanes, a las celdas del modelo se asignaron dimensiones de 200 m x 200 m, por ser esta una zona de transición entre las zonas con poca o nada información (partes elevadas) y las zonas de mayor explotación (valle de Zapotitán y El Playón).

La división final de la malla, luego del refinamiento que toma en cuenta la densidad y ubicación de los pozos, presenta 224 filas por 247 columnas. Ver Figura 4.54.

Después de varias corridas del modelo, se observó que había problemas de conectividad entre las celdas, lo que ocasionaba la no convergencia del modelo, por lo que se tuvo que suavizar la malla en repetidas ocasiones, lo cual varió las dimensiones de las celdas, pero no el número de filas y columnas.

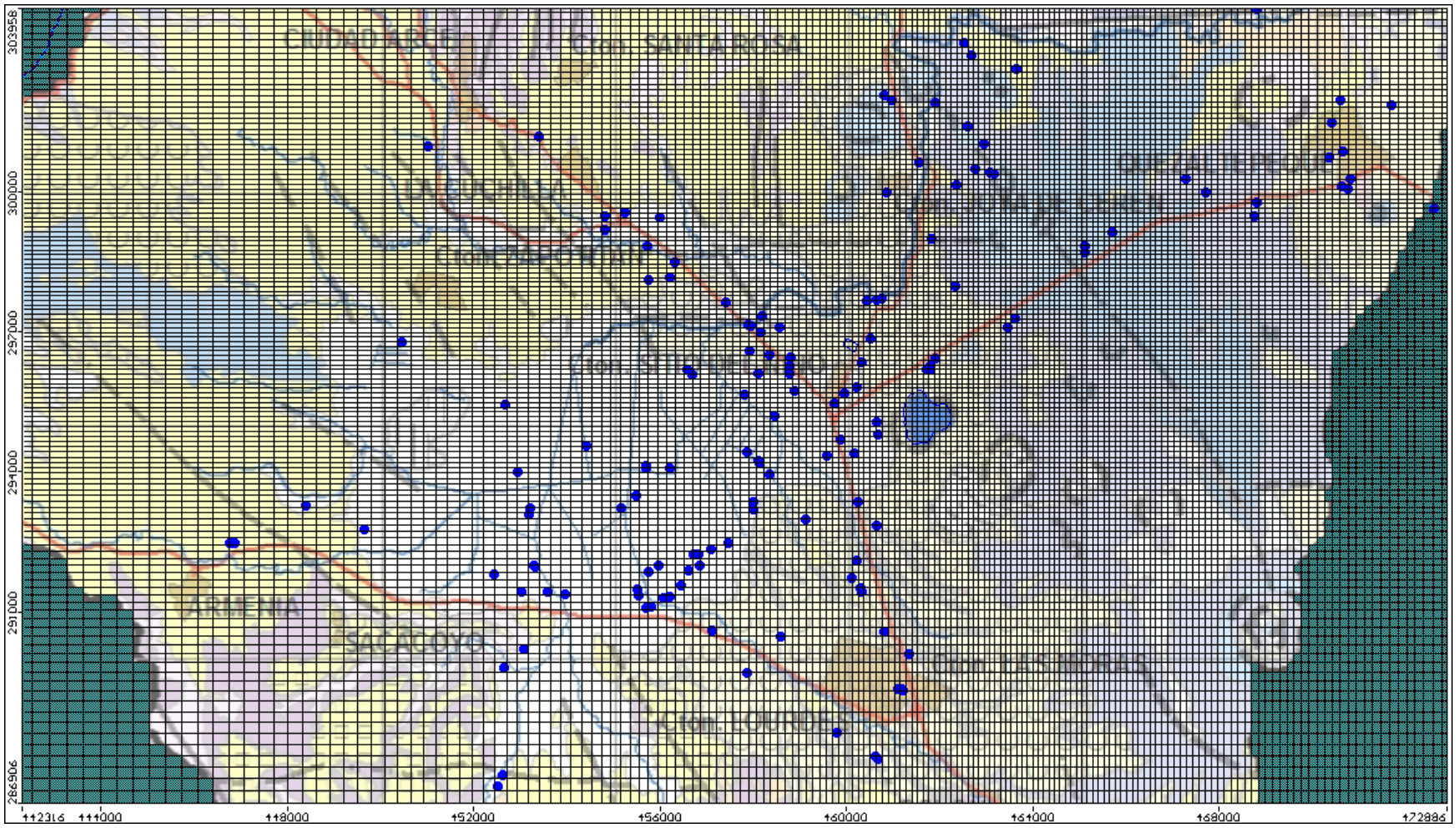


Figura 4.54. Detalle de la malla discretizada en el modelo

Discretización en sentido vertical

El modelo se construyó inicialmente con cuatro capas, por la información estratigráfica disponible y del modelo conceptual planteado, pero debido a que a la salida de la cuenca los espesores se reducían considerablemente, provocando problemas de no convergencia, se agregó una quinta capa constituida únicamente por el basamento o roca madre. El modelo comprende alturas desde -2479.4 m.s.n.m. hasta 2317.6 m.s.n.m. La elevación máxima y mínima corresponde al volcán de Santa Ana o Ilamatepec y a la depresión tectónica de Zapotitán, respectivamente.

De igual modo se incluyó la topografía del área a modelar mediante la inserción en el MODFLOW de la superficie del terreno, por medio de un archivo de formato grid generado en SURFER. Las cotas de coronación de los pozos localizados en el área de investigación se obtuvieron desde el proyecto de Arc GIS, a través de la herramienta Spatial Analyst Tool/Extraction/Extract values to points, la fuente de información de elevaciones fue el DEM generado para el área de estudio, con una resolución de 10x10 m, elaborado a partir de las curvas de nivel a cada 10 m de los cuadrantes topográficos en escala 1:25,000.

Se hizo algo similar para la topografía del fondo de las capas de la 1 a la 5, con base en información de las columnas litológicas de los pozos y de los sondeos eléctricos verticales (SEV), con profundidades estimadas del acuífero. Con dicha información se generaron archivos Excel para cada capa, conteniendo las coordenadas X, Y, así como la elevación Z del fondo de cada una de ellas.

La topografía del terreno y de las capas se muestra en la Figura 4.55, en la cual se observan como rasgos predominantes los volcanes de Santa Ana (a la izquierda), de San Salvador (a la derecha), la cordillera del Bálsamo (en el centro) y la depresión tectónica de Zapotitán (en el centro, parte inferior).

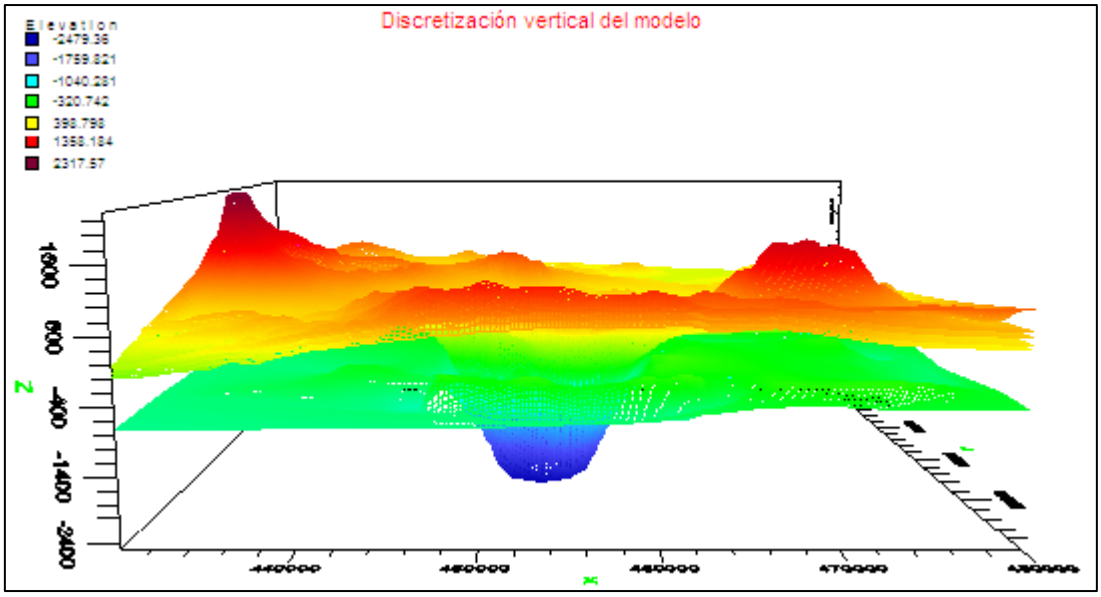


Figura 4.55. Superficie del terreno y del basamento acuífero tridimensional

La Figura 4.55 muestra de la manera más aproximada el modelo tridimensional de la cuenca del río Sucio; sin embargo, en Visual Modflow es posible ver las capas con gran detalle, de tal forma que se puede ajustar el modelo lo mejor posible al conjunto de datos de estratigrafía y geofísica. Es posible dividir las capas y variar sus espesores, aunque claro esto modificará proporcionalmente el espesor de dichas capas en todo el dominio del modelo.

Para mostrar de una manera más detallada la configuración de las capas del modelo, en las figuras de la 4.56 a la 4.61 se muestran cortes transversales (filas) y longitudinales (columnas), las primeras con orientación Oeste – Este y las segundas con orientación Sur – Norte. En la Figura 4.56 se muestra el corte en la Cordillera del Bálsamo, obsérvese que las primeras capas son muy delgadas. En la Figura 4.57 se muestra el corte en la fosa tectónica de Zapotitán, con profundidad superior a 2,400 m. En la Figura 4.58 se muestra el corte en las colinas que limitan la cuenca al norte. En la Figura 4.59 se muestra el límite con la cuenca del Lago Coatepeque. En la Figura 4.60 se muestra el corte entre la laguna Chanmico y el Campo de Pozos de Opico. Por último, en la Figura 4.61 se muestra el corte desde el volcán de San Salvador hasta el límite norte.

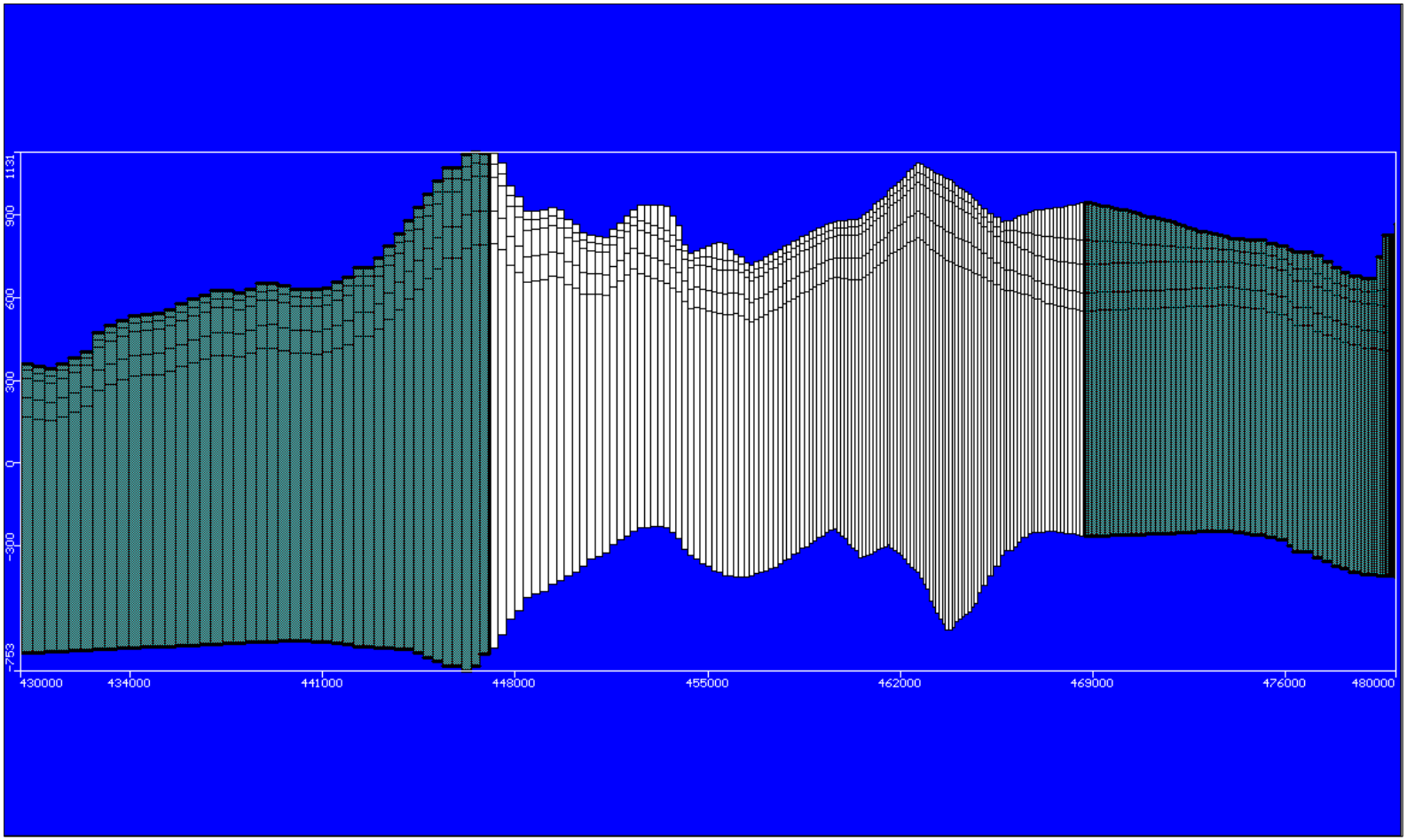


Figura 4.56. Fila 213 del modelo. Cordillera del Bálsamo.

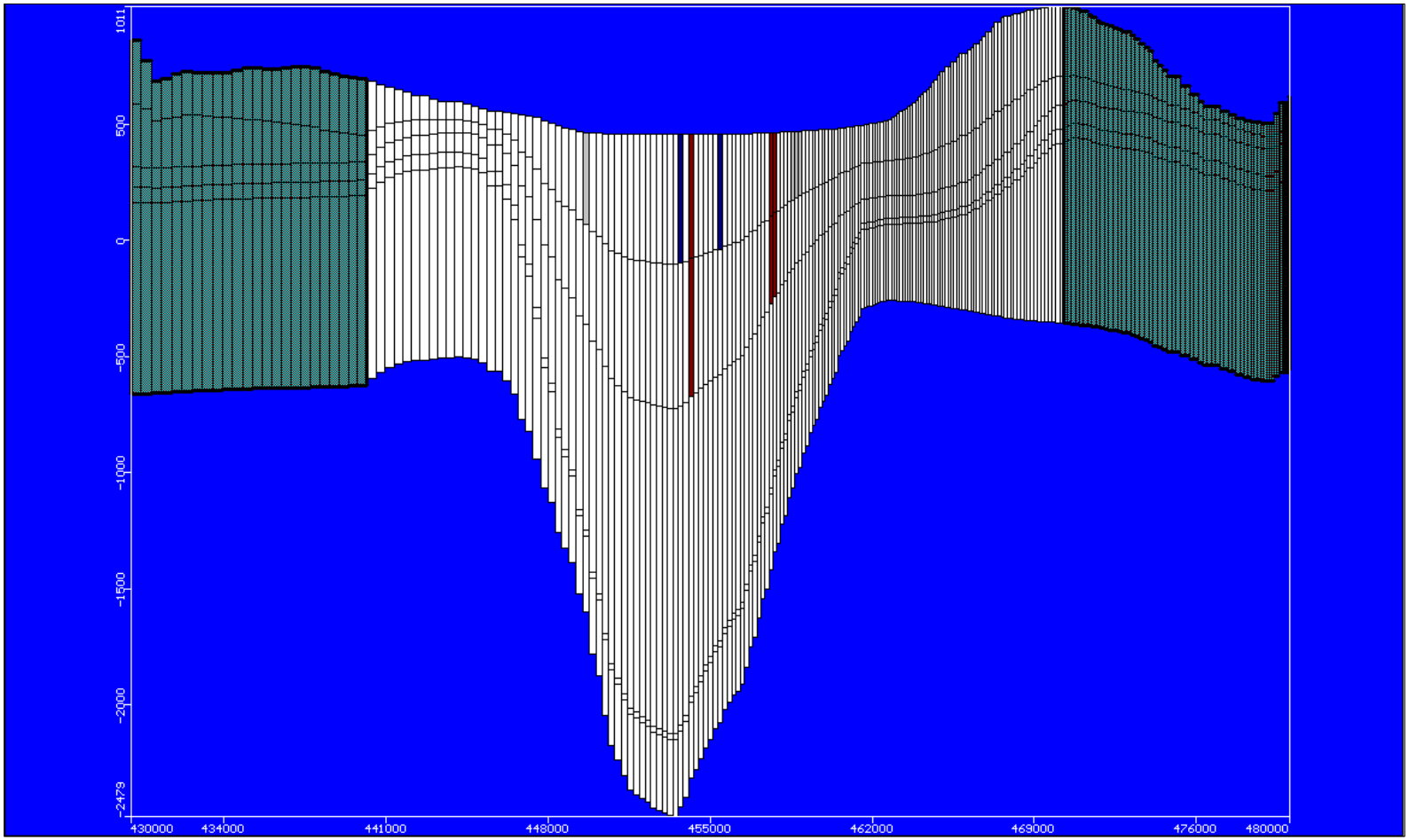


Figura 4.57. Fila 157 del modelo. Fosa tectónica de Zapotitán.

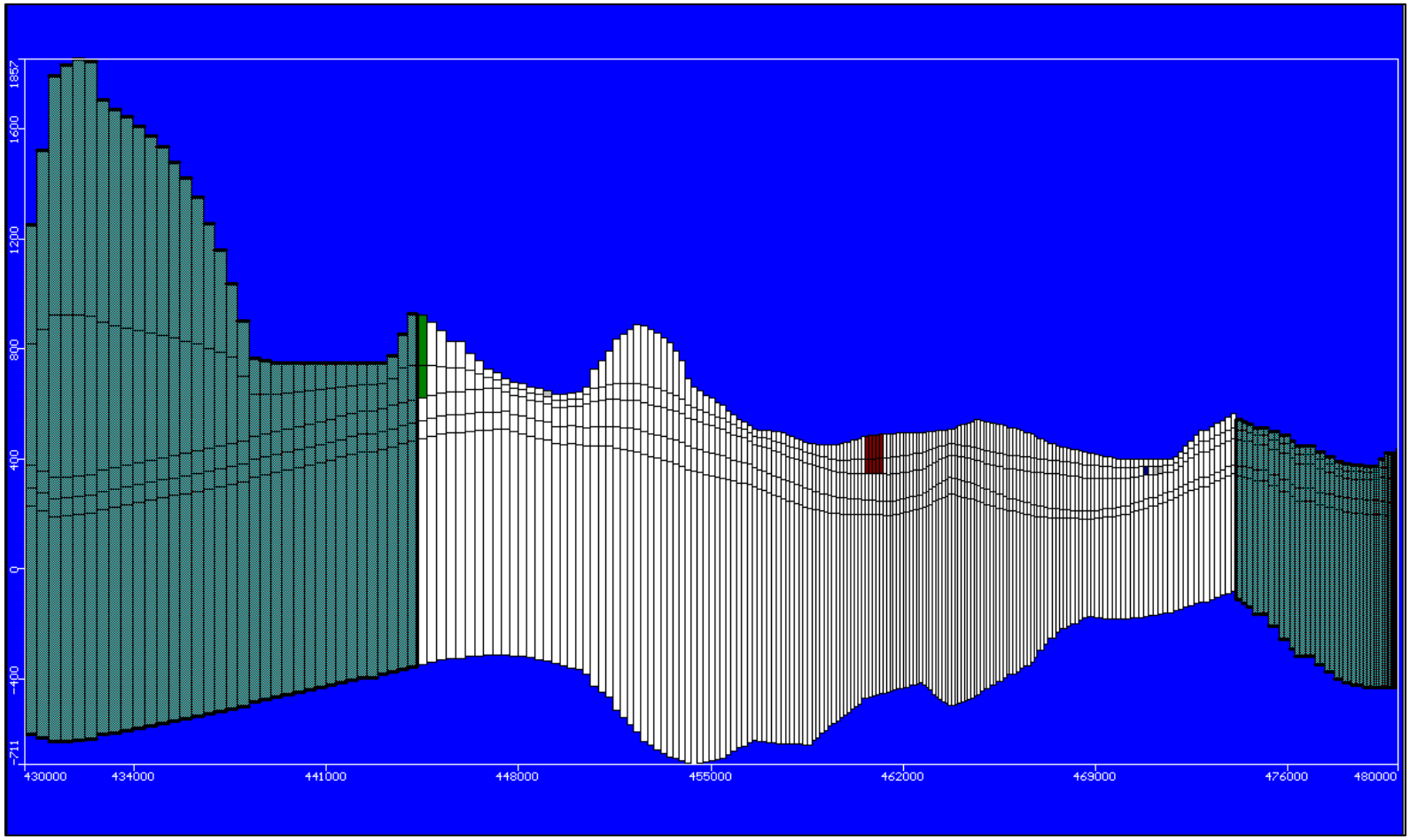


Figura 4.58. Fila 64 del modelo. Colinas o parteaguas del Norte.

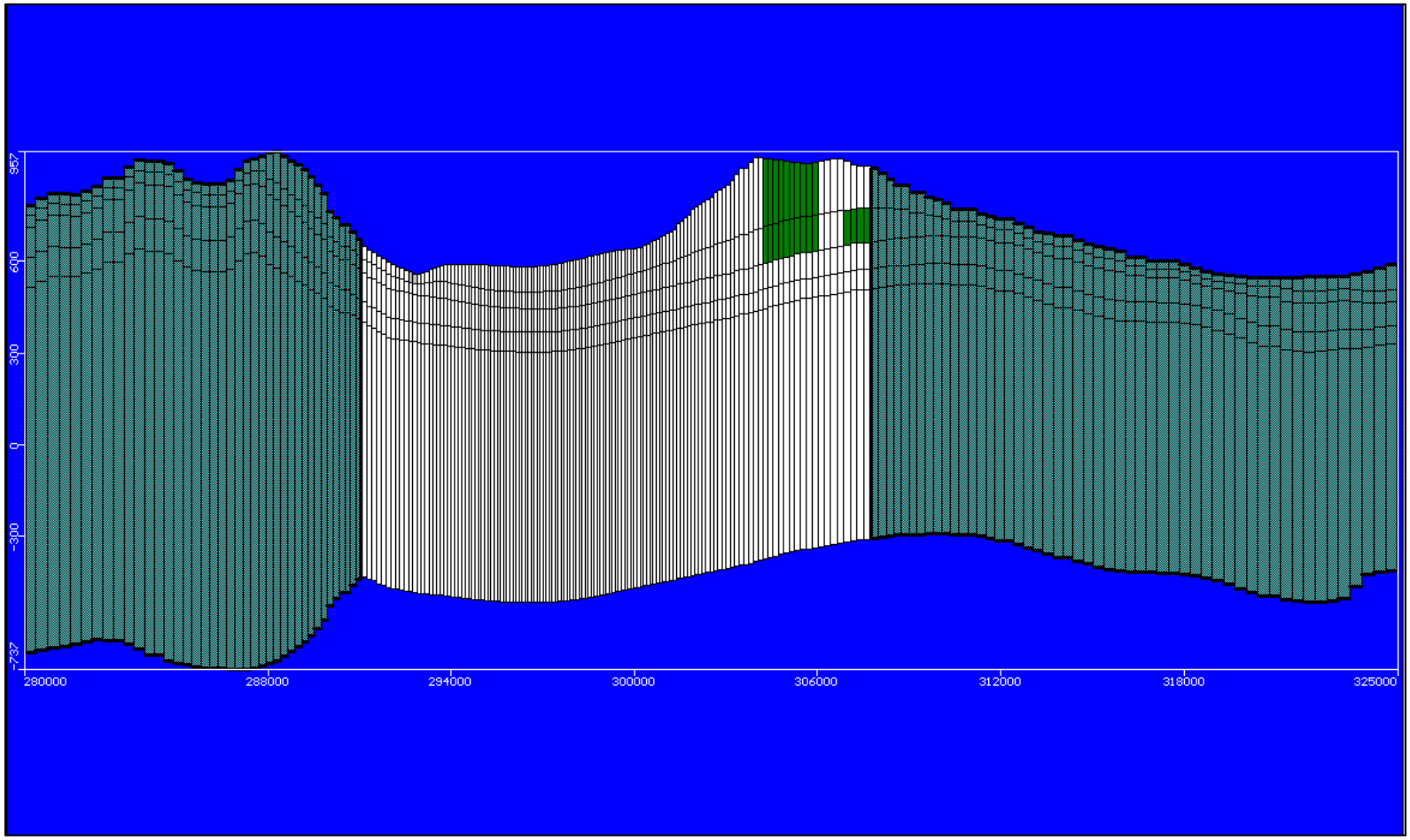


Figura 4.59. Columna 36 del modelo. Parteaguas con cuenca del lago Coatepeque.

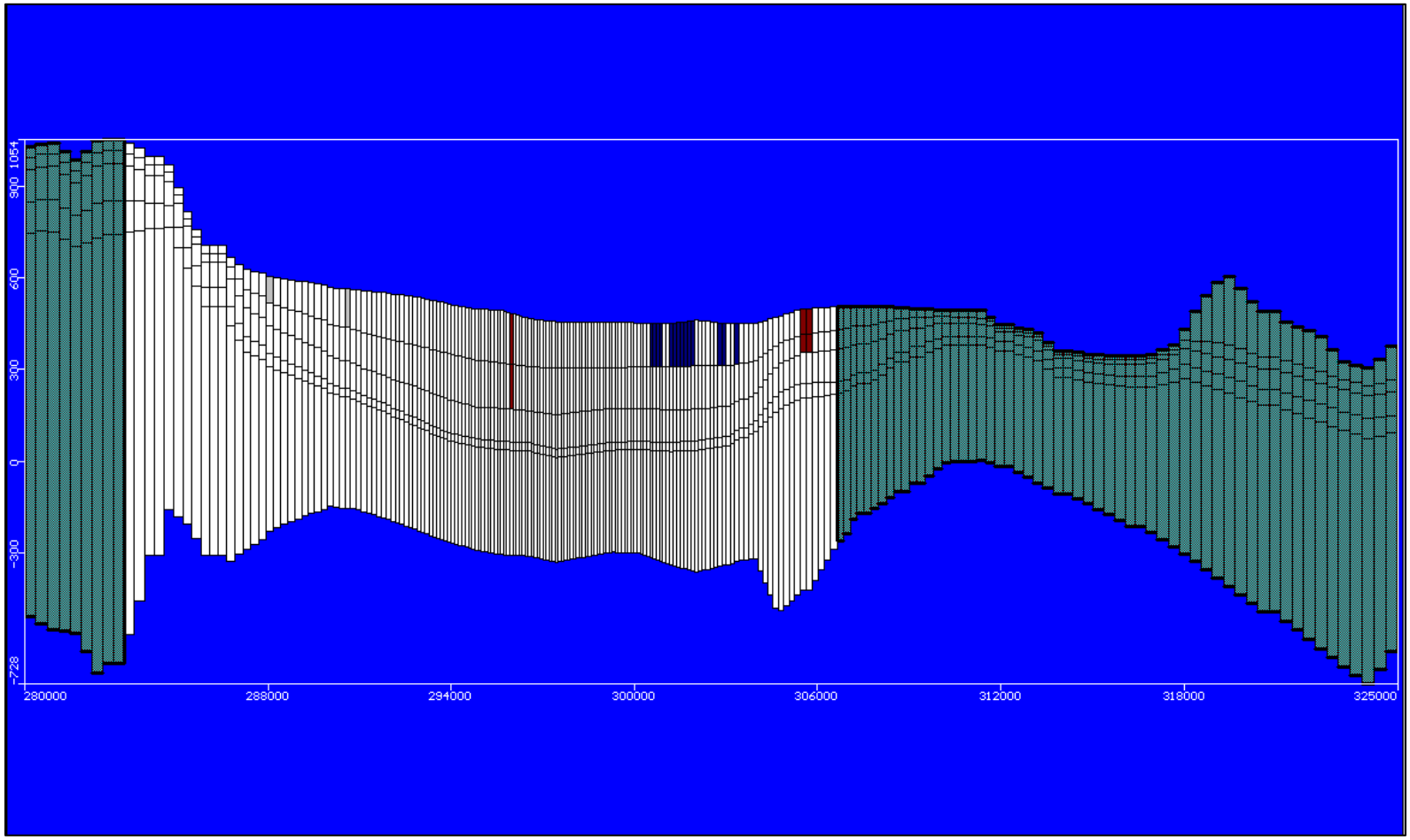


Figura 4.60. Columna 117 del modelo. Corte Norte – Sur, a lo largo del río Sucio hasta campo de pozos Opico.

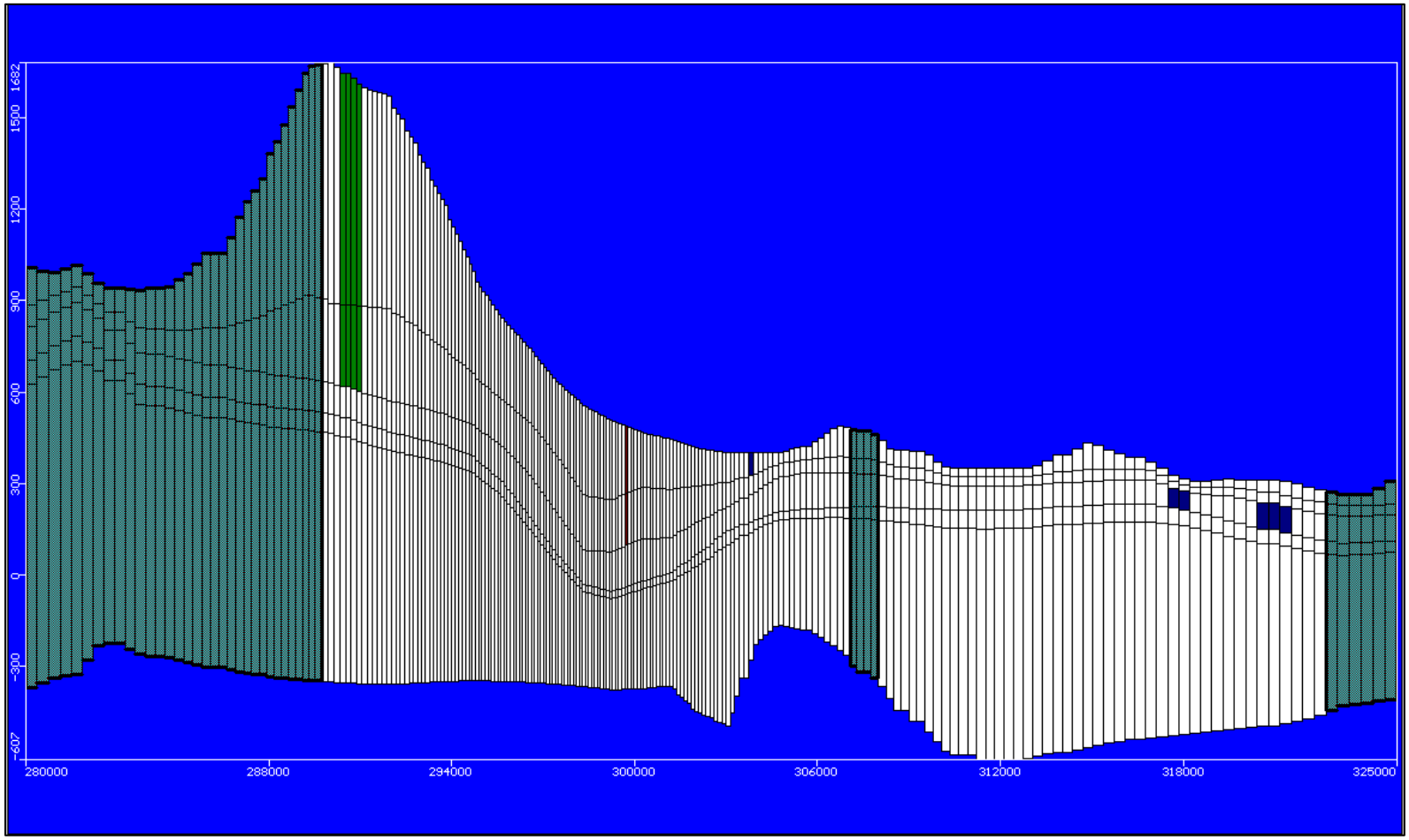


Figura 4.61. Columna 176 del modelo. Corte Norte - Sur, desde el volcán de San Salvador hasta el límite Norte de la cuenca.

4.2.1.3. Pozos

Se recabó la mayor cantidad de información de pozos del área de estudio en instituciones públicas (ANDA, MARN), municipales (Alcaldía de San Juan Opico) y empresas privadas, aún así, existe mucha información que no está disponible, por lo que aún debe realizarse un esfuerzo mayor para recopilar toda la información del área de investigación. Sobre todo, es importante obtener datos actualizados de explotación, ya que en algunos casos la información data de más de 30 años y en unos pocos casos de 50 años.

Pozos de bombeo

La extracción por bombeo se ha determinado sobre la base de la información del inventario de pozos, realizado por la Oficina Especializada del Agua (OEDA) en 1986, aunque también se tomaron en cuenta datos recientes de pozos, obtenidos a través de informes de perforación de pozos. En algunos casos, se especificaba el caudal requerido por el proyecto para el cual fue construido el pozo, pero en otros casos no, por lo que se adoptó el caudal del ensayo de bombeo.

Los pozos con datos de extracción utilizados en la construcción del modelo fueron 127, de los cuales para el proceso de calibración se consideraron sólo 114, ubicados sobre celdas activas; existiendo una mayor densidad de pozos en el centro y Este de la cuenca (Figura 4.62). Para introducir los datos de los pozos de bombeo en el modelo, se preparó un archivo Excel con los campo requeridos para ser importados desde Visual Modflow: Well_Name, X_co-ordinate, Y_co-ordinate, Screen_ID, Top_Screen, Bottom_Screen, Screen_Radius, Casing_Radius, Stop_Time, Pumping_Rate.

La extracción total de agua del sistema acuífero de la cuenca del río Sucio, por bombeo a través de 114 pozos es de 4.59 m^3/s, que corresponde a 144,652,163 m^3/año, o el equivalente a 396,307.30 m^3/d. En el Anexo 15 se muestra el archivo generado con los datos de pozos de bombeo.

Pozos de Observación

Se obtuvo información de niveles piezométricos de 98 pozos profundos; sin embargo, muchos datos no eran congruentes con los niveles obtenidos en pozos cercanos de la misma profundidad, por lo que se optó por seleccionar los pozos con información más reciente, quedando solo 50 pozos. Ver la Figura 4.63.

Durante el desarrollo de la fase de campo para elaborar esta investigación, se monitorearon 20 pozos someros durante aproximadamente año y medio, observando que algunos mostraban respuesta rápida a la recarga por lluvia y otros, la mayoría, la respuesta era más lenta y con un desfase entre uno y dos meses. Esta información sirvió para identificar ocurrencia de flujos locales y regionales. Obviamente no todos los pozos se ubican sobre el mismo acuífero o en términos del modelo, en la misma capa. No obstante, por ser pozos someros se ubicaron todos ellos en la capa 1. La información de niveles obtenida durante el monitoreo de estos pozos será utilizada para validar el modelo, al menos en la capa 1. Ver la Figura 4.64.

En el Anexo 16 se muestran los datos de los archivos de pozos de observación ingresados en Visual Modflow, tanto de pozos profundos como de pozos someros, los primeros obtenidos de los inventarios históricos y los segundos generados durante el desarrollo de la presente investigación, en el período 2009-2010.

Nótese que el fondo verde de las figuras del modelo representan las celdas inactivas, las celdas activas son las que dan forma a la cuenca del río Sucio.

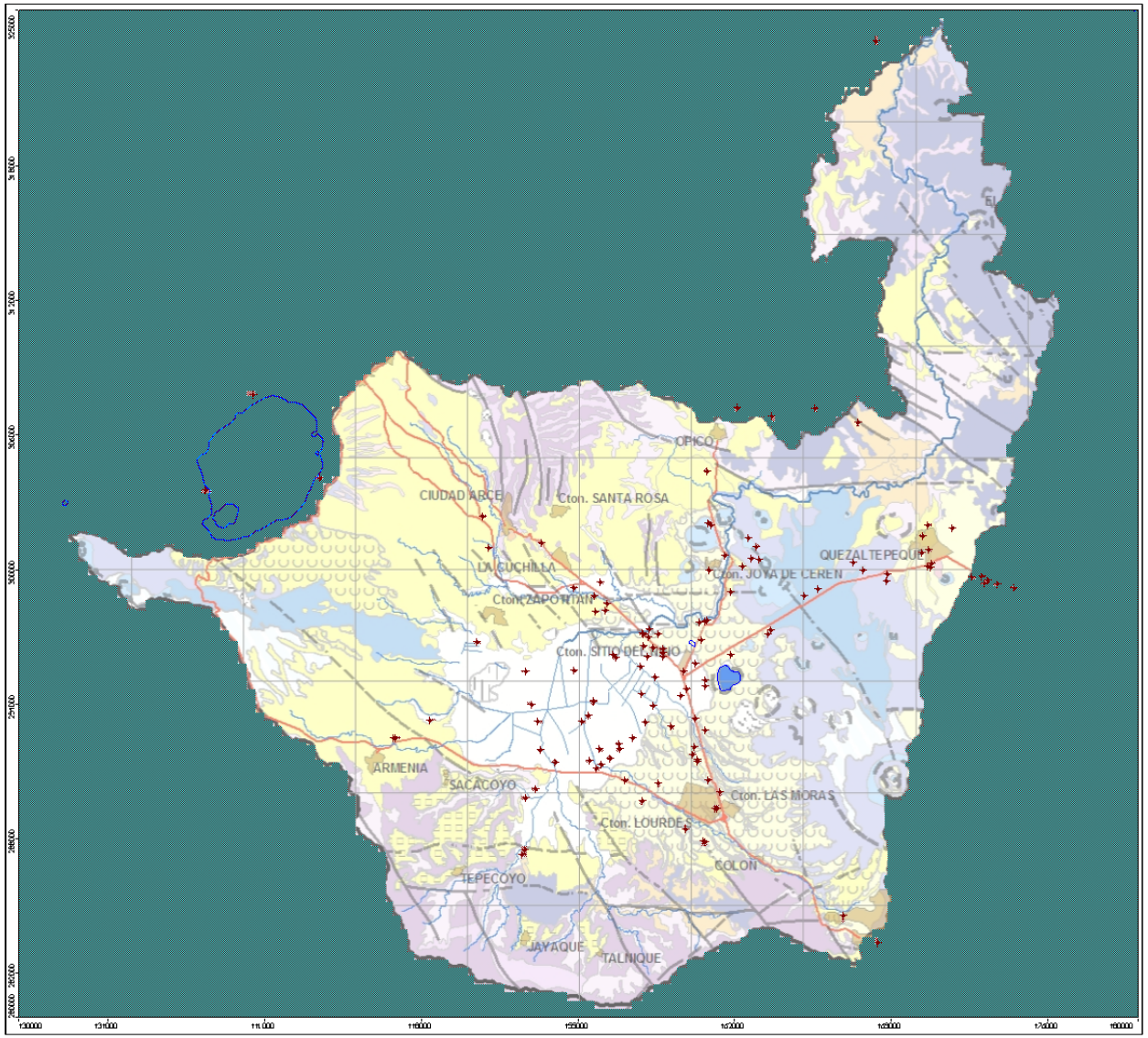


Figura 4.62. Ubicación de pozos de bombeo en el modelo

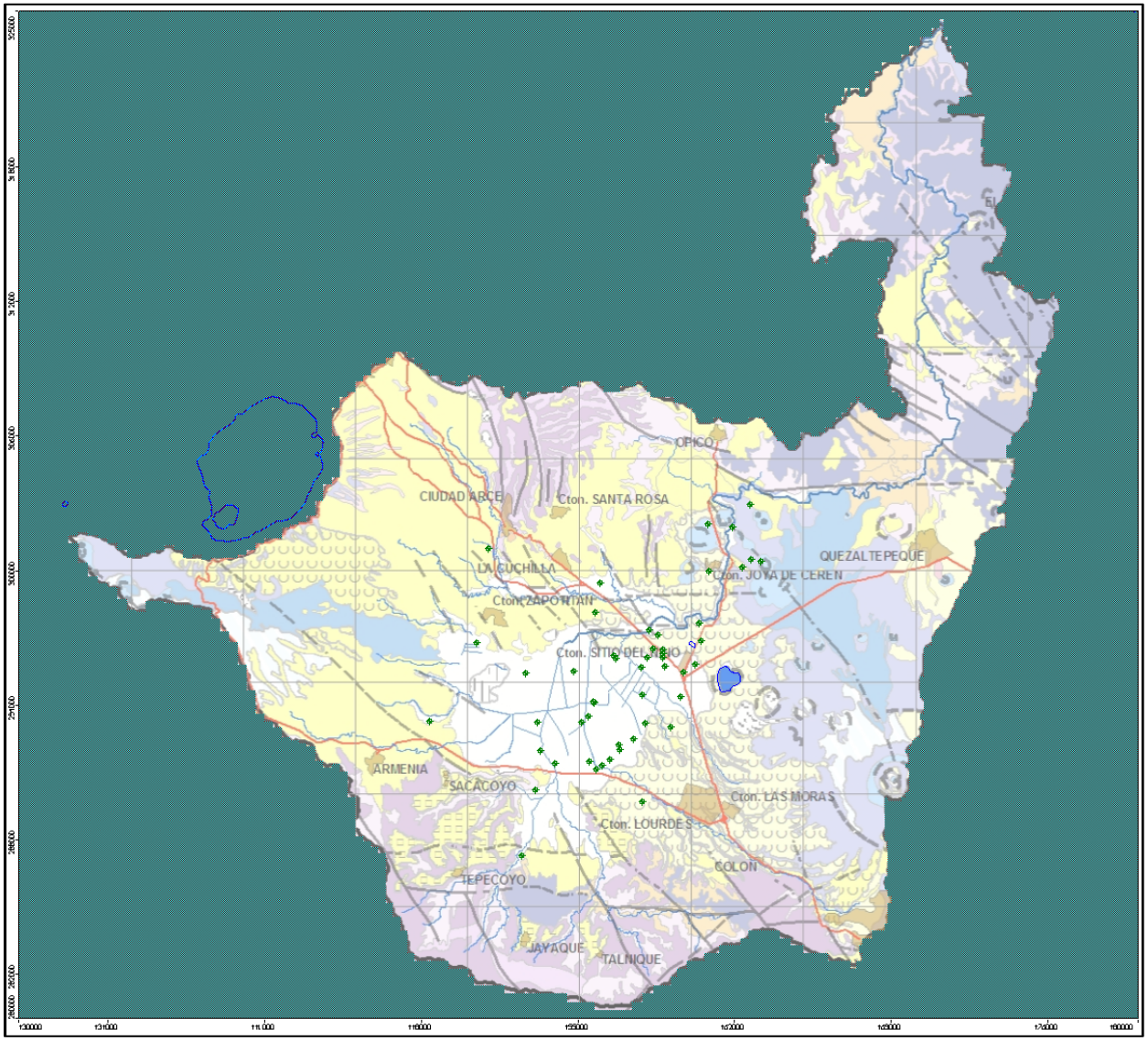


Figura 4.63. Ubicación de pozos profundos de observación en el modelo



Figura 4.64. Ubicación de pozos someros de observación en el modelo

4.2.1.4. Propiedades

Las propiedades hidráulicas de todo el sistema acuífero Zapotitán – El Playón, fueron obtenidas de al menos 274 puntos distribuidos dentro y fuera de la cuenca del río Sucio. Algunos de los pozos profundos utilizados se ubican fuera de la cuenca, pero cerca de sus límites, por lo que se utilizaron para caracterizar la unidad geológica dentro de la cuenca. Originalmente, los pozos se clasificaron por su ubicación de las rejillas en capas 1, 2 y 3, pero al final esto cambió, ya que se modificó el espesor de la capa 1. La mayoría de pozos de bombeo y de observación se ubican en la capa 1 y muy pocos en las capas 2 y 3. El espesor de la capa 1 se estimó desde el principio para cada punto con información de estratigrafía o de geofísica, pero no existía suficiente información para definir el límite entre las capas 1 y 2, la cual se determinó por prueba y error en sucesivas corridas del modelo.

A continuación se detalla la asignación de las propiedades de conductividad hidráulica y almacenamiento a cada una de las unidades hidrogeológicas definidas.

Conductividad hidráulica

En el modelo desarrollado se usó un enfoque determinístico, es decir la conductividad es una variable fija pero desconocida (Rojas, 2008). Se asignaron 10 zonas de conductividad hidráulica en la capa 1, basada en razonamientos geológicos descritos en el modelo hidrogeológico conceptual, tal como se aprecia en la Figura 4.65. También se asignaron zonas de conductividad hidráulica para las capas 2, 3, 4 y 5, las cuales se muestran en las figuras 4.66, 4.67, 4.68 y 4.69.

Los valores de conductividad hidráulica establecidos como valores iniciales para el modelo eran muy diferentes para las unidades hidrogeológicas más permeables, ya que se basaban en resultados de ensayos de bombeo puntuales, pero como se mencionó anteriormente, el sistema acuífero Zapotitán-El Playón está constituido en su mayor parte por acuíferos fisurados, especialmente el acuífero El Playón, ya que varios pozos del Campo de Pozos de San Juan Opico se ubican sobre una falla regional que ha sido rellenada con materiales gruesos eyectados por los volcancitos El Playón y Laguna

Caldera y por productos volcano-sedimentarios. Por dichas razones, existen resultados puntuales que exceden en sus características hidráulicas al promedio de la zona. Esto por supuesto se ha simplificado bastante en el modelo, ya que se asume que el acuífero es poroso o como mayor aproximación, acuífero muy fracturado equivalente a un acuífero poroso.

Para las unidades hidrogeológicas constituidas por flujos de lavas basálticas escoriáceas se adoptó un conductividad hidráulica K = 50 m/día, que es la máxima en toda el área modelada, aunque puntualmente se obtuvieron valores de más de 700 m/día. La conductividad hidráulica más baja se asignó a las unidades hidrogeológicas constituidas por rocas volcánicas terciarias de la Formación El Bálsamo y que se consideran el basamento; la conductividad hidráulica se estimó en 0.1 m/día para las capas 1 y 2, ya que se ha comprobado que existe recarga y un flujo importante que constituye el flujo base de ríos como el Ateos y Talnique. En las capas 3 y 4 se les asignó una K horizontal de 1×10^{-6} m/día y en la capa 5, de 1×10^{-9} m/día.

A las rocas de la Formación Cuscatlán de la época pleistocénica se les asignó una conductividad hidráulica entre 1 y 2 m/día, basado en resultados de ensayos de bombeo.

En general, a las rocas cuaternarias se les asignó conductividades hidráulicas que van desde 4 y 5 m/día para las cenizas ácidas y piroclastos finos y de 30 m/día a los piroclastos gruesos y tobas de lapilli, también basados en ensayos de bombeo. Por último, a los depósitos sedimentarios que constituyen las terrazas aluviales y conos de deyección, se les asignó un valor de 10 m/día, valor que se redujo en capas inferiores, simulando la compactación y reducción de la porosidad eficaz.

Los valores de conductividad hidráulica se cargaron en el modelo importando los archivos de propiedades de cada capa en formato shape, de esa manera se mantiene la geometría lo más próxima posible a las formas de las unidades hidrogeológicas.

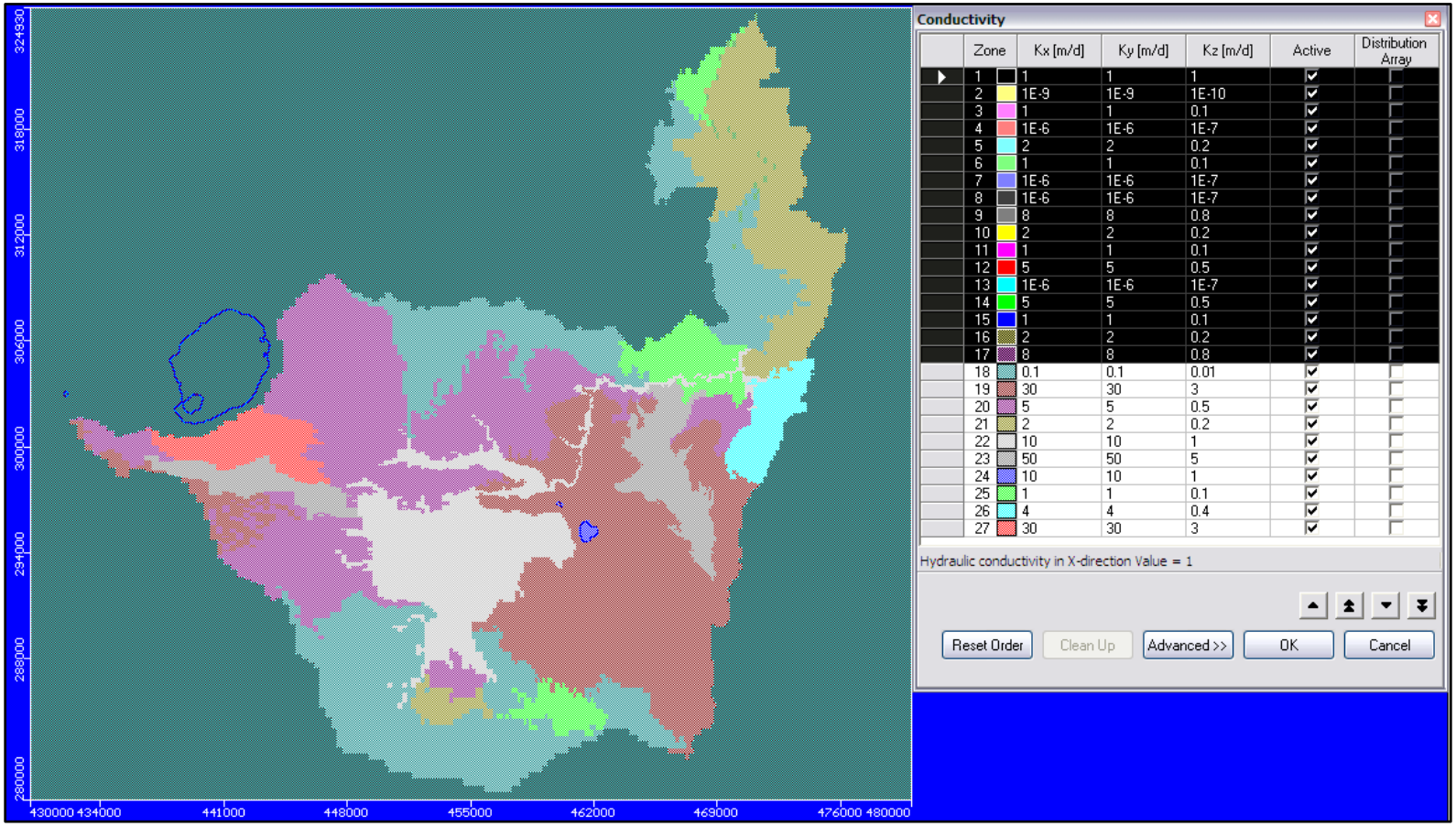


Figura 4.65. Conductividad hidráulica horizontal y vertical de la capa 1 del modelo

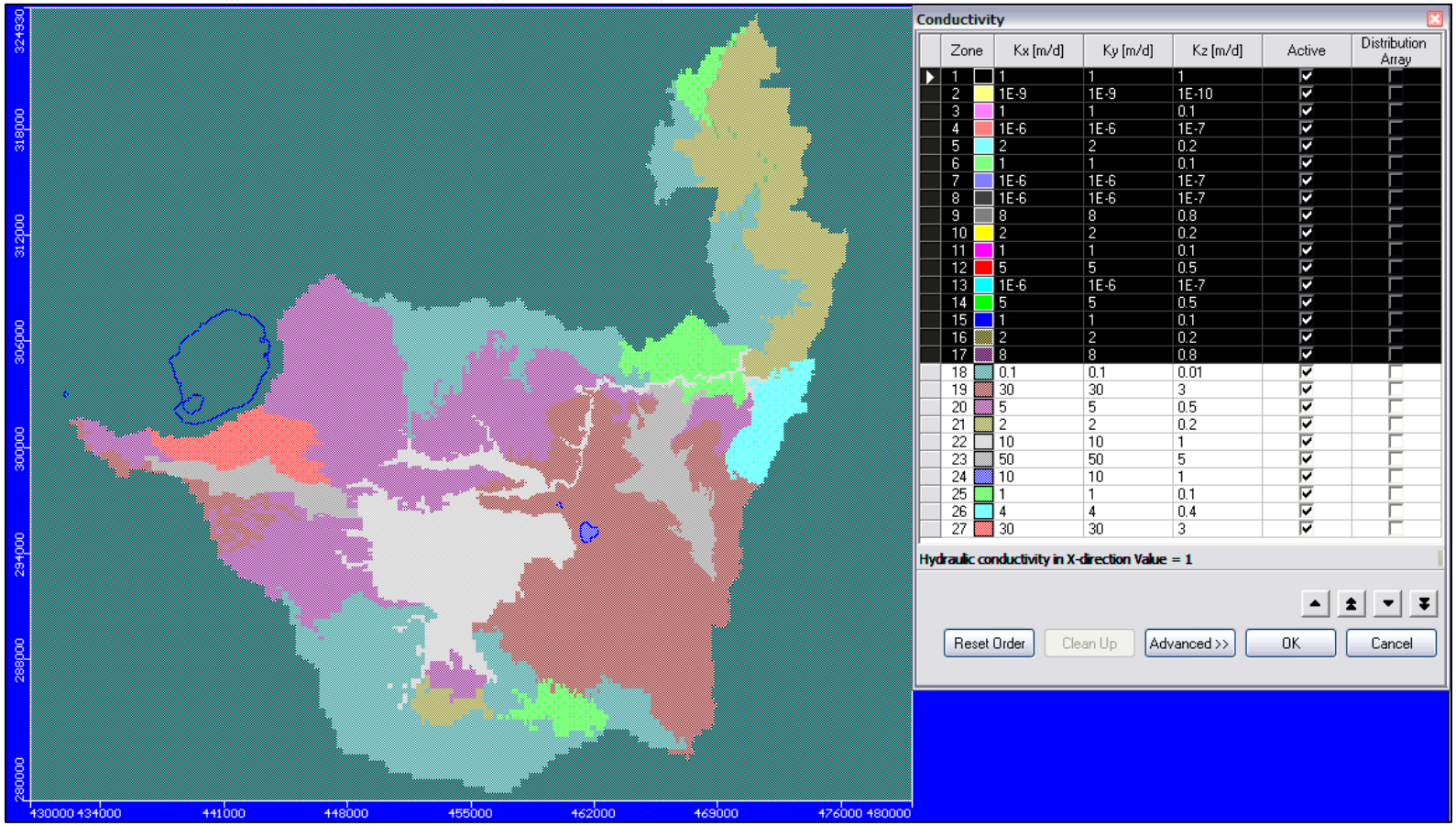


Figura 4.66. Conductividad hidráulica horizontal y vertical de la capa 2 del modelo

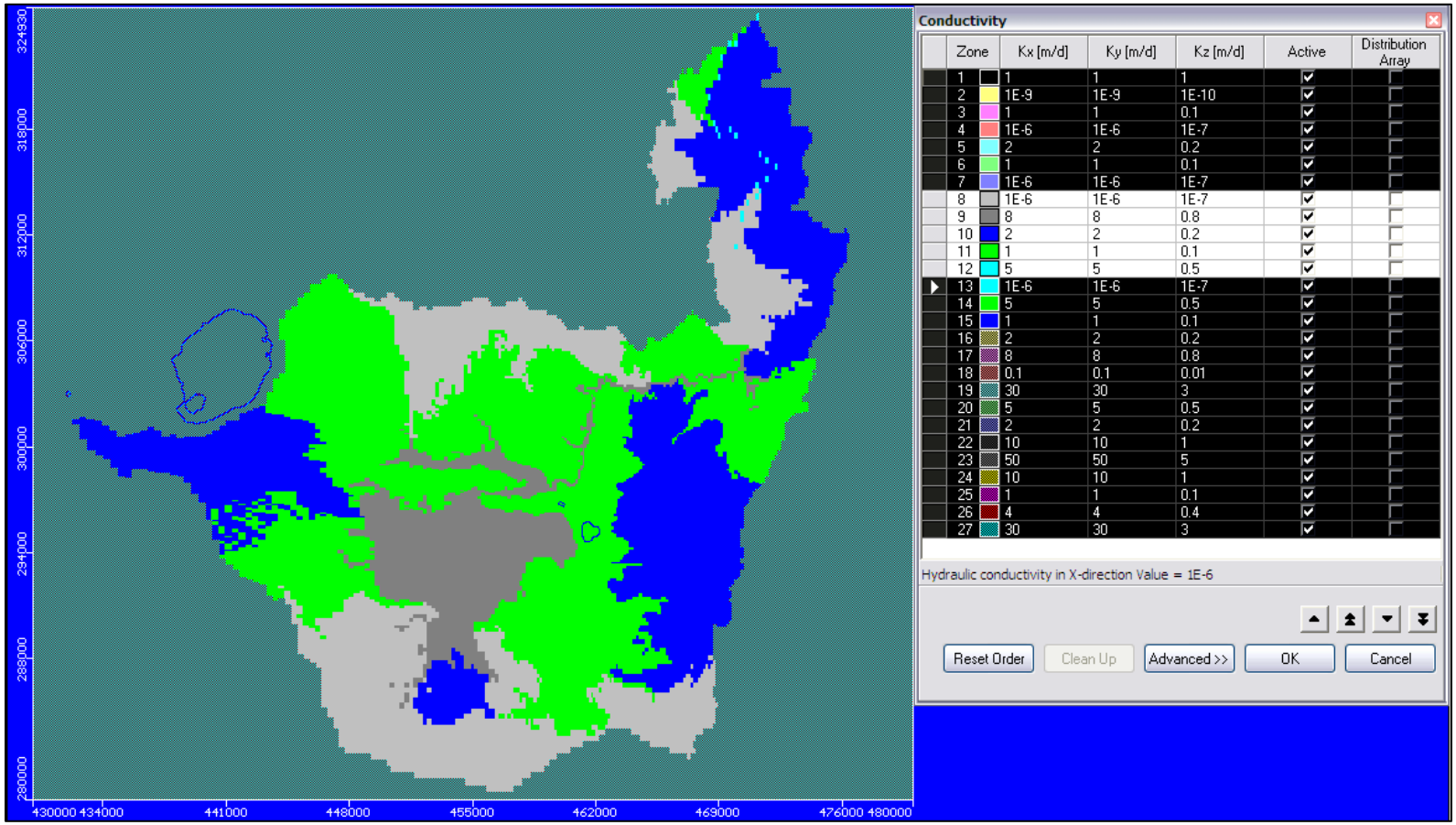


Figura 4.67. Conductividad hidráulica horizontal y vertical de la capa 3 del modelo

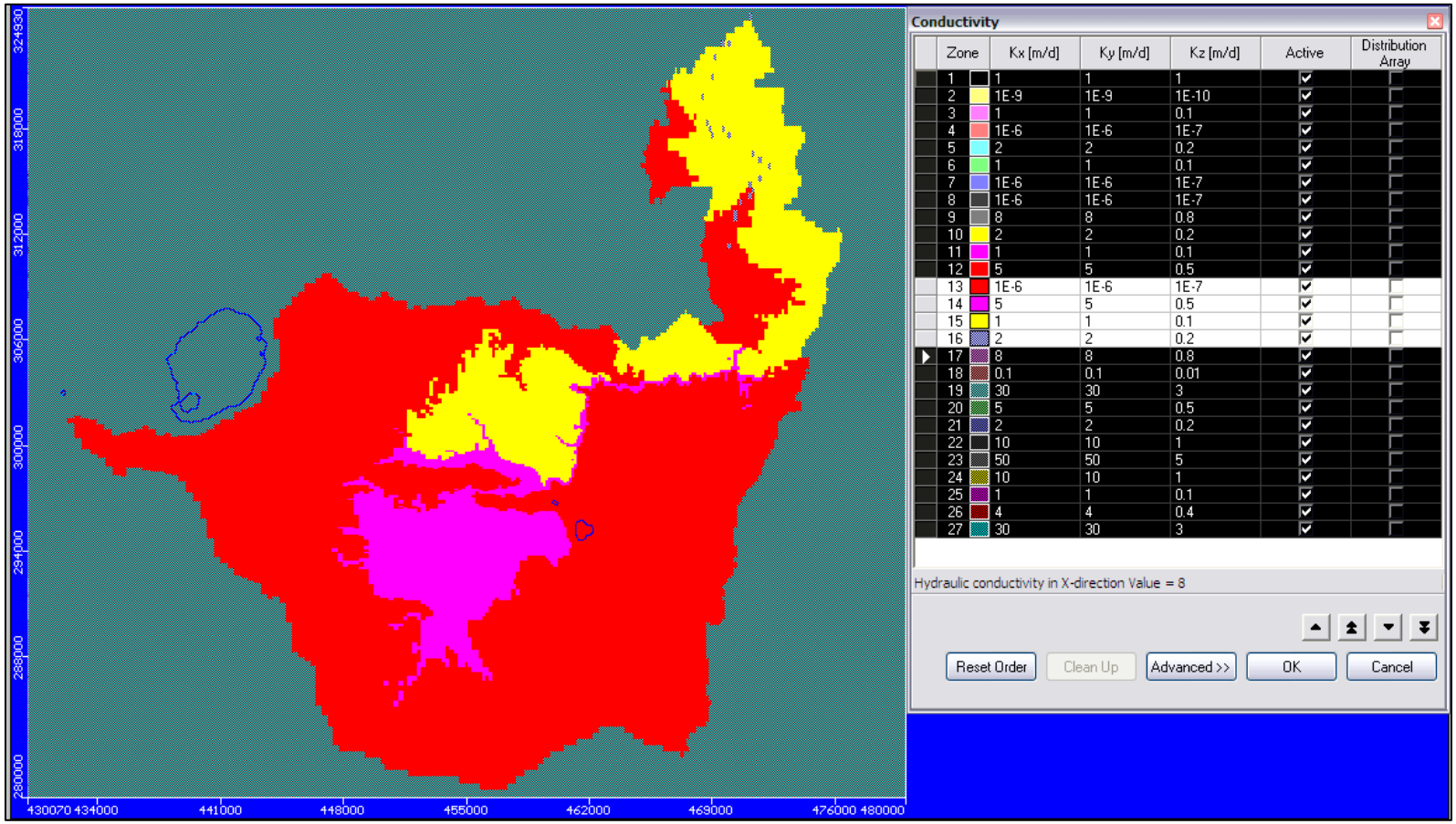


Figura 4.68. Conductividad hidráulica horizontal y vertical de la capa 4 del modelo

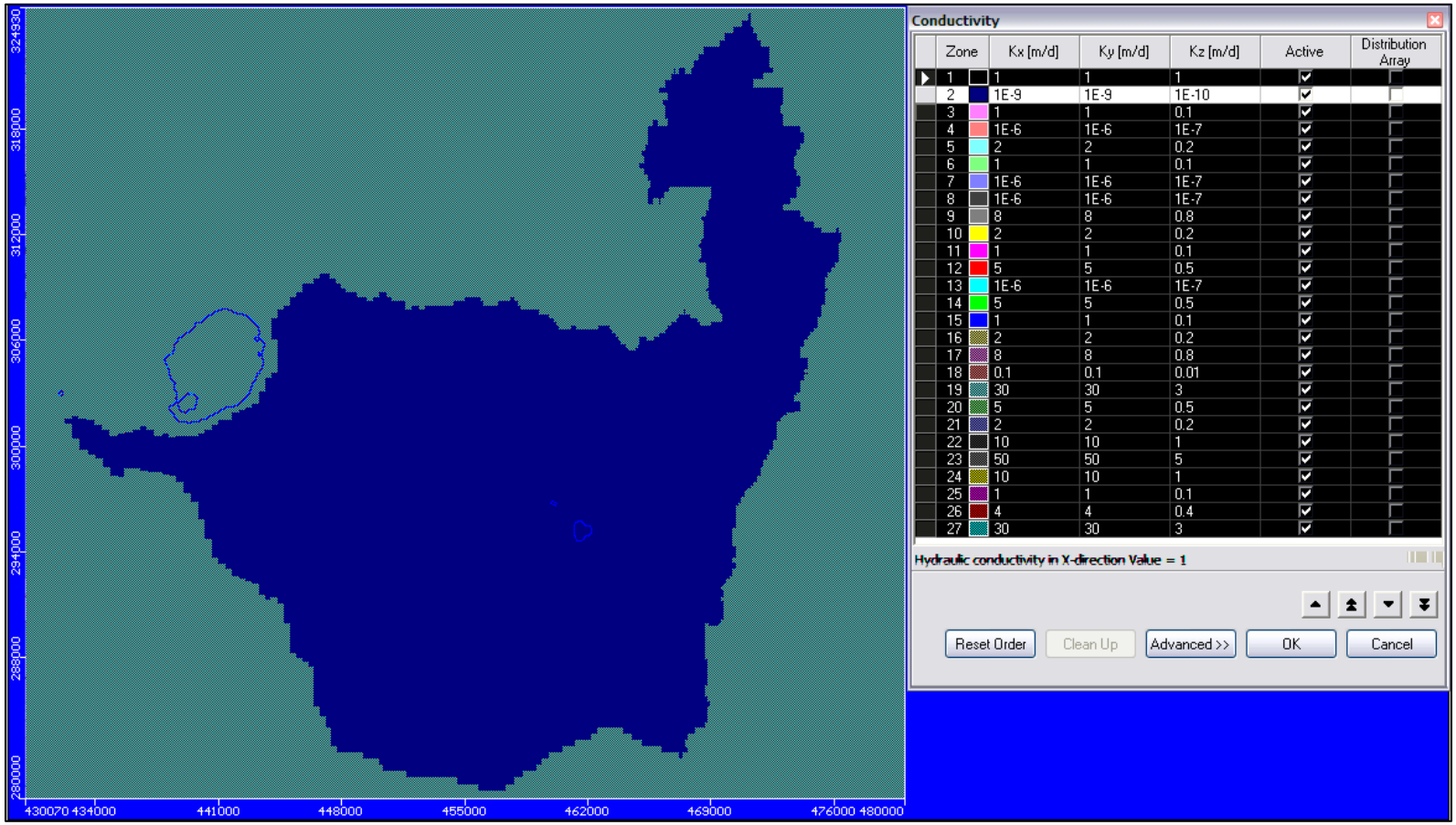


Figura 4.69. Conductividad hidráulica horizontal y vertical de la capa 5 del modelo

Almacenamiento

Usando el mismo enfoque anterior, se copió la distribución de conductividades hidráulicas para asignar los valores de almacenamiento a las unidades hidrogoelógicas. El visual MODFLOW, necesita los valores del coeficiente de almacenamiento específico Ss, obtenido de dividir el coeficiente de almacenamiento S, entre el espesor saturado de la unidad acuífera; además para acuíferos libres, se requiere el coeficiente de rendimiento específico Sy.

Los valores de almacenamiento específico, rendimiento específico, porosidad eficaz y porosidad total se asignaron a cada unidad geológica, basados en resultados de ensayos de bombeo (para Ss y Sy) y en propiedades de los materiales que constituyen dichas unidades (m_e y m_t). Estos últimos se obtuvieron de literatura.

Al igual que las conductividades hidráulicas, las propiedades de almacenamiento se cargaron en el modelo importando los archivos shape correspondientes a cada capa, para mantener las formas geométricas de las unidades hidrogeológicas.

Las propiedades de almacenamiento se muestran en las figuras de la 4.70 a la 4.74, correspondientes a las capas de la 1 a la 5.

En la Figura 4.70, correspondiente a la capa 1, se muestra como todas las unidades hidrogeológicas se encuentran en condiciones de no confinamiento, con valores de Sy entre 0.1 y 0.35. En la Figura 4.71, en la capa 2, ya se observan dos unidades bajo condiciones de confinamiento, que son las lavas, piroclastos y tobas terciarios de la Formación El Bálsamo y los depósitos sedimentarios del cuaternario, los primeros por formaciones arcillosas producto de la descomposición y los segundos por estratificación de lentes arcillosos y sedimentos finos. En la Figura 4.72, en la capa 3, prácticamente todas las unidades se encuentran en condiciones de confinamiento y las capas 4 y 5 de igual manera. Las características de porosidad total y porosidad eficaz también se han reducido en algunas unidades, para simular la compactación por mayor profundidad.

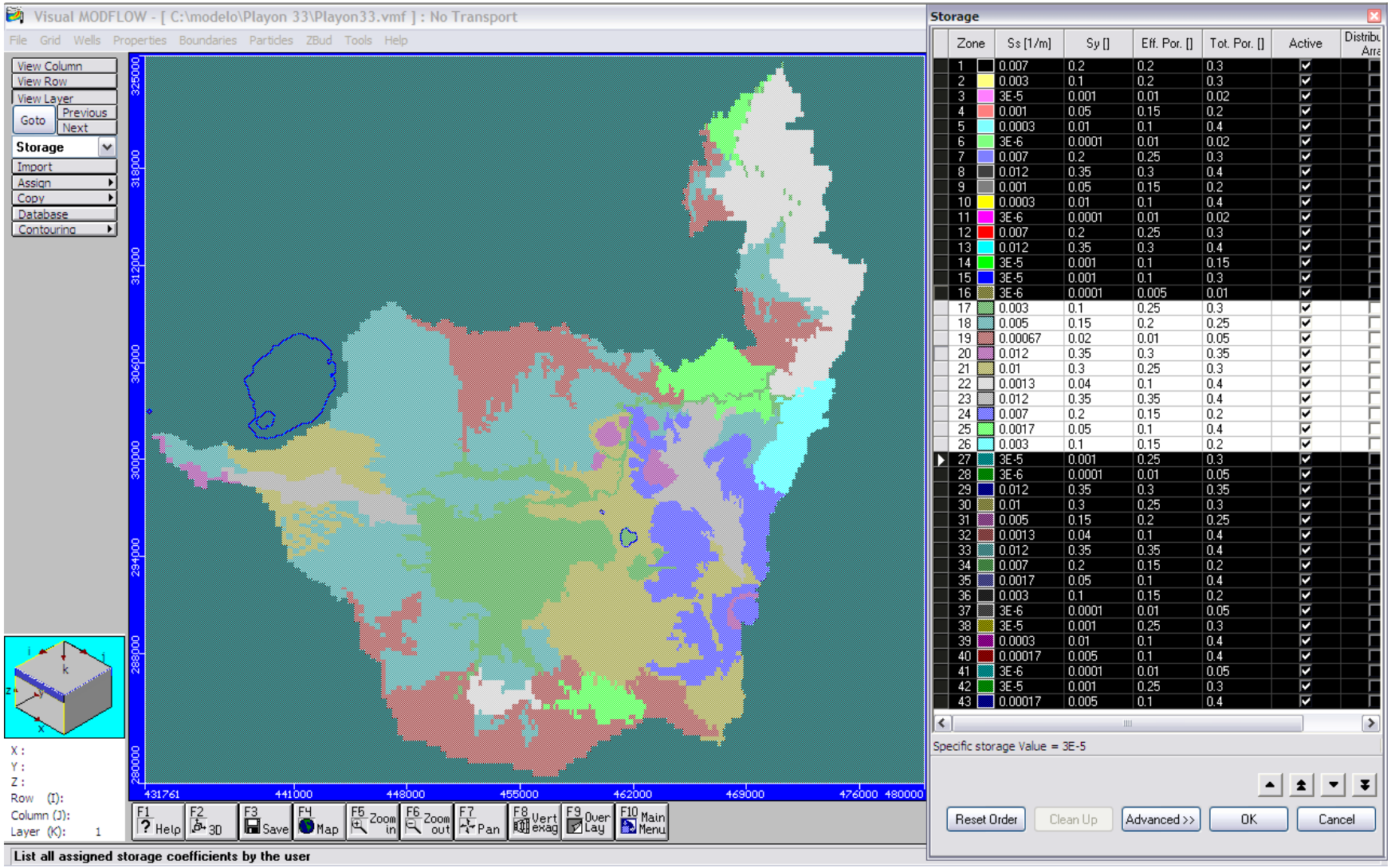


Figura 4.70. Propiedades de almacenamiento de la capa 1 del modelo

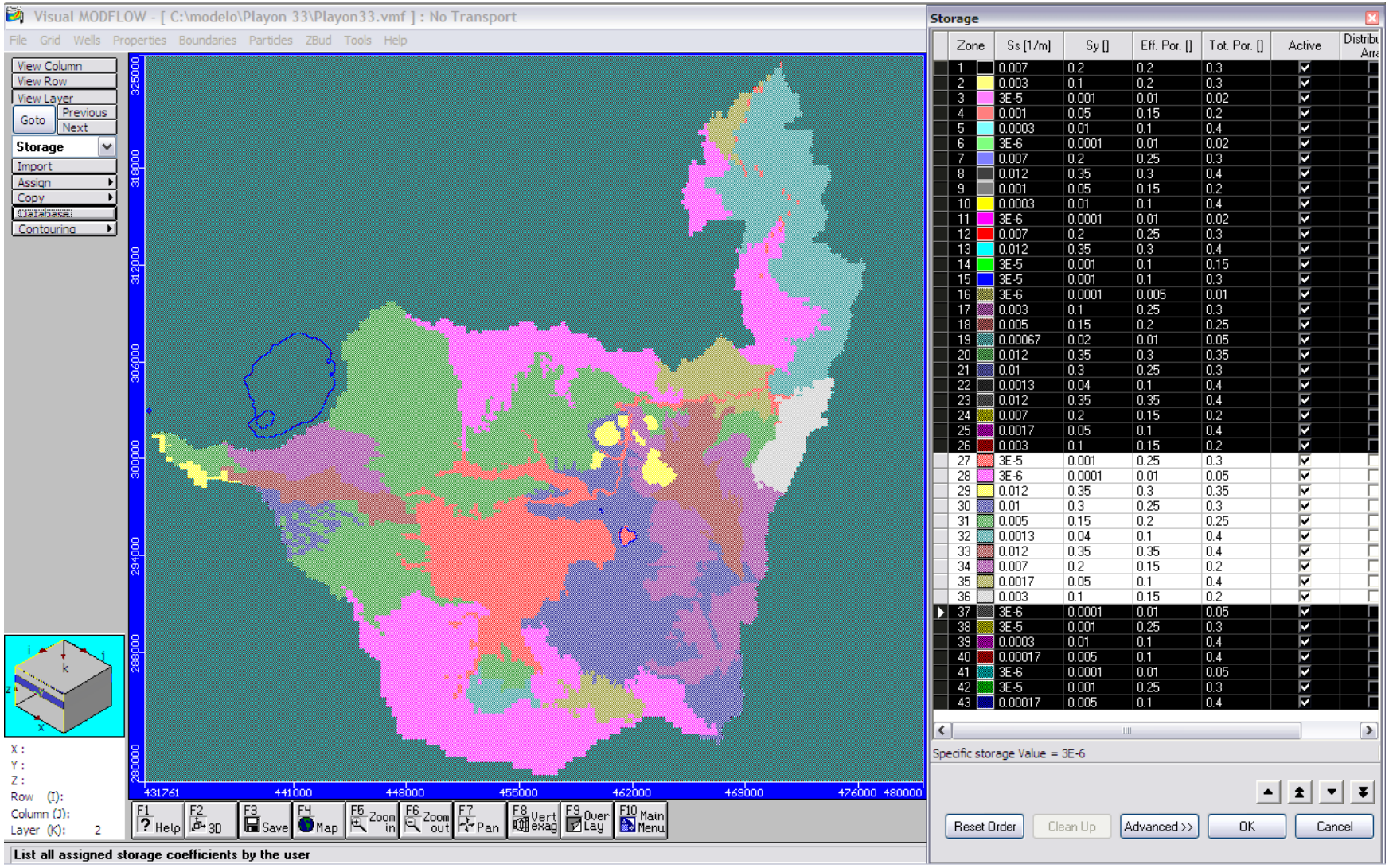


Figura 4.71. Propiedades de almacenamiento de la capa 2 del modelo

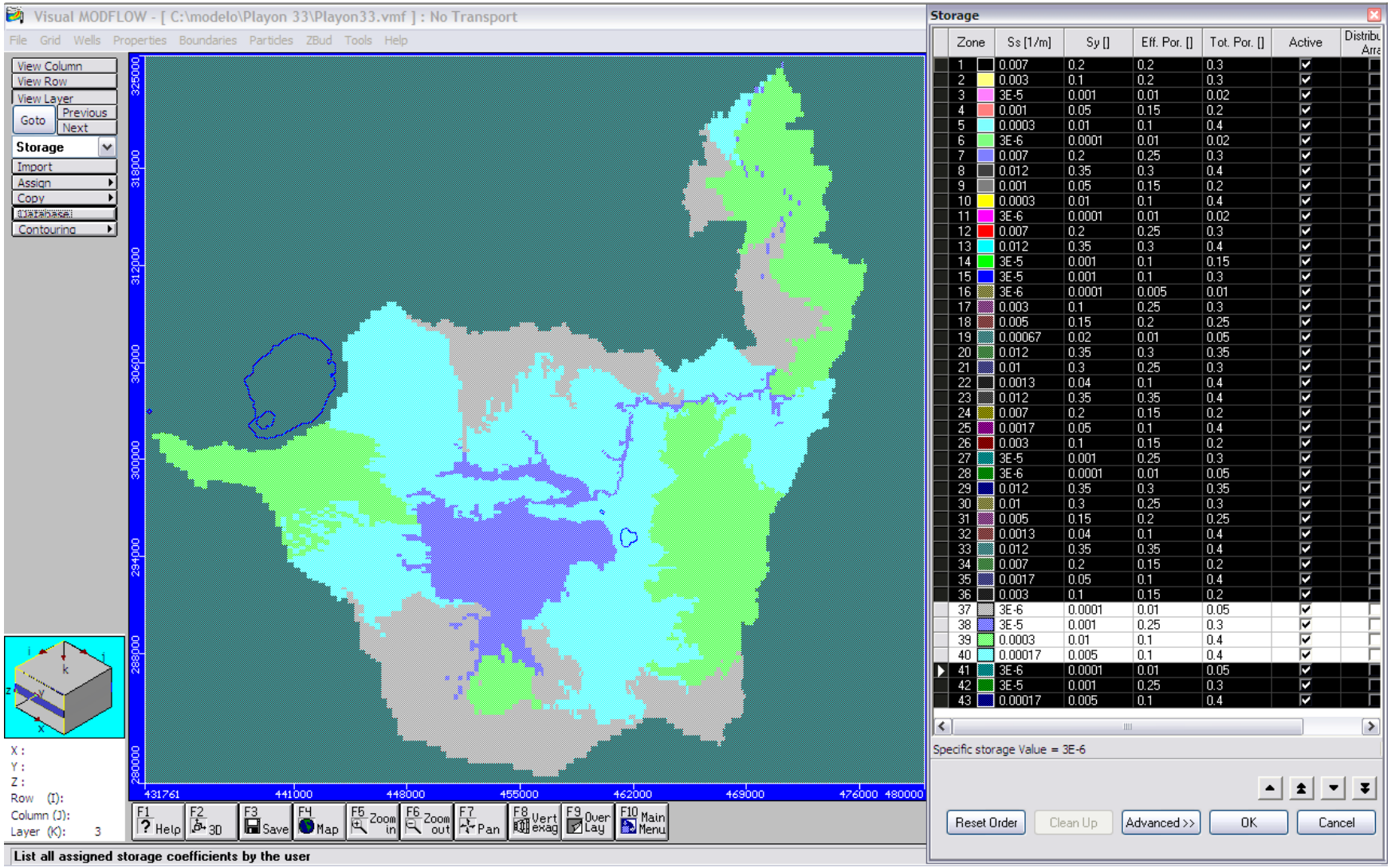


Figura 4.72. Propiedades de almacenamiento de la capa 3 del modelo

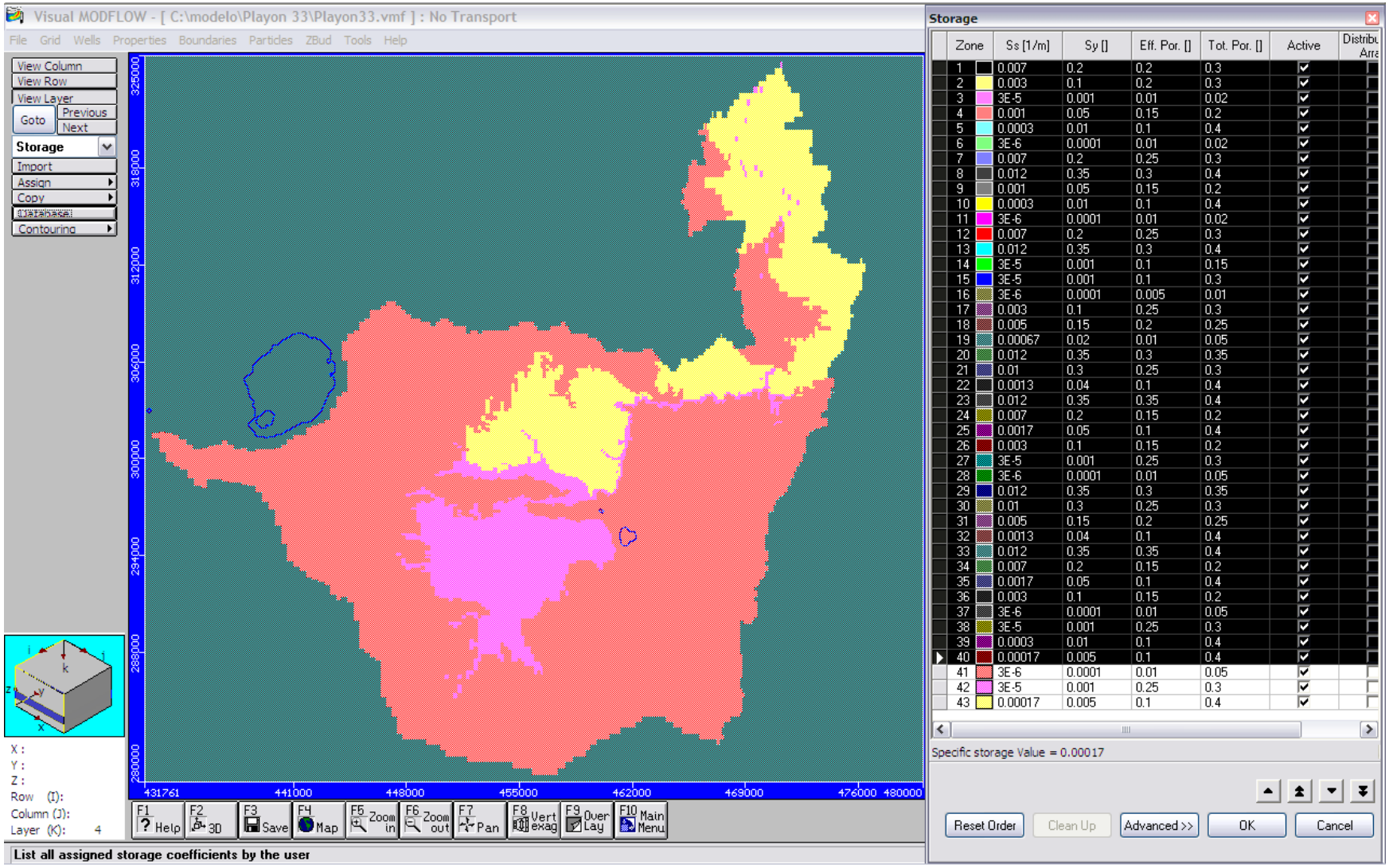


Figura 4.73. Propiedades de almacenamiento de la capa 4 del modelo

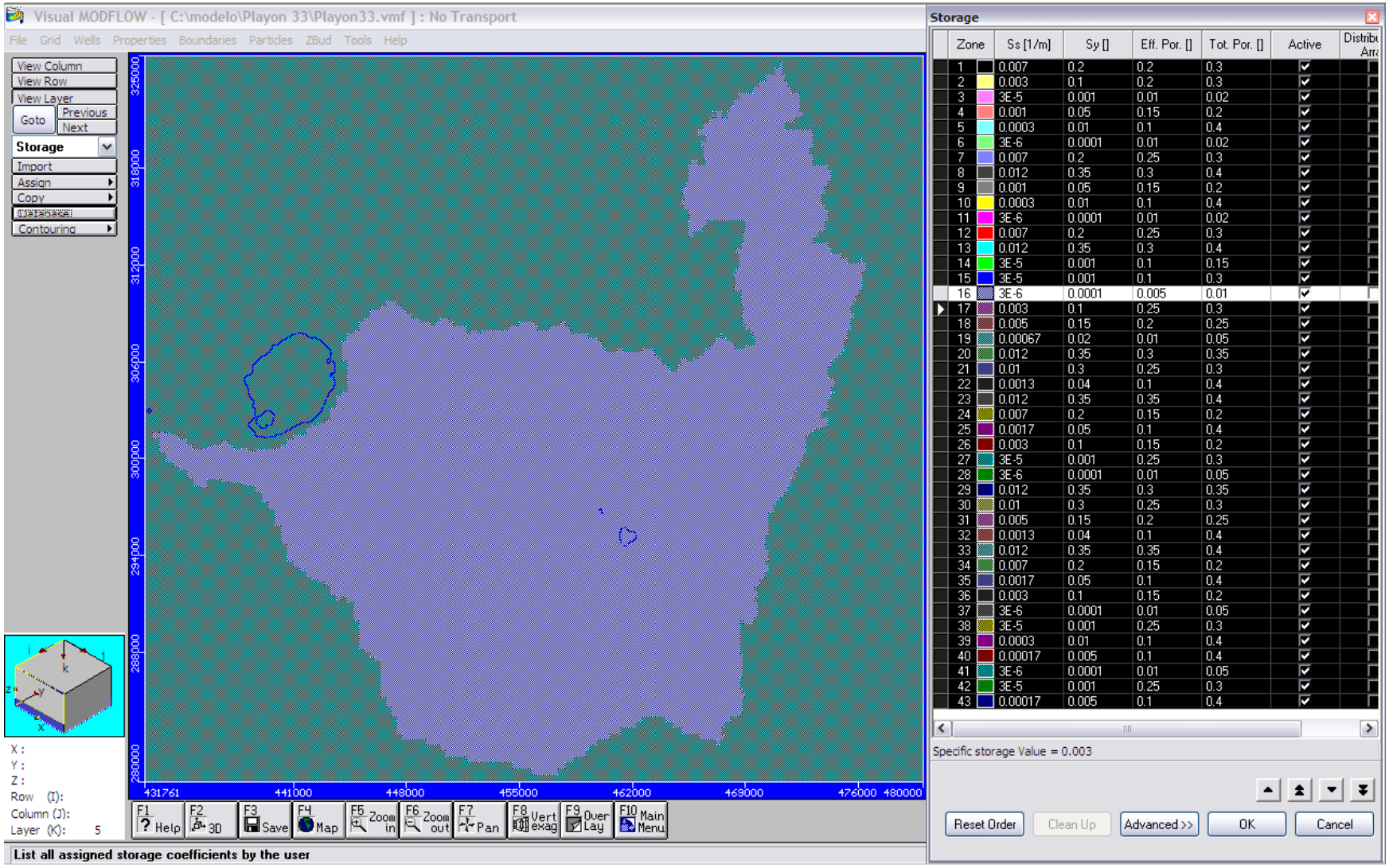


Figura 4.74. Propiedades de almacenamiento de la capa 5 del modelo

Cargas iniciales

Las cargas hidráulicas iniciales son las isofreáticas o isopiezas que se introducen en Visual Modflow para usarlas como valores iniciales en el proceso iterativo para buscar la solución de las ecuaciones diferenciales de flujo; sin embargo no influyen en la solución, simplemente sirven para reducir el número de ciclos de iteración.

En la Figura 4.39 se muestran las curvas isofreáticas calculadas con información de muchos puntos de agua, los cuales están representados por manantiales y pozos someros, principalmente, y por puntos de control ubicados alrededor de lagunas, a lo largo de ríos y en zonas elevadas en las que no se tiene mucha información. En la Figura 4.76 se muestra la ubicación de los puntos de agua utilizados para construir las curvas isofreáticas. La forma de cargar las curvas isofreáticas en el modelo fue a través de un archivo en formato GRID, generado con el software Surfer, la grid se muestra en la Figura 4.75.

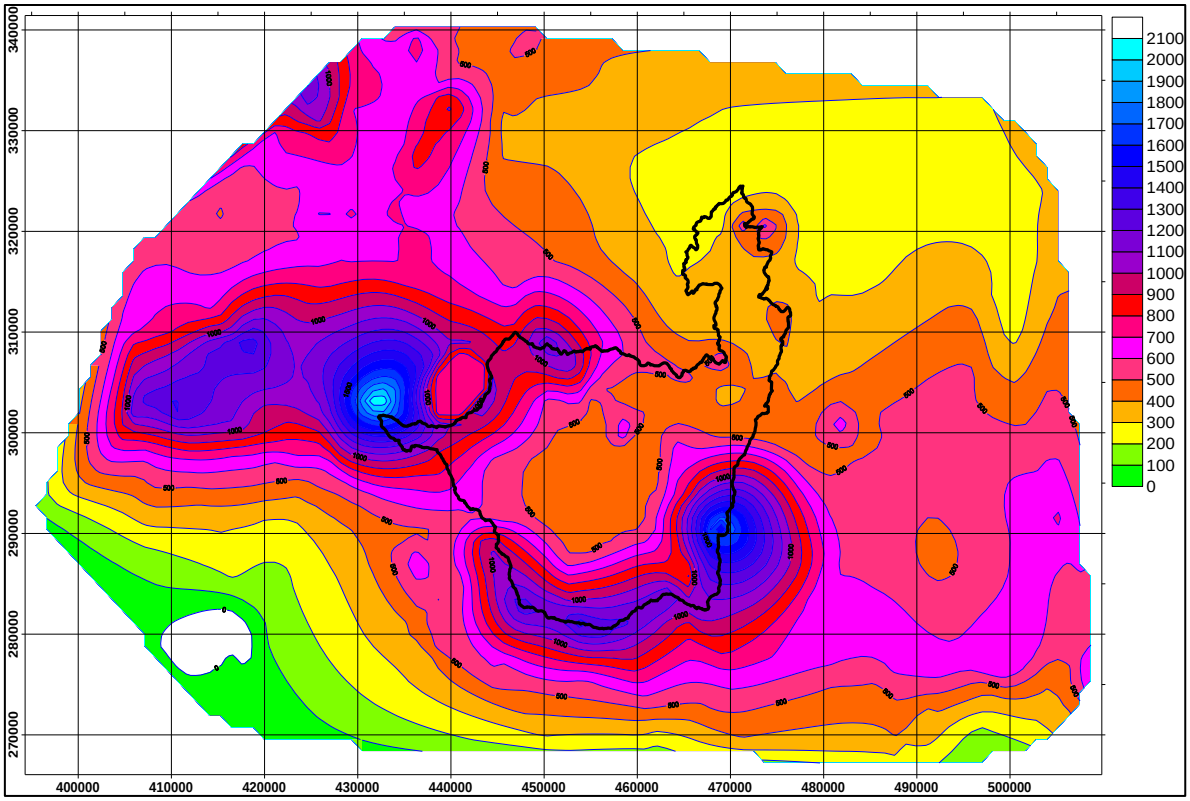


Figura 4.75. Grid de curvas isofreáticas (en metros) cargadas en el modelo.

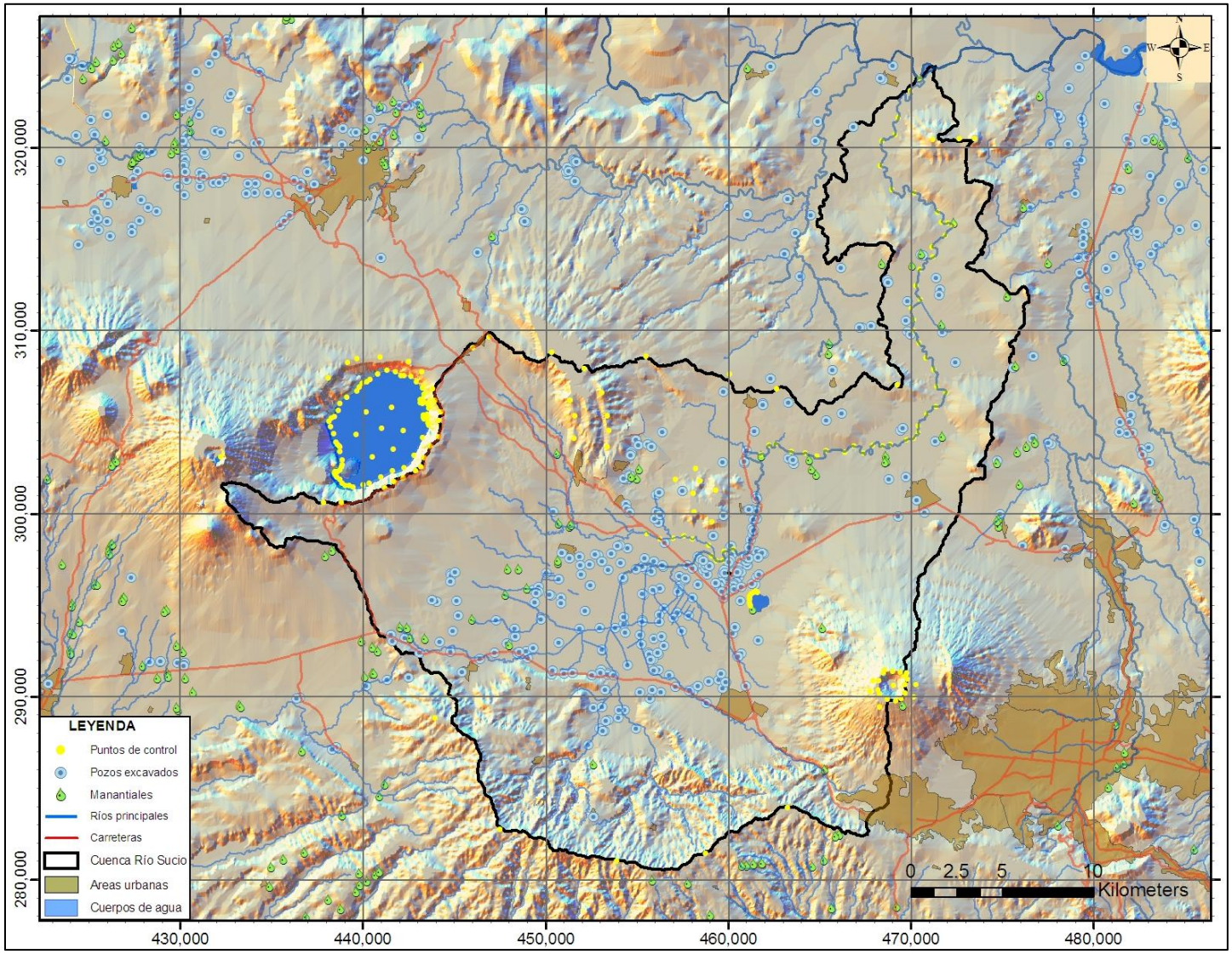


Figura 4.76. Mapa de ubicación de puntos de agua utilizados en el cálculo de las cargas hidráulicas iniciales.

4.2.1.5. Condiciones de frontera

Bordes impermeables

Con base en las características geológicas del sistema acuífero, se definieron los bordes impermeables del modelo, los cuales representan las condiciones de entrada y salida de flujo nulos al modelo.

Los bordes impermeables del modelo del sistema acuífero de la cuenca del río Sucio los constituyen sus parteaguas, en el supuesto que la cuenca hidrográfica coincide con la cuenca hidrogeológica.

Carga constante (CHD)

El modelo requiere de al menos una condición de borde para tener solución, por lo que se asignó un carga constante de 245.6 metros a la salida de la cuenca, ya que se conoce por las curvas isofreáticas de toda la cuenca, que el nivel piezométrico en ese sector es ese y que coincide prácticamente con el nivel del río Sucio.

También se asignó una carga constante de 460 metros cerca de la ubicación de la fábrica de baterías, para condicionar la solución con ese nivel, lo cual es muy importante, ya que es el nivel observado en muchos pozos ubicados en ese sector.

Solo estas condiciones no bastaron para reproducir las isopiezas como en el modelo conceptual, fue necesario asignar otros tipos de condiciones de frontera que se explicarán en los numerales siguientes.

En las figuras 4.77 y 4.78 se muestran las condiciones carga constante asignadas al modelo, las cuales se asignaron en las capas 1 y 2 la de 460 m y en todas las capas las de 245.6 m.

Ríos (RIV)

Existen varios ríos en el Valle de Zapotitán, todos los cuales dan origen al río Sucio, el más importante del sistema. Se asignó este tipo de condición valiéndose del shape de

ríos simplificado, ya que no interesan las quebradas y pequeños drenajes. Luego se dibujaron los ríos sobre en el modelo, por asignación de líneas, definiendo para cada tramo la elevación de inicio y de final, así como datos de espesor de los sedimentos del lecho de los ríos y sus respectivas conductividades hidráulicas, las cuales se obtuvieron de un modelo del valle de Zapotitán (Walter, 2006), para el resto de la cuenca se estimó su valor. En la Tabla 4.32 se muestran los datos de cada río. La conductancia de los ríos fue calculada por el Visual Modflow.

Es importante aclarar que el río Sucio se profundiza a las capas 2 y 3 del modelo en la parte norte de la cuenca, ya que el espesor de la capa 1 se reduce hasta desaparecer físicamente. En las figuras 4.79 a 4.81 se muestran los ríos del modelo.

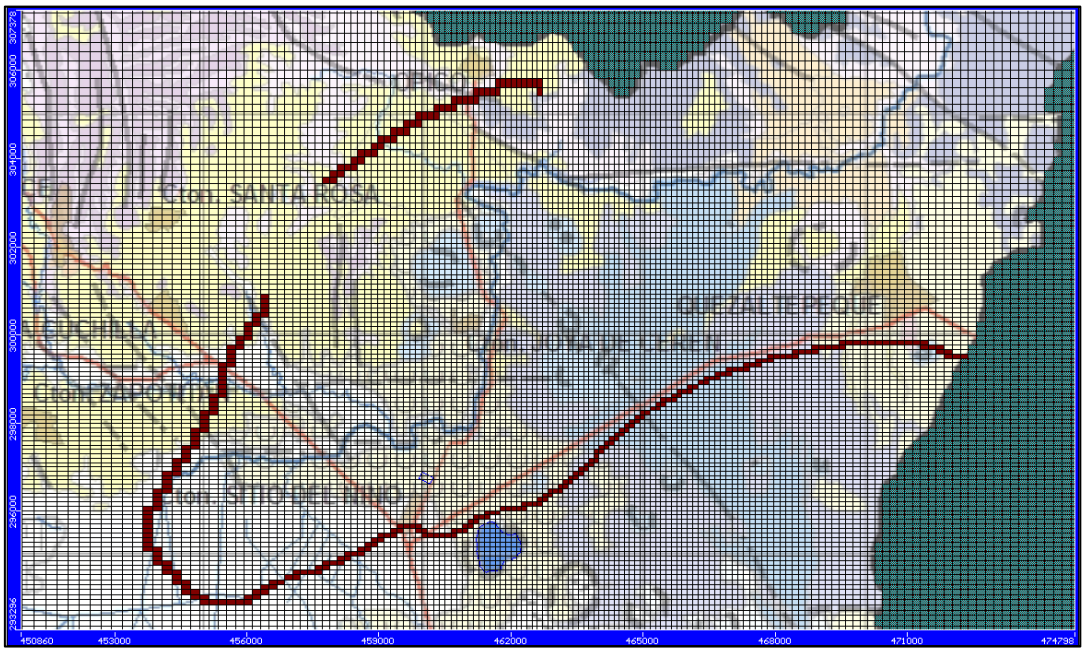


Figura 4.77. Carga constante: CHD = 460 m en la zona de El Playón.

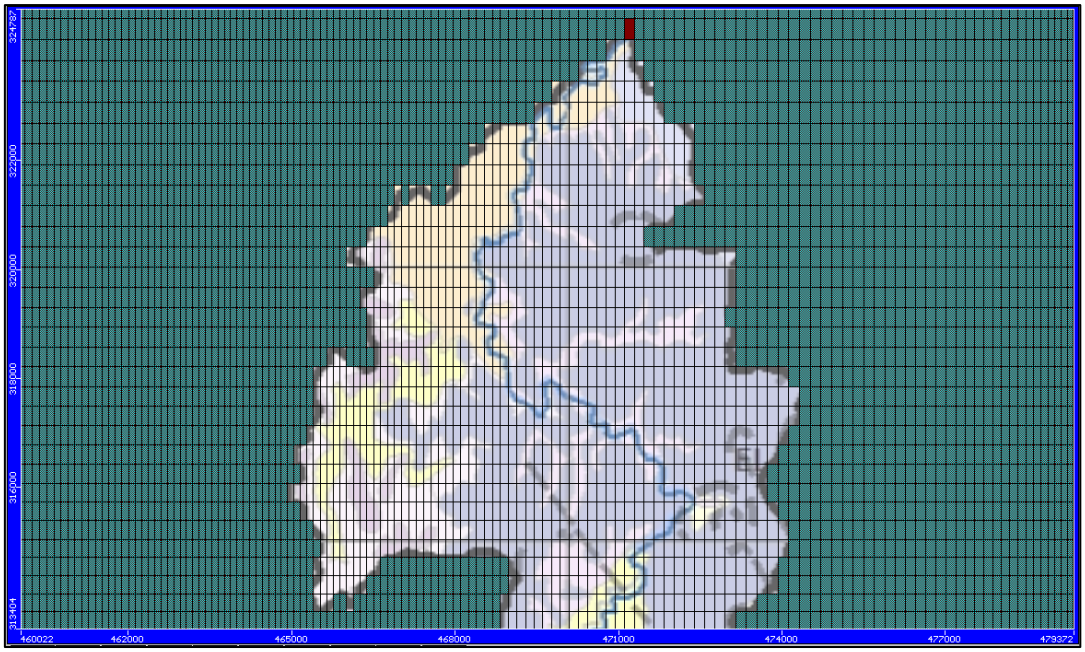


Figura 4.78. Carga constante: CHD = 245 m a la salida de la cuenca.

Tabla 4.32. Datos de ríos del modelo

No.	NOMBRE	Coord. X	Coord. Y	Elev. Agua	Prof. Agua	Fondo del río	Ancho del río	Espesor sedim.	Fondo sedim.	K sedim.
	Unidades	m	m	msnm	m	msnm	m	m	msnm	m/día
1	Rio Flor Amarilla	459,703	293,788	482.31	0.50	481.81	0.85	0.20	481.61	2.2
2	Rio Belén	458,387	293,954	470.41	0.14	470.27	2.39	0.30	469.97	2.2
3	Rio Colon	457,908	290,416	501.04	0.11	500.93	2.60	0.30	500.63	1.4
4	Rio Chuchucato	454,580	290,946	470.00	0.43	469.57	3.03	0.30	469.27	1.4
5	Rio Talnique	453,947	290,795	469.26	0.45	468.81	5.00	0.50	468.31	1.4
5	Rio Talnique2	453,947	290,795	469.26	0.45	468.81	5.00	0.50	468.31	1.4
6	Rio Copapayo	448,958	292,228	480.08	0.15	479.93	6.10	0.50	479.43	88.5
7	Rio Santa Teresa	448,184	293,539	487.14	0.29	486.85	1.48	0.20	486.65	88.5
8	Rio Paso Hondo	449,037	295,058	459.01	0.35	458.66	2.62	0.30	458.36	88.5
9	Rio Tatamatias	449,624	295,847	457.69	0.13	457.56	1.50	0.20	457.36	88.5
10	Rio El Chupadero	449,721	296,393	461.85	0.13	461.72	0.50	0.20	461.52	88.5
11	Rio Las Cañas	450,207	297,149	466.01	0.05	465.96	5.50	0.50	465.46	88.5
12	Rio Los Chorritos	450,958	297,608	482.60	0.06	482.54	1.77	0.20	482.34	88.5
13	Rio Agua Caliente	456,603	298,627	449.90	0.40	449.50	7.00	1.00	448.50	2.2
14	Rio Sucio-San Andrés	457,535	297,177	449.85	0.44	449.41	18.79	1.00	448.41	2.2
15	Rio Sucio-Sitio del Niño	460,000	297,969	443.06	0.41	442.65	28.54	1.00	441.65	2.2
16	Rio Sucio-Joya de Cerén	461,589	300,294	427.01	0.61	426.40	22.95	1.00	425.40	2.2
17	Rio Palio	460,939	303,360	415.20	0.20	415.00	1.00	0.20	414.80	0.5
18	Rio Sucio-El Jocote	470,160	310,582	321.76	0.64	321.12	27.49	1.00	320.12	2.2
19	Rio Sucio-Los Dos Cerros	470,248	323,422	249.02	0.61	248.41	24.13	1.00	247.41	2.2
20	Rio Sucio-Desembocadura	471,357	324,472	247.01	0.78	246.23	24.00	1.00	245.23	2.2

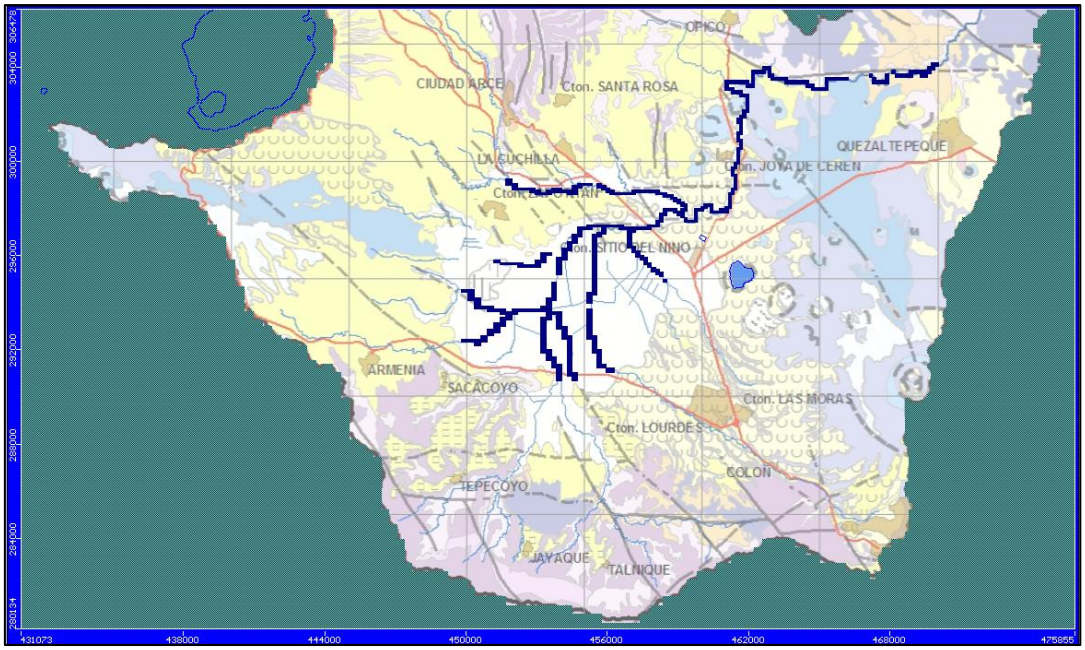


Figura 4.79. Ríos del modelo. Capa 1.



Figura 4.80. Ríos del modelo. Capa 2.

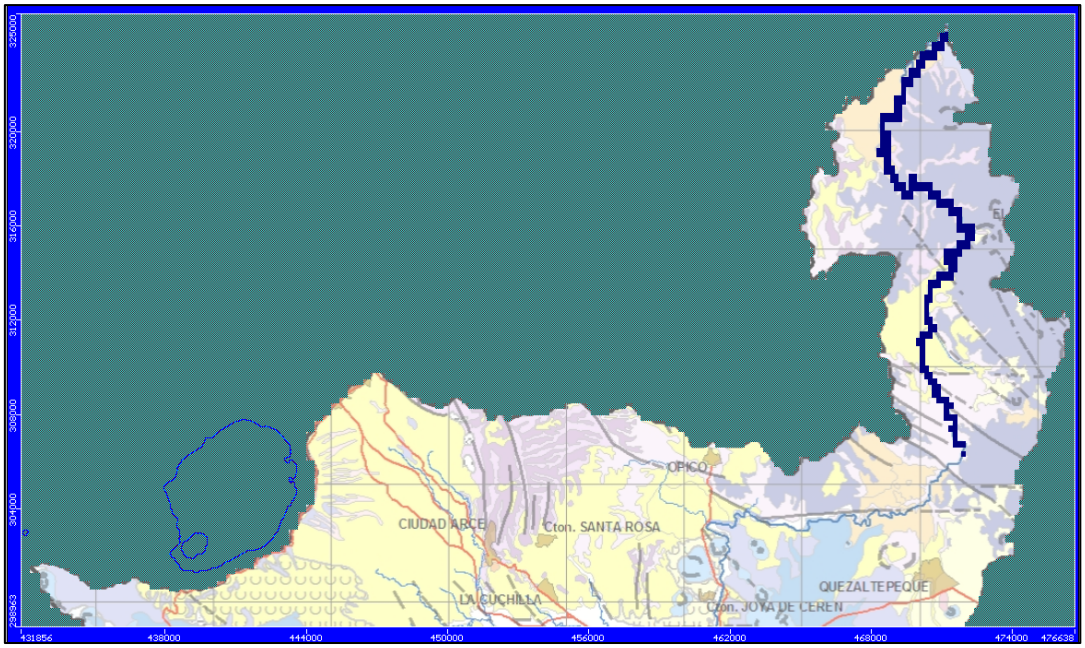


Figura 4.81. Ríos del modelo. Capa 3.

Carga general (GHB)

Esta condición se utiliza en Visual Modflow para incorporar la influencia de las aguas superficiales sobre el sistema acuífero. En el modelo se utilizaron 2 condiciones de borde de este tipo, una que representa la influencia del Lago de Coatepeque, ubicado en la cabecera de la cuenca, ya que se ha demostrado que existe recarga de este lago hacia el Valle de Zapotitán.

La otra condición que se ha representado con una carga general es la recarga del volcán de San Salvador o Ilamatepec. Aunque la recarga es otro tipo de condición de frontera y que se tratará más adelante, en el volcán se tiene la influencia de la recarga hasta la segunda capa debida a la alta permeabilidad de los productos eruptivos del volcán y a la estructura del cráter que concentra dicha recarga. Para poder asignar la carga general en el cráter del volcán, se corrió el modelo sin ninguna carga impuesta, para obtener las isopiezas o equipotenciales simuladas por el efecto de la recarga solamente. Se observó que la equipotencial en el borde del cráter es de aproximadamente 960 metros y teniendo en cuenta que las capas 1 y 2 en ese sector están perfectamente conectadas, se

impuso una carga general de 960 metros en el cráter del volcán. Con esta condición se logró un buen ajuste de las equipotenciales simuladas con las calculadas con datos reales.

En el límite con el lago de Coatepeque se asignó una GHB = 750 m, que es la elevación real del espejo de agua. La conductividad hidráulica estimada para esta condición de frontera es el promedio de las conductividades de las unidades hidrogeológicas en el borde de la caldera de Coatepeque y es K = 30 m/día.

La carga general asignada en el cráter del volcán de San Salvador es GHB = 960 m. Al igual que la carga general de Coatepeque, esta condición se asignó a las capas 1 y 2, con un valor de conductividad hidráulica K = 30 m/día, que también es un valor promedio de las unidades hidrogeológicas que constituyen el cráter del volcán.

En la Figura 4.82 se muestran las cargas generales asignadas en el modelo.

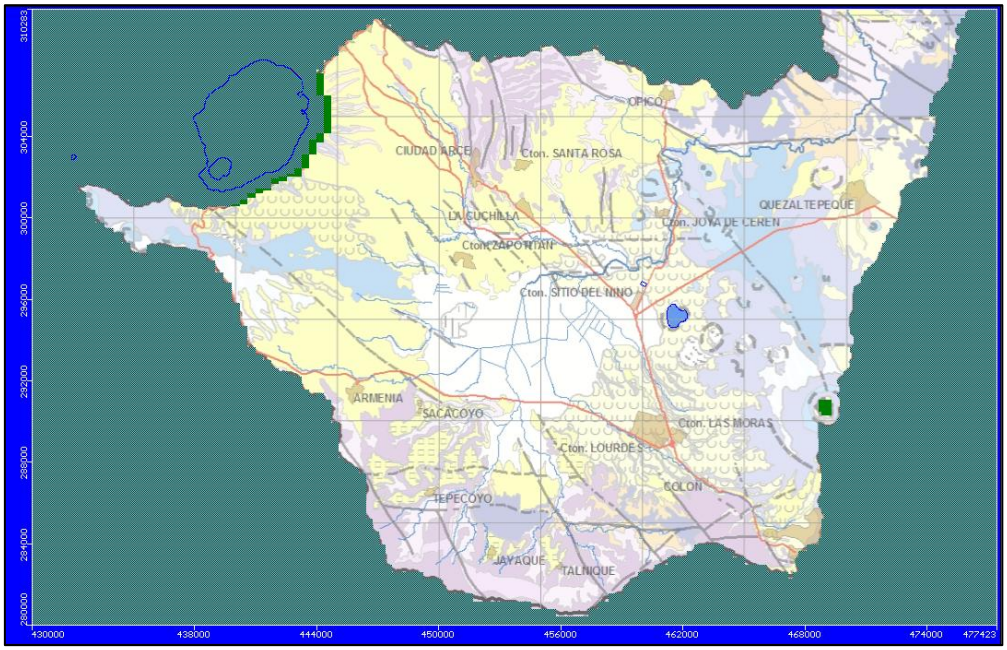


Figura 4.82. Carga general en caldera Coatepeque y cráter volcán San Salvador

Drenes (DRN)

Esta condición de frontera es utilizada para extraer agua del acuífero, por lo que se asignó este tipo de condición en las cabeceras de los ríos principales que drenan agua hacia el Valle de Zapotitán y en las descargas constituidas por los manantiales San Lorenzo, La isla, El Chorrerón y El Jute, todos ellos en un solo dren y los manantiales La Toma y Platanillos, cada uno constituyendo un dren independiente. Todos los manantiales constituyen la descarga del acuífero El Playón, al norte del área de interés. Todos ellos descargan hacia el Río Sucio.

Esta condición de frontera implica el conocimiento de una gran cantidad de información que muchas veces no es posible obtenerla, por lo que la conductancia de los drenes suele ser un valor que se determina con la calibración del modelo.

La información de los drenes asignados en el modelo se muestra en la Tabla 4.33, con las conductancias definitivas y en la Figura 4.83 se muestra su ubicación.

Tabla 4.33. Características de los drenes asignados al modelo.

No.	Nombre	Caudal medio m^3/s	Conductancia m^2/día	Drain #
1	Río Flor Amarilla	0.0720	12,441.60	14
2	Río Belén	0.0566	34,930.29	13
3	Río Colón	0.2033	159,682.91	12
4	Río Chuchucato	0.1817	36,509.02	11
5	Río Talnique	2.5724	493,900.80	10
5	Río Talnique2	1.2862	246,950.40	9
6	Río Copapayo	0.2600	149,760.00	8
7	Río Santa Teresa	0.0803	23,923.86	7
8	Río Paso Hondo	0.2492	61,516.80	6
9	Río Tatamatías	0.0500	33,230.77	5
10	Río El Chupadero	0.0160	10,633.85	4
11	Río Las Cañas o El Obraje	0.2825	488,160.00	3
12	Río Los Chorritos	0.0268	38,592.00	2
13	Río Agua Caliente	0.8529	184,226.40	1
14	Río Agua Caliente2	0.8529	184,226.40	0
15	Manantial Platanillos	0.1000	43,200.00	15
16	Manantial La Toma	0.4000	98,743.00	16
17	Manantial San Lorenzo-La Isla	0.7000	151,200.00	17

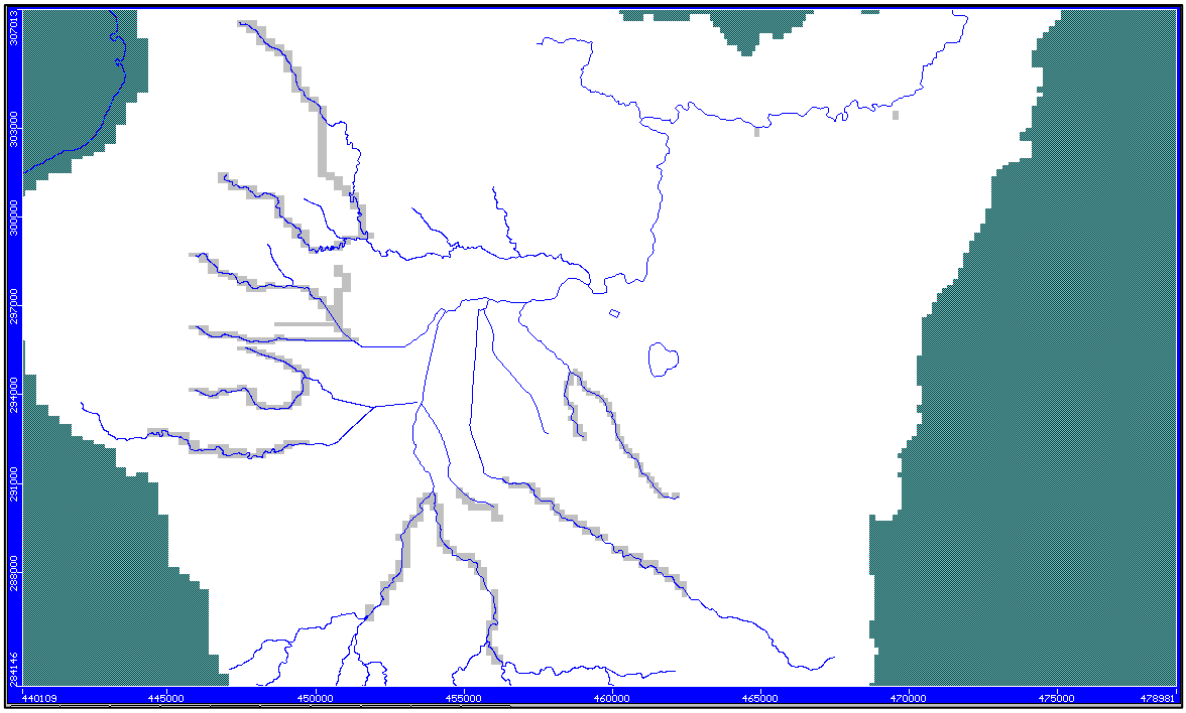


Figura 4.83. Drenes asignados al modelo

Recarga (RCH)

La recarga del sistema acuífero de la cuenca del río Sucio ha sido calculada para cada unidad geológica, de tal forma que esta se distribuya en la cuenca lo más aproximado posible a como sucede en la realidad.

En la Tabla 4.34 se muestra de manera resumida la recarga de cada sector o unidad geológica, con el detalle de cálculo de la recarga total ponderada de toda la cuenca, que resultó ser de 171.15 mm/año.

Las zonas de recarga se introdujeron en Visual Modflow importando el shape con las unidades geológicas y sus respectivas recargas. En la Figura 4.84 se muestran las zonas de recarga de toda la cuenca del Río Sucio.

Tabla 4.34. Recargas de agua subterránea ingresadas al modelo, en mm/año.

# unidad	FORMACION	EDAD	UNIDAD	R
1	Bálsamo	Plioceno	b3 Cordillera El Bálsamo	94.0
2	Bálsamo	Plioceno	b3 San Juan Opico	35.3
3	Bálsamo	Plioceno	b3 San Matías	47.1
4	Bálsamo	Plioceno	b3 San Pablo Tacachico	55.1
5	Cuscatlán	Plio-cuaternario	c1 Quezaltepeque	41.6
5	Cuscatlán	Plio-cuaternario	c1 Quezaltepeque	41.6
6	Cuscatlán	Plio-cuaternario	c1 San Pablo Tacachico	21.5
7	Cuscatlán	Plio-cuaternario	c1 Talnique	275.9
8	Cuscatlán	Pleistoceno	c3 Jayaque	232.3
9	Cuscatlán	Pleistoceno	c3 Quezaltepeque	99.1
9	Cuscatlán	Pleistoceno	c3 Quezaltepeque	99.1
10	San Salvador	Holoceno	Qf Conos de Deyección	77.5
10	San Salvador	Holoceno	Qf Conos de Deyección	77.5
11	San Salvador	Holoceno	Qf Laguna Chanmico	23.9
12	San Salvador	Holoceno	Qf San Pablo Tacachico	63.4
13	San Salvador	Holoceno	Qf Zapotitán	54.8
14	San Salvador	Pleistoceno	s2 Campo de Pozos Opico	93.0
14	San Salvador	Pleistoceno	s2 Campo de Pozos Opico	93.0
14	San Salvador	Pleistoceno	s2 Campo de Pozos Opico	93.0
15	San Salvador	Pleistoceno	s2 Chanmico	251.5
16	San Salvador	Pleistoceno	s2 Colón	362.9
17	San Salvador	Pleistoceno	s2 Cráter	554.6
18	San Salvador	Pleistoceno	s2 Quezaltepeque	366.5
19	San Salvador	Holoceno	s3a Armenia	74.9
20	San Salvador	Holoceno	s3a Campo de Pozos Opico	21.4
21	San Salvador	Holoceno	s3a Ciudad Arce	35.8
22	San Salvador	Holoceno	s3a Colón	112.9
23	San Salvador	Holoceno	s3a El Congo	146.0
24	San Salvador	Holoceno	s3a Jayaque	105.9
25	San Salvador	Holoceno	s3a La Cumbre	349.8
26	San Salvador	Holoceno	s3a Quezaltepeque	31.2
27	San Salvador	Holoceno	s3a San Juan Opico	22.8
27	San Salvador	Holoceno	s3a San Juan Opico	22.8
28	San Salvador	Holoceno	s3a San Matías	97.6
29	San Salvador	Holoceno	s3a San Pablo Tacachico	85.9
30	San Salvador	Holoceno	s3a Talnique	506.0
31	San Salvador	Holoceno	s3a Tepecoyo	163.9
32	San Salvador	Holoceno	s4 Quezaltepeque	164.0
33	San Salvador	Holoceno	s5a San Salvador	733.2
34	San Salvador	Holoceno	s5a Santa Ana	852.1
35	San Salvador	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	103.8
35	San Salvador	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	103.8
35	San Salvador	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	103.8

Tabla 4.34 (Continuación)

# unidad	FORMACION	EDAD	UNIDAD	R
35	San Salvador	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	103.8
35	San Salvador	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	103.8
35	San Salvador	Holoceno	s5b Campo de Pozos Opico	103.8
36	San Salvador	Holoceno	s5b Volcán San Salvador	565.4
37	San Salvador	Holoceno	s5b Volcán Santa Ana	682.7
37	San Salvador	Holoceno	s5b Volcán Santa Ana	682.7
38	San Salvador	Holoceno	s5c Agua Caliente	115.7
39	San Salvador	Holoceno	s5c Colón	144.4
40	San Salvador	Holoceno	s5c El Congo	382.3
41	San Salvador	Holoceno	s5c Izalco	495.9
42	San Salvador	Holoceno	s5c Joya de Cerén	97.4
42	San Salvador	Holoceno	s5c Joya de Cerén	97.4
42	San Salvador	Holoceno	s5c Joya de Cerén	97.4
43	San Salvador	Holoceno	s5c Santa Tecla	461.6
44	San Salvador	Holoceno	s5c Volcán San Salvador	557.9

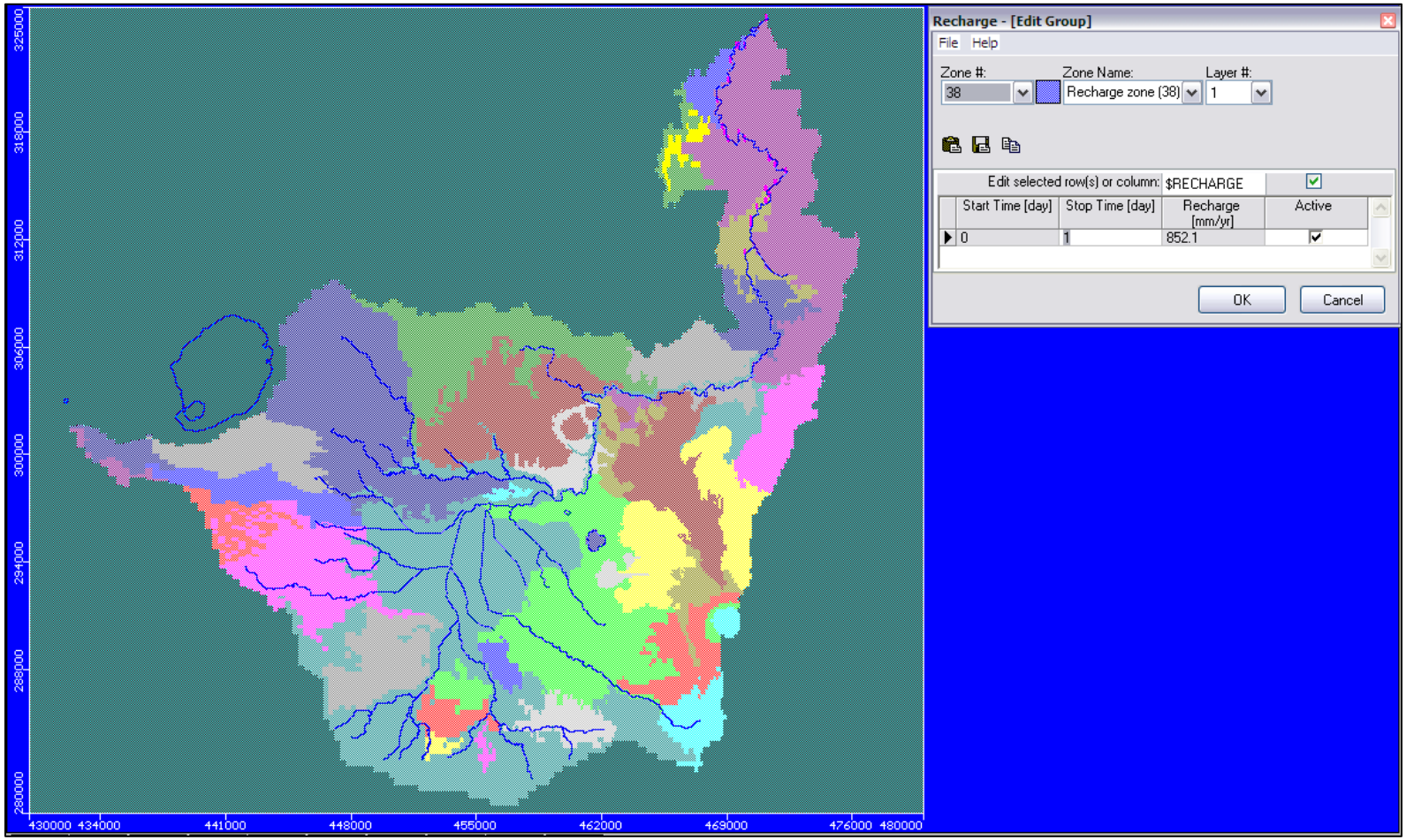


Figura 4.84. Mapa de recarga de la cuenca del río Sucio introducida en Visual Modflow.

4.2.2. Calibración del modelo

La calibración del modelo se realizó por medio de un proceso de prueba y error, variando los parámetros del acuífero y condiciones de frontera para conseguir que los resultados se ajustaran a los valores observados. En la descripción de este proceso solo se muestran los resultados definitivos de los parámetros calibrados.

4.2.2.1. Método numérico empleado

Para la ejecución y calibración del modelo son necesarias las condiciones iniciales, que en el presente caso son los niveles piezométricos del acuífero, los cuales fueron importados desde el Visual MODFLOW y pre condicionan el método de solución para obtener una convergencia más eficiente de la ecuación del flujo subterráneo.

El siguiente paso fue elegir el método de interpolación para la solución de la ecuación matricial. El Visual MODFLOW permite elegir entre seis métodos: de la Conjugada del Gradiente Precondicionado (PCG2, Preconditioned Conjugate Gradient Package), Procedimiento Fuertemente Implícito (SIP, Strongly Implicit Procedure Package), Secciones Sucesivas (SOR, Slice Successive Overrelaxation Package), Waterloo Hydrogeological Software (WHS), Solucionador Algebraico Multimalla (AMG, Algebraic Multigrid Solver Package) y Solucionador Geométrico Multimalla (GMG, Geometric Multigrid Solver). El método ejecutado fue el WHS, por ser más rápido y tener una convergencia mucho más suave que los otros métodos (Van der Vorst, 1992).

El método WHS se basa en la bi-conjugada estabilizada del gradiente (Bi-CGSTAB, Bi-Conjugate Gradient Stabilized), rutina de aceleración de las condiciones limites en las ecuaciones de flujo del agua subterránea. Este método de solución es iterativo y aproxima el gran arreglo de las ecuaciones diferenciales parciales a través de una solución aproximada. Este método, además, pre condiciona la ecuación matricial para dar una solución más eficiente. Contempla 2 niveles de factorización, que permiten a las matrices ser inicializadas en forma diferente para incrementar la eficiencia y

estabilidad de la solución del modelo. Un nivel 1, donde se requieren menos iteraciones, pero mayor memoria de la computadora y otro nivel 0, donde es necesaria menos memoria, pero se realiza mayor número de iteraciones.

Este procedimiento trabaja con una aproximación de dos filas, para llegar a la solución en un menor tiempo. Esta aproximación se realiza mediante iteraciones externas e internas. En las primeras, los parámetros hidrogeológicos del sistema son actualizados (transmisividad, espesor saturado, almacenamientos) en un arreglo factorizado de matrices. Las iteraciones internas dan solución a las matrices creadas en las iteraciones externas (Franz y Guiguer, 1992). Los parámetros utilizados como criterio de solución del modelo se muestran en la Tabla 4.35.

Tabla 4.35. Parámetros utilizados para la solución de las ecuaciones de flujo. (Método WHS)

Parámetro	Valor
Máximo número de iteraciones externas	50
Máximo número de iteraciones internas	50
Criterio de cambio de carga	0.01
Criterio de residual	0.01
Factor de salto	1
Criterio de residual relativo	0
Nivel de factorización	0

4.2.2.2. Resultados de la calibración

El modelo se calculó en estado permanente y fue calibrado usando los niveles piezométricos de pozos profundos, seleccionados en un período de 20 años, como condición inicial y teniendo en cuenta el modelo conceptual planteado.

En la Figura 4.90, se observa la relación entre el número de iteraciones para la solución numérica del flujo subterráneo y el error residual.

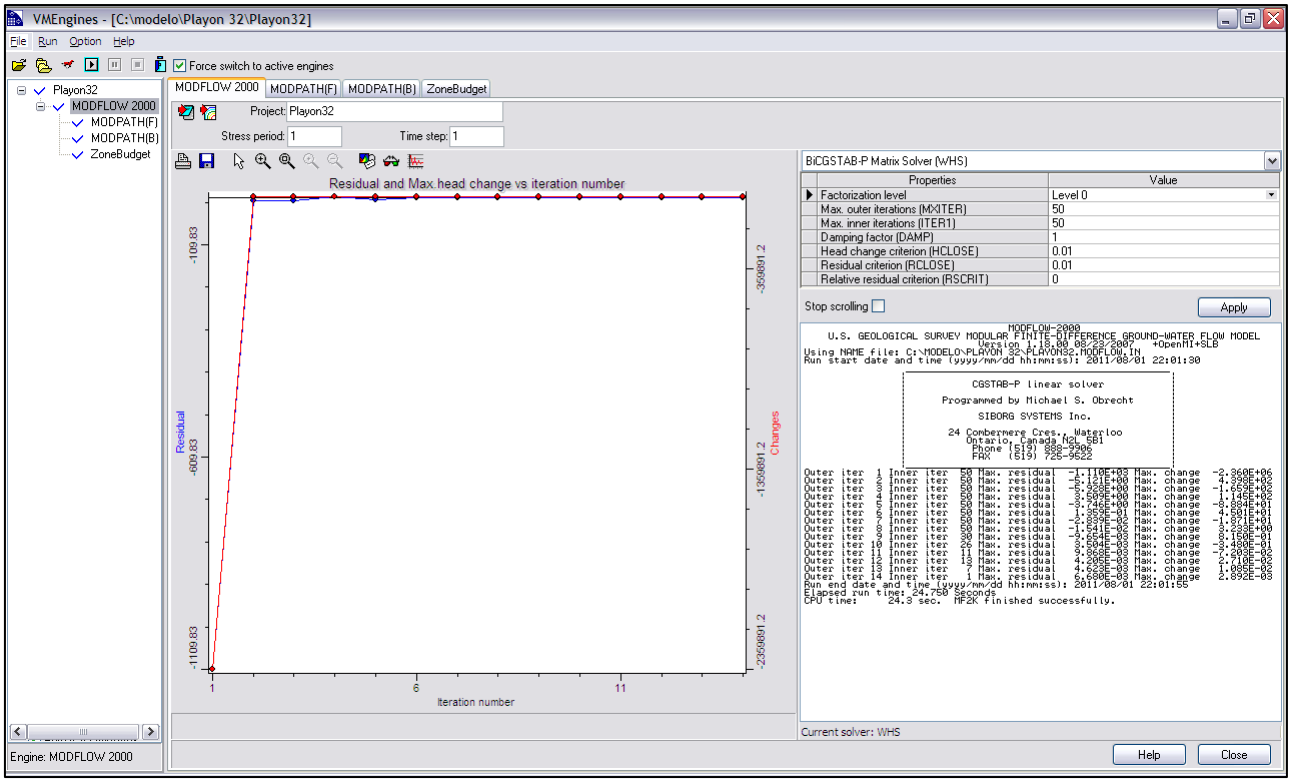


Figura 4.85. Error residual y máximo cambio de carga vs número de iteraciones

Se considera que la convergencia es alcanzada si, para cada nodo, el error residual entre la carga medida h_m y la carga simulada h_s, es menor que 0.01 de la máxima diferencia de carga en el sistema (Schlumberger Water Services, 2009), como se muestra en la siguiente ecuación.

$$\frac{h_m - h_s}{h_{máx} - h_{mín}} \leq 0.01 \qquad \text{(Ec. 4.8)}$$

El ajuste del modelo puede cuantificarse mediante parámetros estadísticos que comparan los datos calculados con los datos observados (Zheng y Bennelt, 1995). El más común es el Error Medio (EM) que se define como:

$$EM = \sum_{i=1}^{n} (Cal_i - Obs_i) \qquad \text{(Ec. 4.9)}$$

Donde N es el número total de puntos observados; Cal_i y Obs_i son los valores calculados y observados, respectivamente, en este caso nivel piezométrico. Un valor cercano a cero indica mejor ajuste entre dichos valores, mientras que el signo del EM

indica la tendencia a la subestimación (-) o a la sobreestimación (+). Sin embargo, pueden existir grandes errores positivos o negativos que se compensen, y por lo tanto este estimador pierde robustez como indicador del ajuste.

Para evitar problemas de ese tipo se utiliza el Error Medio Absoluto, definido como:

$$EMA = \quad \sum_{i=1}^{n}(Cal_i - Obs_i) \qquad \text{(Ec. 4.10)}$$

Aunque con este error se pierde información acerca de la tendencia general de la nube de puntos.

Un mejor indicador del ajuste que los dos anteriores es el Error Medio Cuadrático (root mean of squared residuals errors), cuya expresión de cálculo es:

$$RMS = \quad \overline{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n}(Cal_i - Obs_i)^2} \qquad \text{(Ec. 4.11)}$$

El RMS es similar a la Desviación Estándar cuando el EM es cercano a cero y el tamaño de la muestra (n) es grande.
Por último, para determinar el mejor ajuste al conjunto de datos, se calcula el Error Medio Cuadrático Normalizado (Normalized Root Mean Squared) en porcentaje, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$NRMS = \frac{RMS}{(X_{obs})_{max} - (X_{obs})_{min}} \qquad \text{(Ec. 4.12)}$$

La calibración se realizó por el método de prueba y error, comparando niveles piezométricos simulados y observados. En muchos de los pozos censados no se tenía certeza respecto de la profundidad del área filtrante y de las características constructivas de los mismos, por lo tanto el nivel piezométrico observado no pudo asociarse fácilmente a uno de los niveles de aporte, sino que probablemente refleje la influencia de más de una zona filtrante o más de una capa acuífera. Esta problemática dificultó el proceso de calibración, por ello se adoptó una meta de calibración de +/- 5 m del valor observado para toda la cuenca del rio Sucio.

Los parámetros de calibración utilizados para alcanzar un ajuste aceptable entre los valores observados y simulados fueron la carga hidráulica y los flujos prescriptos en los bordes, la tasa de recarga, la conductancia y cotas de los ríos y las propiedades de conductividad hidráulica y almacenamiento de las capas representadas.

Durante el proceso de calibración surgieron ciertos problemas de convergencia. El primero de ellos fue atribuible a la generación automática de la malla tridimensional por capas, que resultó que en una misma capa celdas contiguas estuvieran desconectadas hidráulicamente unas de otras, y por lo tanto a MODFLOW le resultaba imposible calcular conductancias y, por ende, flujos entre celdas. Esto se solucionó con la herramienta "smoothing" en el módulo INPUT de la grid. La misma situación de celdas no conectadas también causó que se generaran muchas celdas secas, causando la no convergencia del modelo, pero una vez que la grid se suavizó en ambos sentidos, en X e Y, ya no se produjeron problemas de no convergencia.

En la figura 4.86 se muestran los resultados finales de la calibración de las cargas hidráulicas y en la Figura 4.87 se muestra el histograma de distribución de los valores residuales. Por supuesto, también se calibró el flujo a la salida de la cuenca, ya que se contó con datos históricos de caudales de la Estación hidrométrica Desembocadura, con un promedio anual de 1.4×10^6 m^3/día. El balance de masas se muestra en la Figura 4.88.

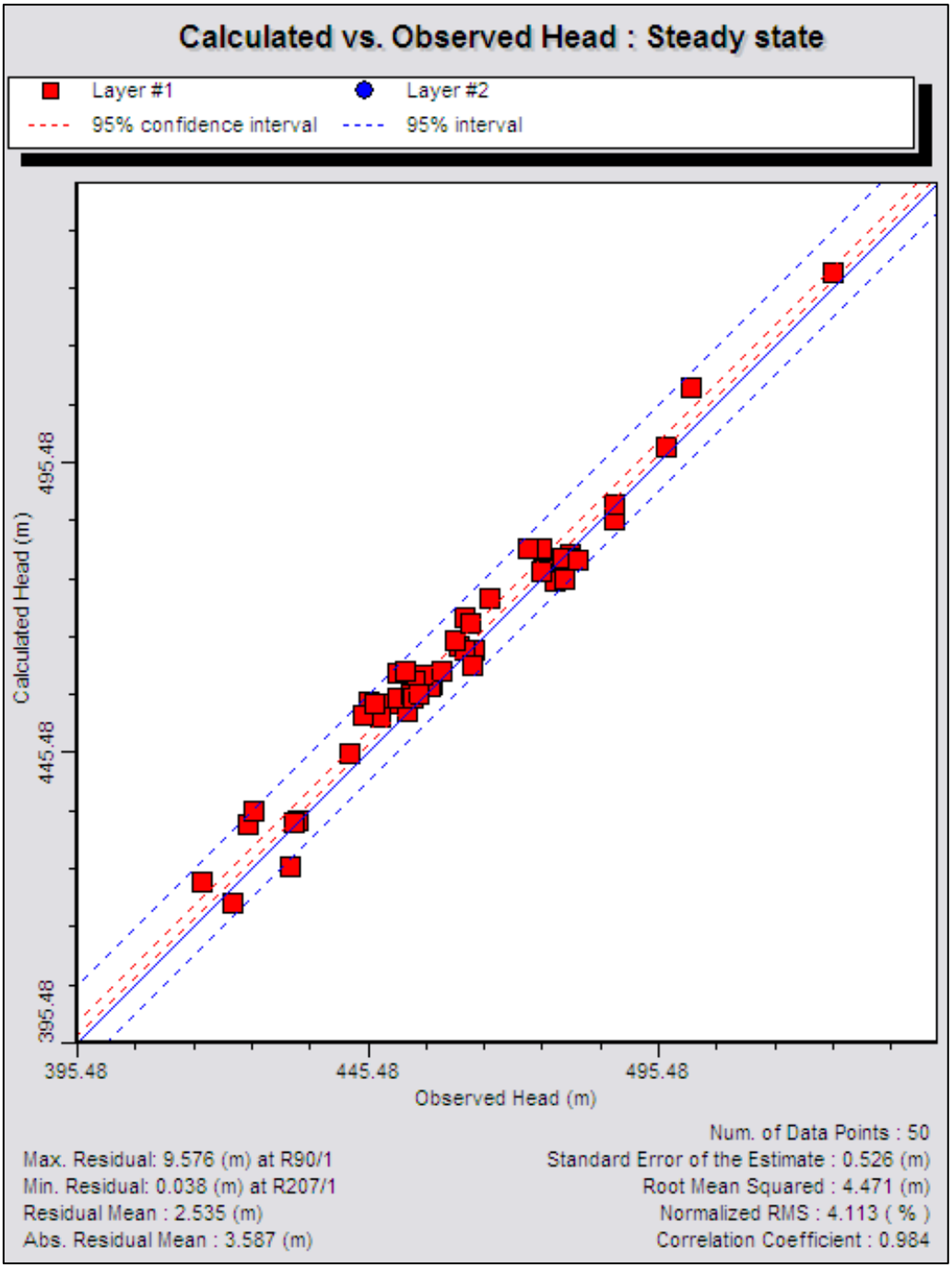


Figura 4.86. Resultados de calibración de cargas hidráulicas (50 pozos profundos).

Debido a que solo 8 pozos se ubican en la capa 2 y todos lejos del área de interés, toda la atención se centró en los resultados de la capa 1. El error cuadrático medio es de 4.47 m y el error cuadrático medio normalizado es del 4.11%, para el conjunto de 50 pozos profundos.

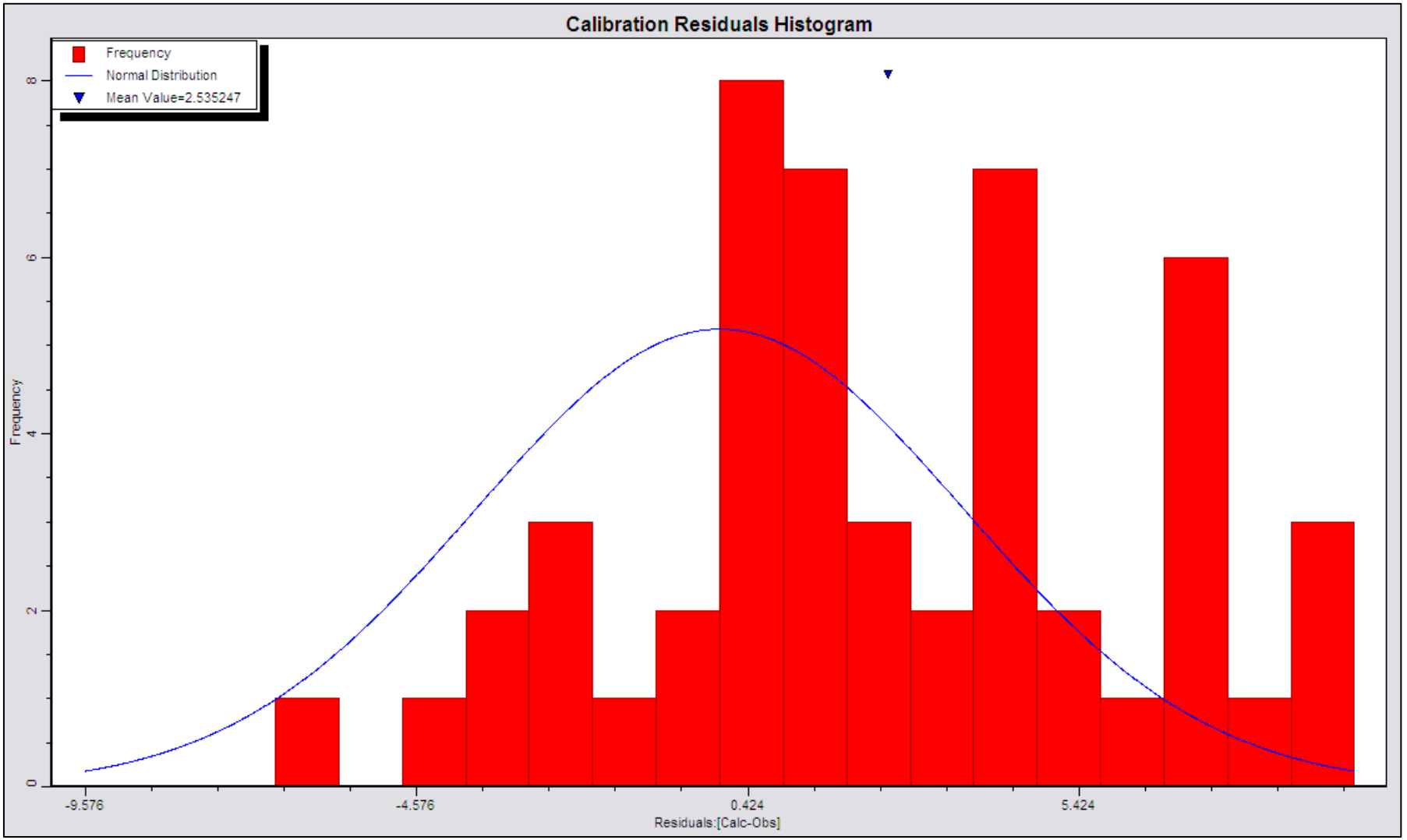


Figura 4.87. Histograma de distribución de residuales de la capa 1 (50 pozos profundos).

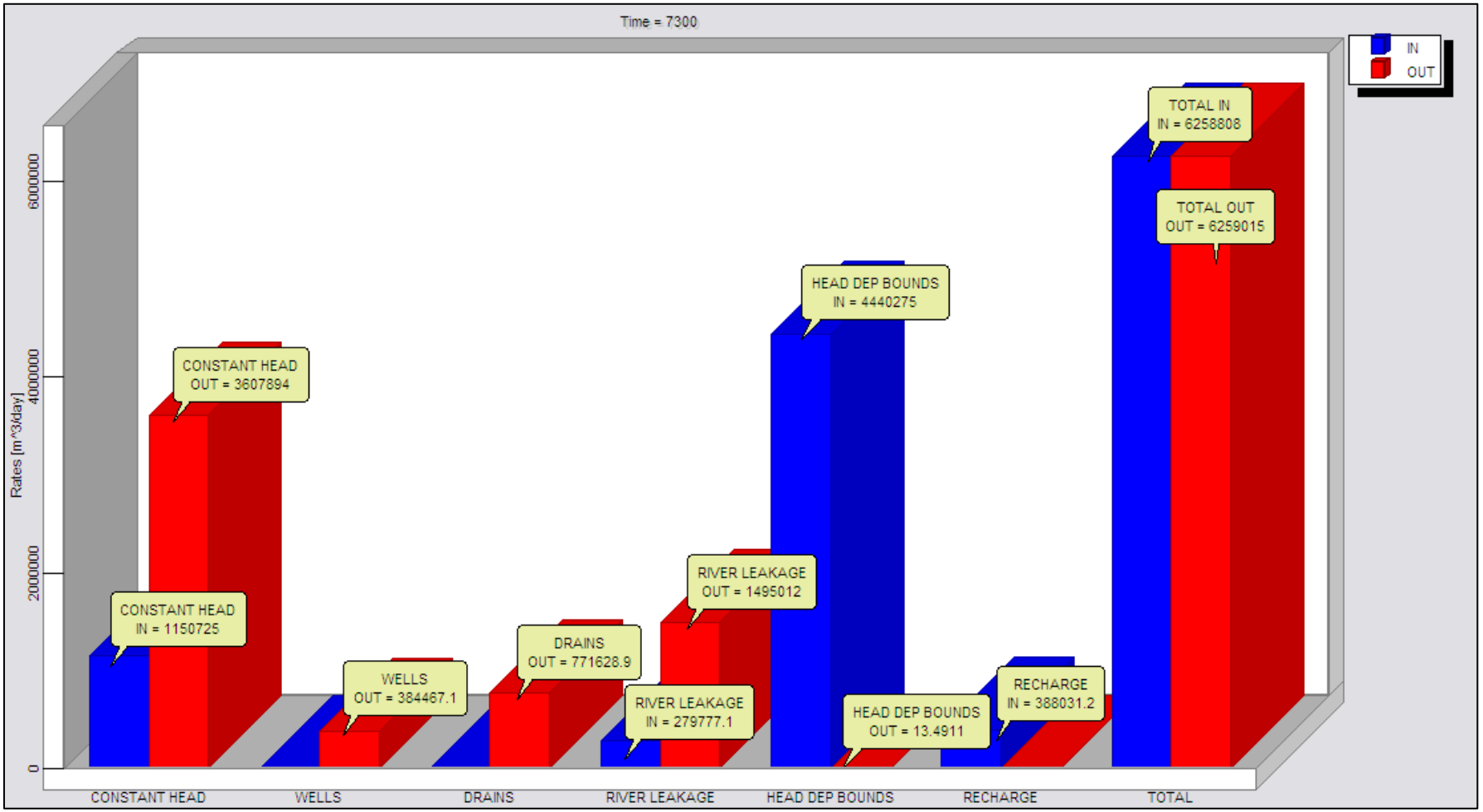


Figura 4.88. Resultados del balance de masas.

Fue difícil calibrar el modelo, pues existe mucha incertidumbre en los datos de niveles piezométricos, ya que son datos puntuales medidos una sola vez cuando los pozos fueron perforados y probados.

Durante el desarrollo de la presente investigación, también se realizó un monitoreo de niveles durante aproximadamente año y medio; sin embargo, debido a la no existencia de pozos de monitoreo y ni siquiera pozos profundos disponibles para realizar las medidas, el monitoreo de niveles se realizó únicamente en pozos someros. Los datos de niveles freáticos se midieron en el período de abril de 2009 a agosto de 2010, y se consideró conveniente introducir los datos al Visual Modflow y correr el modelo, para validarlo con un conjunto diferente de datos y de un período distinto, aunque siempre se realizó la simulación en estado estacionario.

Los resultados de la calibración de este conjunto de datos, se muestra en la Figura 4.89, en la Figura 4.90 se muestra el histograma de distribución de residuales. De los resultados se observa que para el conjunto de datos de niveles freáticos de los 20 pozos medidos el error cuadrático medio es de 14.35 m y el error cuadrático medio normalizado es de 10.44%, pero se considera aceptable, ya que son pozos someros, que no penetran suficientemente en el acuífero.

Después se corrió nuevamente el modelo con todos los datos de niveles piezométricos de los 50 pozos profundos y los 20 pozos someros, los resultados de la calibración se muestran en la Figura 4.91 y el histograma de distribución de los residuales se muestra en la Figura 4.92. El error de todo el conjunto de datos es un valor intermedio entre los dos conjuntos analizados separadamente. El error cuadrático medio resultó de 8.55 m y el error cuadrático medio normalizado de 6.22%, con un coeficiente de correlación de 0.95.

En la Figura 4.93 se muestra el mapa de ubicación de los pozos profundos de observación con sus respectivos valores residuales, para tener mejor idea de las zonas con mejor calibración.

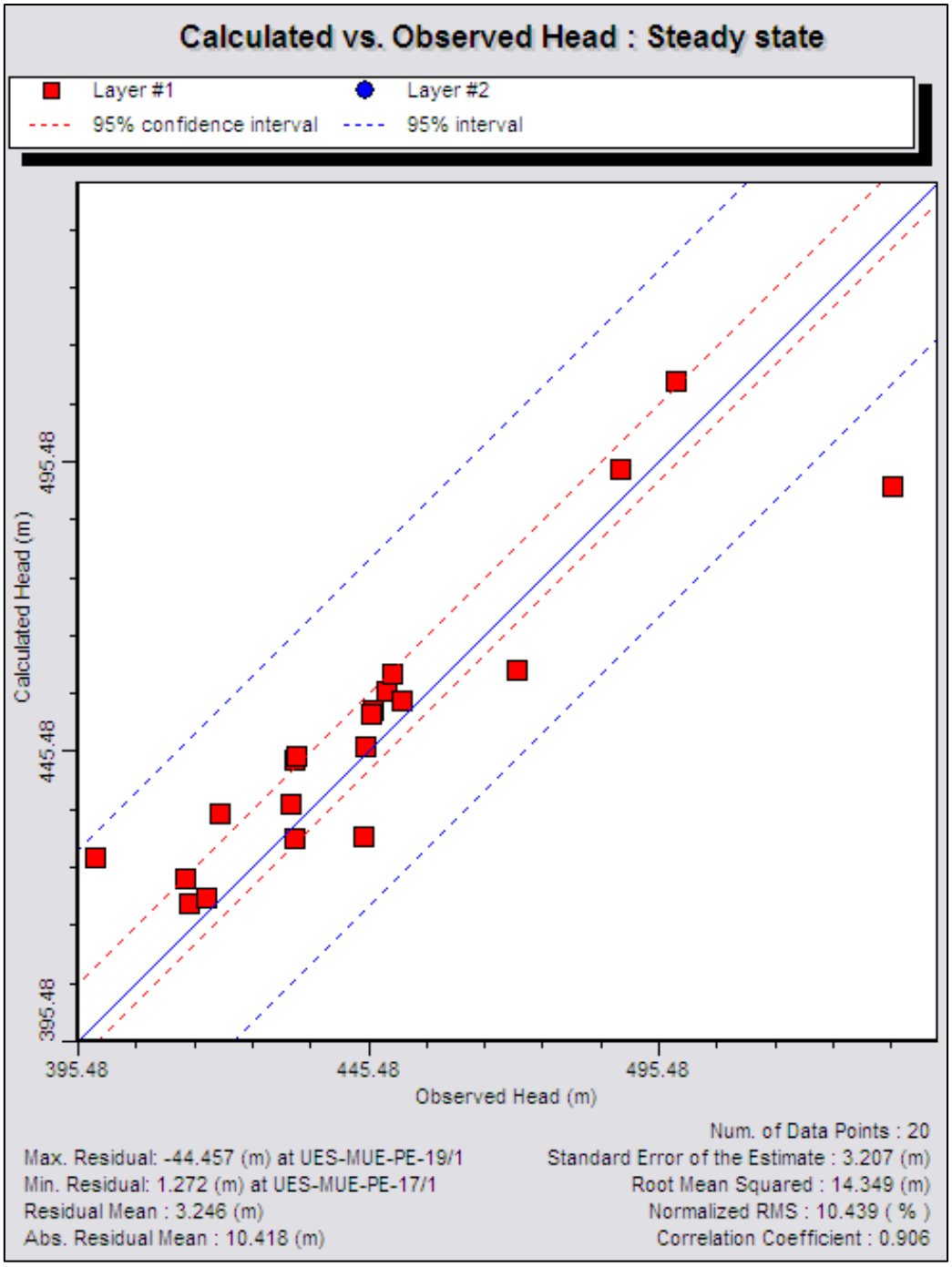


Figura 4.89. Resultados de calibración de cargas hidráulicas (20 pozos someros).

La calibración del conjunto de datos de pozos someros no es muy buena, pero debe considerarse que algunos pozos se ubican en el límite del acuífero El Playón, al menos 3 pozos se ubican en formaciones de baja permeabilidad.

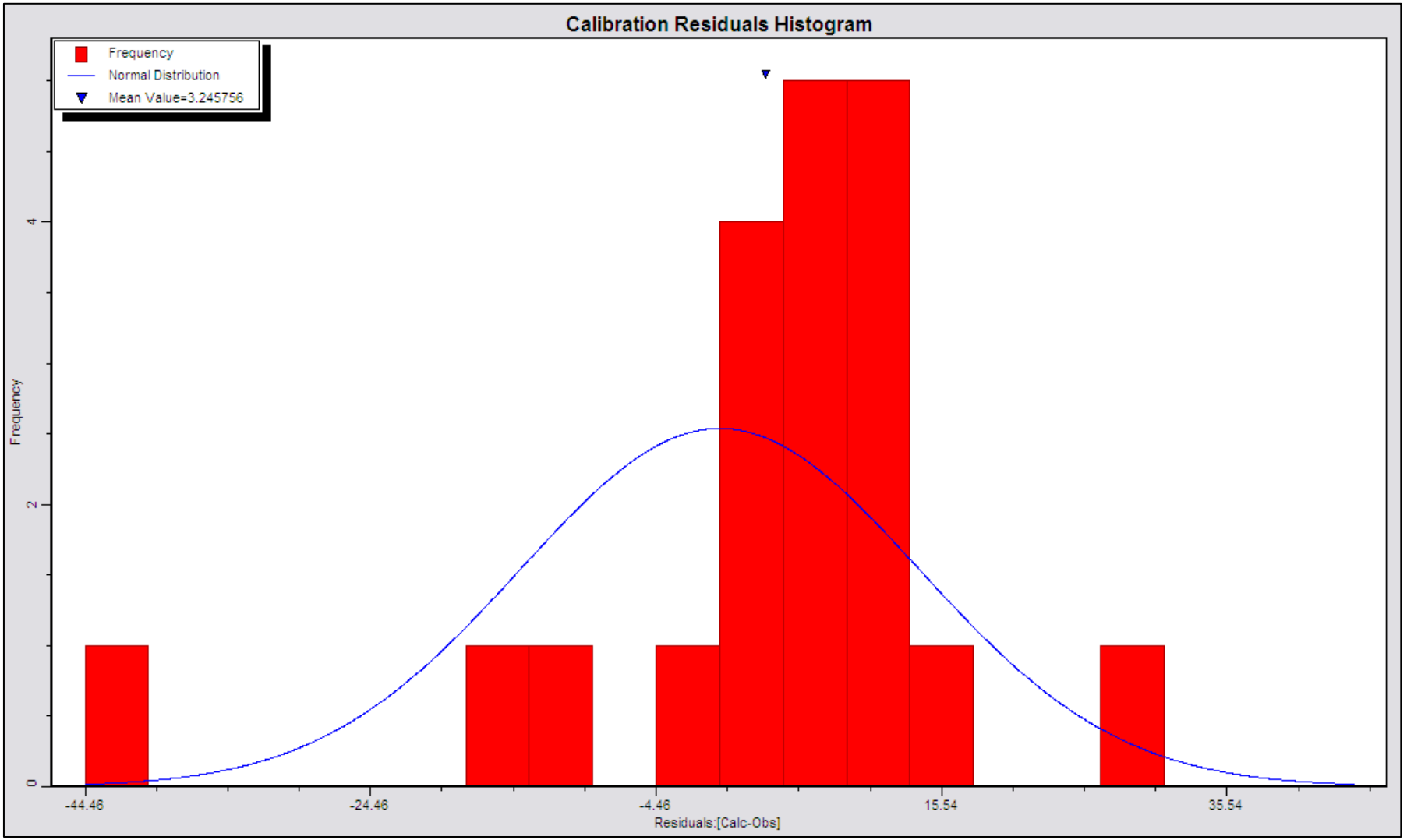


Figura 4.90. Histograma de distribución de residuales de la capa 1 (20 pozos someros).

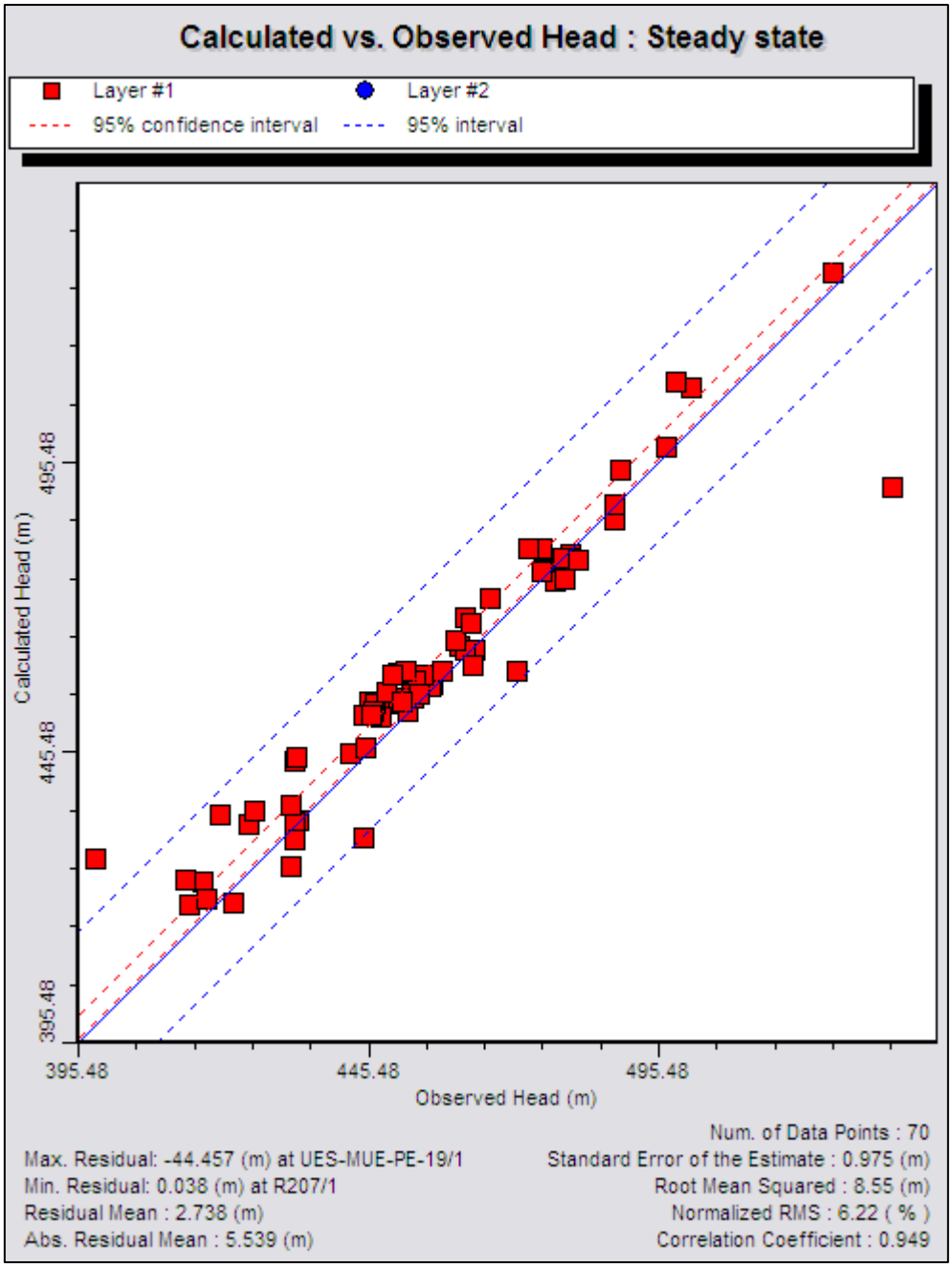


Figura 4.91. Resultados de calibración de cargas hidráulicas (70 pozos de observación).

El conjunto total de datos de pozos de observación (50 pozos profundos y 20 pozos someros) calibran satisfactoriamente, a pesar que los residuales de los pozos someros son mayores, pero los residuales se distribuyen muy bien espacialmente.

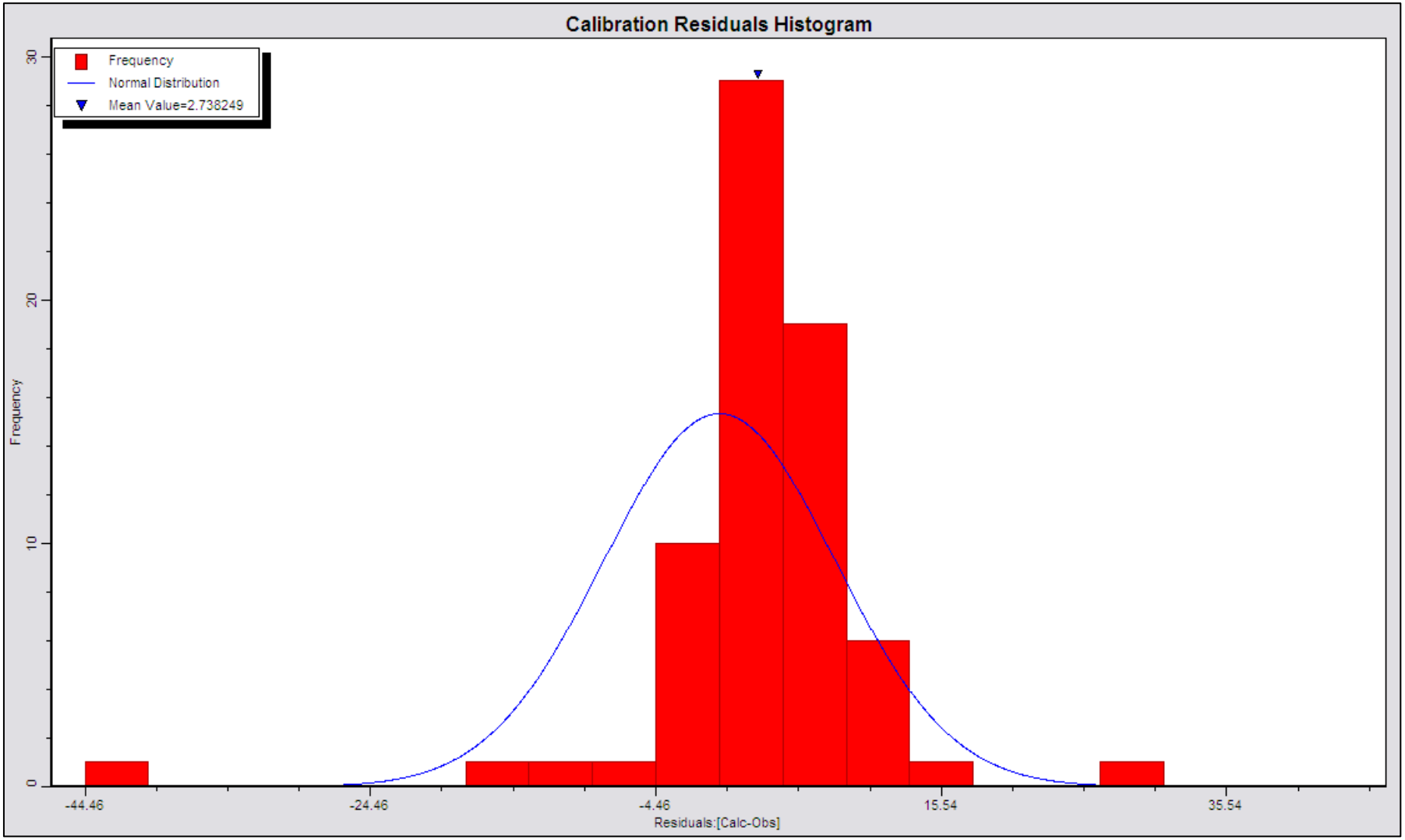


Figura 4.92. Histograma de distribución de residuales de la capa 1 (70 pozos de observación)

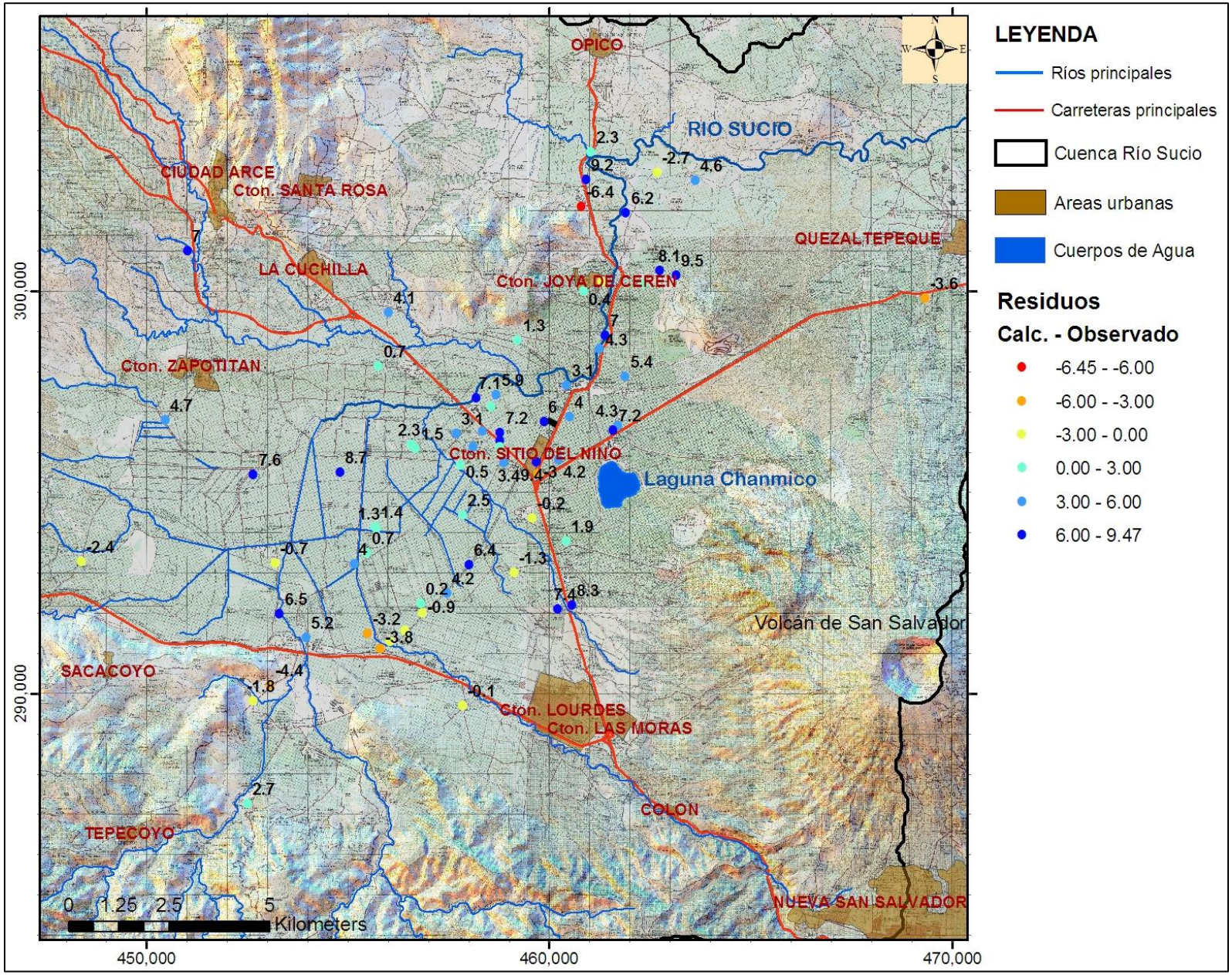


Figura 4.93. Mapa de ubicación de los pozos de observación con el detalle de los residuales de la calibración (50 pozos profundos).

4.2.3. Rastreo de partículas

Para determinar la procedencia y la trayectoria de eventuales partículas contaminantes de la ex fábrica de baterías que podrían llegar a los pozos de agua potable del Campo de Pozos de Opico, se utilizó el módulo Modpath (Fuentes y Ruiz, 2003). Para ello se ingresaron partículas, desde el módulo INPUT, en los sitios de los pozos de ANDA y otros pozos privados, así como alrededor de la ex fábrica. A las partículas de los pozos se les asignó la ruta de trayectoria "Backward", es decir hacia las zonas de recarga, mientras que las partículas dispuestas alrededor de la fábrica se les asignó la ruta de trayectoria "Forward", es decir en el sentido del flujo de aguas subterráneas. El período asignado para las dos condiciones de las partículas es de 3650 días, equivalente a 10 años, que es el período aproximado de instalación de la fábrica de baterías, considerando el período de simulación.

4.2.3.1. Resultados de MODPATH

Luego de ejecutar MODPATH, Los resultados muestran trayectorias de las eventuales partículas contaminantes saliendo de la ex fábrica de baterías en dirección al Río Sucio. La trayectoria de las partículas desde los pozos de agua potable van en dirección N-S, hacia las zonas importantes de recarga en el Volován de San Salvador.

En las figuras 4.94 y 4.95 se muestran los resultados de la corrida de MODPATH, para las condiciones de rastreo Forward y Backward, respectivamente, con sus configuraciones iniciales, número de partículas y tiempo de viaje. En la figura 4.96 se visualizan los vectores de velocidad de aguas subterráneas, así como las curvas equipotenciales con respecto al nivel medio del mar.

Se ve claramente que los pozos del Campo de Pozos no se contaminarían directamente, pero sí se contaminarían los pozos someros ubicados en la trayectoria de las partículas desde la ex fábrica hacia el río.

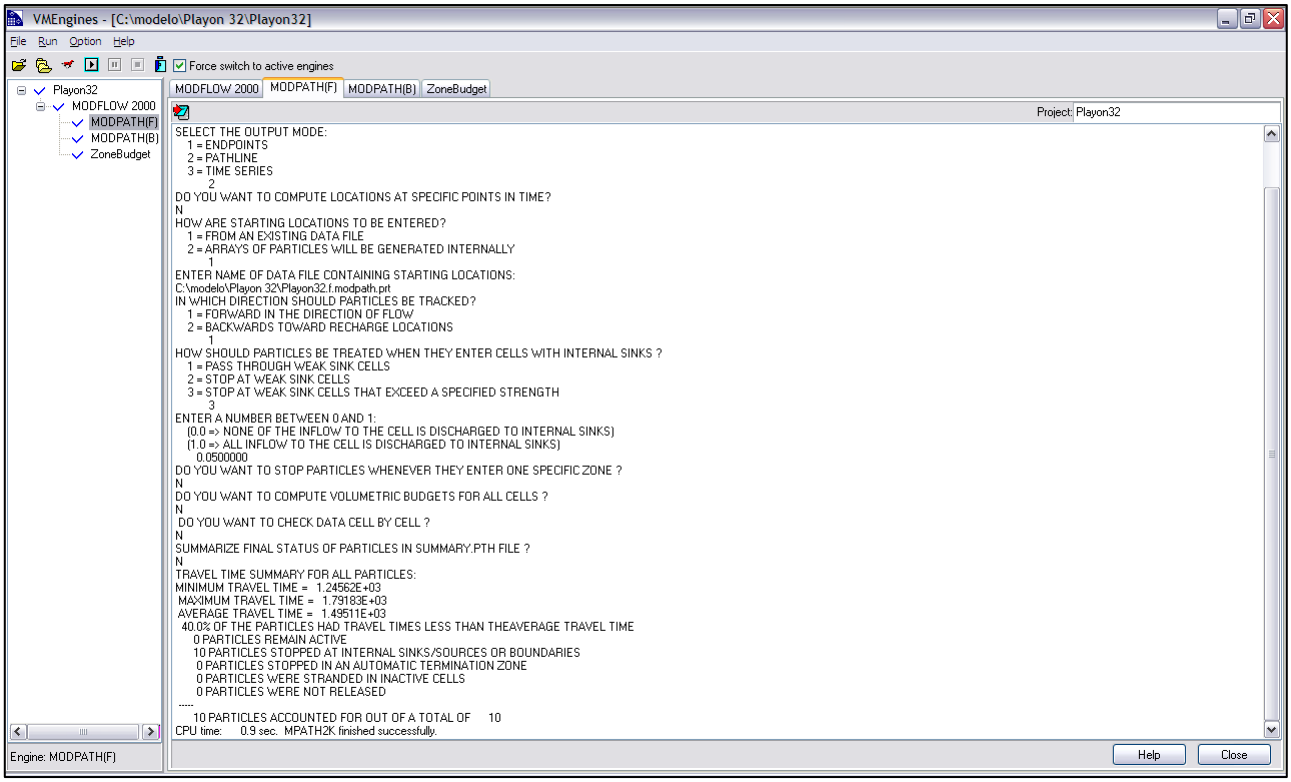


Figura 4.94. Resultados de MODPATH. Tracking: Forward (desde la ex fábrica).

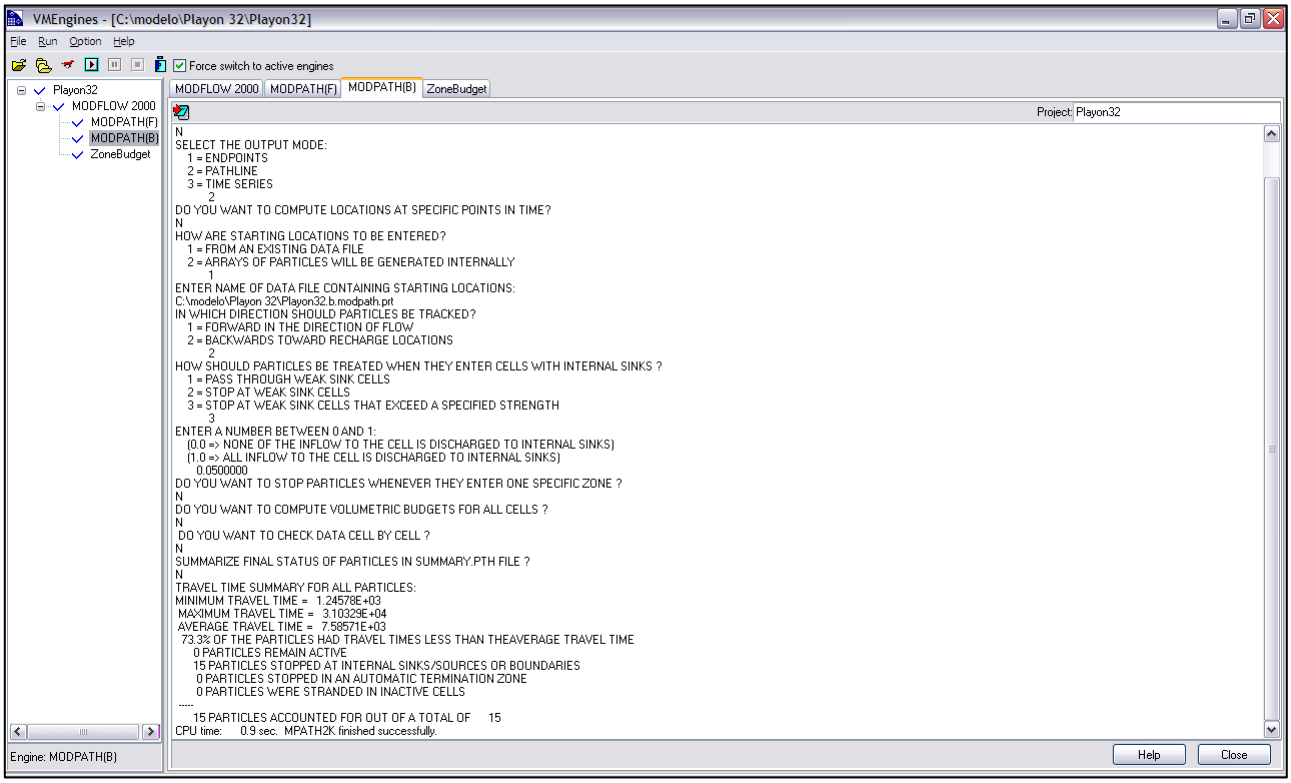


Figura 4.95. Resultados de MODPATH. Tracking: Backward (hacia los pozos).

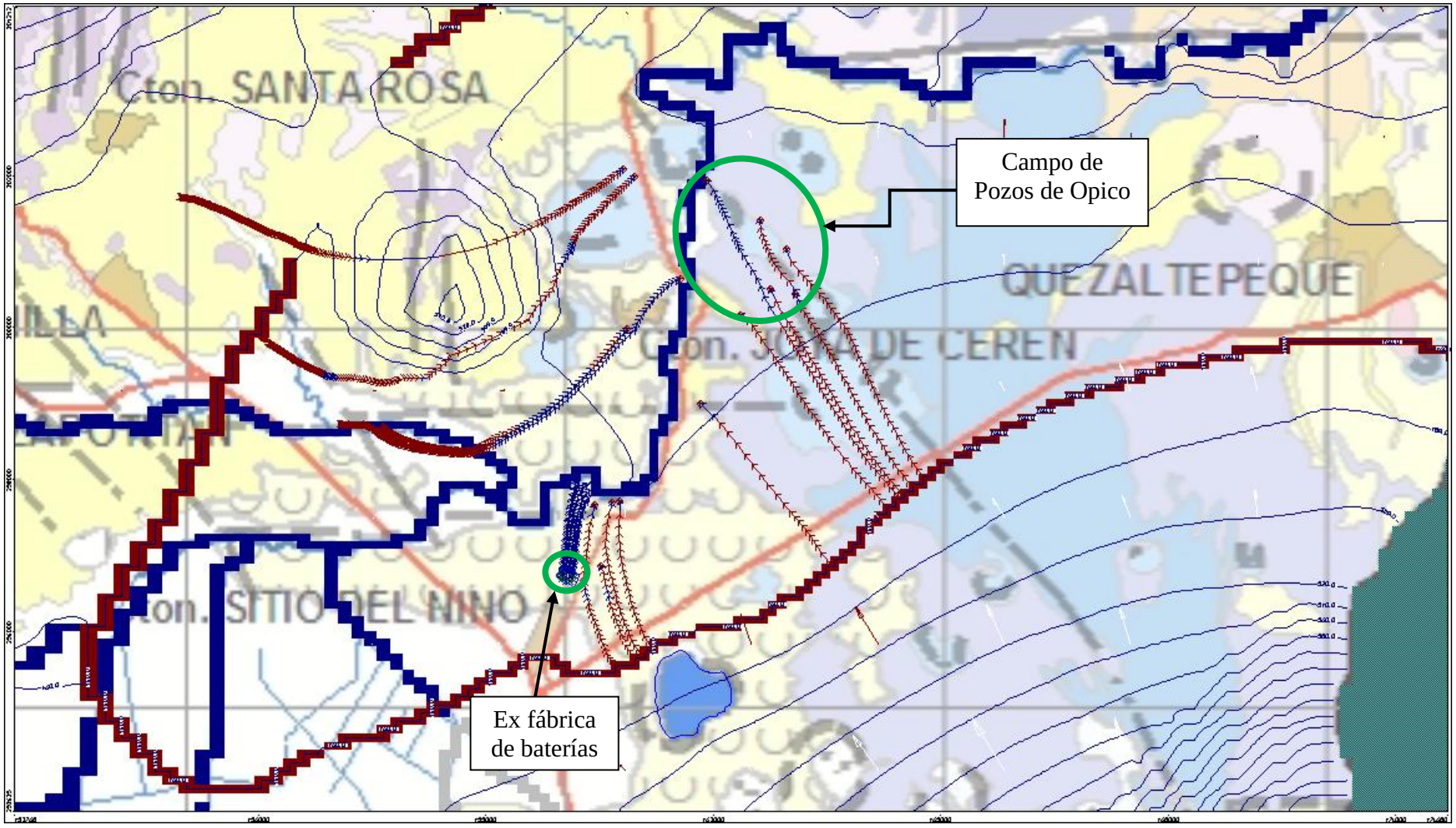


Figura 4.96. Rastreo de partículas desde la ex fábrica y hacia los pozos.

4.2.4. Simulaciones

Luego de calibrar y validad el modelo numérico, es posible realizar simulaciones bajo condiciones de diferentes escenarios. Por ejemplo, reducción de la recarga por efecto del cambio climático, aumento de extracciones a través de los pozos de bombeo, recarga artificial, etc. Un caso en particular que interesa en la presente investigación es la gestión del acuífero a través de un uso racional de sus recursos hídricos, así como evitar la contaminación de las fuentes públicas de abastecimiento de agua potable.

Con base en las consideraciones anteriores, se realizarán simulaciones aumentando la extracción de los pozos en el campo de pozos de Opico y en otro escenario, aumento general de las extracciones en todos los pozos.

Primero, se variaron los caudales de los 6 pozos ubicados en el Campo de Pozos de Opico, en las proporciones de 20, 50 y 100% con respecto al caudal original utilizado en la calibración.

En las Figuras 4.97 y 4.98 se muestran el rastreo de partículas y balance de masas para la primer condición: $Q_1 = 1.2Q_0$. Se observa que las líneas de flujo varían muy poco, considerándose el resultado prácticamente igual a la condición original. El caudal de salida del río Sucio disminuyó de 1.49×10^6 a 1.48×10^6 m^3/día, como consecuencia de un aumento de la extracción en el campo de pozos.

En las Figuras 4.99 y 4.100 se muestran el rastreo de partículas y balance de masas para la segunda condición: $Q_2 = 1.5Q_0$. Se observa que las líneas de flujo varían con relación a la condición anterior, lo cual se deduce por la forma de las líneas de flujo que reflejan mayor velocidad, el trazo de las líneas de flujo también varía, pero muy poco. El caudal de salida del río Sucio disminuyó a 1.47×10^6 m^3/día.

En las Figuras 4.101 y 4.102 se muestran el rastreo de partículas y balance de masas para la tercera condición: $Q_3 = 2Q_0$. Se observa que las líneas reflejan mayor velocidad. El caudal de salida del río Sucio disminuyó a 1.46×10^6 m^3/día.

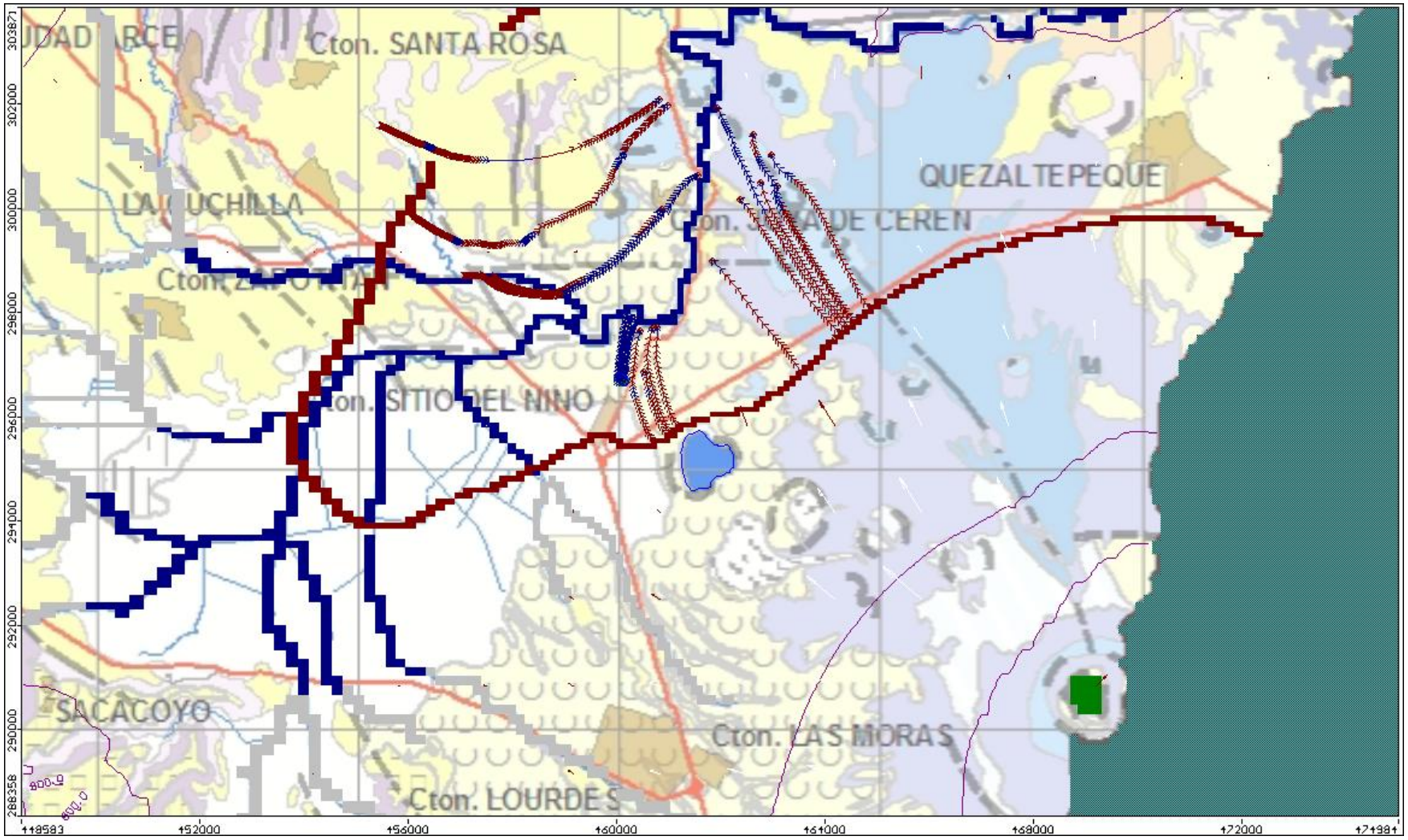


Figura 4.97. Rastreo de partículas con el caudal del campo de pozos $Q_1 = 1.2Q_0$

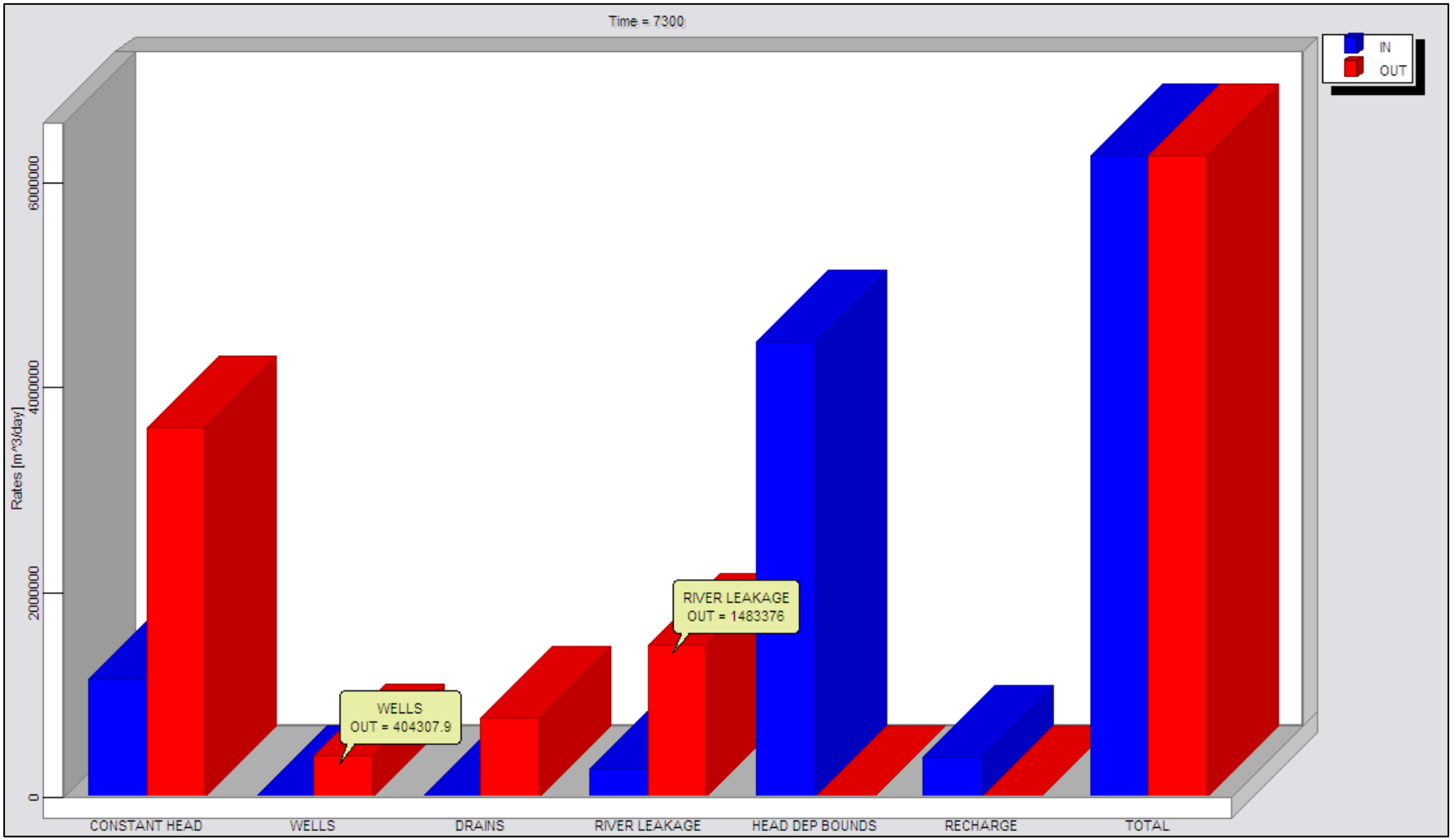


Figura 4.98. Balance de masas para $Q_1 = 1.2Q_0$

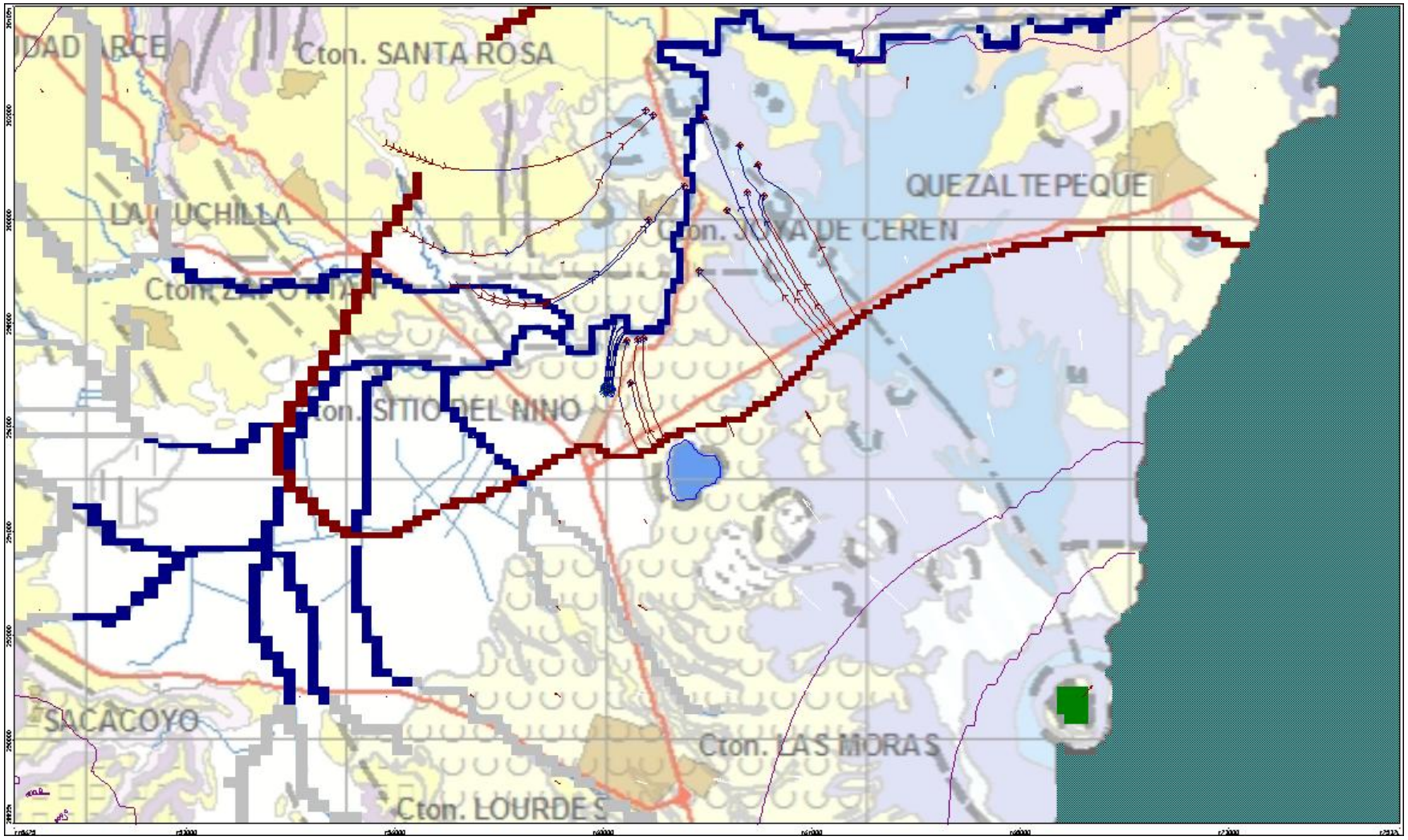


Figura 4.99. Rastreo de partículas con el caudal del campo de pozos $Q_2 = 1.5Q_0$

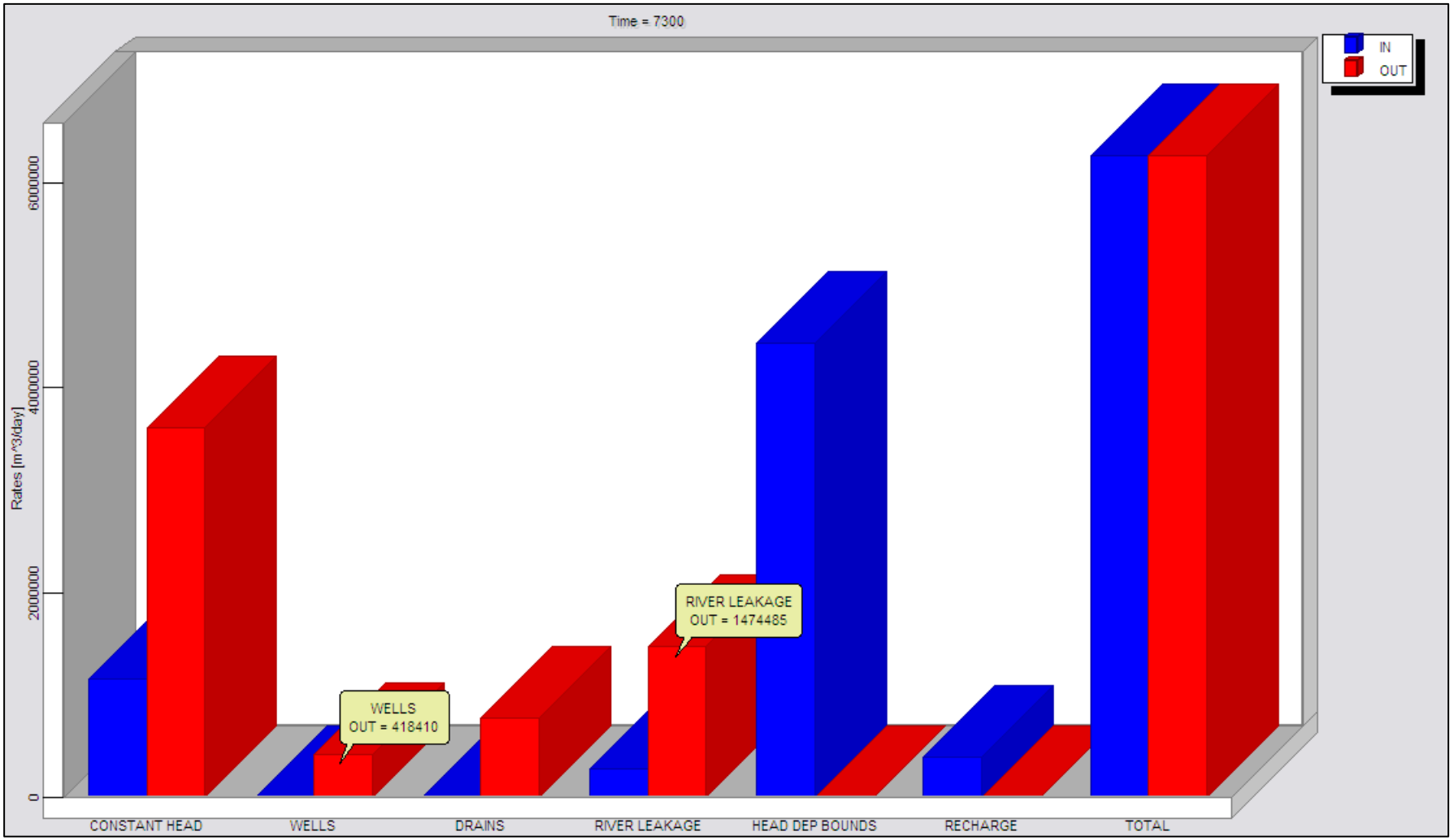


Figura 4.100. Balance de masas para $Q_2 = 1.5Q_0$

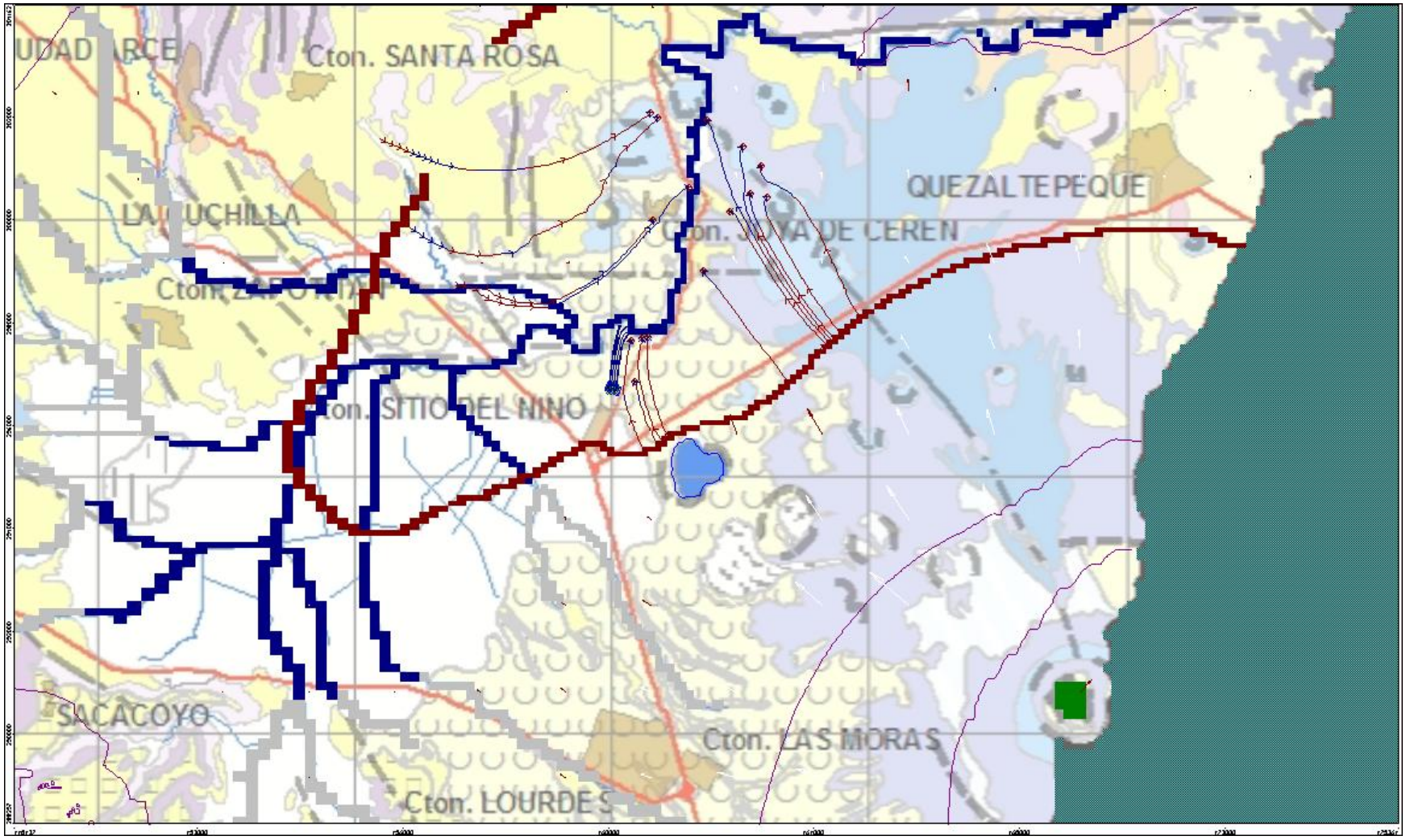


Figura 4.101. Rastreo de partículas con el caudal del campo de pozos $Q_3 = 2Q_0$

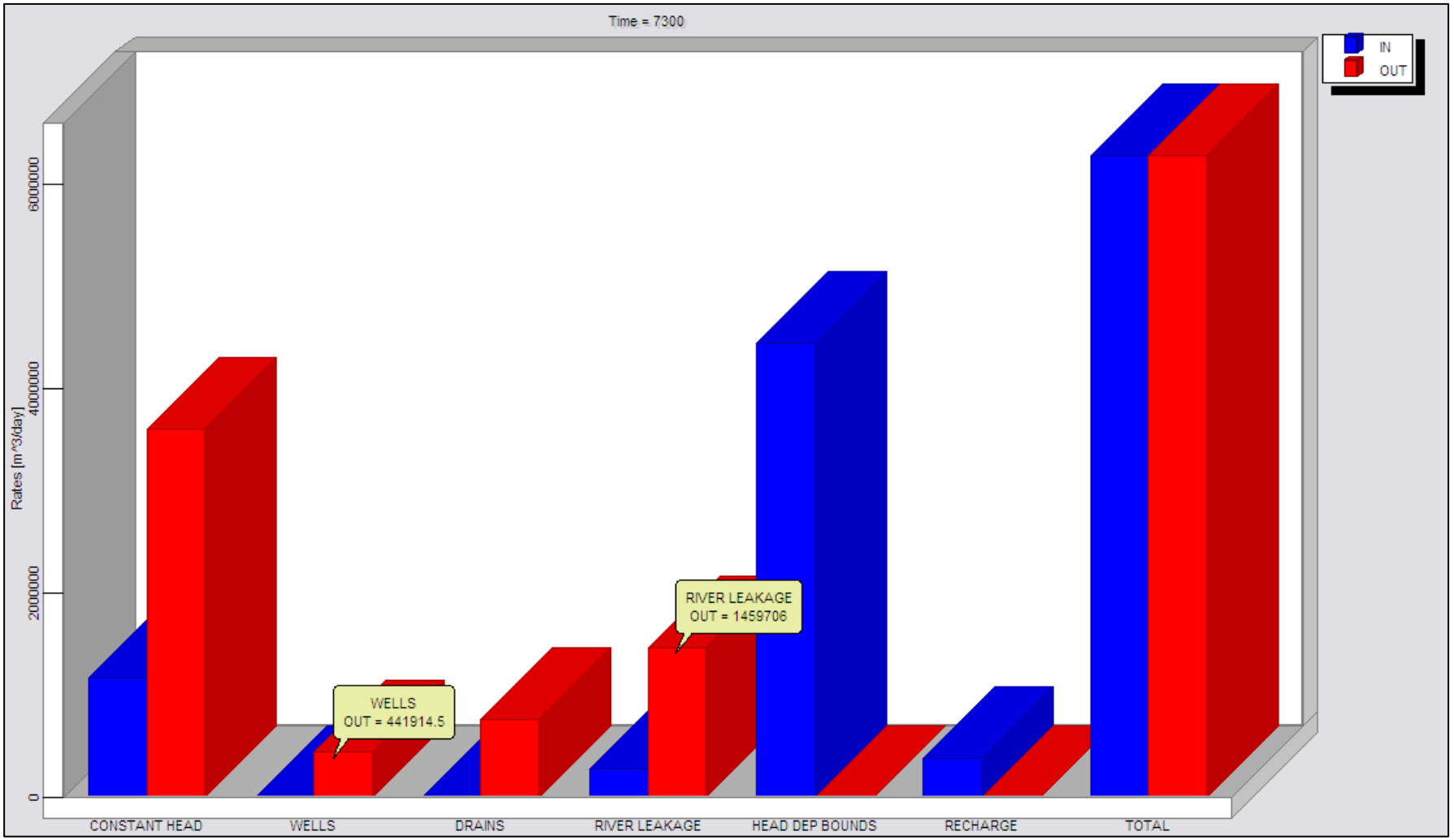


Figura 4.102. Balance de masas para $Q_3 = 2Q_0$

A continuación, se variaron los caudales de todos los pozos ubicados dentro de la Cuenca del Río Sucio, en las proporciones de 20, 50 y 100% con respecto al caudal original utilizado en la calibración.

En las Figuras 4.103 y 4.104 se muestran el rastreo de partículas y balance de masas para la condición: $Q_4 = 1.2Q_0$. Se observa que las líneas de flujo varían muy poco su forma, pero sí varía su velocidad con respecto a la condición original. El caudal de salida del río Sucio disminuyó de 1.49 x 10^6 a 1.46 x 10^6 m^3/día, como consecuencia de un aumento de la extracción general de todos los pozos de la cuenca del Río Sucio; originalmente el caudal de extracción era de 384 x 10^3 m^3/día, con esta condición es de 474 x 10^3 m^3/día.

En las Figuras 4.105 y 4.106 se muestran el rastreo de partículas y balance de masas para la condición: $Q_5 = 1.5Q_0$. Se observa que las líneas de flujo varían más en su forma, con respecto a la condición anterior, aunque las tendencias se mantienen, solo que desde la fábrica las líneas de flujo se acercan más a los pozos profundos de la industria Kimberly Clark. El caudal de salida del río Sucio disminuyó a 1.43 x 10^6 m^3/día, como consecuencia del aumento de la extracción general de todos los pozos, con esta condición es de 592 x 10^3 m^3/día.

En las Figuras 4.107 y 4.108 se muestran el rastreo de partículas y balance de masas para la condición: $Q_6 = 2Q_0$. Se observa que las líneas de flujo varían aún más en su forma, con respecto a la condición anterior; las tendencias se mantienen en términos generales, pero algunas líneas de flujo que salen desde la fábrica ahora son absorbidas por uno de los pozos profundos de la industria Kimberly Clark. El caudal de salida del río Sucio disminuyó a 1.37 x 10^6 m^3/día, como consecuencia del aumento de la extracción general de todos los pozos, que con esta condición es de 790 x 10^3 m^3/día.

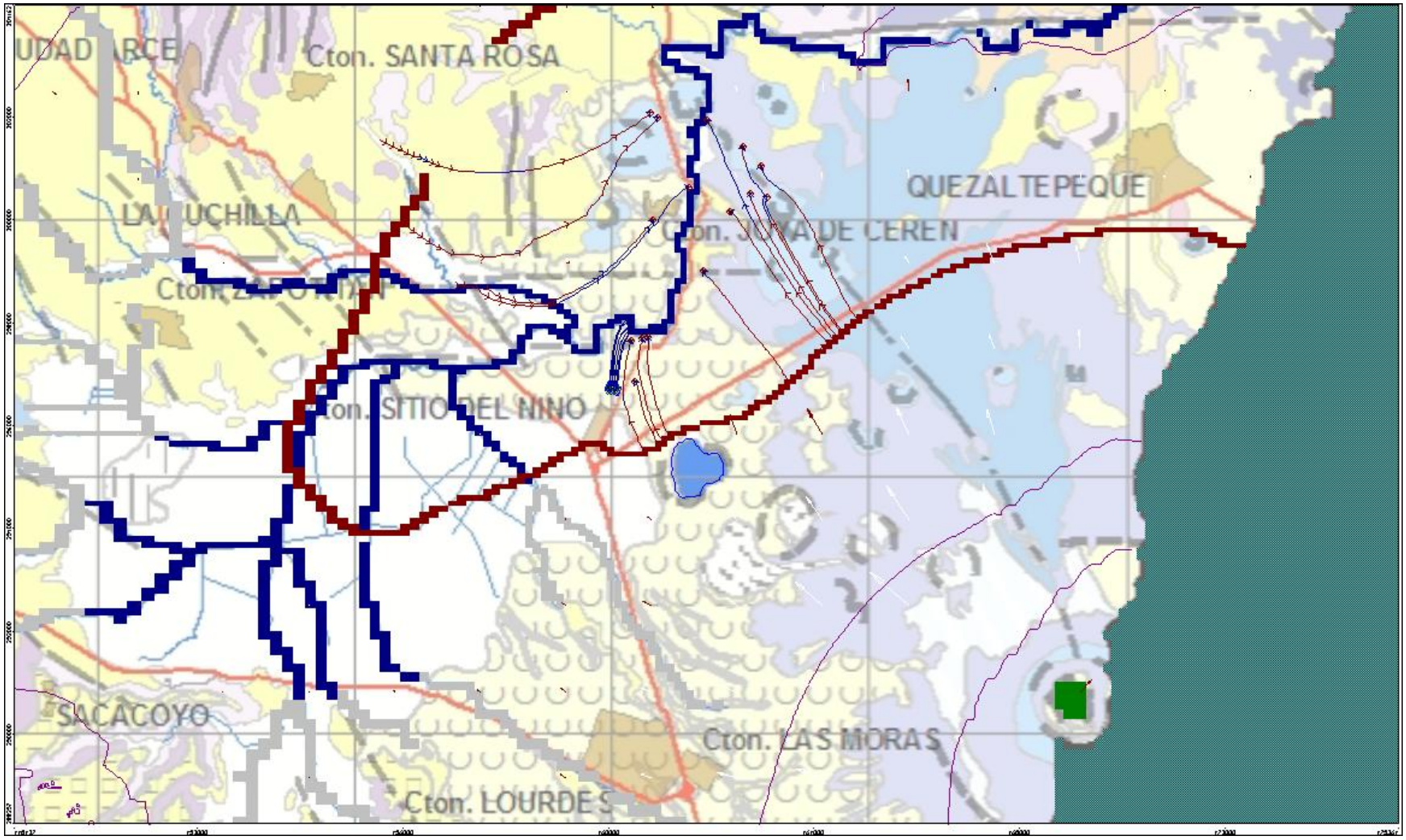


Figura 4.103. Rastreo de partículas con el caudal de todos los pozos $Q_4 = 1.2Q_0$

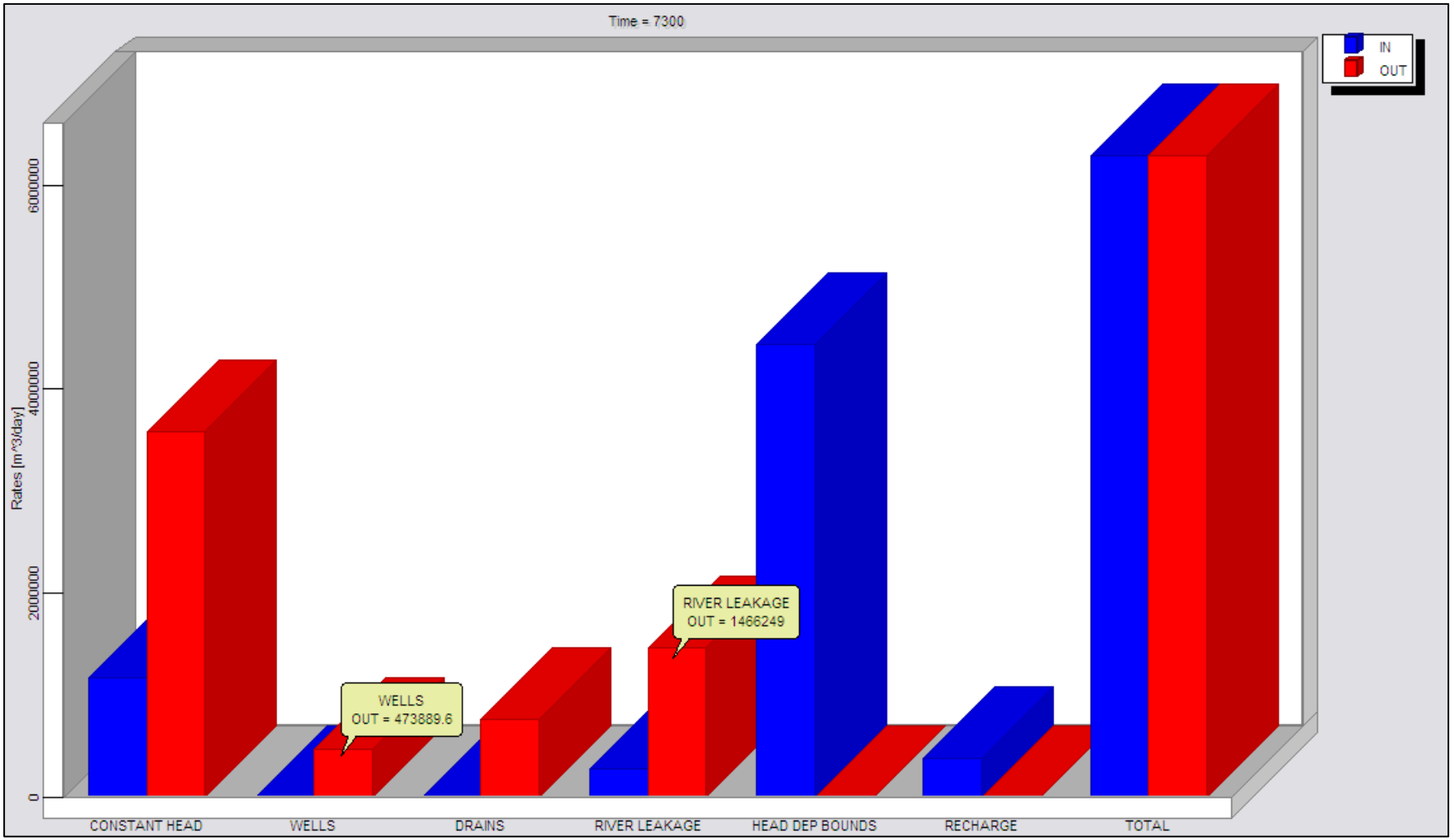


Figura 4.104. Balance de masas para el caudal de todos los pozos $Q_4 = 1.2Q_0$

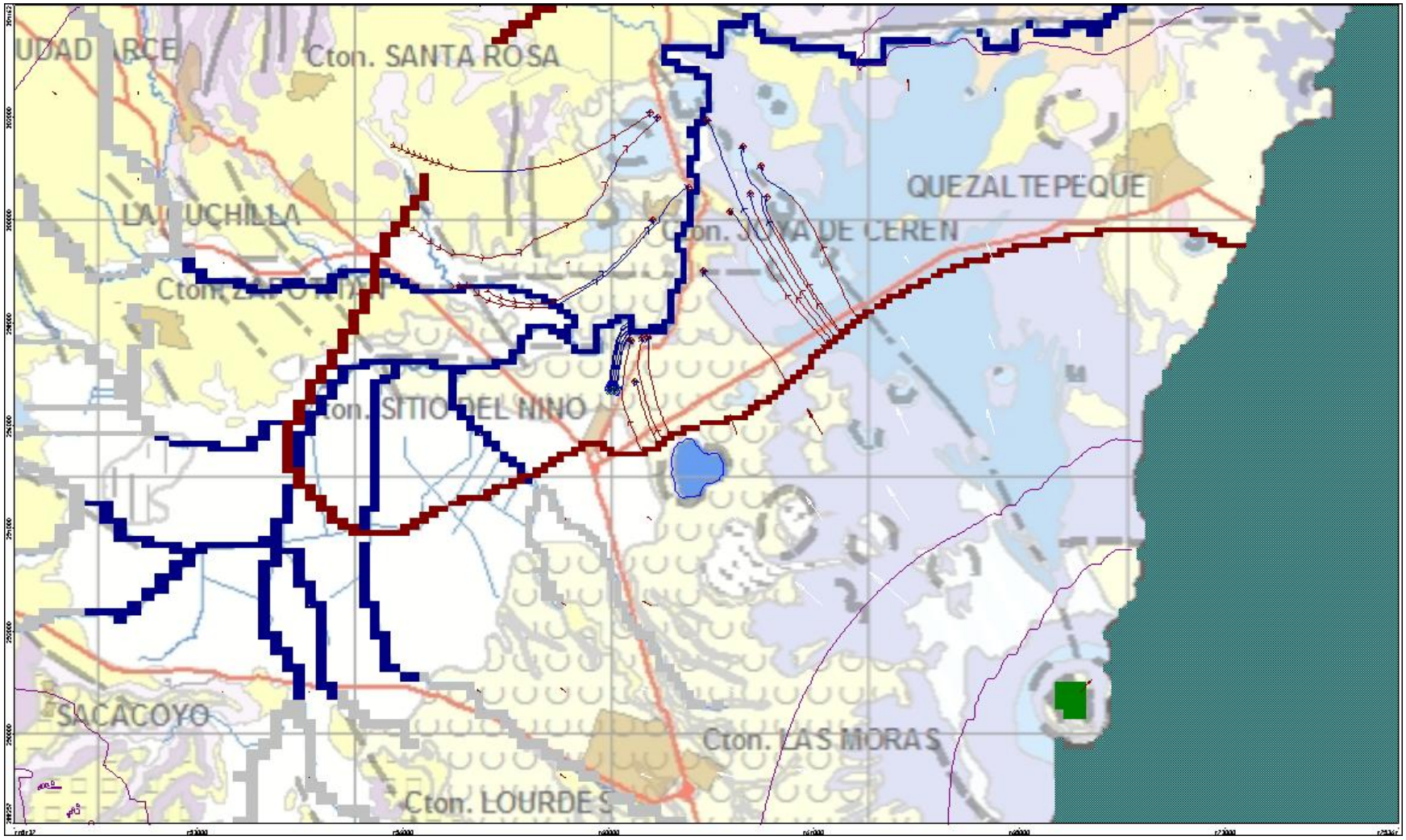


Figura 4.105. Rastreo de partículas con el caudal de todos los pozos $Q_5 = 1.5Q_0$

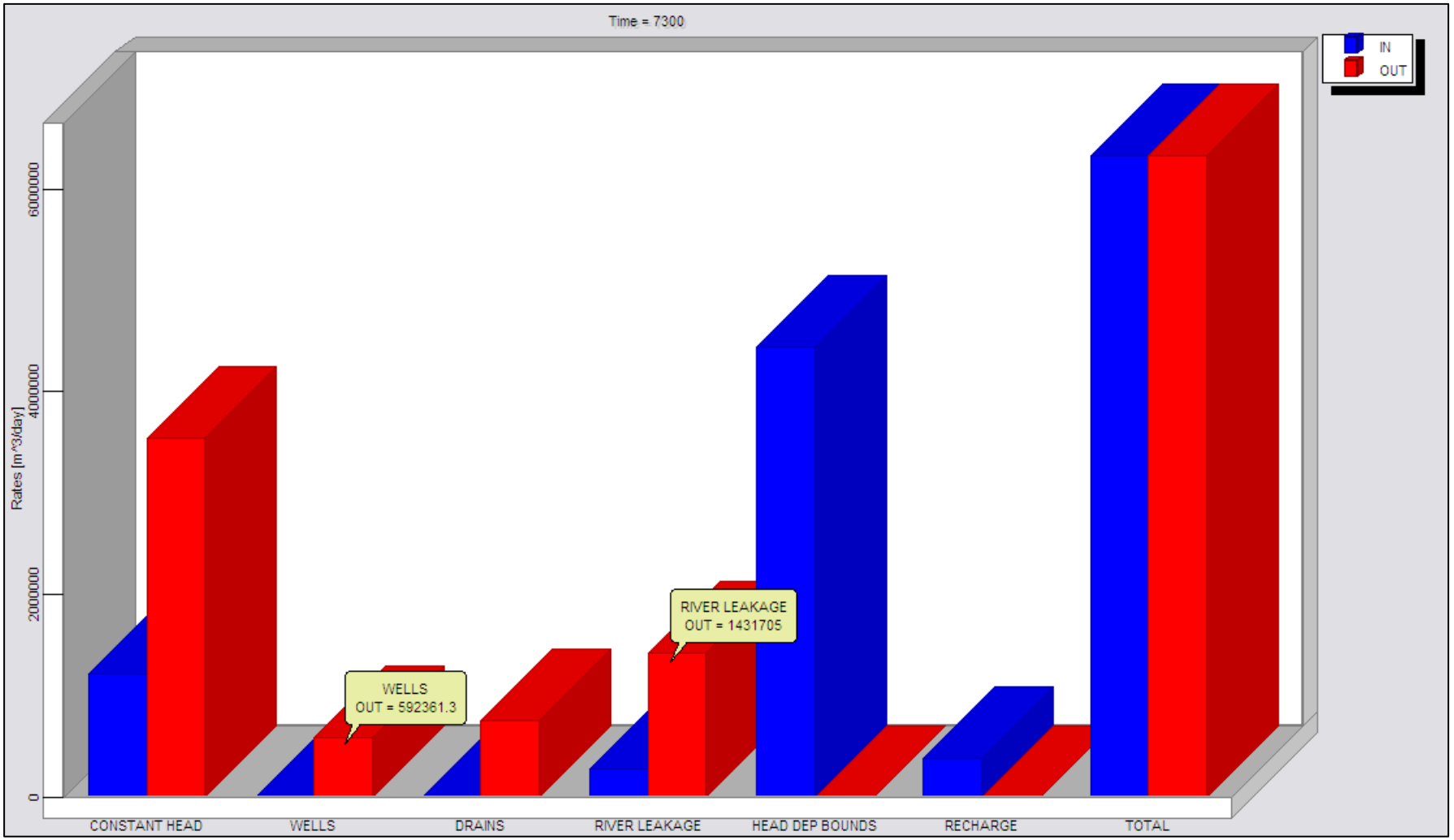


Figura 4.106. Balance de masas para el caudal de todos los pozos $Q_5 = 1.5Q_0$

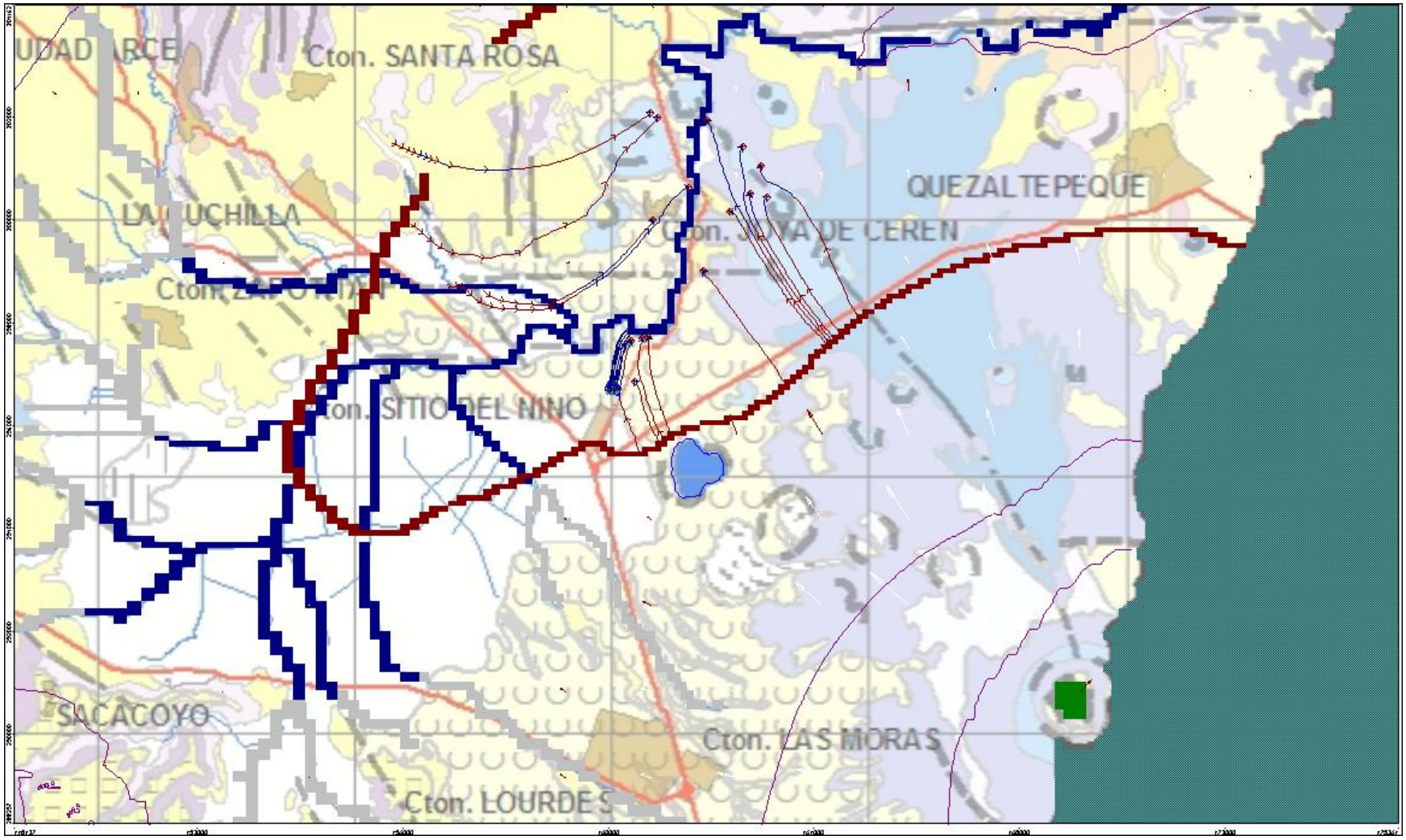


Figura 4.107. Rastreo de partículas con el caudal de todos los pozos $Q_6 = 2Q_0$

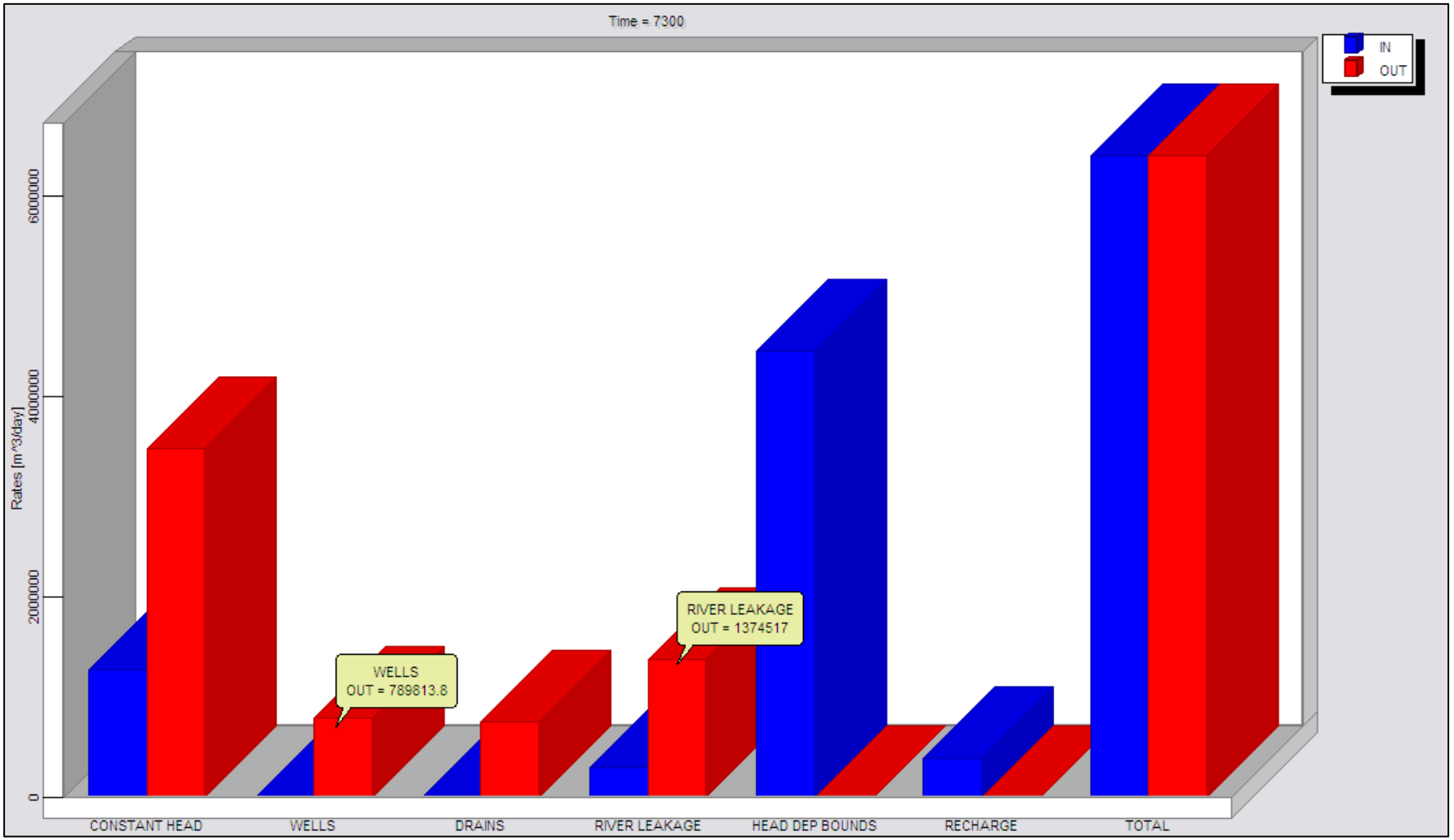


Figura 4.108. Balance de masas para el caudal de todos los pozos $Q_6 = 2Q_0$

4.2.5. Discusión de resultados

Según se ha expuesto en los capítulos anteriores, el acuífero El Playón está conformado por dos unidades hidrogeológicas principales: una unidad porosa y una unidad fisurada. La unidad porosa, ubicada a lo largo del Río Sucio, está constituida por materiales aluviales y depósitos volcano-sedimentarios. También forman parte de esta unidad los conos de deyección que están constituidos por material detrítico y piroclastos retrabajados, que se ubican principalmente en la ladera norte del Volcán de San Salvador. La unidad fisurada está constituida por flujos de lavas andesíticas y basálticas escoriáceas, intercalados con piroclastos y tobas no consolidadas, conectados hidráulicamente, constituyendo una sola unidad de alta conductividad hidráulica y con presencia de fallas geológicas de orientación Norte-Sur, que le imprimen características muy especiales, por estar rellenadas de rocas de granulometría gruesa y constituir un canal preferencial de flujo. Debajo de ambas unidades, las cuales se ubican en las capas 1 y 2, se localiza una unidad hidrogeológica terciaria, en la capa 3, formada por sedimentos lacustres que ocupa toda la superficie del acuífero, con una permeabilidad mucho menor que la de los materiales que la sobreyacen. En la capa 4 se encuentran rocas terciarias de baja permeabilidad y un espesor desconocido, constituida por lavas basálticas, aglomerados, lahares, piroclastos y tobas fundidas; por su antigüedad y baja permeabilidad se consideran el basamento del sistema acuífero.

Debido a problemas de no convergencia, se supuso que la reducción del espesor de las capas superiores lo provocaban, por lo que se agregó una quinta capa constituida al igual que la capa 4 por rocas antiguas o basamento. Luego se solucionó el problema con la suavización de la malla, por lo que la capa 5 podría ser innecesaria. Valdría la pena ingresar la información de las capas nuevamente y eliminar la capa 5. Por otra parte, el espesor de la capa 1 fue necesario aumentarlo para lograr una mejor calibración, quedando casi todos los pozos ubicados en la capa 1. También se podría probar fusionando las capas 1 y 2 en una sola. De esta manera, el modelo tendría únicamente tres capas.

En esta tesis ha sido desarrollado el modelo numérico de flujo a partir del modelo hidrogeológico conceptual del acuífero El Playón, más bien del modelo hidrogeológico

conceptual del sistema acuífero de toda la cuenca del Río Sucio. Este modelo se considera una herramienta para avanzar en el conocimiento del sistema, con el fin de mejorar y darle mayor coherencia al modelo conceptual (Cruz, 2008). Por todo ello, este modelo si bien resulta una contribución específica de esta tesis, debe ser valorado por el aporte de sus resultados, tanto por la robustez como la incertidumbre asociada al mismo. Así, tanto las conclusiones novedosas como las incertidumbres que se evidencian son contribuciones en términos conceptuales. Acerca de estos tópicos tratará la discusión de este apartado.

El modelo conceptual presenta carencias e incertidumbres lógicas en el conocimiento del medio, que inciden en la modelación numérica. Debido a ello, sus resultados se muestran plenamente consistentes en las zonas donde se disponía de información suficiente como es la zona del aluvial, pero pierden consistencia y entran en el orden de lo plausible en la zona de las unidades fisuradas, debido a la falta de datos. En el modelo se han impuesto una serie de condiciones de contorno que presentan distintos grados de incertidumbre. Algunas de estas condiciones de contorno, como el nivel prefijado en la salida de la cuenca y el nivel prefijado en la zona de Quezaltepeque-Sitio del Niño, poseen una gran consistencia y son el resultado de observaciones de campo. Sin embargo hay otras condiciones de contorno que aún siendo plausibles poseen cierta incertidumbre. Es el caso de la divisoria de aguas superficiales que se hace coincidir con la de las aguas subterráneas, cuando la primera constituye una divisoria topográfica mientras que la segunda lo es hidrogeológica. Igualmente, el límite inferior impuesto del contacto entre los depósitos lacustres y el basamento, en el que se asume que el flujo es prácticamente nulo, supone una hipótesis plausible pero no un conocimiento cierto. Por lo demás, su distribución espacial es supuesta, pues sólo existe información geofísica de respaldo y ningún pozo profundo en la zona que lo verifique. Pese a todas estas incertidumbres, el modelo desarrollado reproduce correctamente las observaciones del sistema obtenidas para la condición de flujo permanente, o sea independiente de la variable tiempo.

La discretización vertical en cinco capas se realizó procurando atender de la forma más fidedigna las consideraciones geológicas y geofísicas. Sin embargo, la deficiente conectividad entre celdas de todo el dominio del modelo contribuía a problemas de estabilidad numérica debida probablemente a los fuertes gradientes existentes entre celdas contiguas. Asimismo, estos altos gradientes piezométricos inducían al secado de un gran número de celdas que

impedían la resolución del sistema de ecuaciones. Es importante hacer notar que la suavización de la malla es fundamental para solucionar problemas de conectividad entre celdas y debe ser la primera opción en lugar de activar o desactivar celdas individuales, ya que esto consume mucho tiempo y no es muy efectivo.

La modelación del flujo se realizó en régimen estacionario, debido a que no se tienen datos de piezometría para algún período en particular, solo se tienen datos puntuales distribuidos en el tiempo. Su calibración tuvo como objetivo conocer el funcionamiento del sistema, Particularmente en la zona comprendida entre el Cantón Sitio del Niño y el campo de pozos de San Juan Opico, pues se desea evaluar el riesgo de una posible contaminación de los pozos de abastecimiento público por la contaminación de una fábrica de baterías en el Cantón Sitio del Niño. El ajuste obtenido en el modelo en régimen estacionario ha sido bueno, en particular, en la zona cercana al río Sucio, en el Cantón Sitio del Niño, mientras que los mayores residuos piezométricos se sitúan precisamente en la zona del campo de pozos de Opico. En la piezometría resultante del modelo en régimen estacionario, las mayores cotas piezométricas y gradientes se observan en el sector Sur, en las faldas del Volcán San Salvador. En la zona de interés los gradientes son suaves y los niveles se sitúan entre 450 y 430 m.s.n.m.

Las conductividades hidráulicas resultantes de la calibración del modelo difieren de las conductividades hidráulicas iniciales, sobre todo en las formaciones geológicas de mayor permeabilidad, ya que en las formaciones de baja conductividad hidráulica, su valor se mantuvo invariable en la calibración. Esto se debe principalmente a que en el sistema fracturado se producen conductos de flujo preferencial que proporcionan un valor alto del parámetro, pero cuando se distribuye dicho parámetro en toda la extensión de la formación geológica se reduce su valor para ser congruente con el volumen de flujo de aguas subterráneas.

Según el modelo, los máximos valores de conductividad hidráulica se localizan en la formación s5a, constituido por lavas basálticas escoriáceas muy jóvenes, lo cual es congruente con el modelo conceptual. Se debe observar que estas estimaciones podrían variar según las zonas si se dispusiera de un mayor conocimiento de las potencias, ya que para su cálculo se adoptó una potencia estimada que se basó en los modelos estratigráfico y geofísico. Por otra

parte, el valor de conductividad hidráulica obtenido de los ensayos de bombeo solo considera el espesor captado por el pozo, pero si se considera el espesor total del estrato acuífero, su valor podría variar mucho, debido a la alternancia de estratos más o menos permeables que constituyen la unidad hidrogeológica.

Los valores iniciales adoptados para el coeficiente de almacenamiento corresponden a los valores medios obtenidos de la bibliografía o estimados con base a información escaza de ensayos de bombeo. Estos valores se mantuvieron invariables en el proceso de calibración.

Los valores de la recarga fueron prefijados y no estuvieron sujetos a calibración durante las simulaciones, ya que se considera que el procedimiento de cálculo de la recarga fue muy detallado y con resultados razonables para cada unidad geológica. Esto por supuesto, no implica que sean totalmente correctos y son susceptibles de mejorarse. La distribución espacial de la recarga (Figura 4.84) no se ve especialmente reflejada en la morfología de las isopiezas en el modelo de flujo en régimen estacionario, sino que la morfología de estas se hayan condicionadas principalmente al valor de los parámetros hidráulicos y la topografía en la zona. Esto es debido a que no existe ninguna recarga localizada con entidad suficiente para afectar a las isopiezas.

Las extracciones de los pozos de bombeo no han sido objeto de calibración durante las simulaciones, dado el modo en que fueron calculadas a partir de los inventarios de campo. La extracción de agua del acuífero tampoco afecta mucho a la distribución de las isopiezas en el modelo de flujo en régimen estacionario. Debe observarse que la utilización de pozos de bombeo como pozos de observación, que no es en absoluto una práctica recomendable, se debió a la no existencia de pozos que fueron exclusivamente de observación; además, se considera que los valores de niveles estáticos en los mismos fueron tomados cuando los pozos fueron probados por primera vez y no estaban bajo la influencia del bombeo. Sin embargo, estos niveles no se han actualizado a lo largo de los años.

La modelación del flujo en el acuífero El Playón ha supuesto una reflexión profunda sobre los cocimientos hidrogeológicos que se tenían de la zona de estudio, lo que permitió una sensible mejora de su modelo conceptual en cuatro aspectos principalmente:

1. La actualización y recopilación de información hidrogeológica relevante para construir el modelo, tales como inventarios de puntos de agua, generación de información de monitoreo de niveles freáticos durante más de un año y el cálculo de la recarga distribuida en el dominio del modelo por formaciones geológicas individuales, con información de suelos bastante detallada en escala 1:50,000.
2. En los primeros pasos de la modelación se hizo necesaria una actualización de las características geológicas del medio. En particular se realizó una campaña para identificar los afloramientos de las diferentes formaciones geológicas y corroborar la exactitud del mapa geológico a escala 1:100,000 elaborado por la Misión Alemana en 1978, el cual se acepta como correcto.
3. La formación geológica El Bálsamo, constituida por rocas volcánicas terciarias se ha considerado históricamente como impermeable; Sin embargo, para la calibración del modelo y reproducción de las isopiezas, conforme el modelo hidrogeológico conceptual, fue necesario asignarles un valor de conductividad hidráulica de 0.1 m/día en las capas 1 y 2, para generar el flujo base que alimenta los ríos Ateos y Talnique. En las capas inferiores si se consideraron prácticamente impermeables con valores entre $1x10^{-6}$ y $1x10^{-9}$ m/día.
4. La conceptualización de la conectividad hidráulica entre dos sectores del dominio del modelo para analizar la posibilidad de que fuentes de abastecimiento público puedan ser afectadas por una fuente de contaminación puntual.

En general, los resultados obtenidos por el modelo indican la importancia de la topografía y la geología como condicionantes de la piezometría en la zona del estudio.

Al revisar los resultados de las simulaciones con diferentes condiciones hipotéticas de bombeo, se observa que el MODPATH arroja resultados muy similares, con variaciones muy pequeñas en ciertos sectores. Esto deberá ser estudiado más en detalle, con modelos a una escala más pequeña y con mayor densidad de puntos de observación para mejorar la calibración, ya que el modelo actual aún presenta residuos grandes, sobre todo en el sector del Campo de Pozos de Opico, con valores de hasta 9.5 metros. Además, esta zona se haya influenciada por la condición de frontera de nivel prefijado que representa la entrada de agua subterránea por la falda norte del Volcán de San Salvador.

No obstante, las incertidumbres que presenta el modelo numérico del acuífero El Playón, es de hacer notar que los pozos ubicados en la dirección de flujo desde la ex fábrica de baterías hacia el río Sucio, pueden ser contaminados en un futuro cercano o estar siendo contaminados actualmente, sobre todo los pozos someros, que en ese sector son abundantes. Además, el río Sucio sí puede ser contaminado por los efluentes que descargó en el terreno la ex fábrica en el pasado y por los lixiviados que pueden estarse produciendo actualmente, los cuales según los resultados del modelo tienen un tiempo de tránsito promedio de 1,500 días ó 50 meses (4.2 años). Considerando que la fábrica se instaló en el Cantón Sitio del Niño aproximadamente en 1997 y dejó de funcionar en 2009 (funcionó durante 12 años), es muy probable que el río Sucio esté siendo contaminado desde hace 8 años y cualquier uso de estas aguas a través de pozos o directamente de sus aguas, puede afectar la salud de los usuarios.

El desarrollo del modelo de flujo presentado confirma la potencia de esta herramienta para obtener un mejor conocimiento del funcionamiento hidrogeológico en el área de estudio. Asimismo, sienta la base necesaria para un posterior modelo de transporte. El proceso de validación fortalece la confianza en la capacidad predictiva del modelo, y con ello su potencial como herramienta de gestión, a pesar de la incertidumbre asociada. Finalmente, la bondad de los resultados del proceso de modelación valida un modelo conceptual que se revela robusto y coherente con el conocimiento que se tiene actualmente de este sistema hidrogeológico.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Sobre el Modelo Conceptual:

1. Las singularidades de cada uno de los sistemas acuíferos Zapotitán y El Playón son las siguientes: El sistema acuífero Zapotitán tiene al igual que El Playón flujos de lavas y piroclastos provenientes del complejo volcánico de Santa Ana, entre los que se mencionan el Volcán San Marcelino y los conos adventicios Cerros El Chino y Chinito, extendiéndose desde el volcán hasta el Valle de Zapotitán. Sin embargo, en el centro del valle existe una fosa tectónica de aproximadamente 2000 metros de profundidad según sondeos eléctricos y gravimétricos (Geotérmica Italiana, 1992) con alternancia de estratos de permeabilidades muy diferentes, conociéndose la existencia de un acuífero somero y un número incierto de acuíferos confinados. Esto produce que el tiempo de residencia del agua subterránea en el sistema sea muy largo, provocando la mineralización del agua subterránea por el mayor tiempo de contacto agua-roca. Por el contrario, el sistema acuífero El Playón mantiene condiciones de acuífero libre a semiconfinado en toda su extensión, por lo que el tiempo de residencia del agua subterránea en el acuífero es mucho menor en comparación al de Zapotitán. Por consiguiente, sus aguas son menos mineralizadas. El espesor del acuífero se estima en 250 metros, aunque las coladas de lavas varían en espesor y se alternan con piroclastos sueltos y tobas de diferente grado de compactación y de espesor variable.

2. El sistema acuífero El Playón se ubica al norte del Volcán de San Salvador, desde las inmediaciones del Cantón Chanmico hasta el Cantón Agua Escondida, donde se ubica el Campo de Pozos de Opico, administrado por ANDA para el abastecimiento del Sector Norte del AMSS. El límite de este sistema es el Río Sucio al cual descarga por flujos subterráneos y en forma de manantiales de elevados caudales. El Río Sucio funciona como el puente de enlace entre los dos sistemas, lo que vuelve más complejo el análisis del conjunto en su totalidad.

3. De la interpretación de la isotopía de las fuentes de agua, es interesante observar como la composición isotópica del Lago de Coatepeque, con valores enriquecidos de $\delta^{18}O$ de +1,4 ‰ y $\delta^{2}H$ de +0,4 ‰, se aparta de la LML, ya que la composición isotópica de sus aguas se

ha fraccionado debido a la evaporación de ese cuerpo de agua, el cual tiene un área de evaporación bastante extensa (25 Km^2). Marchand y Stimson (2005) indican que el Lago de Coatepeque recarga el acuífero de Zapotitán y en el análisis realizado con todas las fuentes de agua muestreadas se pone en evidencia, ya que existen varios pozos y manantiales que sus composiciones isotópicas se ubican sobre la línea de mezcla entre agua del lago y agua proveniente de infiltración de lluvia, y de otras fuentes. Otra característica observada en el diagrama de Craig, que relaciona el oxígeno 18 con el deuterio, y que vale la pena resaltar es que la mayoría de puntos se apartan de la LML, quedando entre ésta y la línea de evaporación, lo cual se explica por la influencia de la recarga de ríos al acuífero y, particularmente, de aguas de retornos de riego, las cuales ya han sido evaporados antes de infiltrarse en el terreno. Esto también trae como consecuencia el aumento en sales de las aguas subterráneas.

4. Respecto a los parámetros hidrogeológicos, en el Valle de Zapotitán la transmisividad oscila entre 340 y 994 m^2/día. Estos datos se basan en los resultados de ensayos de bombeo en pozos perforados en dicho Valle. Esta zona se considera de excelentes rendimientos. En el Campo Occidental de Pozos de ANDA, en el acuífero Opico-El Playón, la transmisividad varía entre 4,340 y 8,875 m^2/día, siendo conservadores, ya que en algunos ensayos de bombeo se obtuvieron valores entre 17,900 y 24,600 m^2/día, en los pozos Opico 4 y Opico 3-A, respectivamente. En gran parte del área de estudio prevalecen condiciones de tabla de agua o acuífero libre, por lo que el coeficiente de almacenamiento puede variar entre 0.35 y 0.01, pero estas condiciones prevalecen únicamente en el acuífero somero. En el Valle de Zapotitán, a profundidades superiores a los 60 metros, el coeficiente de almacenamiento obtenido de pruebas de bombeo oscila entre 0.001 y 0.00045, característico de acuíferos confinados.

5. En la Cuenca del Acuífero El Playón, con un Área de 68.7 Km^2, se obtuvo un flujo total de 53.4 x 10^6 m^3/año, equivalente a un caudal subterráneo de 1.69 m^3/s. El rendimiento específico de los recursos hídricos subterráneos en la cuenca en estudio, es por consiguiente, 24.58 L/s/Km^2. En inventario se tienen 37 pozos dentro del área delimitada del acuífero El Playón, de los cuales se cuentan con información de caudal explotado de 25 de ellos. El caudal total extraído por los 25 pozos es de 776.28 L/s. Por otra parte, la

descarga natural de los manantiales San Lorenzo, La Isla, El Jute y El Chorrerón, se produce hacia el Río sucio con caudales de 570, 70, 45 y 15 L/s, respectivamente, haciendo un total de 700 L/s. En total, la descarga artificial más la descarga natural suma un caudal de 1,476 L/s, o 1.48 m^3/s. Al comparar la recarga con la descarga se tiene un balance de 0.21 m^3/s que descargan como flujo base al Río Sucio.

6. De acuerdo con la interpretación de los perfiles litológicos de pozos profundos y los sondeos geofísicos (SEV y gravimetría), el acuífero de Zapotitán se extiende desde los complejos volcánicos de Santa Ana y San Salvador, en sus costados oriental y sur-suroccidental, respectivamente, hasta el borde nor-oriental del valle de Zapotitán, en donde el flujo subterráneo descarga completamente en el río Sucio por un estrecho canal en el Cantón Sitio del Niño. Este acuífero tiene una extensión aproximada de 360 Km^2, con una potencia promedio de 300 a 400 metros. El acuífero El Playón es de dimensiones más reducidas en comparación con el de Zapotitán, sin embargo, la conductividad hidráulica es mayor en general, debido a la alternancia de flujos lávicos escoriáceos y piroclastos gruesos. Está separado del acuífero de Quezaltepeque por una falla de dirección noreste-suroeste. Al lado derecho de la falla se encuentra un bloque hundido, lo que provoca que la superficie freática sea más profunda que en el lado izquierdo. La potencia media del acuífero El Playón es 250 metros.

7. Las principales áreas de recarga para ambos sistemas acuíferos las constituyen, sin duda alguna, los complejos volcánicos de San Salvador y Santa Ana, con una recarga acuífera de 152.4 x 10^6 m^3/año para el acuífero de Zapotitán y de 53.3 10^6 m^3/año para el acuífero El Playón. Las zonas de descarga para ambos acuíferos la constituye el Río Sucio; sin embargo, por la condición de la fosa tectónica en Zapotitán, también existe una descarga de flujo vertical ascendente que se manifiesta como manantiales termales en el borde norte del Valle de Zapotitán. El mismo flujo es captado por algunos pozos con manifestaciones da aguas termales, como el pozo CENTA 2. En el caso del acuífero El Playón, la descarga se produce al norte, hacia el Río Sucio, pero también descarga en forma de manantiales en las cercanías del mismo, debido a un cambio de propiedades de las rocas, por la presencia de las estribaciones de la Montaña Interior, constituida por rocas de baja permeabilidad. Los manantiales San Lorenzo, La Isla y El Jute son ejemplo de la descarga del acuífero.

8. La estratigrafía del acuífero de Zapotitán está caracterizada por materiales porosos en su valle, aunque existen importantes flujos de lavas cuaternarias y recientes que captan y transmiten el agua subterránea en grandes cantidades en las faldas de los complejos volcánicos. La alternancia de estratos arenosos y arcillosos en el centro del valle, producen condiciones de confinamiento en la mayor parte de éste, que se evidencia por la existencia de muchos pozos surgentes, como los pozos del distrito de riego del MAG. En el caso del acuífero El Playón, los estratos de rocas que lo constituyen se alternan entre flujos de lavas escoriáceas y piroclastos gruesos y tobas poco consolidadas. Las coladas de lava de 1917, de tipo basálticas y altamente escoriáceas, marcan el límite del acuífero El Playón, y constituyen una zona de flujo preferencial de las aguas subterráneas, por su elevada conductividad hidráulica, que supera los 500 m/día a lo largo de la falla geológica principal que pasa por el Volcán El Playón y la Laguna Caldera.

<u>Sobre el Modelo Numérico:</u>

1. El modelo conceptual presenta carencias e incertidumbres lógicas en el conocimiento del medio, que inciden en la modelación numérica. Debido a ello, sus resultados se muestran plenamente consistentes en las zonas donde se disponía de información suficiente como es la zona del aluvial, pero pierden consistencia y entran en el orden de lo plausible en la zona de las unidades fisuradas, debido a la falta de datos suficientes. En el modelo se han impuesto una serie de condiciones de contorno que presentan distintos grados de incertidumbre. Algunas de estas condiciones de contorno, como el nivel prefijado en la salida de la cuenca y el nivel prefijado en la zona de Quezaltepeque-Sitio del Niño, poseen una gran consistencia y son el resultado de observaciones de campo. Sin embargo hay otras condiciones de contorno que aún siendo plausibles poseen cierta incertidumbre. Es el caso de la divisoria de aguas superficiales que se hace coincidir con la de las aguas subterráneas, cuando la primera constituye una divisoria topográfica mientras que la segunda lo es hidrogeológica. Igualmente, el límite inferior impuesto del contacto entre los depósitos lacustres y el basamento, en el que se asume que el flujo es prácticamente nulo, supone una hipótesis plausible pero no un conocimiento cierto. Por lo demás, su distribución espacial es supuesta, pues sólo existe información geofísica de respaldo y

ningún pozo profundo en la zona que lo verifique.

2. La modelación del flujo se realizó en régimen estacionario, debido a que no se tienen datos de piezometría del acuífero profundo para algún período en particular, solo se tienen datos puntuales distribuidos en el tiempo. El ajuste obtenido en el modelo en régimen estacionario ha sido bueno, en particular, en la zona cercana al río Sucio, en el Cantón Sitio del Niño, mientras que los mayores residuos piezométricos se sitúan en la zona del campo de pozos de Opico. En la piezometría resultante del modelo en régimen estacionario, las mayores cotas piezométricas y gradientes se observan en el sector Sur, en las faldas del Volcán San Salvador. En la zona de interés los gradientes son suaves y los niveles se sitúan entre 450 y 430 m.s.n.m.

3. Las conductividades hidráulicas resultantes de la calibración del modelo difieren de las conductividades hidráulicas iniciales, sobre todo en las formaciones geológicas de mayor permeabilidad, ya que en las formaciones de baja conductividad hidráulica, su valor se mantuvo invariable en la calibración. Esto se debe principalmente a que en el sistema fracturado se producen conductos de flujo preferencial que proporcionan un valor alto del parámetro, pero cuando se distribuye dicho parámetro en toda la extensión de la formación geológica se reduce su valor para ser congruente con el volumen de flujo de aguas subterráneas. Según el modelo, los máximos valores de conductividad hidráulica se localizan en la formación s5a, constituido por lavas basálticas escoriáceas muy jóvenes, lo cual es congruente con el modelo conceptual. Se debe observar que estas estimaciones podrían variar según las zonas si se dispusiera de un mayor conocimiento de las potencias, ya que para su cálculo se adoptó una potencia estimada que se basó en los modelos estratigráfico y geofísico. Por otra parte, el valor de conductividad hidráulica obtenido de los ensayos de bombeo solo considera el espesor captado por el pozo, pero si se considera el espesor total del estrato acuífero, su valor podría variar mucho, debido a la alternancia de estratos más o menos permeables que constituyen las unidades hidrogeológicas.

4. Los valores de la recarga fueron prefijados y no estuvieron sujetos a calibración durante las simulaciones, ya que se considera que el procedimiento de cálculo de la recarga fue muy detallado y con resultados razonables para cada unidad geológica. Esto por supuesto, no implica que sean totalmente correctos y son susceptibles de mejorarse. La distribución

espacial de la recarga no se ve especialmente reflejada en la morfología de las isopiezas en el modelo de flujo, sino que la morfología de estas se hayan condicionadas principalmente al valor de los parámetros hidráulicos y la topografía en la zona. Esto es debido a que no existe ninguna recarga localizada con entidad suficiente para afectar a las isopiezas. La formación geológica El Bálsamo, constituida por rocas volcánicas terciarias se ha considerado históricamente como impermeable; Sin embargo, para la calibración del modelo y reproducción de las isopiezas, conforme el modelo hidrogeológico conceptual, fue necesario asignarles un valor de conductividad hidráulica de 0.1 m/día en las capas 1 y 2, para generar el flujo base que alimenta los ríos Ateos y Talnique. En las capas inferiores si se consideraron prácticamente impermeables con valores entre $1x10^{-6}$ y $1x10^{-9}$ m/día.

5. Las extracciones de los pozos de bombeo no han sido objeto de calibración durante las simulaciones. La extracción de agua del acuífero tampoco afecta mucho a la distribución de las isopiezas en el modelo de flujo. Debe observarse que la utilización de pozos de bombeo como pozos de observación, que no es en absoluto una práctica recomendable, se debió a la no existencia de pozos que fueran exclusivamente de observación; además, se considera que los valores de niveles estáticos en los mismos fueron tomados cuando los pozos fueron probados por primera vez y no estaban bajo la influencia del bombeo. Sin embargo, estos niveles no se han actualizado a lo largo de los años.

6. Para simular el efecto de recarga del Lago Coatepeque hacia el acuífero Zapotitán se asignó una condición de frontera tipo Carga General, en 750 metros con efecto en las capas 1 y 2, que es la elevación del espejo de agua del lago, la cual resolvió el modelo con un buen ajuste de las curvas piezométricas en el sector de Zapotitán. En la zona del volcán San Salvador también fue necesario asignar una condición de frontera de este tipo, con una carga de 960 metros y con efecto en las capas 1 y 2. Este nivel se obtuvo al correr el modelo y obtener las isopiezas por efecto solo de la recarga por infiltración del agua lluvia sobre la capa 1 y por considerar que en esa zona las capas 1 y 2 están conectadas hidráulicamente, constituyendo un solo estrato.

7. Al revisar los resultados de las simulaciones con diferentes condiciones hipotéticas de bombeo, se observa que el MODPATH arroja resultados muy similares, con variaciones muy pequeñas en ciertos sectores. Se hace notar que el modelo actual aún presenta

residuos grandes, sobre todo en el sector del Campo de Pozos de Opico, con valores de hasta 9.5 metros. Además, esta zona se haya influenciada por la condición de frontera de nivel prefijado que representa la entrada de agua subterránea por la falda norte del Volcán de San Salvador. No obstante, las incertidumbres que presenta el modelo numérico, es de hacer notar que los pozos ubicados en la dirección de flujo desde la ex fábrica de baterías hacia el río Sucio, pueden ser contaminados en un futuro cercano o estar siendo contaminados actualmente, sobre todo los pozos someros, que en ese sector son abundantes. Además, el río Sucio sí puede ser contaminado por los efluentes de la ex fábrica en el pasado y por los lixiviados que pueden estarse produciendo actualmente, los cuales según los resultados del modelo tienen un tiempo de tránsito promedio de 1,500 días (4.2 años). Considerando que la fábrica se instaló en el Cantón Sitio del Niño aproximadamente en 1997 y dejó de funcionar en 2009 (funcionó durante 12 años), es muy probable que el río Sucio esté siendo contaminado desde hace 8 años y cualquier uso de estas aguas es un riesgo a la salud de los usuarios.

8. Se concluye que no existe una conexión hidráulica directa entre el sitio de ubicación de la fábrica de baterías, en el Cantón Sitio del Niño, y el Campo de Pozos de San Juan Opico, ya que simulando diferentes escenarios de bombeo, el rastreo de partículas ha demostrado que el campo de pozos, es recargado por el flujo producido desde el complejo volcánico de San Salvador. Por el rastreo de partículas desde la fábrica también se ha obtenido que la zona de descarga de una posible pluma contaminante es el río Sucio, en el sitio ubicado a 1.2 Km al norte de la misma. Según diferentes escenarios de aumento del bombeo en proporciones de 20, 50 y 100% de la explotación actual, las líneas de flujo no se alteran significativamente, observándose únicamente la formación de un cono de depresión más o menos amplio alrededor del campo de pozos administrado por ANDA, lo que sugiere que se puede extraer un mayor caudal de los pozos sin causar afectación de sobre-explotación al acuífero; sin embargo, se hace notar que aún cuando esto parece factible, en realidad el volumen extraído sería superior al volumen de renovación anual por recarga de lluvia, lo que podría bajar considerablemente los niveles piezométricos alrededor de los pozos de bombeo; además, un aumento en el bombeo podría inducir un flujo de aguas contaminadas del río Sucio hacia los pozos.

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

1. Profundizar los estudios hidrológicos, hidrogeológicos y de prospección geofísica en los acuíferos El Playón y Zapotitán, lo que permitirá estimar con mejor aproximación el flujo de aguas subterráneas y un mayor conocimiento de la variación espacial y temporal del mismo, así como la geometría de los sistemas acuíferos.

2. Realizar estudios similares en otros acuíferos que presenten riesgo de contaminación, ya sea por fuentes puntuales o distribuidas en una región, permitiendo en forma anticipada tomar las medidas de prevención para la conservación de la calidad del recurso hídrico subterráneo.

3. Desarrollar una red de medición piezométrica lo más densa posible y efectuar el monitoreo en forma mensual para evaluar la dinámica del acuífero y su evolución temporal y espacial bajo efectos de explotación del agua subterránea o debido a acciones externas como el cambio climático.

4. Efectuar la simulación del flujo de agua subterránea en un estado transitorio empleando el modelo que se desarrolló en la investigación, luego que se hayan generado suficientes datos de piezometría del acuífero profundo y actualizado el inventario de pozos y sus caudales de extracción, por cuanto reflejaría las condiciones reales y las acciones externas en el sistema acuífero, obteniendo así una solución espacio-temporal más detallada.

5. Desarrollar un modelo de transporte de contaminantes, utilizando de base el modelo de flujo elaborado en la presente investigación, para tomar en cuenta las propiedades del medio y del contaminante, tales como persistencia, toxicidad, etc., que permitan tomar medidas de protección para las fuentes de abastecimiento, tanto de pozos profundos como de pozos someros, ya que está en riesgo la salud de los habitantes del área del Cantón Sitio del Niño.

6. Realizar un inventario de fuentes contaminantes puntuales y no puntuales e incluirlas en el modelo de transporte para elaborar un plan regional de protección de las aguas subterráneas.

7. Comunicar a las autoridades competentes los resultados de la presente investigación para que tomen acciones de prevención y mitigación de los efectos de la contaminación por lixiviados de la ex fábrica de baterías en el Cantón Sitio del Niño.

8. Promover en las universidades la realización de este tipo de investigaciones, para apoyar al estado proveyéndoles herramientas técnicas que sirvan a la toma de decisiones para una gestión integrada de recursos hídricos en los acuíferos importantes del país.

CAPÍTULO VII. BIBLIOGRAFÍA

- ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados), 2008. Mapa Hidrogeológico de El Salvador, escala 1:100,000.

- ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados), 2008. Informe Técnico del Proyecto ELS/8/008. Sostenibilidad de acuíferos metropolitano y rurales de El Salvador. ANDA/SNET/OIEA. San Salvador.

- ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados), 2010. Tabla de correlación de resistividad eléctrica y litología de rocas.

- Amisial R. y Jegat H. 1976. Aprovechamiento y modelos de aguas subterráneas. CIDIAT. Mérida. Venezuela.

- Apello, C.A.J. y Postma, D., 1993. Geochemistry, groundwater and pollution, A.A. Blakema, Rotterdam.

- Arredondo, S., 2004. Localización de sitios para el establecimiento de estaciones de monitoreo de aguas subterráneas. San Salvador.

- Arévalo, D., 2005. Evaluación de la vulnerabilidad intrínseca del acuífero Opico-Quezaltepeque, a través de datos geofísicos, pozos y análisis hidrogeoquimicos. El Salvador, Centro América. Universidad de Costa Rica.

- Bear, J. y Verruijt, A., 1987. Modeling Groundwater Flow and Pollution, D. Reidel Publishing Company. Dordrecht, Holanda.

- Castany, G., 1978. Tratado práctico de las aguas subterráneas. Ediciones Omega. Barcelona. España.

- CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas), 2004. Manual de la Aplicación: Cálculo Hidrometeorológico de Aportaciones y Crecidas. Madrid.

- Cleary, Robert W. 1991. Modelagem matematica em agua subterranea. Colección ABRH. De Recursos Hídricos. Asociación Brasileira de Recursos Hídricos. Editora USP. Sao Paulo, Brasil.

- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), 1999. Norma salvadoreña obligatoria para la calidad de agua potable. San Salvador.

- Geotérmica Italiana-Consorcio Salvadoreño, 1988. Informe Vulcanológico. San Salvador Programma di Ricostruzione. Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo. Repubblica Italiana.

- Cruz, T., 2008. Contribución de la modelación numérica e hidroquímica al conocimiento del acuífero de La Aldea (Gran Canaria, Islas Canarias). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.

- Custodio, E, y Llamas, R., 2001. Hidrología Subterránea. Segunda Edición, tomo I y II. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España.

- Domenico, P.A. and Schwartz, F.W., 1998. Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY.

- Duarte, J. R., 1998. Estudio Hidrogeológico del acuífero de Guluchapa, San Salvador.

- Espinoza Ruíz, M., 2005. El estudio de la caracterización hidrogeológica de las tres áreas prioritarias: a) Zapotitán-Opico, b) Subcuenca Río Apanchacal (Santa Ana) y c) Subcuenca Río Grande de San Miguel (específicamente el Acuífero San Miguel), preparado para el Programa de Descontaminación de Áreas Críticas, MARN, San Salvador.

- Esquivel, O., 1997: Investigación Aplicada sobre el Impacto Ambiental de la Contaminación del Agua en las cuencas de los Ríos Sucio, Acelhuate y Cuaya. Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas". Fondo Iniciativa para las Américas.

- Franz, T. y Guiguer, N. 1992. Flowpath. Two dimensional horizontal aquifer simulation model. Waterloo Hydrogeologic Software. Canadá.

- Freeze, R.A., and Cherry, J.A., 1979. Groundwater, Prentice Hall, Upper Saddle River, New York.

- Fuentes, C. y Ruiz, A., 2003. Análisis de la vulnerabilidad a la contaminación y aplicación del rastreador de partículas en la cuenca del estero de Casablanca. Universidad de Santiago de Chile.

- Geotérmica Italiana, 1992. Desarrollo de los Recursos Geotérmicos del área Centro-Occidental de la República de El Salvador. Comisión Hidroeléctrica del Río Lempa. Informe Final. Reporte Interno. El Salvador.

- Gonfinatini, R., 1986. Environmental isotopes in lake studies, in Handbook of Environmental Isotope Geochemistry, Vol. 2, editado por Fritz, P y Fontes, J-Ch, Elsevier, Amsterdam.

- Grontmij, N.V., 1960. Project for the Agricultural Development of the Valle de Zapotitán. Ministerio de Agricultura y Ganadería & Houdringe, de Bilt, Netherlands.

- Guevara, J. M., 2006. Hidrología de la cuenca alta del río Sucio. San Salvador. Servicio Nacional de Estudios Territoriales. San Salvador.

- Hart, W., 1983 Classic to Postclassic Tefra Layers Exposed in Archeologicas Sites, Eastern Zapotitán Valley.

- HIDRODESARROLLO, 2008. Diagnóstico de la calidad de aguas subterráneas, modelo de flujo y evaluación del riesgo a la contaminación, en tres zonas prioritarias: a) Zapotitan – Opico, b) Subcuenca rio Apanchacal (Santa Ana) y c) Subcuenca Río Grande de San Miguel (Acuífero San Miguel). Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa de Descontaminación de Áreas Críticas. San Salvador.

- Hernández, W. 2007. Reconocimiento Geológico de la Cuenca de Zapotitán. San Salvador.

- Hem, J, 1985. Study and interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Waters, United States Geological Survey Water Supply Paper 2254.

- INYPSA, 1999. Plan de Desarrollo Territorial del Valle de Zapotitán. Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU). San Salvador.

- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), 1998. Informes de pozos, Programa de rehabilitación agrícola del distrito de Zapotitán.

- MAG, 1966. Mapa de tipos de suelos. Escala 1:50,000.

- MAG, 1980. Anuario Hidrológico 1980. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. San Salvador.

- Marchand, J., 2005. Investigaciones hidrogeológicas, hidrológicas y hidroquímicas en el Lago de Coatepeque, FORGAES (Programa `Fortalecimiento de la Gestión Ambiental en El Salvador`).

- MARN (Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2004. Informe de Diagnóstico del Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (PNODT),

- Meyer-Abich, H., 1956: Los Volcanes Activos de Guatemala y El Salvador, Anales Servicio Geológico Nacional, El Salvador.

- Misión Geológica Alemana, 1978. Mapa Geológico de la República de El Salvador. Escala 1: 100,000.

- Neuman, S. P., Witherspoon, P. A. 1970. Finite element method of analyzing steady seepage with a free surface. Water Resources Research, USA.

- Pérez-Paricio, A., 2007. Apuntes de clase del Curso Internacional de Hidrología Subterránea. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España.

- Pullinger, C., 1998. Evolution of the Santa Ana Volcanic Complex. El Salvador. Thesis of Master of Sciences in Geology. Michigan Technological University.

- Rojas, H., 2008. Modelamiento para el análisis de la variación hidrogeológica espacial del acuífero La Yarada-Tacna. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

- Schlumberger Water Services, 2009. Visual MODFLOW 2009.1 User's Manual. Waterloo, Ontario, Canada.

- SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales), 2005. Balance hídrico integrado y dinámico en El Salvador. San Salvador.

- Stimson, J., 2005. Estudio de la caracterización hidrogeoquímica de las tres áreas prioritarias: a) Zapotitán-Opico, b) Subcuenca Río Apanchacal (Santa Ana) y c) Subcuenca Río Grande de San Miguel (específicamente el Acuífero San Miguel), preparado para el Programa de Descontaminación de Áreas Críticas, MARN, 107 páginas.

- Témez, J. R., 1977. Modelo matemático de transformación precipitación-aportación, ASINEL, 1977. Madrid, España.

- U.S.G.S., 1996. User's Documentation for MODFLOW-96, Reston, Virginia, USA.

- Van der Vorst H.1992. A fast and smoothly converging variant of BiCG for the solution of non-symmetric linear systems, SIAM Journal on Scientific and Statistical Computing, Vol. 13, Amsterdam, The Netherlands.

- Vásquez-Suñé, E., 2007. Hoja de Cálculo Hidrogeoquímico Easy Quim. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

- Walter, M., 2006. Groundwater Flow Modelling of the Zapotitán Valley, El Salvador". University of Birminghan, London, UK.

- Waston, D., 1992. Contouring: A Guide To The Analysis And Display Of Spatial Data. Pergamon Press, London.

- Weight, Willis D., 2001. Hydrogeology Field Manual. Second Edition. University of Montana, USA.

- Williams, H., y Meyer-Abich, H., 1955: Volcanism in the Southern Part of El Salvador with particular reference to the Collapse basins of Lakes Coatepeque and Ilopango, University of California. Publ. Geol. Sci.

- Zheng, C. y Bennett, G.D., 1995. Applied contaminant transport modeling. Van Nostrand Reinhold.
- Zienkiewicz O. C. y Cheung. 1966. The Finite Element Method in Structural and Continuum Mechanics, London. Great Britain.

Páginas consultadas en internet

Lafleur, A., 2007. Modelos Hidrogeológicos de las Áreas Piloto (SAG: Sistema Acuífero Guaraní). Obtenida el 17 de Abril de 2008 en: http://www.sg-guarani.org/index/pdf/proyecto/talleres/8-9-octubre/Presentacion-MODELOS-CONCEPTUALES.pdf

http://www.elsalvador.travel/volcan-de-san-salvador/ consultado el 27 de junio de 2011

http://www.snet.gob.sv/ consultado el 1 de marzo de 2011

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

UNIDAD DE POSGRADO

Modelación numérica de flujo del acuífero El Playón, comprendido entre el Cantón Sitio del Niño y el campo de pozos de San Juan Opico administrado por ANDA.

TOMO II

PRESENTADO POR:

JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

MAESTRO EN GESTIÓN DE RECURSOS HIDROGEOLÓGICOS

CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE DE 2011.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ

SECRETARIO GENERAL :

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIO :

ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ

UNIDAD DE POSGRADO

JEFA DE UNIDAD :

MSc. PATRICIA HAYDEÉ ESTRADA DE LÓPEZ

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

UNIDAD DE POSGRADO

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

MAESTRO EN GESTIÓN DE RECURSOS HIDROGEOLÓGICOS

Título :

Modelación numérica de flujo del acuífero El Playón, comprendido entre el Cantón Sitio del Niño y el campo de pozos de San Juan Opico administrado por ANDA.

TOMO II

Presentado por :

JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

Trabajo de Graduación Aprobado por :

Docente Director :

PhD. JAIME GÁRFIAS SOLIZ

San Salvador, Septiembre de 2011.

INDICE DE CONTENIDO TOMO II

ANEXOS 283

Anexo 1. Fichas de inventarios de puntos de agua. 284

Anexo 2. Monitoreo de niveles freáticos, acuífero El Playón. 337

Anexo 3. Reportes de laboratorio de análisis químicos. Campaña 2009. 378

Anexo 4. Datos de campo de ensayos de infiltración. 406

Anexo 5. Geofísica interpretada en términos de litología. 463

Anexo 6. Perfiles litológicos de pozos. 474

Anexo 7. Inventario de pozos perforados. 532

Anexo 8. Inventario de pozos excavados. 538

Anexo 9. Inventario de manantiales. 551

Anexo 10. Monitoreo de niveles freáticos, acuífero El Playón. Período 1985 – 1988. 554

Anexo 11. Diseño de pozos perforados. 579

Anexo 12. Reportes de análisis de bombeo en acuíferos Zapotitán y opico – El Playón. 609

Anexo 13. Información de suelos de la cuenca del río Sucio. 637

Anexo 14. Balances hídricos de unidades geológicas. 664

Anexo 15. Pozos de bombeo ingresados en Visual Modflow. 753

Anexo 16. Pozos de observación ingresados en Visual Modflow. 763

ANEXOS

ANEXO Nº 1

FICHAS DE INVENTARIOS DE PUNTOS DE AGUA

FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 08/04/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Las Delicias

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 01

Propietario: Arturo Meza Hill

Uso actual: doméstico, agroindustrial

COORDENADAS

X: 460559.2647

Y: 292206.831

Z: 537

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 25.19

Altura brocal (m): 0.54

Diámetro (m): 0.73

Tipo bomba: Bomba eléctrica

Tipo de fuente: (PP, PE, MA,): PE

Producción / Extracción de Agua:

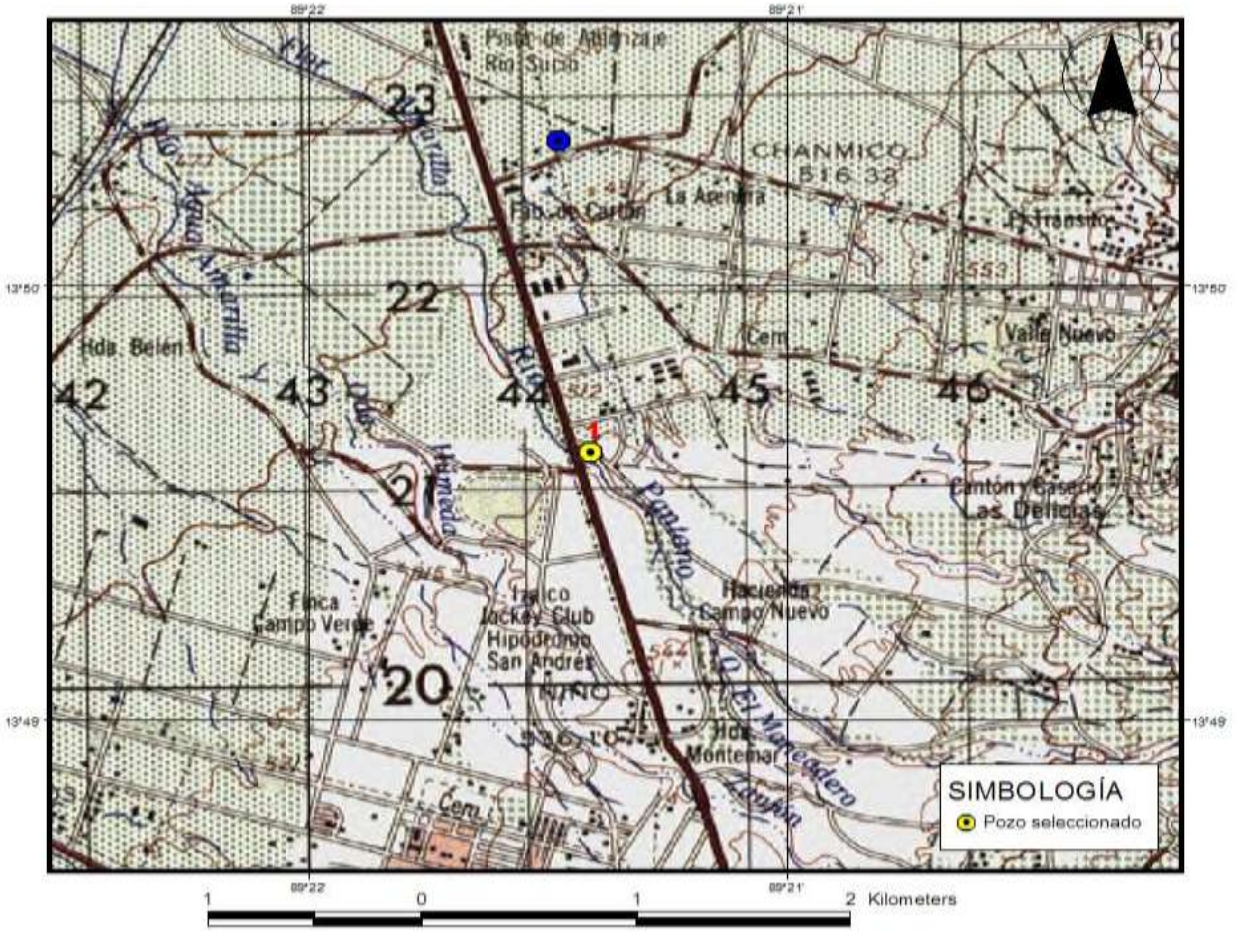
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia: 8

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 29/08/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Las Delicias

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 02

Propietario: Manuel Antonio Hernández Marínez

Uso actual: Doméstico

COORDENADAS

X: 460417.4912

Y: 293798.8492

Z: 503

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 4.21

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente:(PP, PE, MA,) : PE

Producción / Extracción de Agua:

Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 08/04/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Chanmico

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 03

Propietario: Basilia Velásquez

Uso actual: Sin uso

COORDENADAS

X: 461587.0834

Y: 296556.634

Z: 474

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 13.1

Altura brocal (m): 0.59

Diámetro (m): 0.89

Tipo bomba: No tiene bomba

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

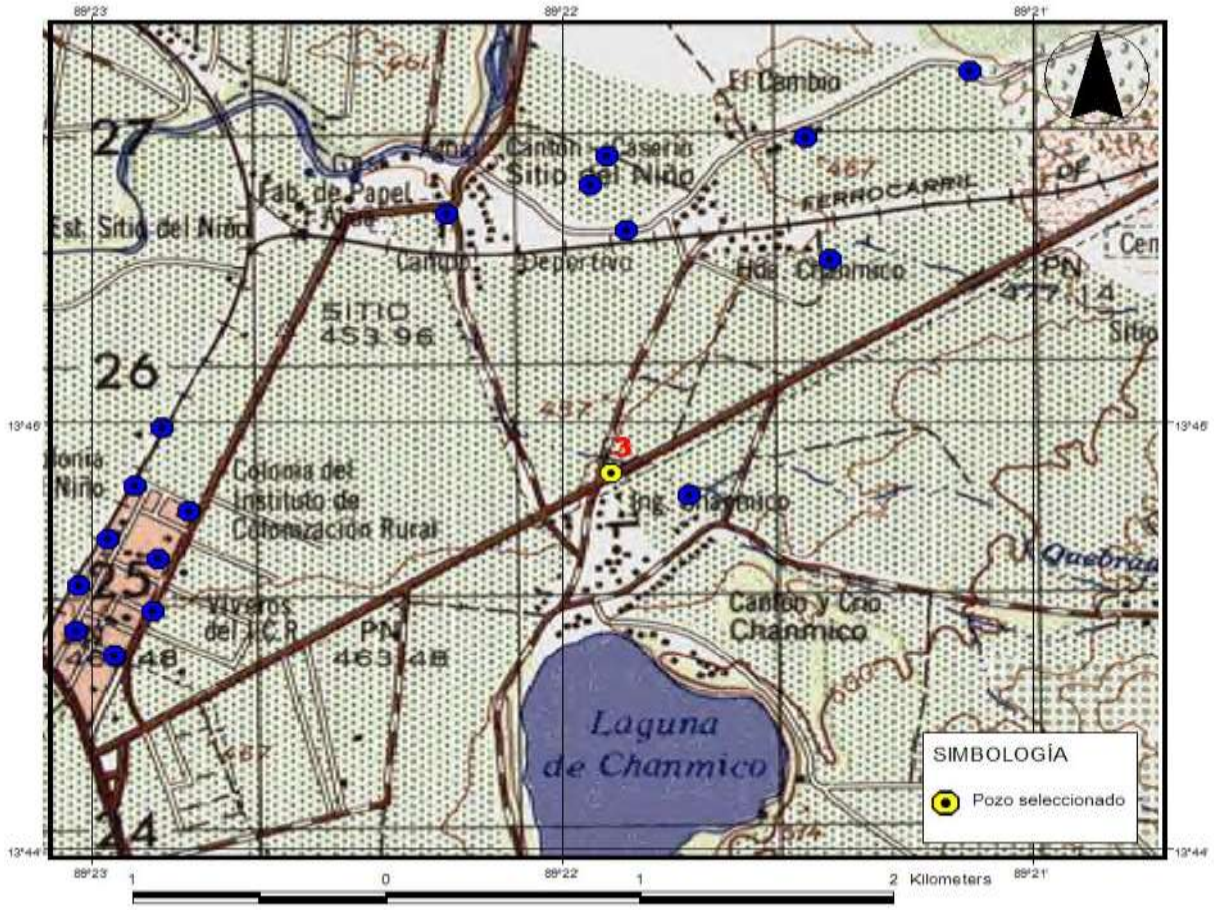
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información: Tránsito Martínez Almendaríz

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 18/12/2008

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Chanmico

CASERÍO: Colonia Sitio del Niño.

Datos de Ubicación

Código del sitio: 04

Propietario:Misael Monzón

Uso actual:

COORDENADAS

X: 459681.5842

Y: 295769.7614

Z: 463

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 14.3

Altura brocal (m): 0.80

Diámetro (m): 1.01

Tipo bomba: No tiene bomba

Tipo de fuente: (PP, PE, MA)): PE

Producción / Extracción de Agua:

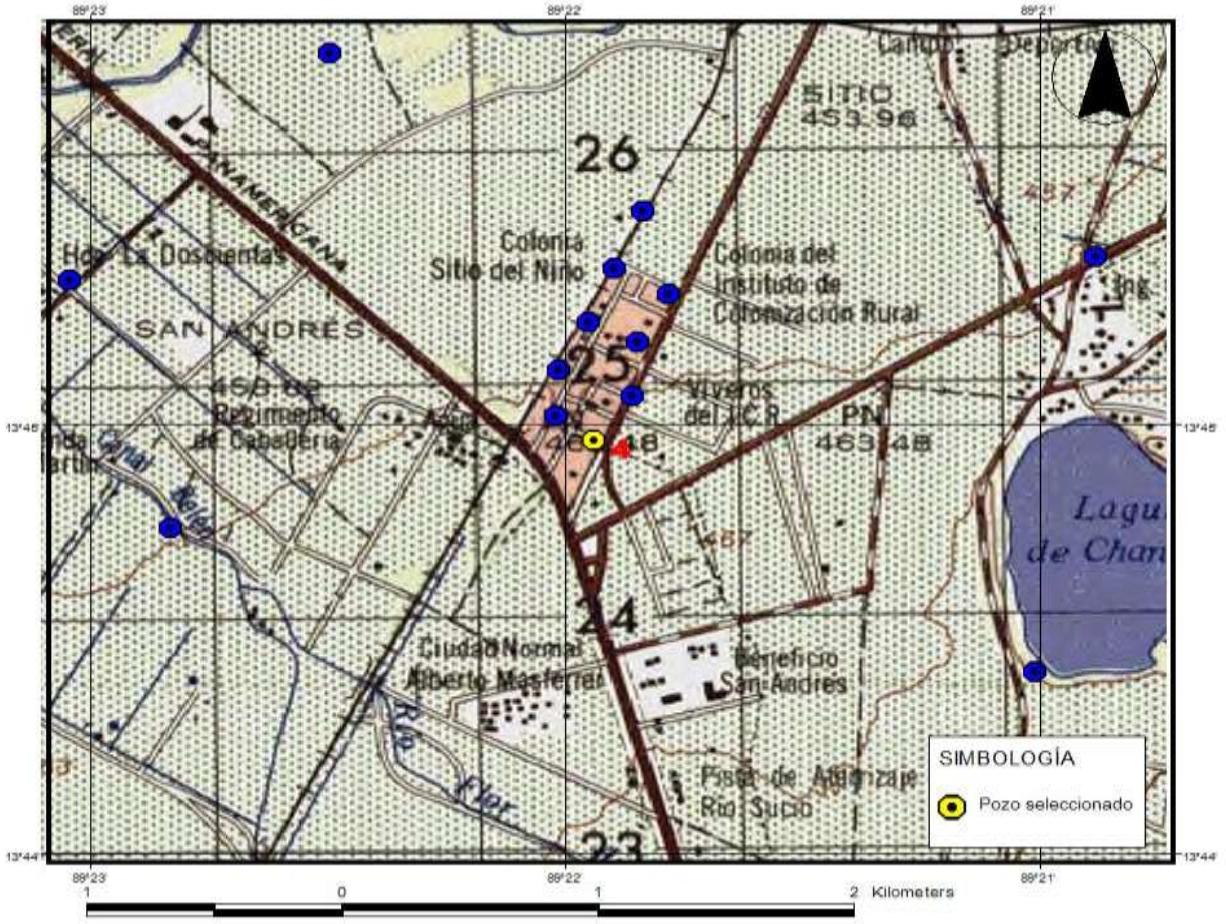
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 29/08/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Sitio del Niño

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 05

Propietario: Yolanda Pérez

Uso actual: Doméstico

COORDENADAS

X: 459866.3311

Y: 296755.904

Z: 472

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 8.49

Altura brocal (m): 0.6

Diámetro (m): 0.9

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA)): PE

Producción / Extracción de Agua:

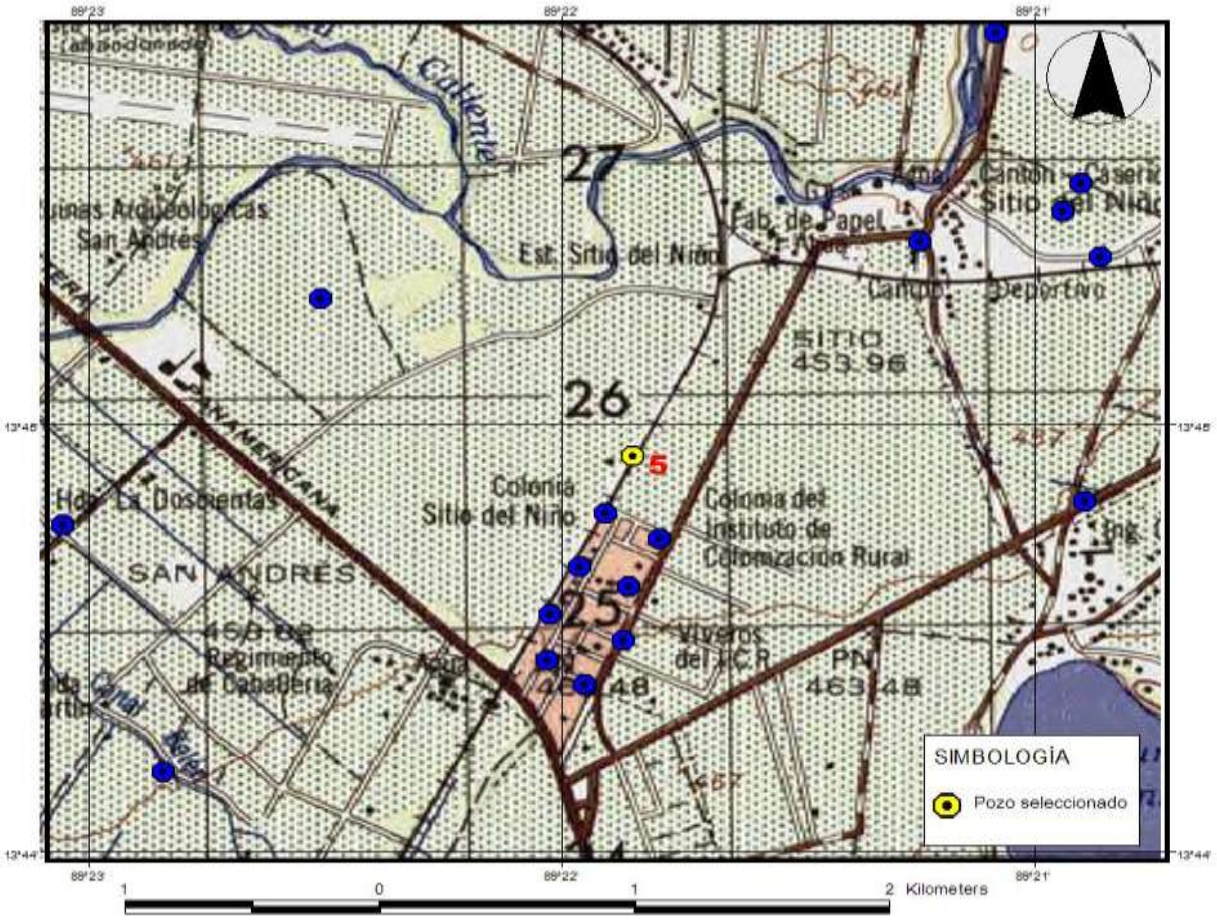
Caudal (l/s): 2 barriles/ día

Horas bombeo/dia:

Persona que da información: José Antonio Arévalo Rivas

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 08/04/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Sitio del Niño

CASERÍO: Hacienda Sitio del Niño

Datos de Ubicación

Código del sitio: 06

Propietario: Pastor de Jesús Flores

Uso actual: Doméstico

COORDENADAS

X: 460961.0175

Y: 297679.2068

Z: 466

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 9.4

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA)): PE

Producción / Extracción de Agua:

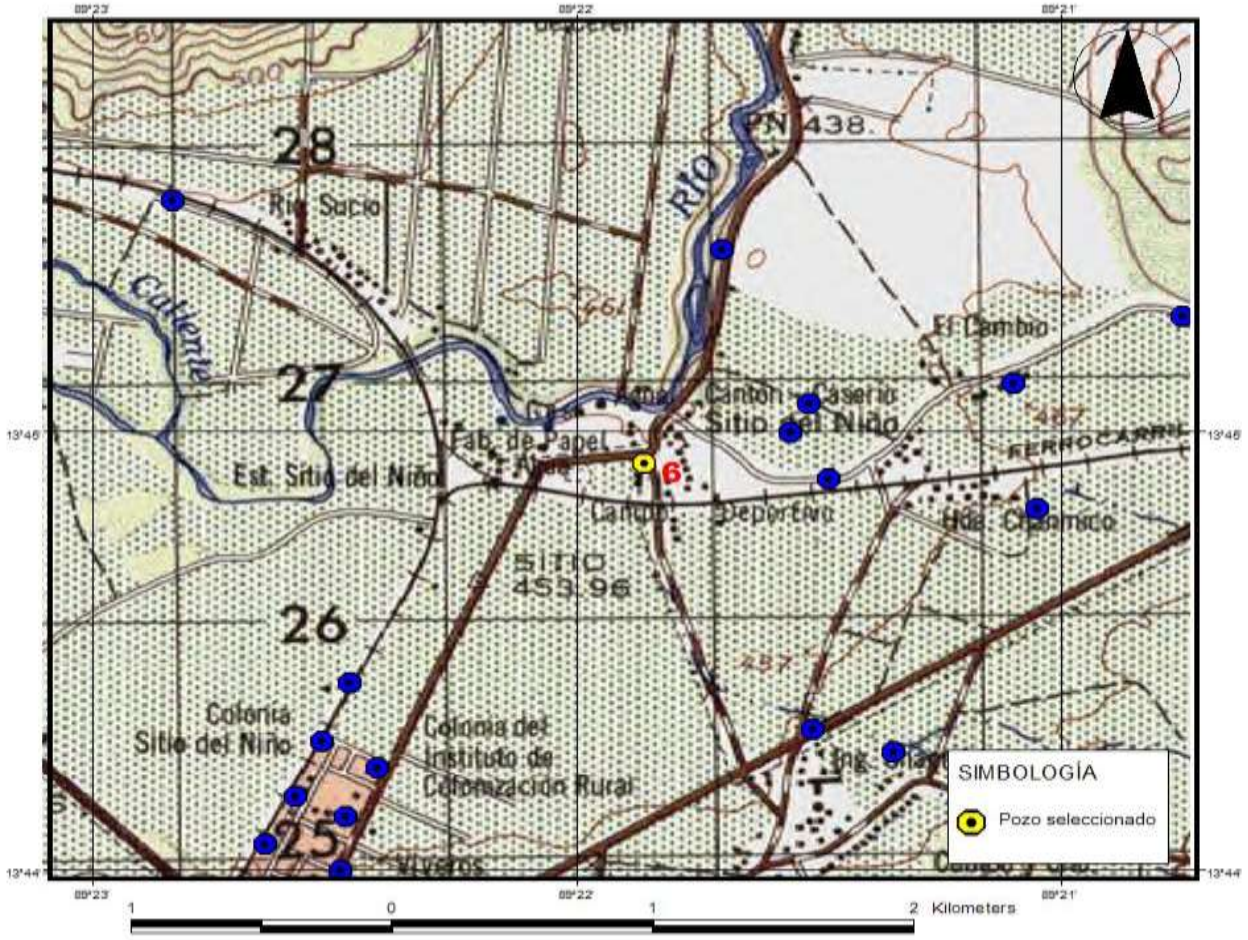
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información: Fredis Nolberto Valencia

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 14/03/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Sitio del Niño

CASERÍO: Colonia Nuevo Sitio del Niño

Datos de Ubicación

Código del sitio: 07

Propietario: Julio Antonio Guardado y Paula Teodora Rodríguez

Uso actual: Doméstico

COORDENADAS

X: 461574.0954

Y: 297930.2786

Z: 477

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 20.83

Altura brocal (m): 0.4

Diámetro (m): 0.94

Tipo bomba: Eléctrica

Tipo de fuente: (PP, PE, MA)): PE

Producción / Extracción de Agua:

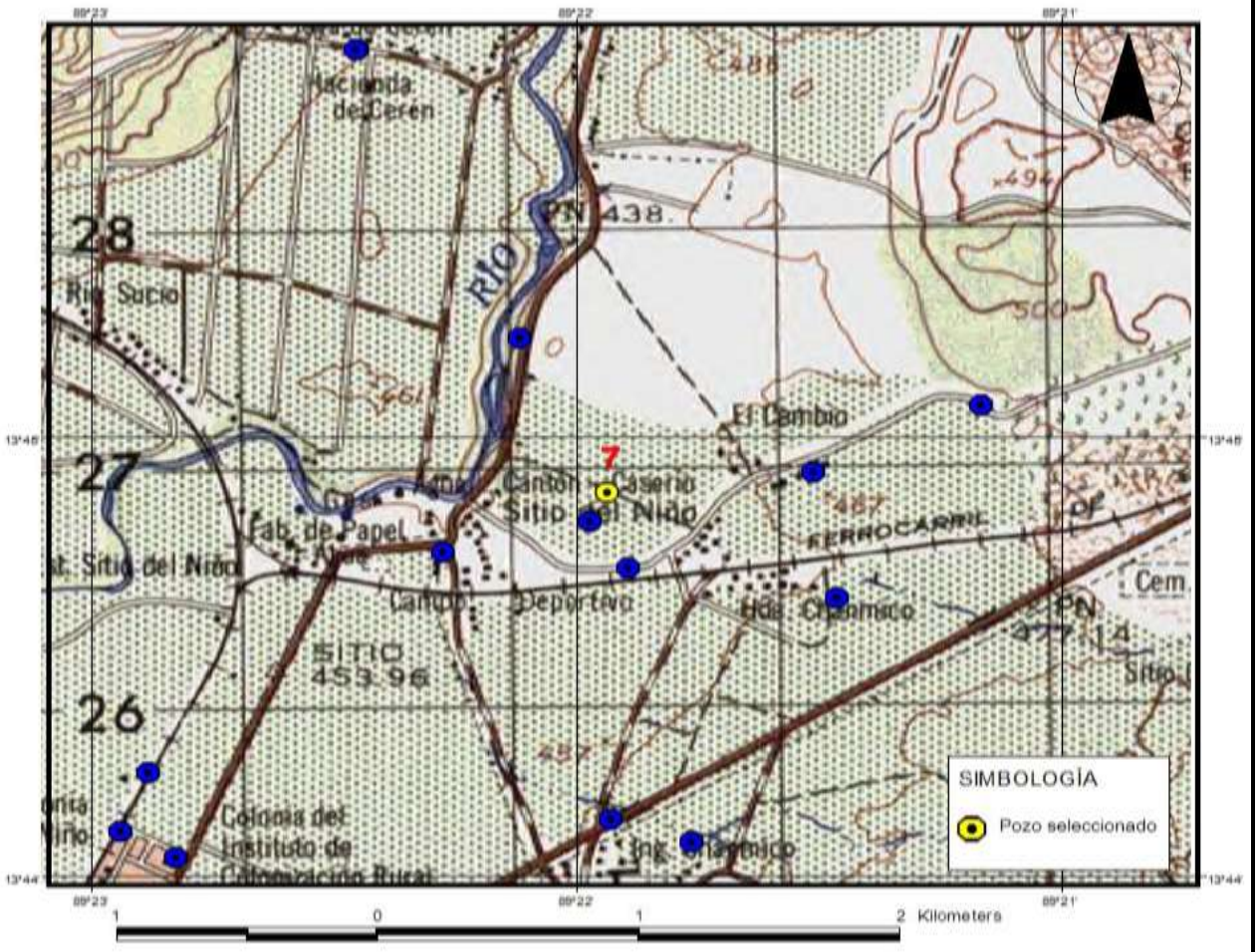
Caudal (l/s): 2 barriles/ día

Horas bombeo/dia: 2 h/ día

Persona que da información: Sra. Paula Teodora Rodríguez

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 26/09/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Sitio del Niño

CASERÍO: Los Críticos

Datos de Ubicación

Código del sitio: 08

Propietario: María Magdalena Sánchez

Uso actual: Consumo Humano

COORDENADAS

X: 461250.6914

Y: 298579.1595

Z: 446

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 10.98

Altura brocal (m): 0.1

Diámetro (m): 1

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA)): PE

Producción / Extracción de Agua:

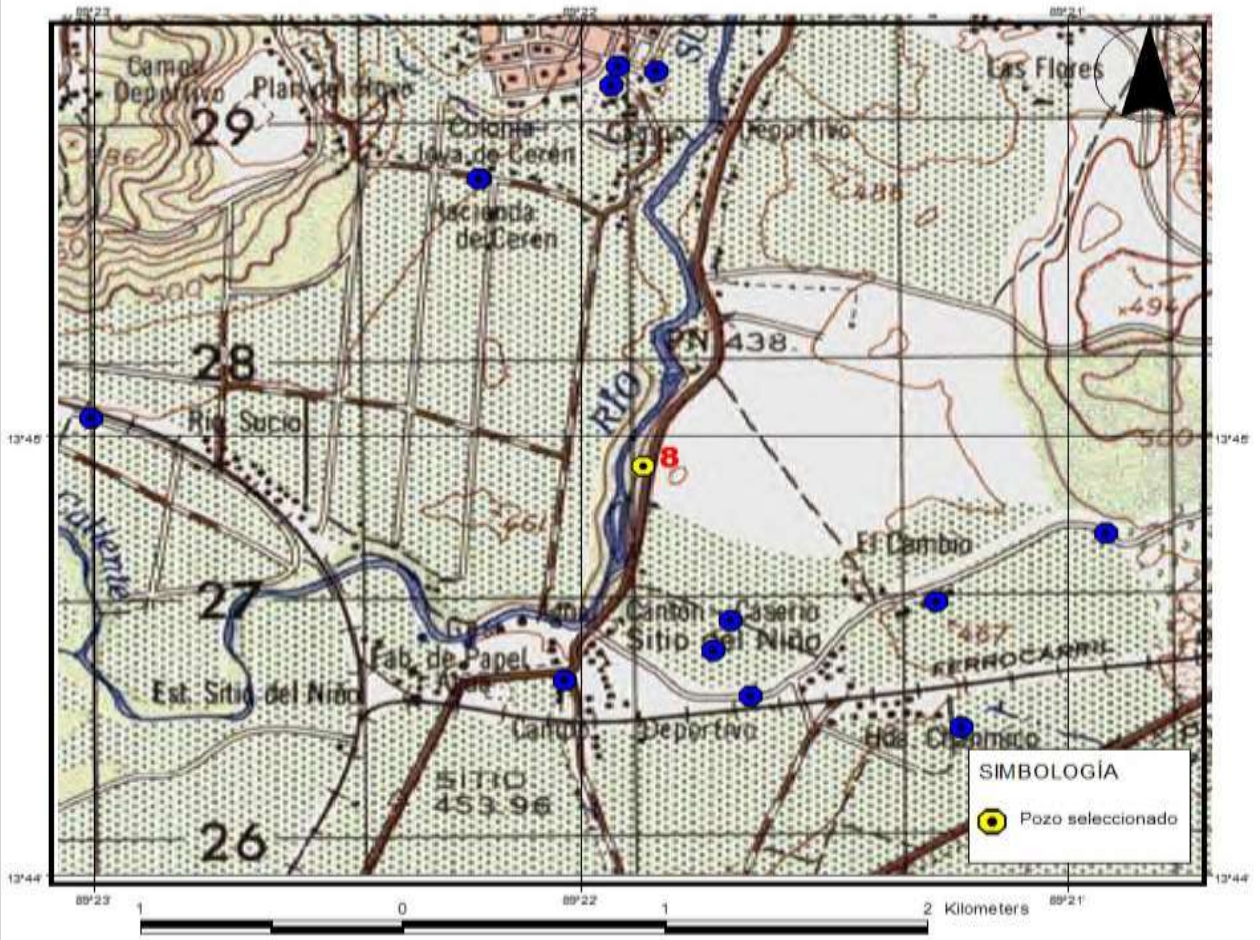
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 02/10/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Agua Escondida

CASERÍO: La Isla

Datos de Ubicación

Código del sitio: 09

Propietario: Miguel Angel Sosa

Uso actual: Riego

COORDENADAS

X: 463617.1727

Y: 302751.942

Z: 440

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 9.2

Altura brocal (m): 0.6

Diámetro (m): o.95

Tipo bomba: Balde y lazo

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

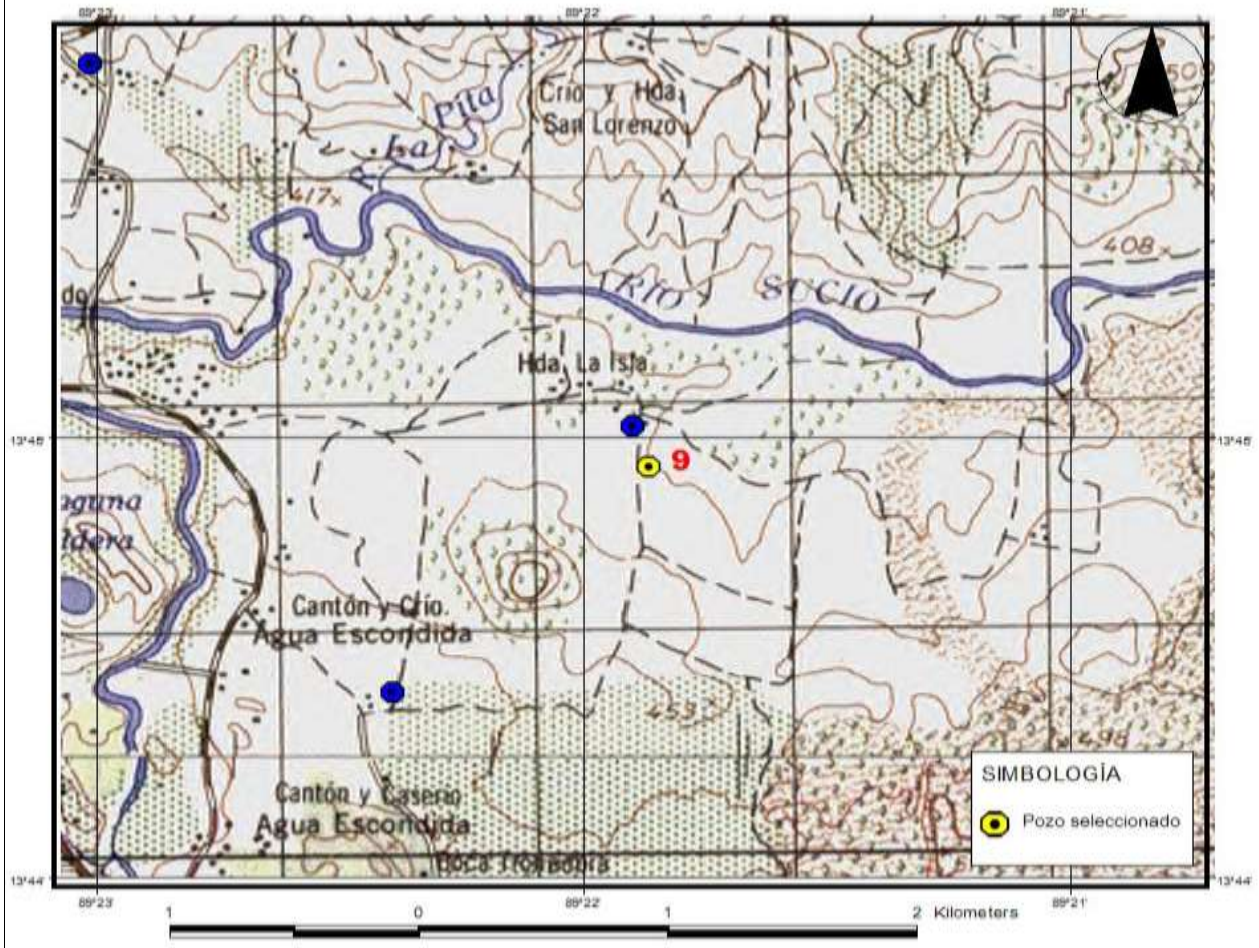
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 08/04/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Joya de Cerén

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 10

Propietario: Francisco Ayala

Uso actual: Doméstico

COORDENADAS

X: 461566.3609

Y: 300825.0494

Z: 460

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 60 varas

Altura brocal (m): 0.51

Diámetro (m): 0.91

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

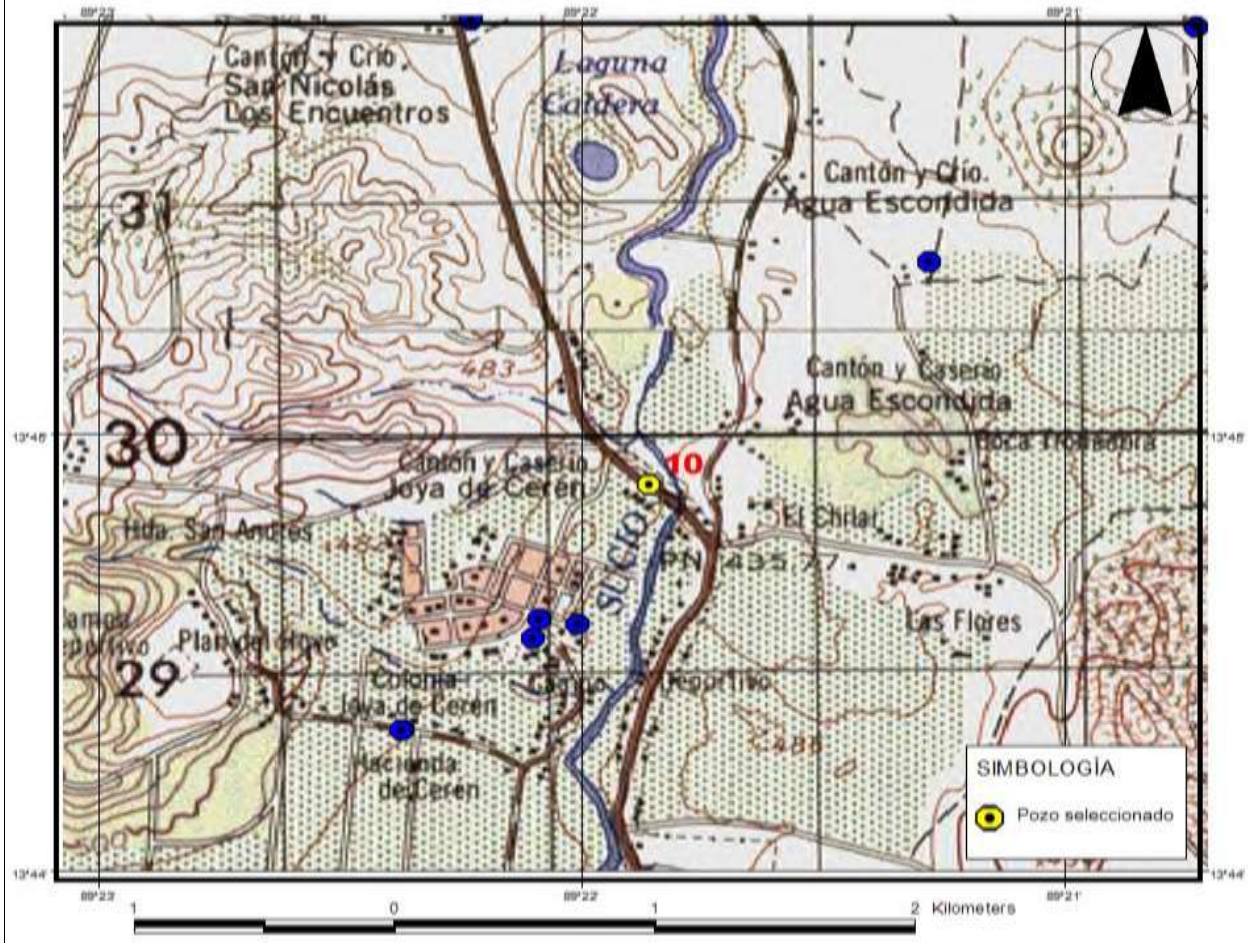
Caudal (l/s): 3 barriles/ día

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 03/10/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Joya de Cerén

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 11

Propietario: Presentación de la Paz Pineda

Uso actual: Sin uso

COORDENADAS

X: 461301.2149

Y: 300238.5005

Z: 455

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 12.16

Altura brocal (m): 0.67

Diámetro (m): 0.72

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

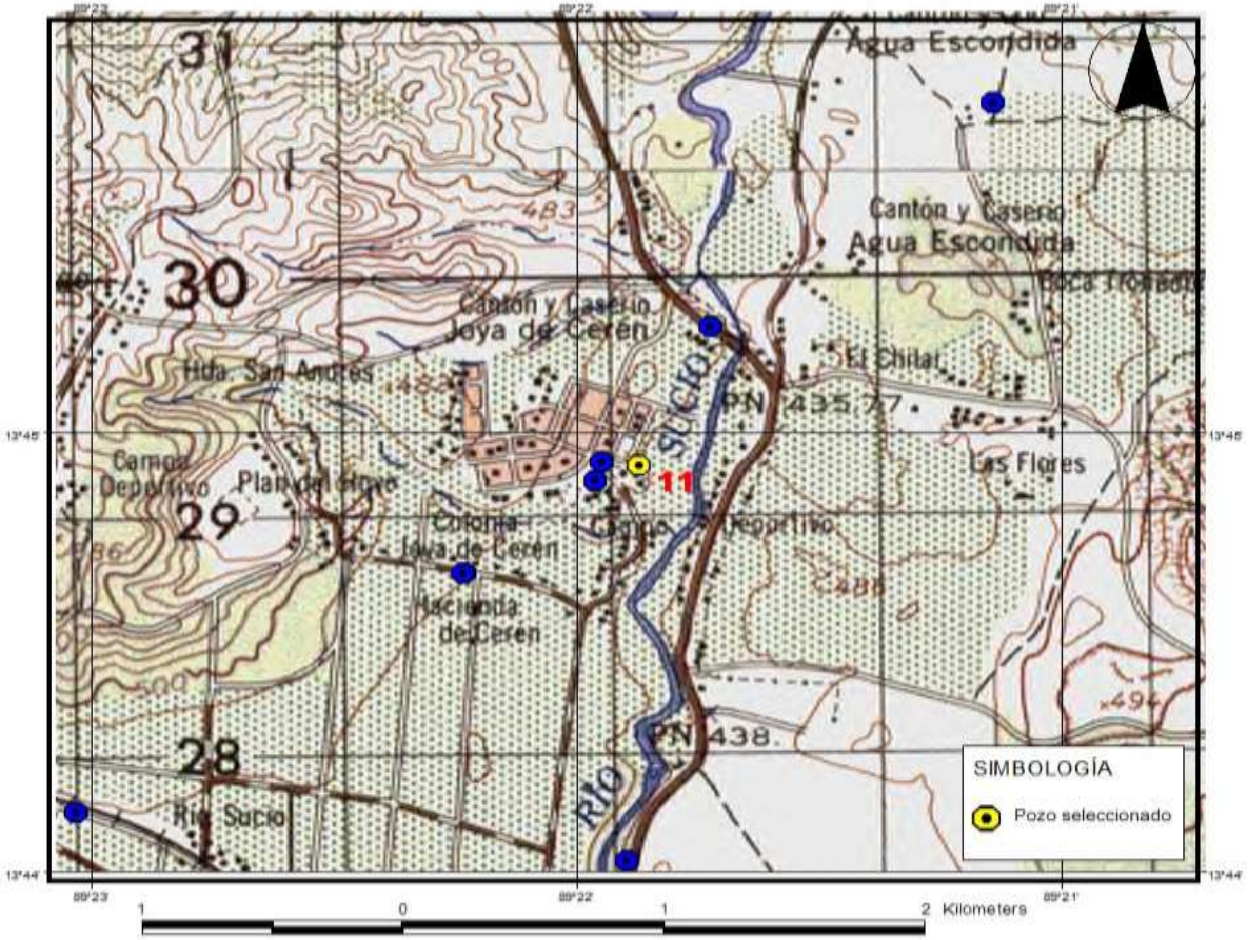
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 29/08/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: San Pedro Oriente

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 12

Propietario: Manuel Lemus

Uso actual: Doméstico y riego

COORDENADAS

X:461041.7628

Y: 303459.3915

Z: 439

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 5.96

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

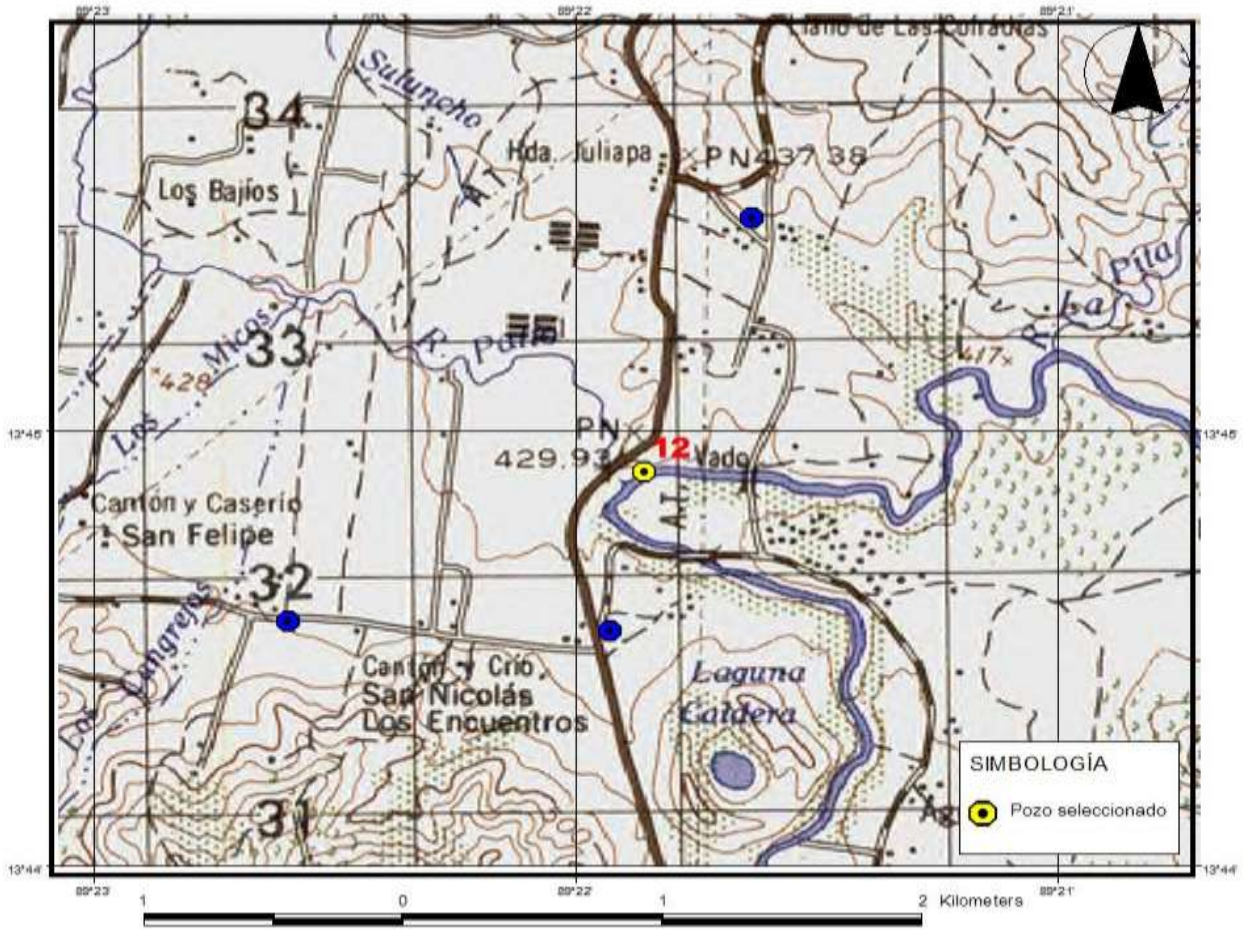
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 03/10/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: San Pedro Oriente

CASERÍO: Colonia Las Victorias

Datos de Ubicación

Código del sitio: 13

Propietario: Isidro Ernesto Avila

Uso actual: Consumo humano

COORDENADAS

X: 461442.7293

Y: 304534.3457

Z:

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 6.46

Altura brocal (m): 0.4

Diámetro (m): 0.7

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

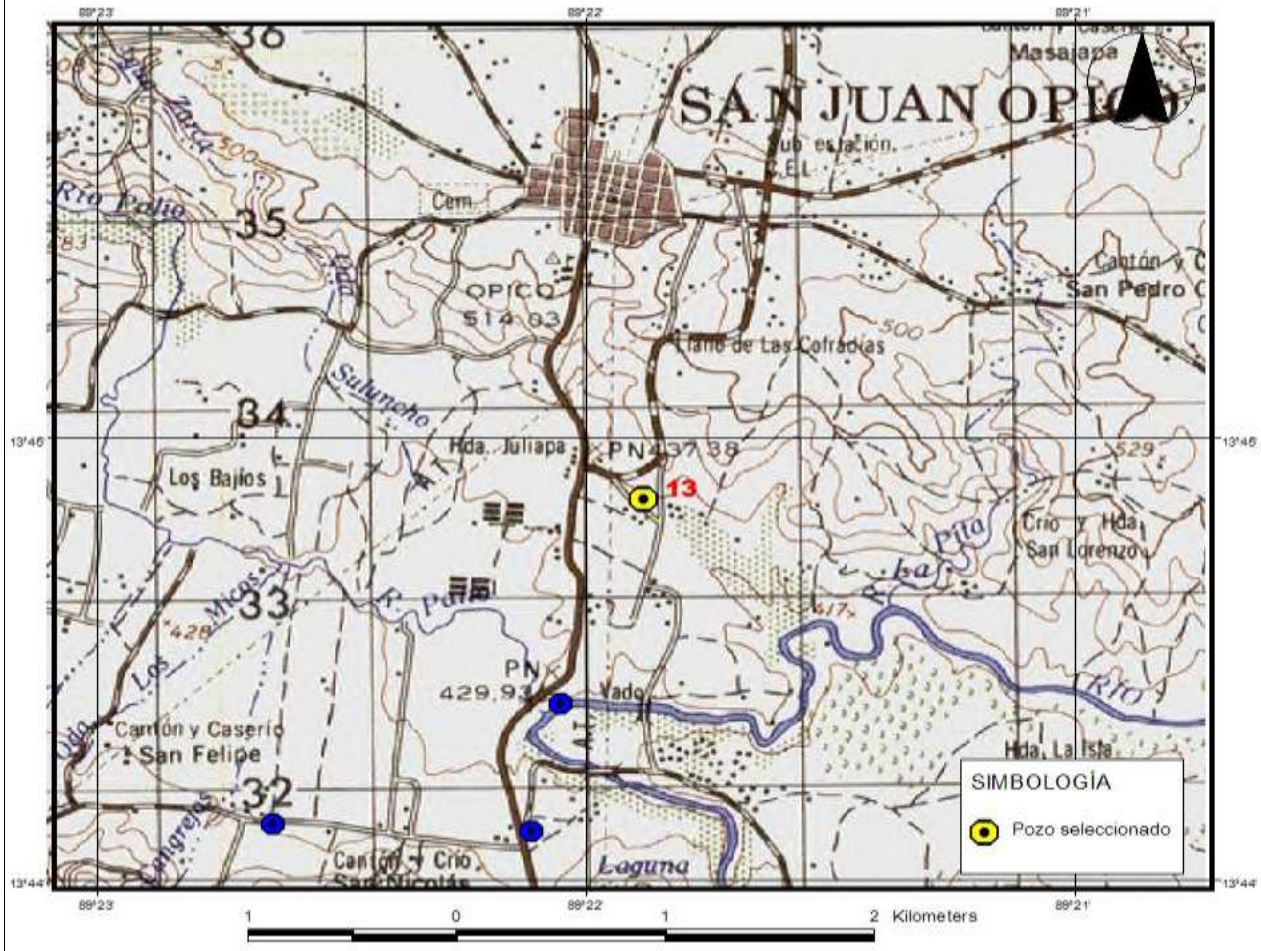
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 08/04/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: San Nicolás

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 14

Propietario: Jorge Alberto Montoya

Uso actual: Doméstico

COORDENADAS

X: 460908.6281

Y: 302786.6037

Z: 435

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 13.9

Altura brocal (m): 0.72

Diámetro (m): 0.96

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

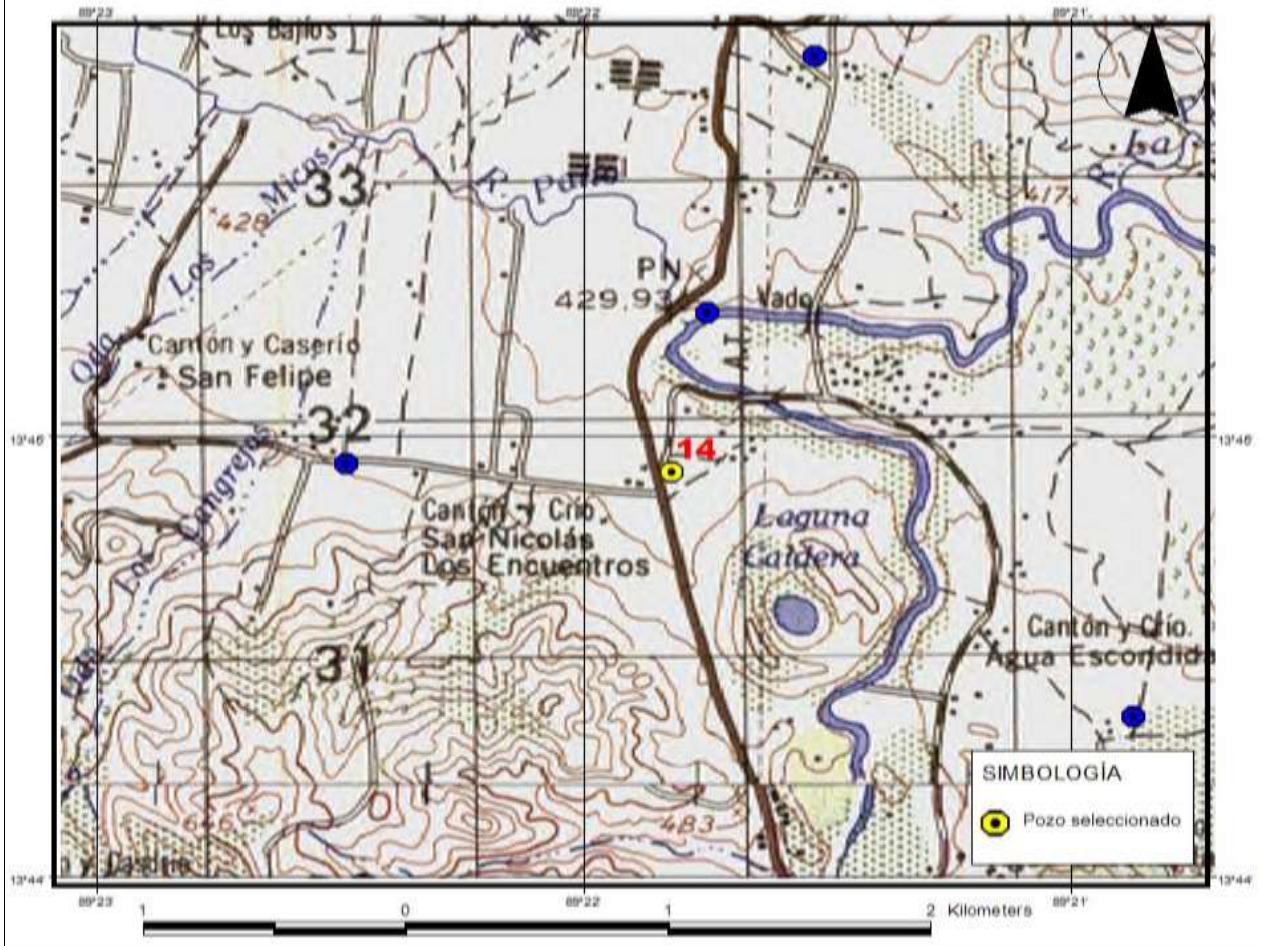
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 03/10/ 2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: San Felipe

CASERÍO: San Nicolás, Los encuentros

Datos de Ubicación

Código del sitio: 15

Propietario: Jesús Miranda Sosa

Uso actual: Consumo Humano

COORDENADAS

X: 459707.5379

Y: 302825.3136

Z: 454

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 18.31

Altura brocal (m): 0.54

Diámetro (m): 0.9

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

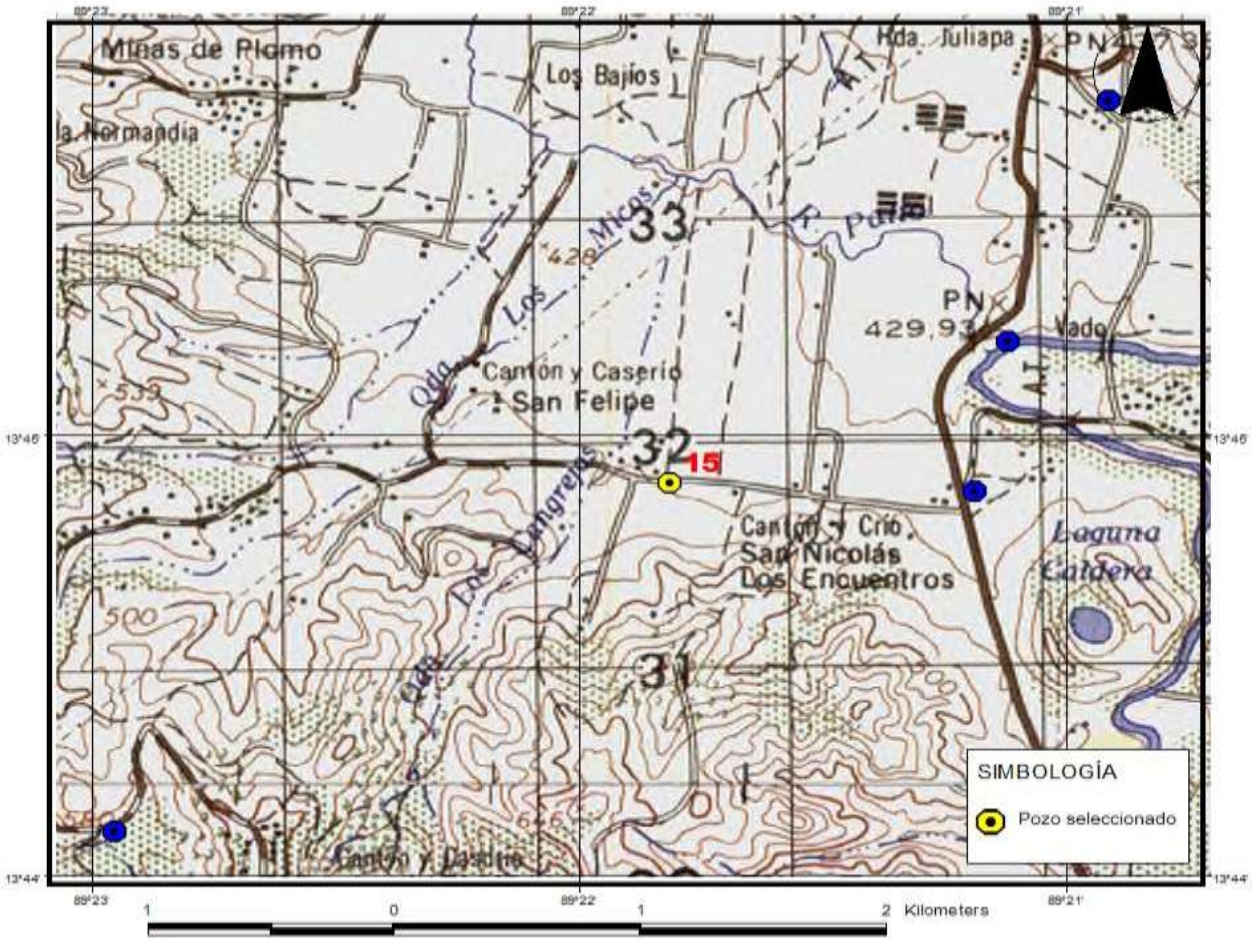
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información: Alfredina Miranda Rivas

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 08/04/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Sitio del Niño

CASERÍO: Colonia Tecpán

Datos de Ubicación

Código del sitio: 16

Propietario: Porfirio Moreno Morales

Uso actual: Doméstico

COORDENADAS

X: 458677.9986

Y: 297436.8955

Z: 478

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 8.6

Altura brocal (m): 0.46

Diámetro (m): 0.87

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

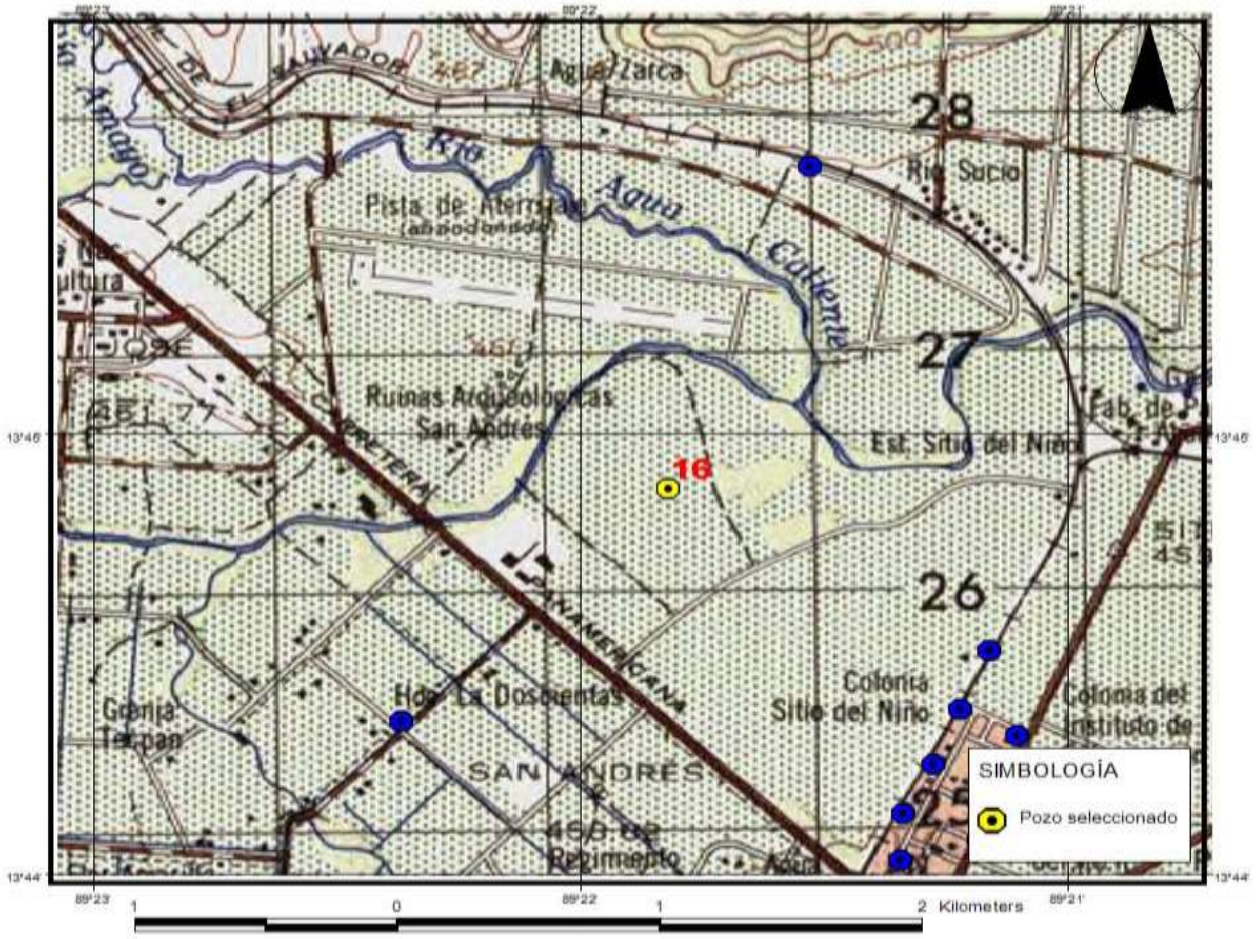
Caudal (l/s): 3 barriles/día

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 17/10/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Joya de Cerén

CASERÍO: Agua Zarca

Datos de Ubicación

Código del sitio: 17

Propietario: Oscar Cardoza

Uso actual:

COORDENADAS

X: 459205.7253

Y: 298785.1049

Z: 472

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 17.47

Altura brocal (m): 0.56

Diámetro (m): 0.84

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

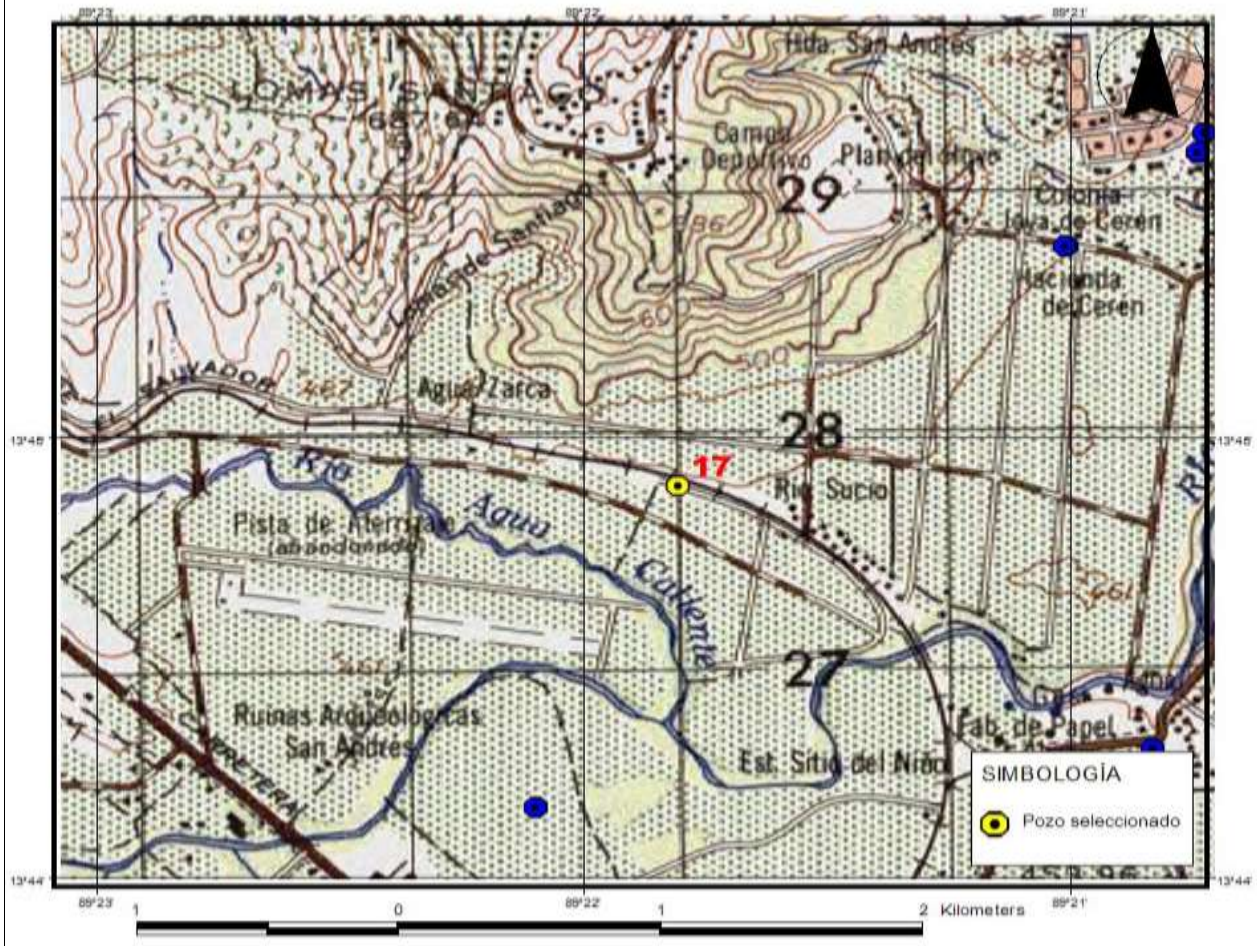
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 02/10/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: Ciudad Arce

CANTÓN: San Andrés

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 18

Propietario: Julio Aldana

Uso actual: Doméstico

COORDENADAS

X: 456002.7733

Y: 299736.8094

Z: 461

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 11.54

Altura brocal (m): 0.46

Diámetro (m): 0.98

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

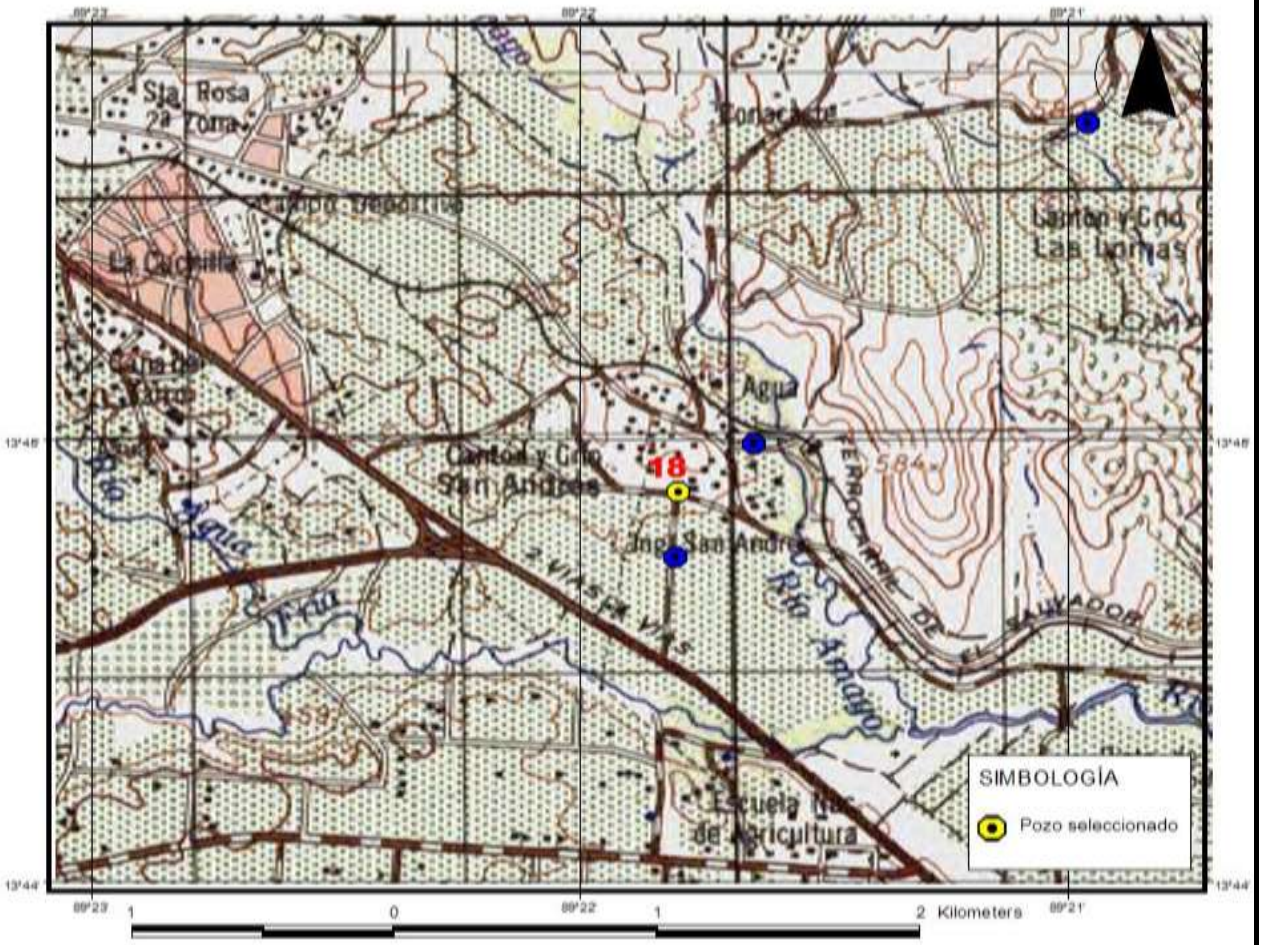
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA:

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: Ciudad Arce

CANTÓN: Las Lomas

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 19

Propietario: Luis Alonso Alas

Uso actual:

COORDENADAS

X: 457518.9123

Y: 301273.8594

Z: 541

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 9.6

Altura brocal (m): 0.33

Diámetro (m): 1.45

Tipo bomba: Bomba de mecate

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

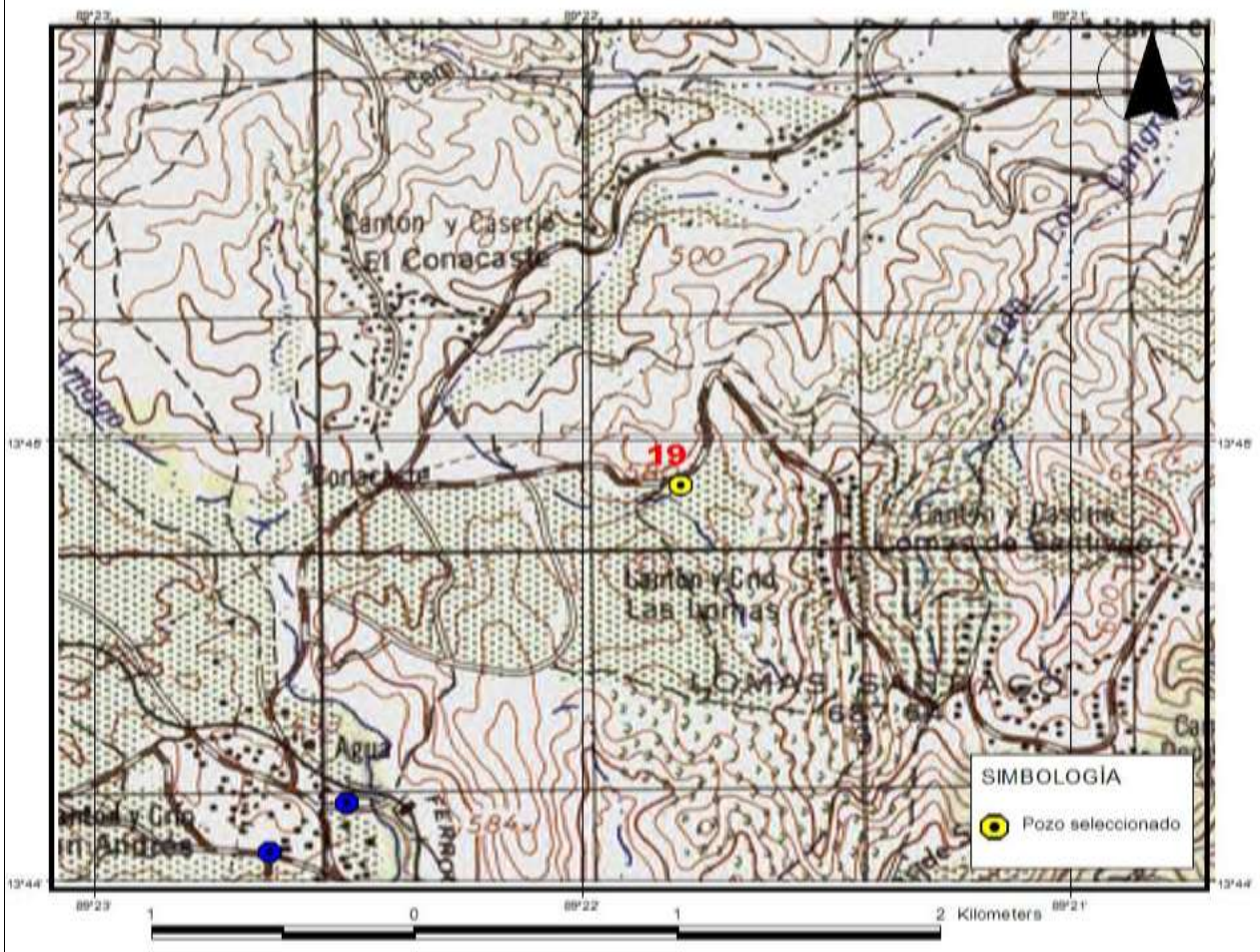
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 20/10/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: Ciudad Arce

CANTÓN: Veracruz

CASERÍO: Flor Amarilla

Datos de Ubicación

Código del sitio: 20

Propietario: Sara María Fernandez

Uso actual:

COORDENADAS

X: 457692.1707

Y: 296464.0365

Z:

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 3.76

Altura brocal (m): 0.3

Diámetro (m): 1.1

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

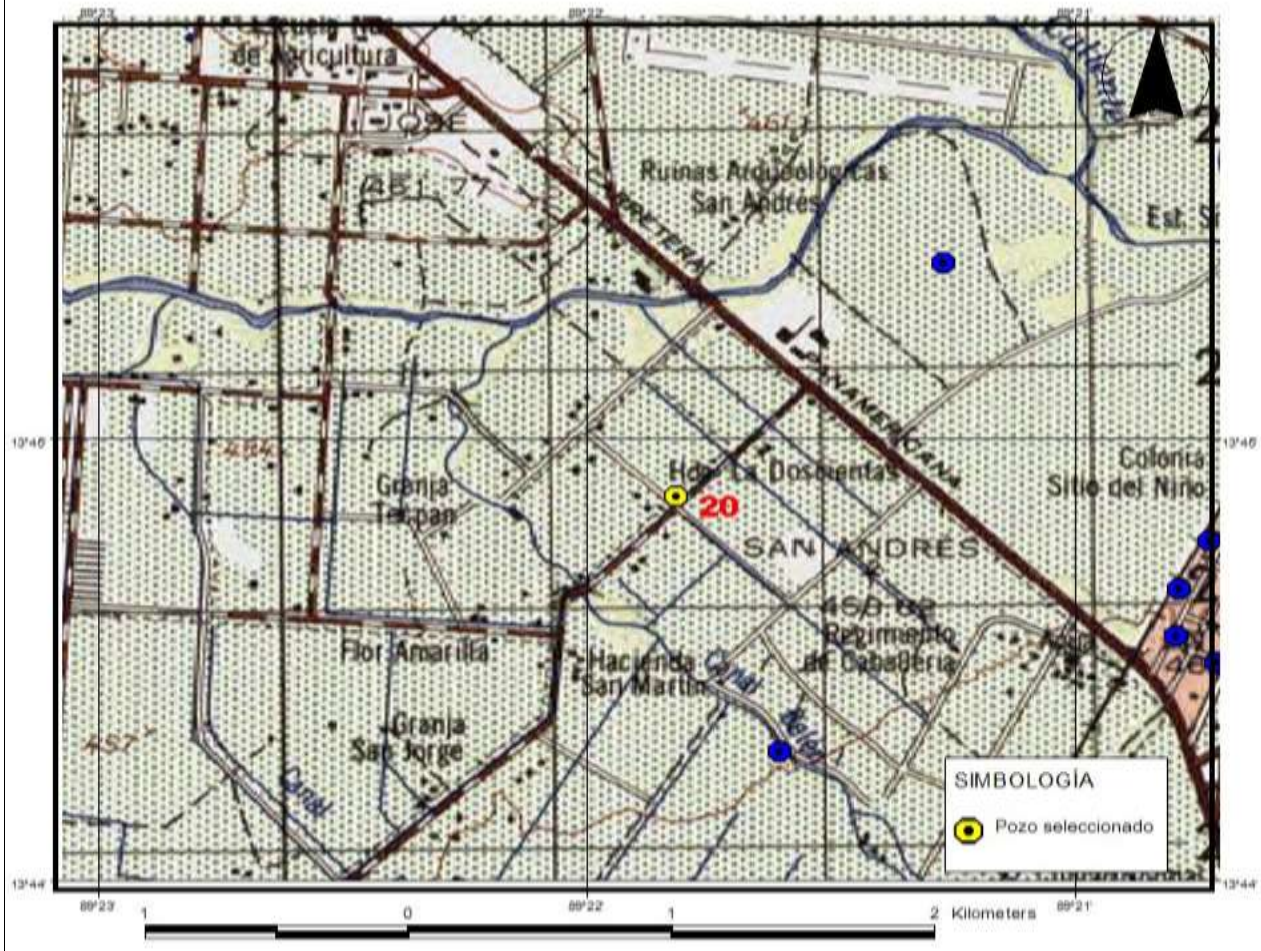
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 02/10/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: San Pedro Oriente

CASERÍO: Colonia Las Victorias

Datos de Ubicación

Código del sitio: 21

Propietario: Francisca Maura Navarro

Uso actual: Sin uso

COORDENADAS

X: 461442.7293

Y: 304534.3457

Z:

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 5.65

Altura brocal (m): 0.59

Diámetro (m): 1

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

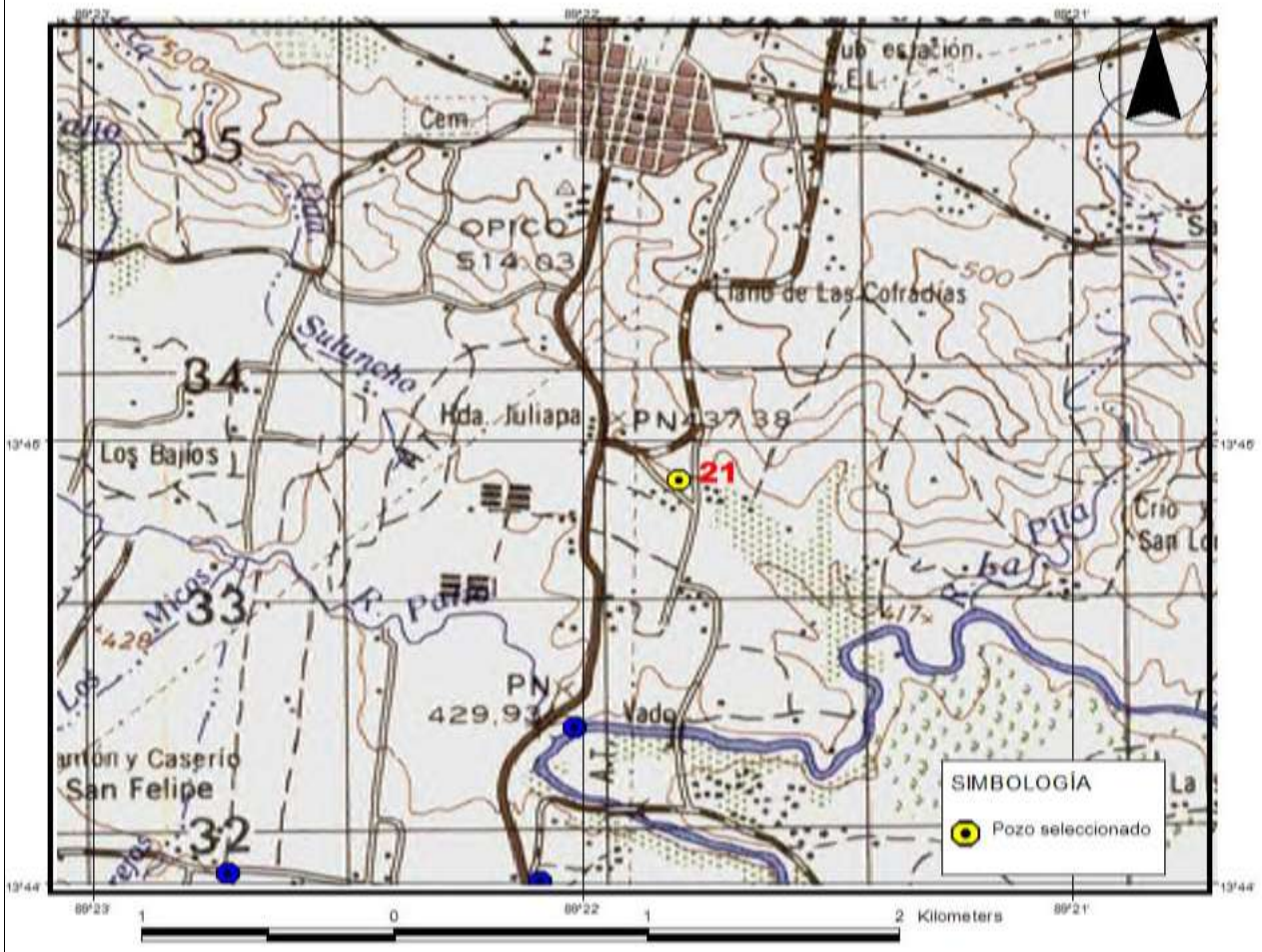
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 23/05/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: Quezaltepeque

CANTÓN: El Puente

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 22

Propietario: Juan Carlos Cativo

Uso actual:

COORDENADAS

X: 469727.1855

Y: 302028.1002

Z: 439

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 7.39

Altura brocal (m): 0.63

Diámetro (m): 0.95

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 02/10/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Agua Escondida

CASERÍO: La Isla

Datos de Ubicación

Código del sitio: 23

Propietario: José Antonio Galea

Uso actual: Consumo Humano

COORDENADAS

X: 463557.3694

Y: 302933.3329

Z: 443

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 13.9

Altura brocal (m): 0.9

Diámetro (m): 0.8

Tipo bomba: Balde

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

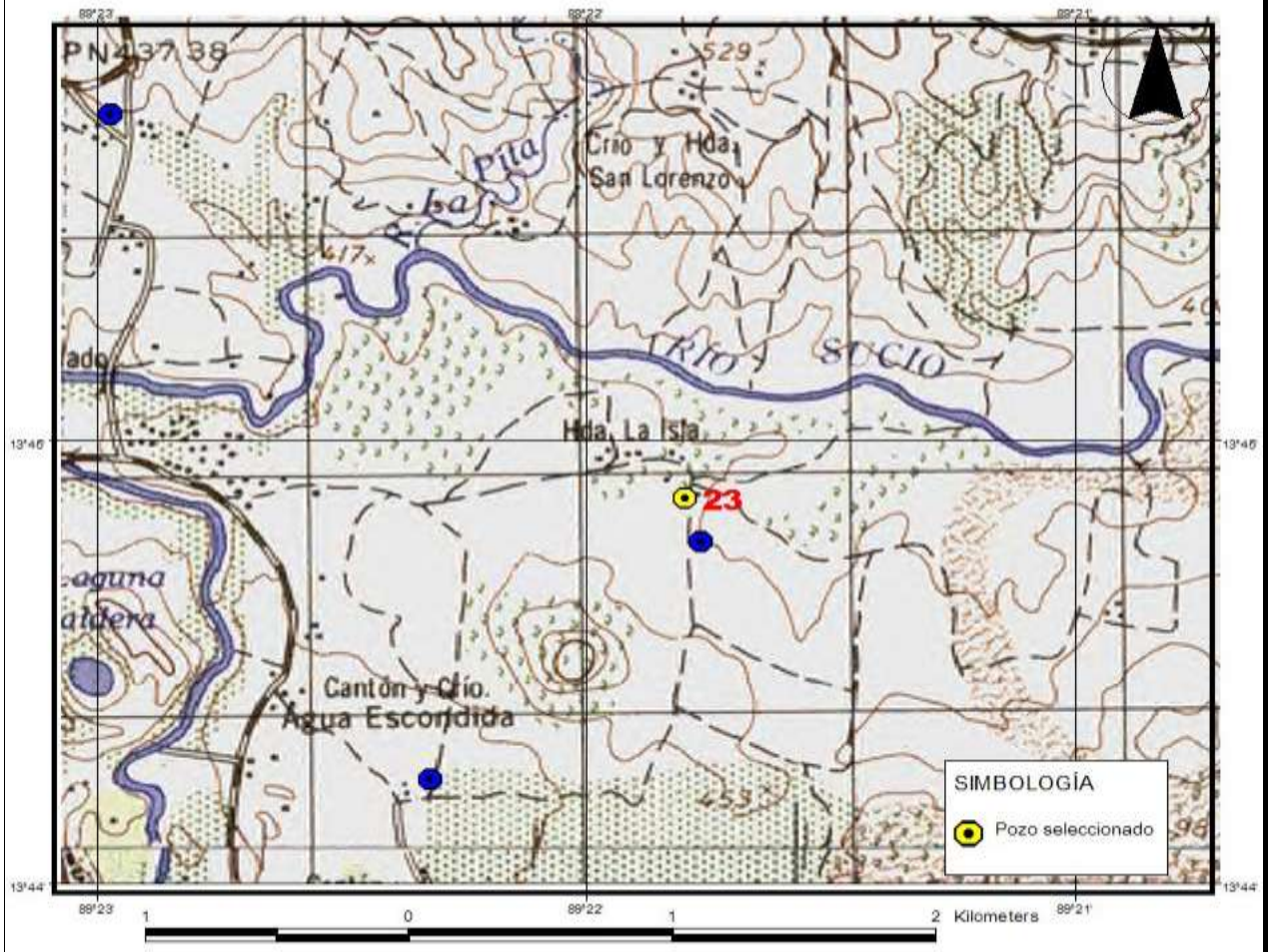
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 14/03/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Chanmico

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 24

Propietario: Público

Uso actual: Sin uso

COORDENADAS

X: 461356.1576

Y: 294771.5724

Z:

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m):

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): MA

Producción / Extracción de Agua:

Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 22/12/2008

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Sitio del Niño

CASERÍO: Colonia Sitio del Niño

Datos de Ubicación

Código del sitio: 25

Propietario: Delia García

Uso actual: Doméstico

COORDENADAS

X: 459829.0635

Y: 295963.1312

Z: 481

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 12.72

Altura brocal (m): 0.05

Diámetro (m): 0.97

Tipo bomba: Eléctrica

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

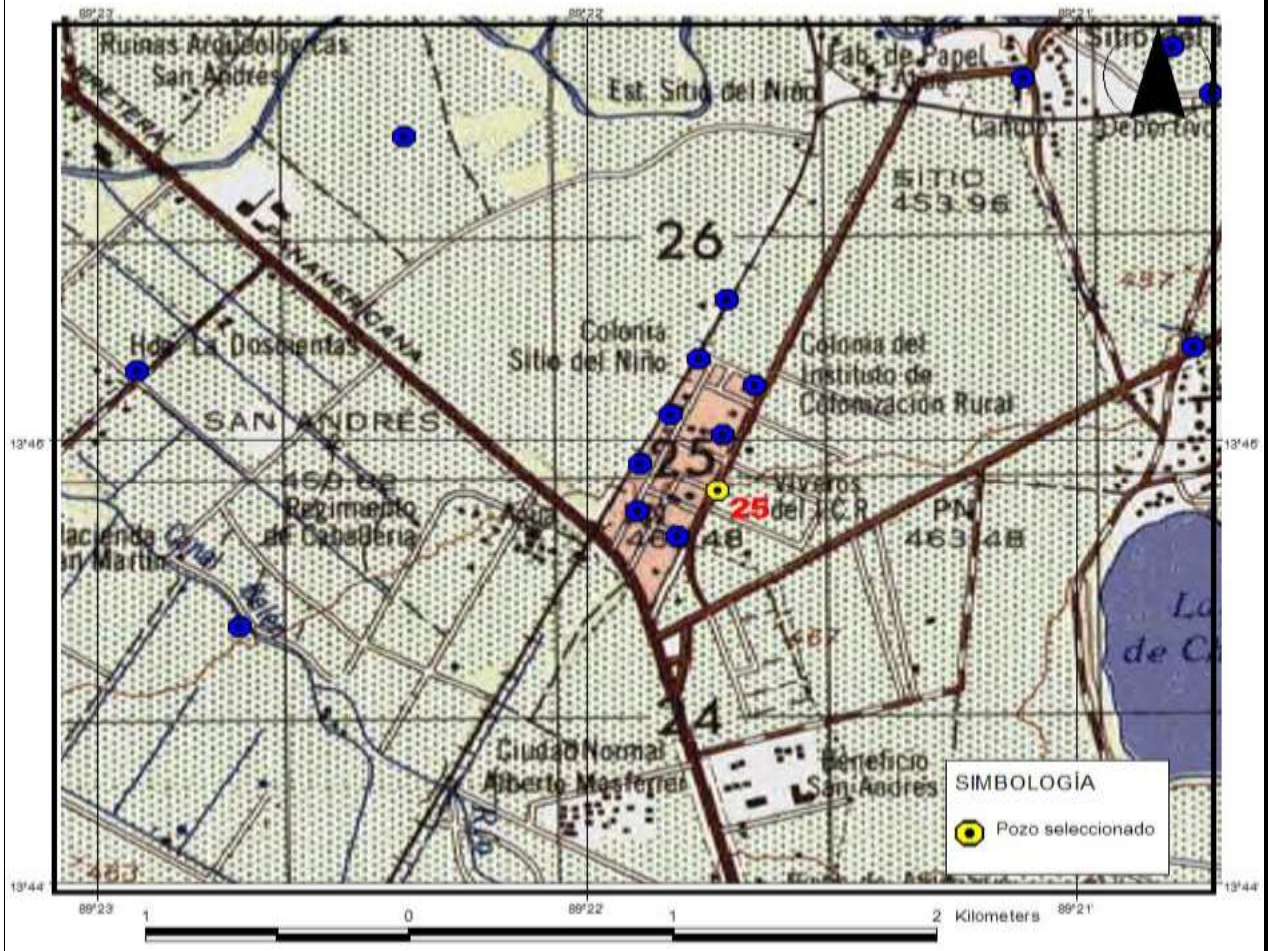
Caudal (l/s): 1 barril/día

Horas bombeo/dia:

Persona que da información: Delia García

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 08/04/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: El Matazano

CASERÍO: Milagro de la Roca

Datos de Ubicación

Código del sitio: 26

Propietario: ARA Crío. Milagro de la Roca

Uso actual: Potable

COORDENADAS

X: 465347.853

Y: 299012.8141

Z: 502

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 90

Altura brocal (m): 0

Diámetro (m): 8"

Tipo bomba: Eléctrica Sumergible

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PP

Producción / Extracción de Agua:

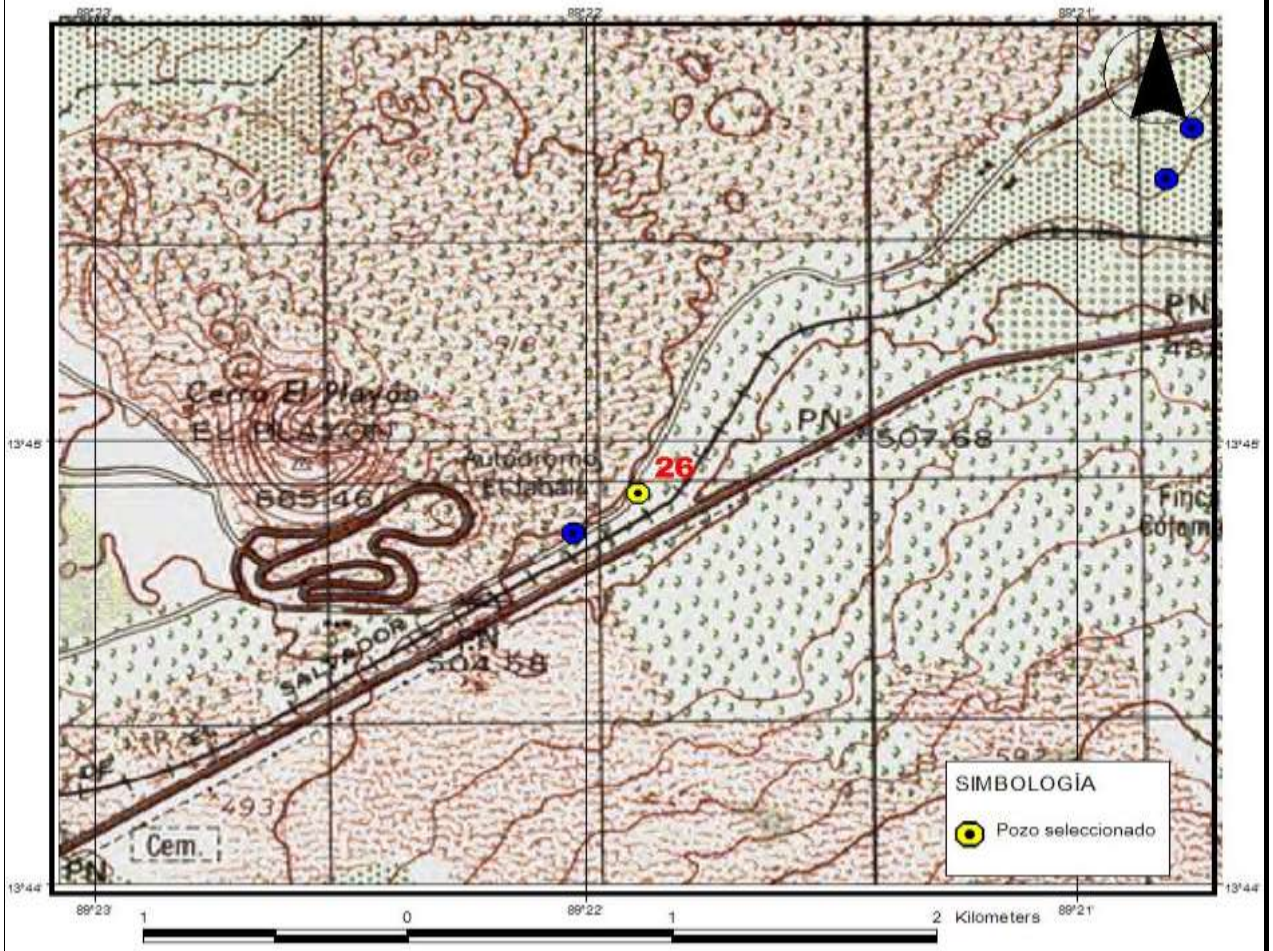
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 22/12/2008

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Sitio del Niño

CASERÍO: Colonia Sitio del Niño

Datos de Ubicación

Código del sitio: 27

Propietario: Marta Elsa Quijano

Uso actual: Doméstico

COORDENADAS

X: 459850.4402

Y: 296190.4990

Z: 471

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 11.3

Altura brocal (m): 0.57

Diámetro (m): 0.91

Tipo bomba: Eléctrica

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

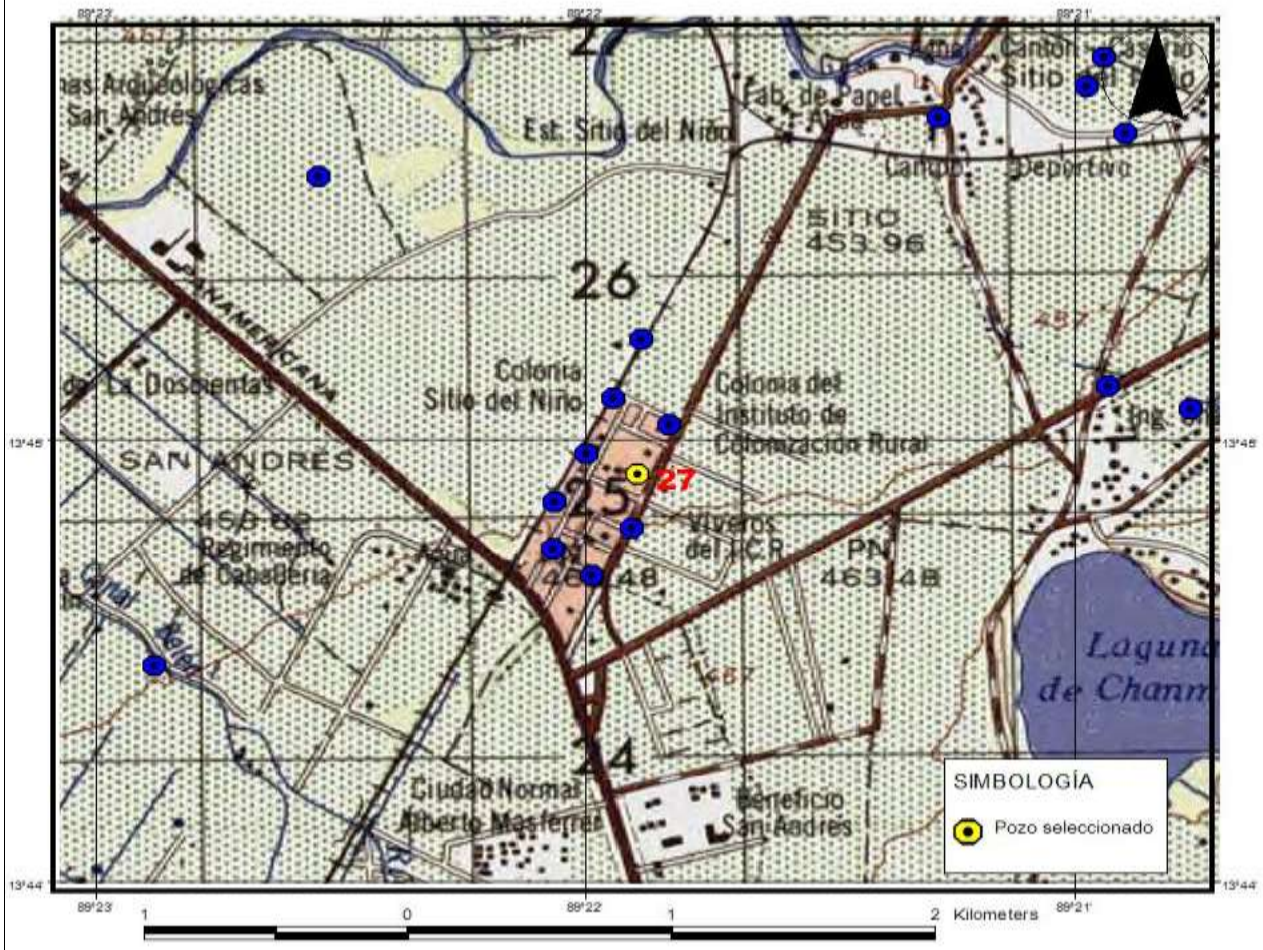
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información: German Alexis Cordova

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 02/10/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: Ciudad Arce

CANTÓN: San Andrés

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 28

Propietario: Juan Francisco Guardado

Uso actual: Consumo Humano

COORDENADAS

X: 456285.4170

Y: 299939.1504

Z: 471

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 6.83

Altura brocal (m): 0.6

Diámetro (m): 0.95

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

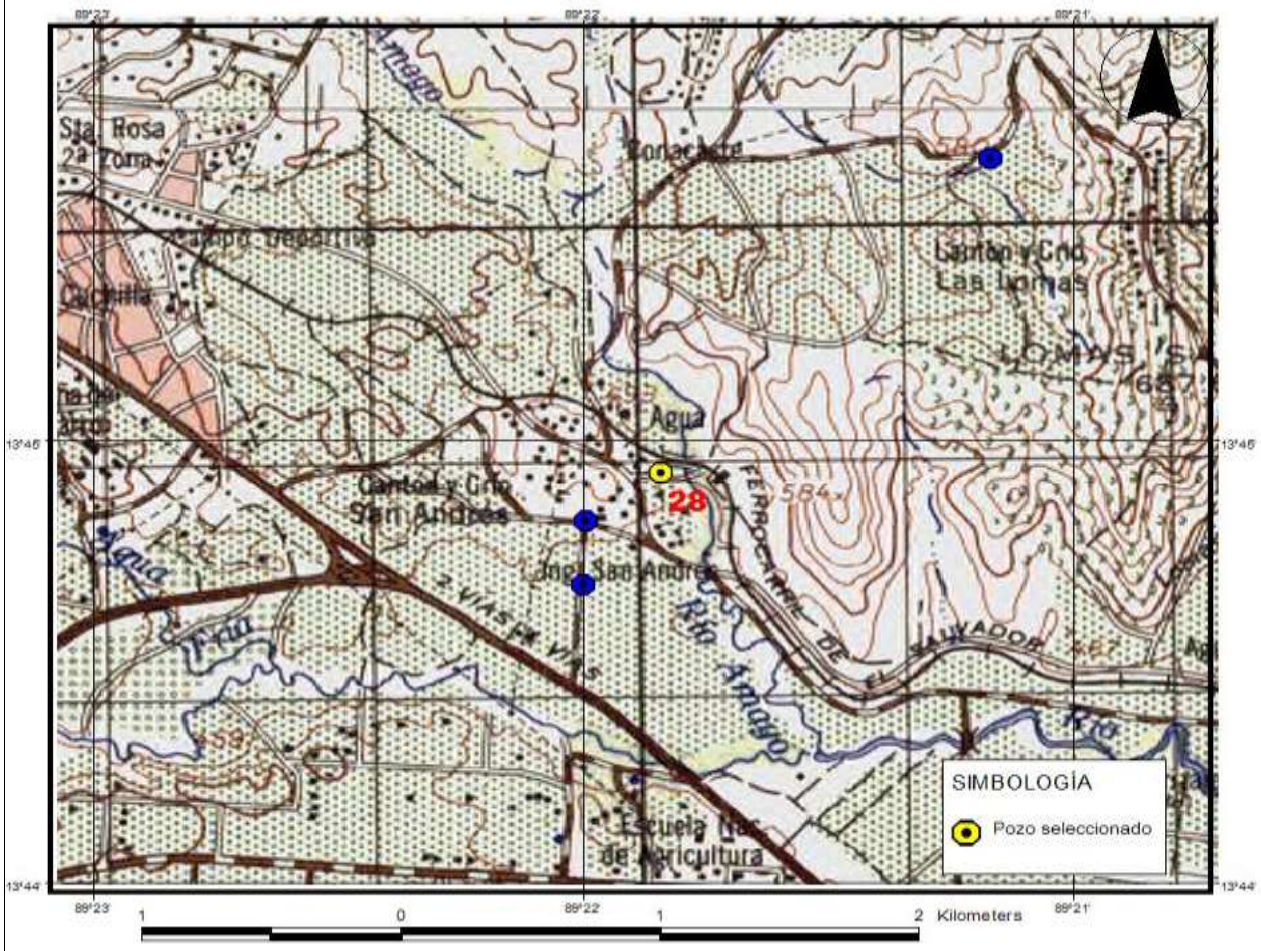
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 22/12/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Sitio del Niño

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 29

Propietario: Luis Alonso Andrade

Uso actual: Doméstico

COORDENADAS

X: 459967.8988

Y: 296396.208

Z: 468

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 10.28

Altura brocal (m): 0.7

Diámetro (m): 0.9

Tipo bomba: Balde y Lazo

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

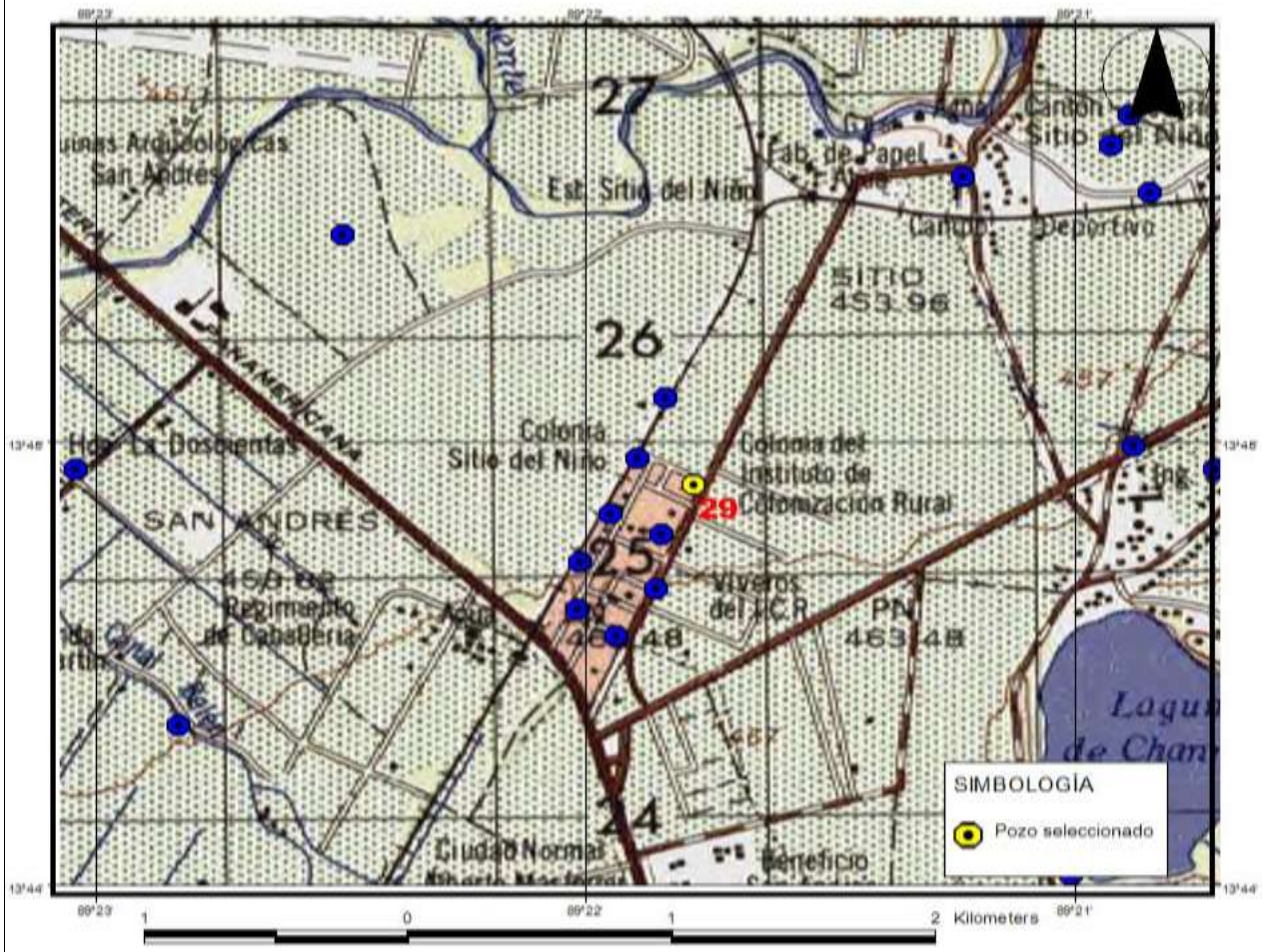
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información: Alonso Iván Andrade

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 08/04/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Chanmico

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 30

Propietario: Cantón Chanmico

Uso actual: Potable

COORDENADAS

X: 461887.3026

Y: 296460.9297

Z: 482

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 64

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PP

Producción / Extracción de Agua:

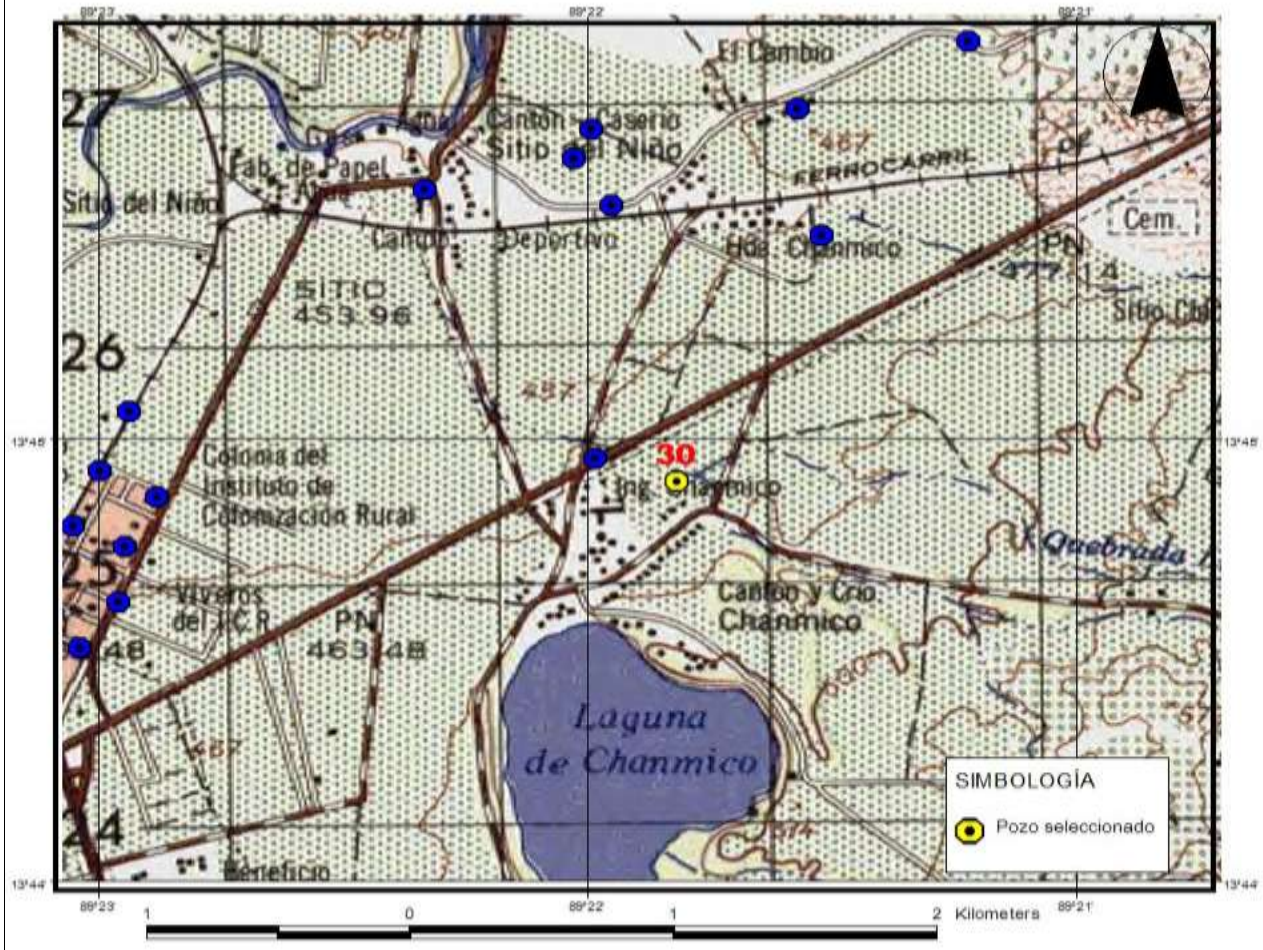
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA:

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Sitio del Niño

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 31

Propietario: Francisco Aquino

Uso actual: Doméstico

COORDENADAS

X: 459760.8211

Y: 296507.1551

Z: 471

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 8.05

Altura brocal (m): 0.08

Diámetro (m): 0.77

Tipo bomba: Balde y lazo

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

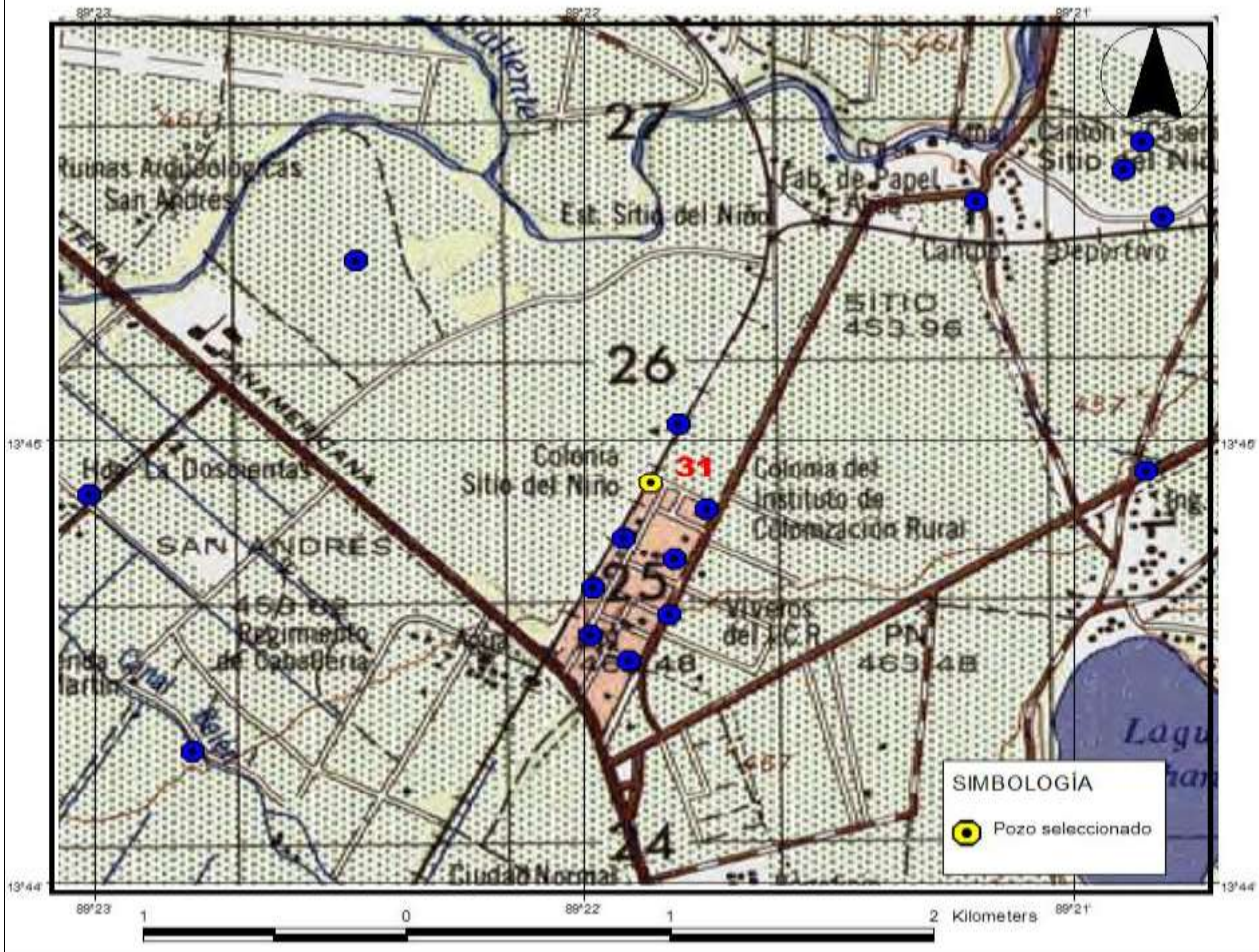
Caudal (l/s): 1M3/Día

Horas bombeo/dia: c/ 3 ó4 días

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 18/12/2008

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Sitio del Niño

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 32

Propietario: Mario Sandoval

Uso actual:

COORDENADAS

X: 459537.5749

Y: 295877.5395

Z: 461

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 14.4

Altura brocal (m): 0.56

Diámetro (m): 0.89

Tipo bomba: Eléctrica

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

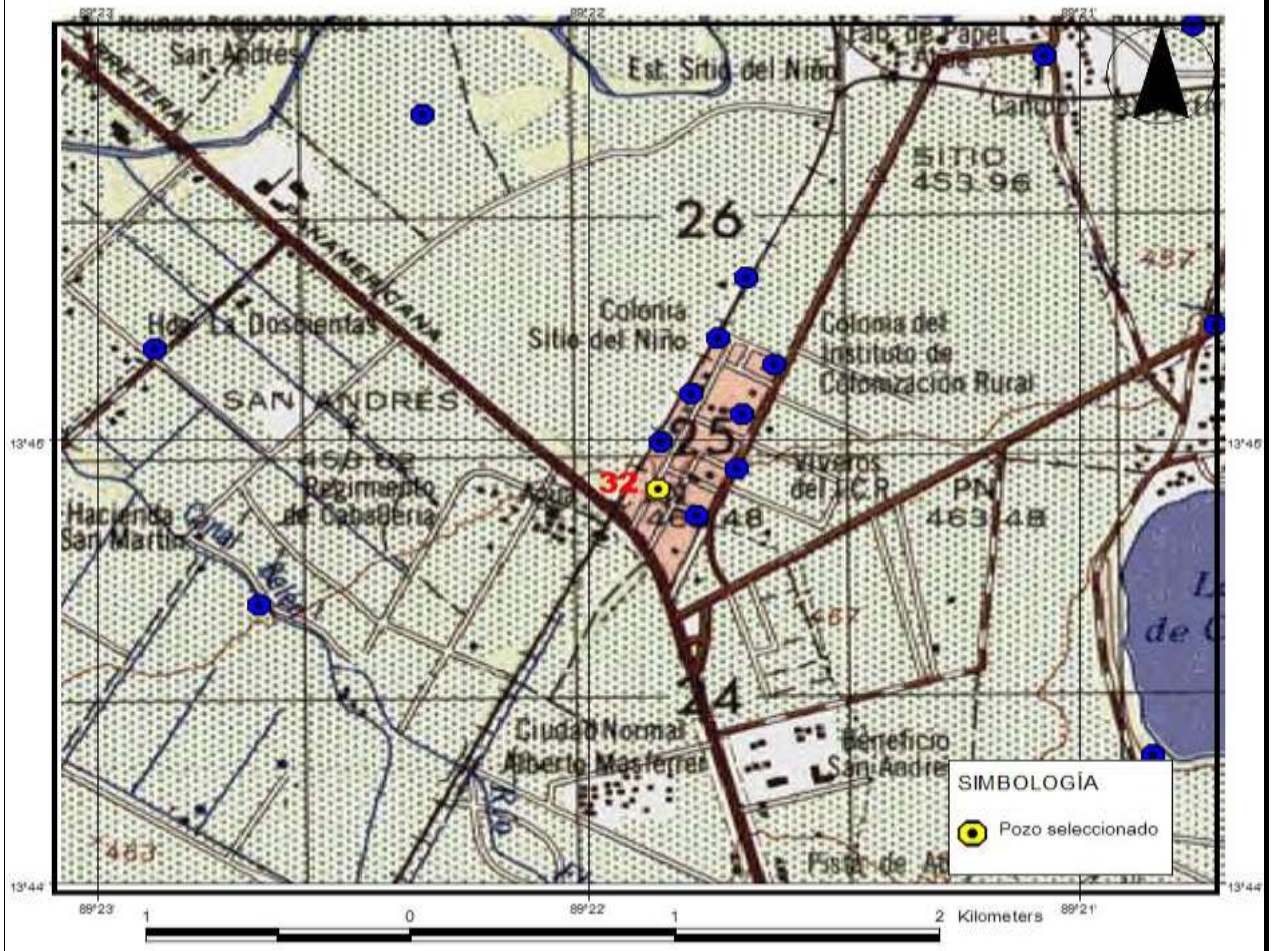
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 22/12/2008

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Sitio del Niño

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 33

Propietario: Sandra Nohemy Alas y María Teresa Barahona

Uso actual:

COORDENADAS

X: 459546.8919

Y: 296074.1961

Z: 460

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 13

Altura brocal (m): 0.72

Diámetro (m): 1

Tipo bomba: No tiene

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

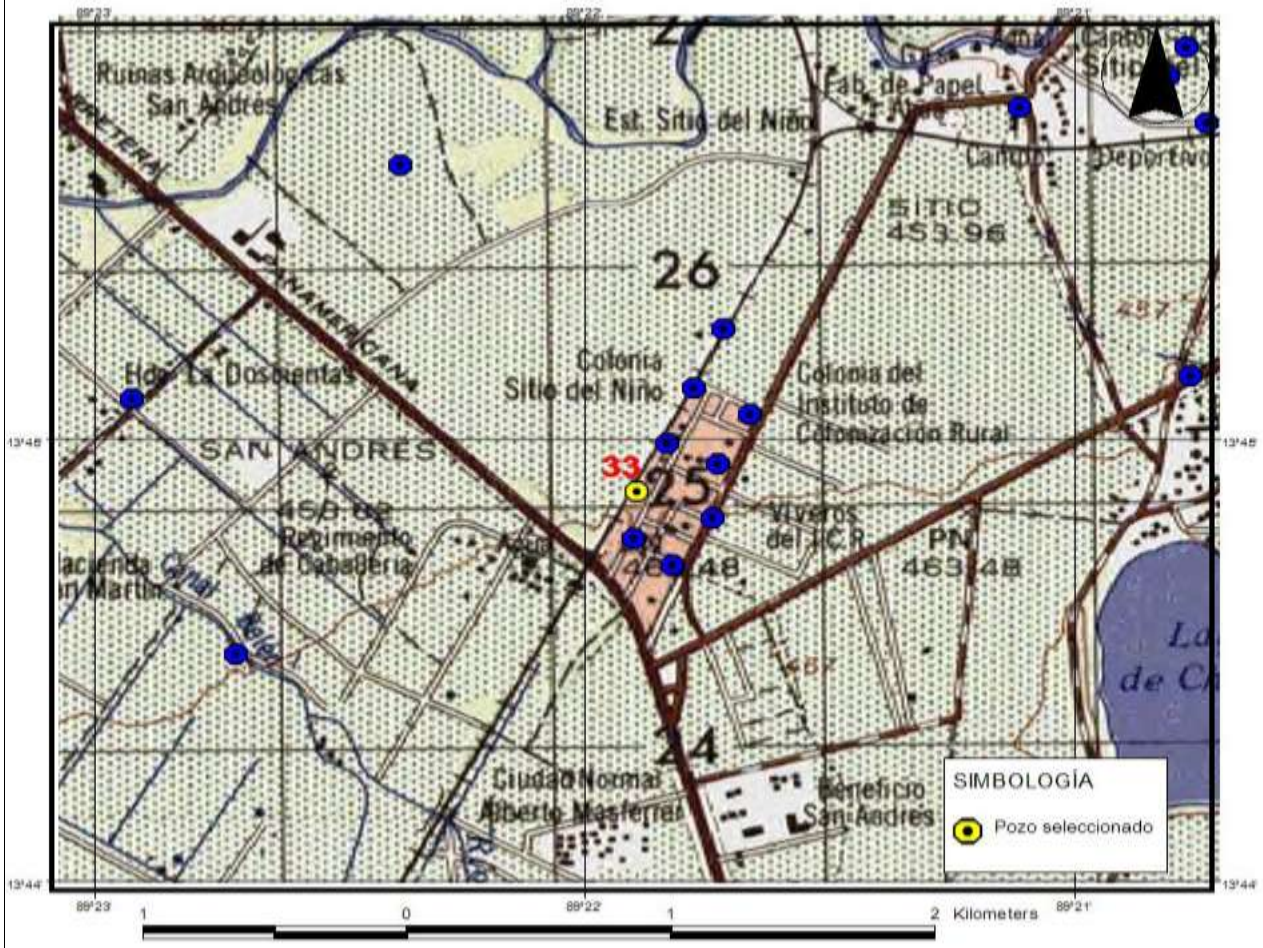
Caudal (l/s): 8 cubetas/día

Horas bombeo/dia:

Persona que da información: Sandra Nohemy Alas

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 22/12/2008

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Sitio del Niño

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 34

Propietario: Francisco Mejía Coto

Uso actual: Doméstico

COORDENADAS

X: 459661.344

Y: 296276.8353

Z: 457

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 10.60

Altura brocal (m): 0.20

Diámetro (m): 1.07

Tipo bomba: Eléctrica

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

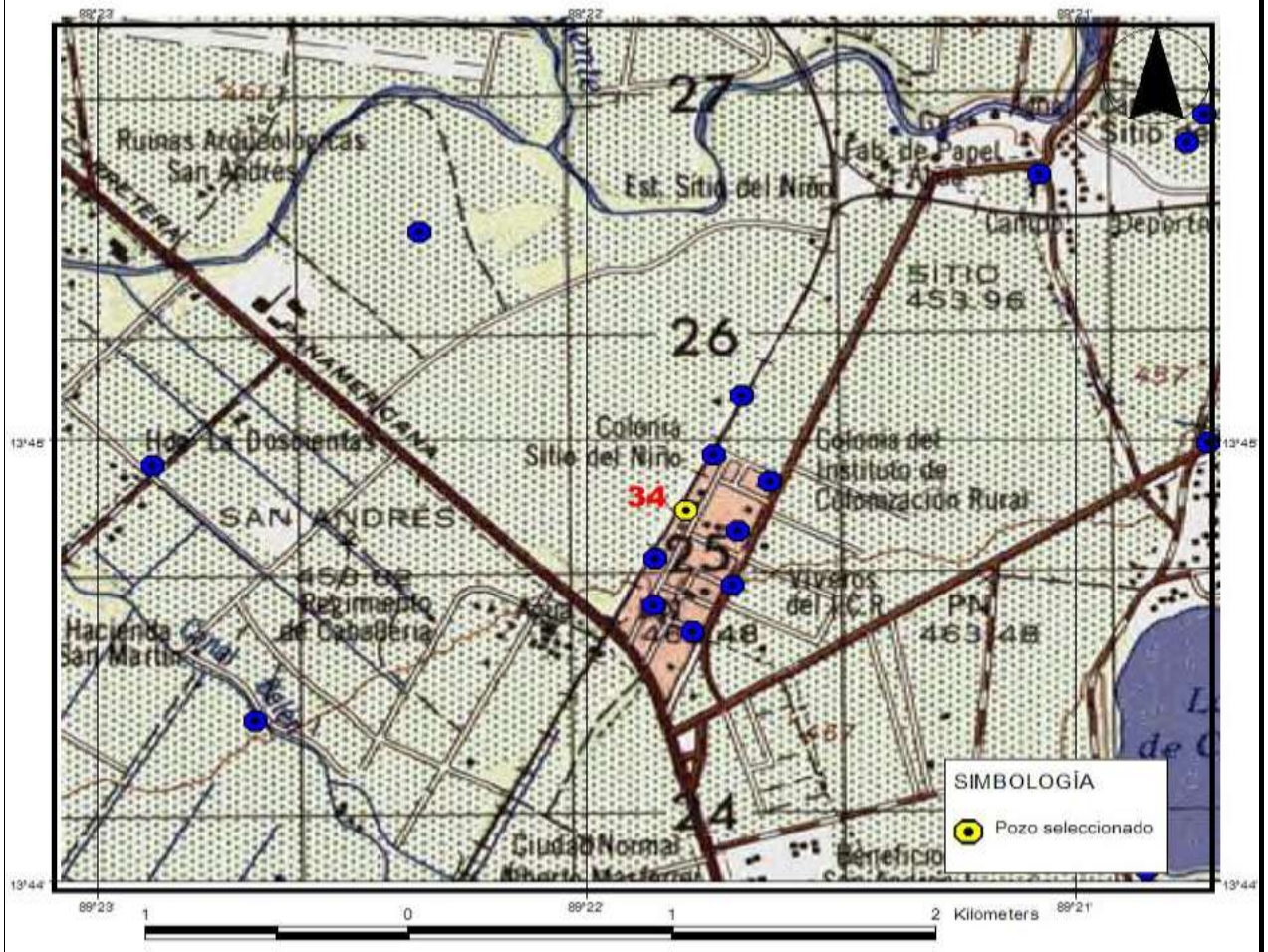
Caudal (l/s): 2.5 M3/día

Horas bombeo/dia:

Persona que da información: Francisco Mejía

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 14/03/ 2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Chanmico

CASERÍO: Lotificación La Argentina

Datos de Ubicación

Código del sitio: 35

Propietario: Angela Olga Espinosa

Uso actual: Sin uso

COORDENADAS

X: 461648.7098

Y: 297610.5776

Z:

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 15.15

Altura brocal (m): 0.51

Diámetro (m): 0.97

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA):

Producción / Extracción de Agua:

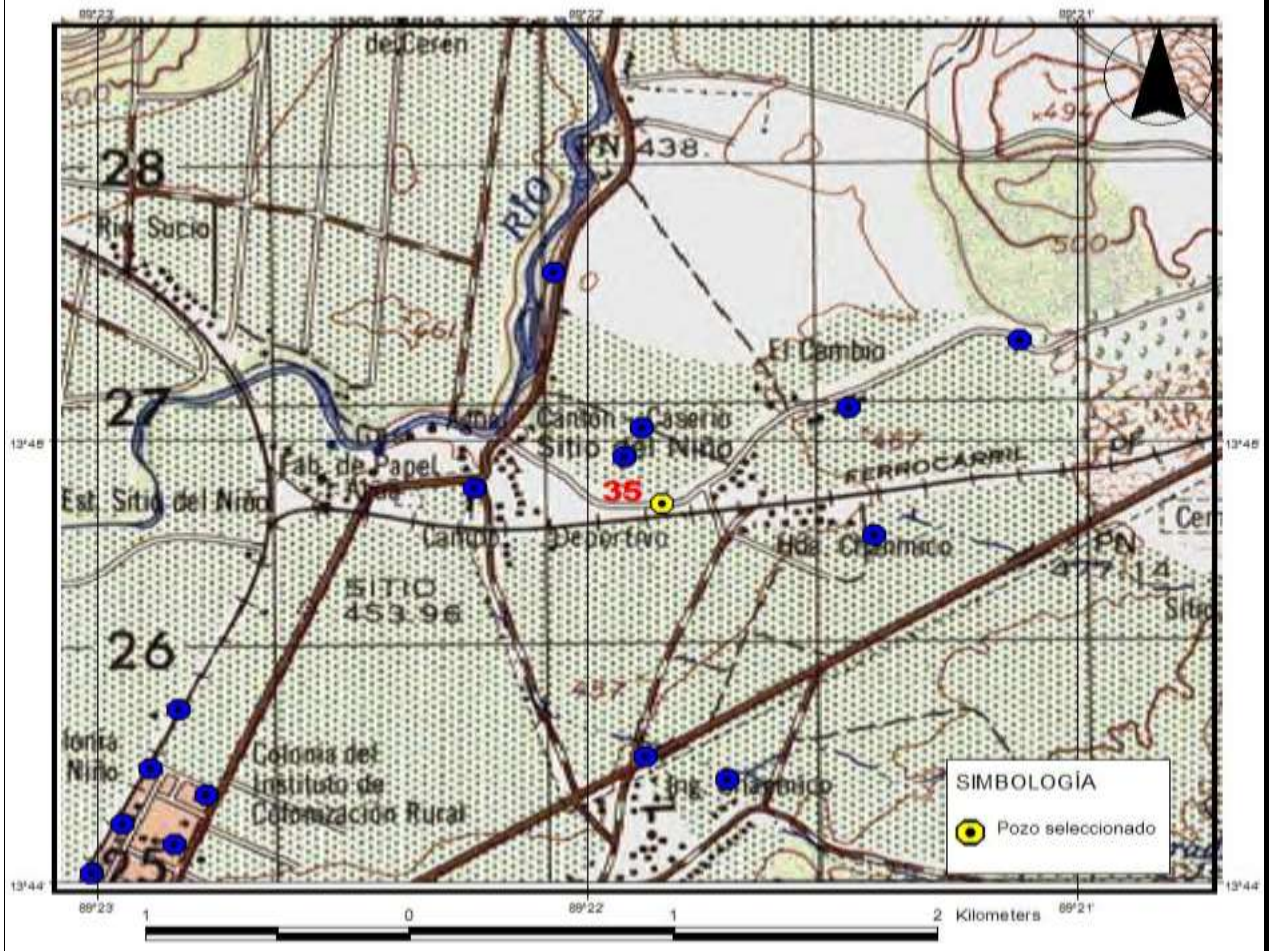
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA:

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: El Matazano

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 36

Propietario: ANDA

Uso actual:

COORDENADAS

X: 465110.3693

Y: 298847.1902

Z:

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m):

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PP

Producción / Extracción de Agua:

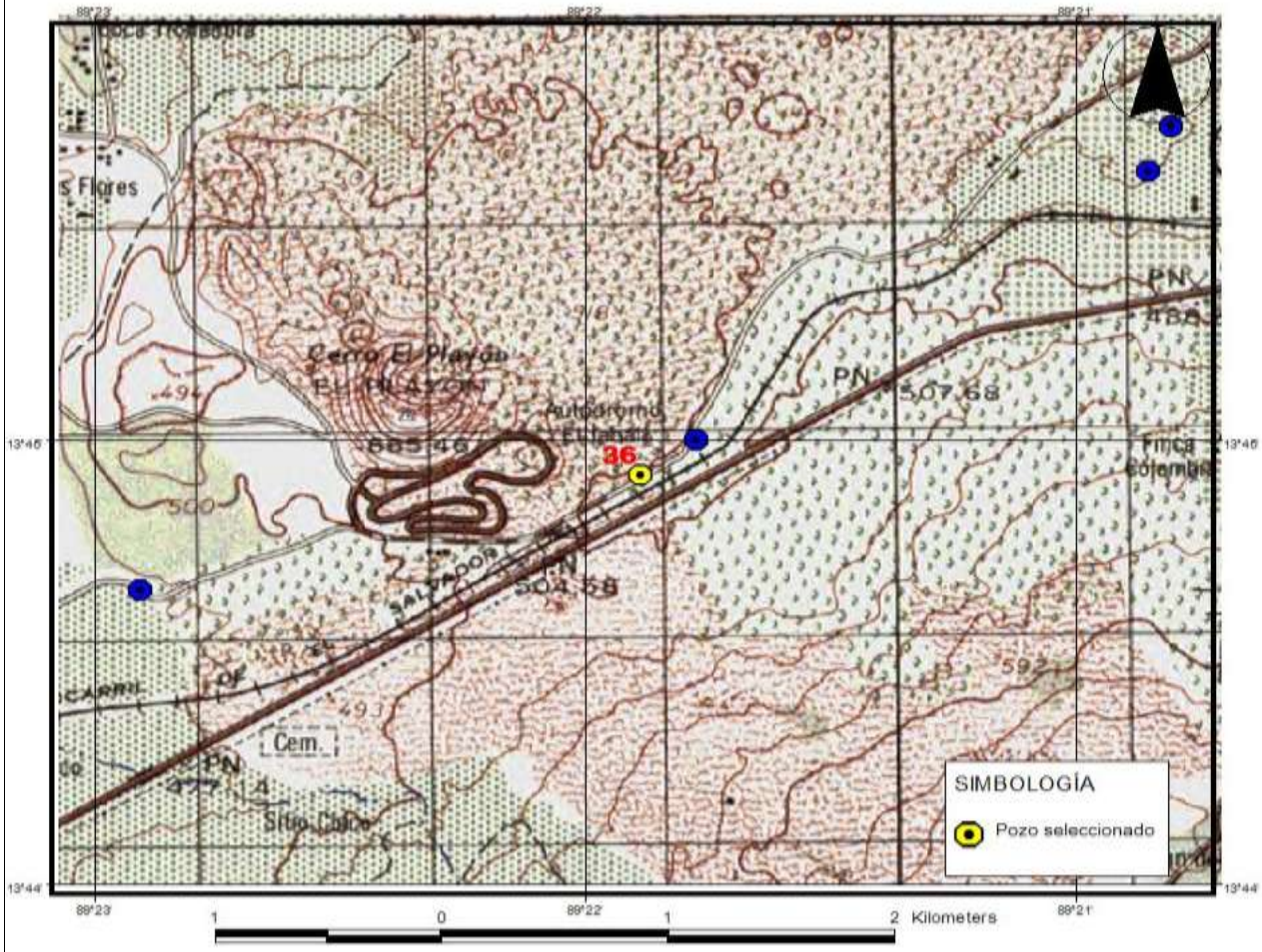
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 14/03/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Sitio del Niño

CASERÍO: Colonia Nuevo Sitio del Niño

Datos de Ubicación

Código del sitio: 37

Propietario: Colonia Nuevo Sitio del Niño

Uso actual:

COORDENADAS

X: 461507.838

Y: 297807.4571

Z: 465

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m):

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PP

Producción / Extracción de Agua:

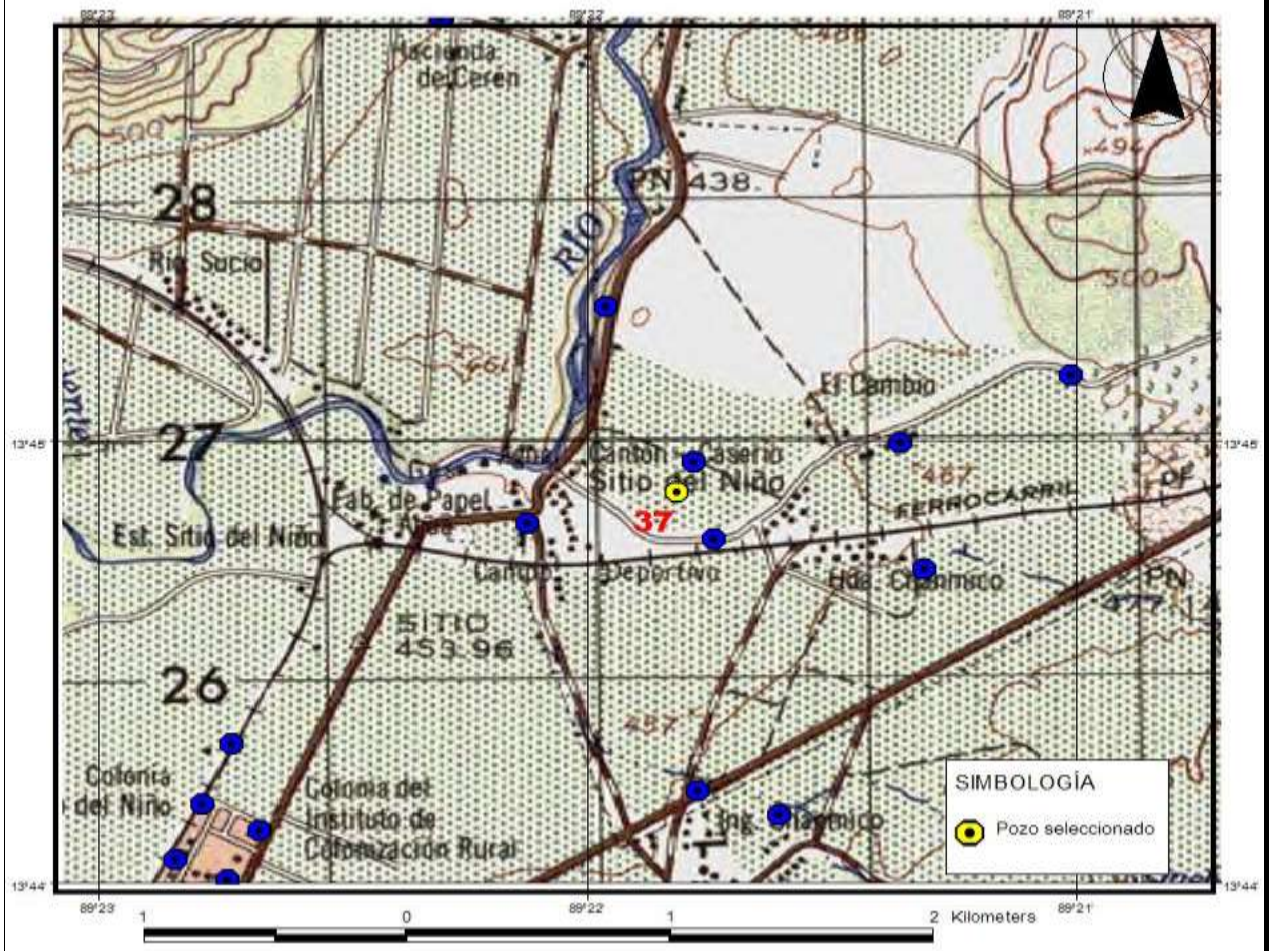
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 08/04/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: Quezaltepeque

CANTÓN: Primavera

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 38

Propietario: ANDA

Uso actual:

COORDENADAS

X: 467382.9947

Y: 300528.24

Z: 480

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m):

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PP

Producción / Extracción de Agua:

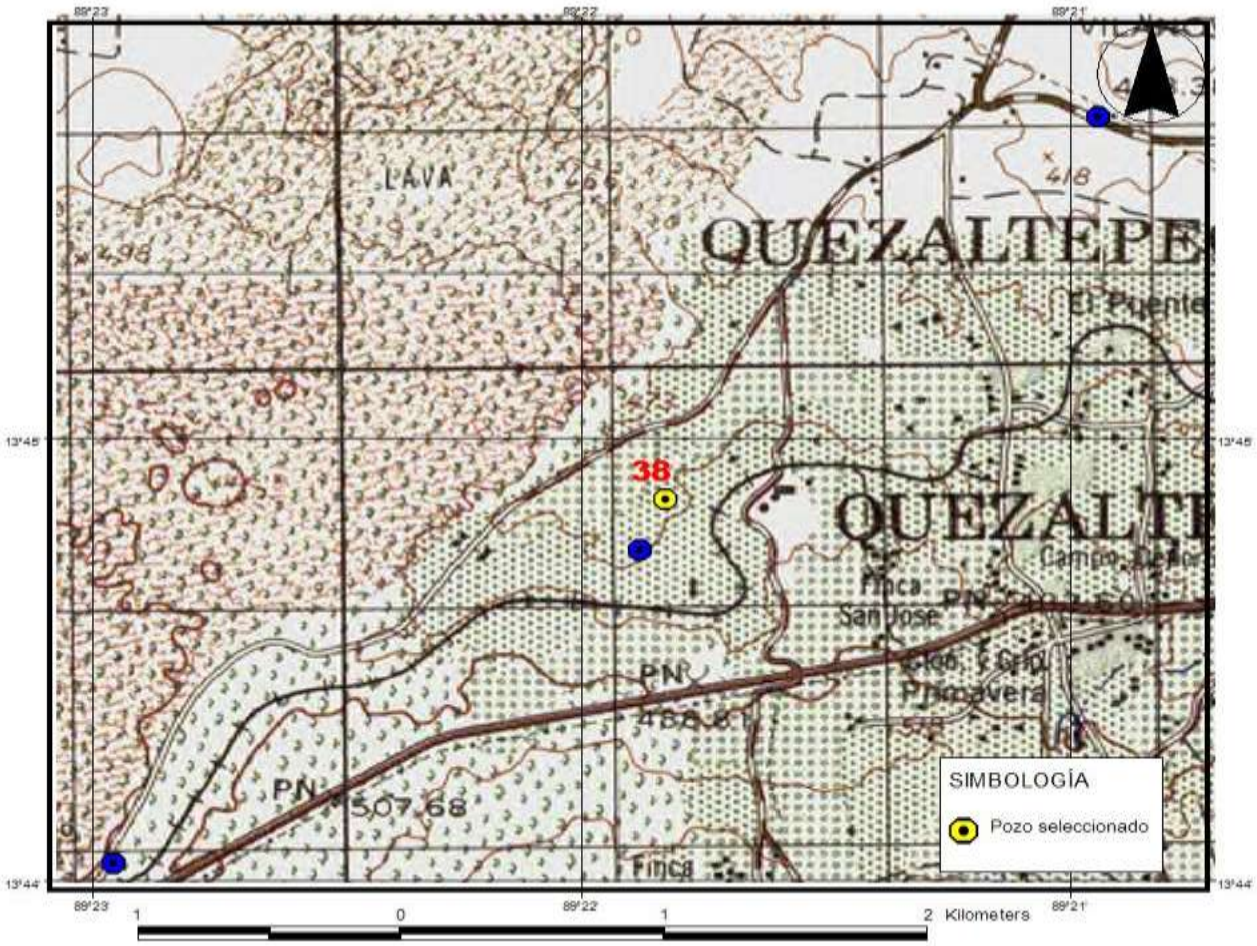
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 08/04/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: Quezaltepeque

CANTÓN: Primavera

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 39

Propietario: ANDA

Uso actual:

COORDENADAS

X: 467286.6277

Y: 300316.3245

Z: 485

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m):

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PP

Producción / Extracción de Agua:

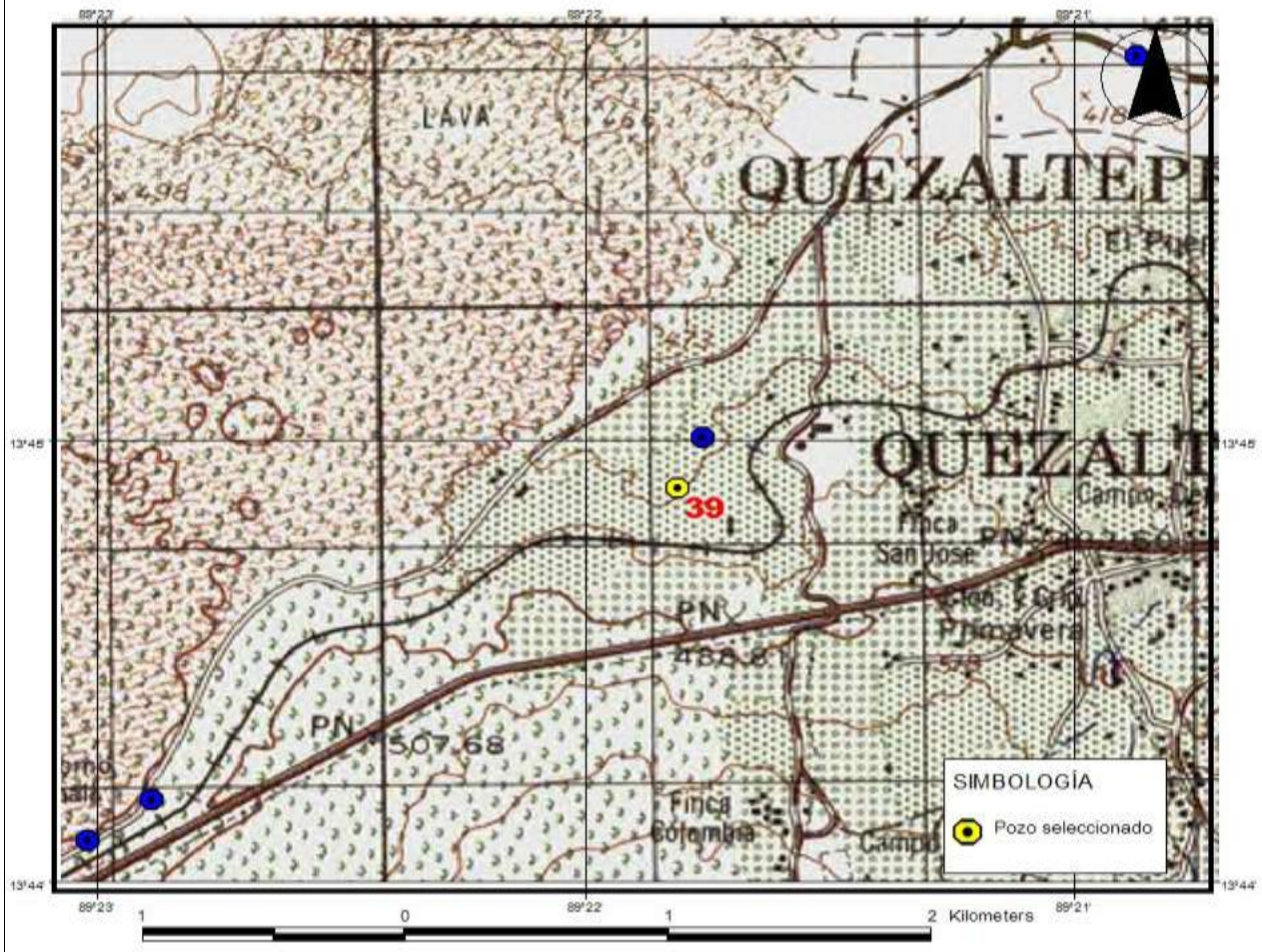
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 08/04/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Chanmico

CASERÍO: Lotificación Buenos Aires

Datos de Ubicación

Código del sitio: 40

Propietario: Comité Pro Agua Crío. El Cambio

Uso actual: Potable

COORDENADAS

X: 462426.4256

Y: 297483.4497

Z: 486

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m):

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PP

Producción / Extracción de Agua:

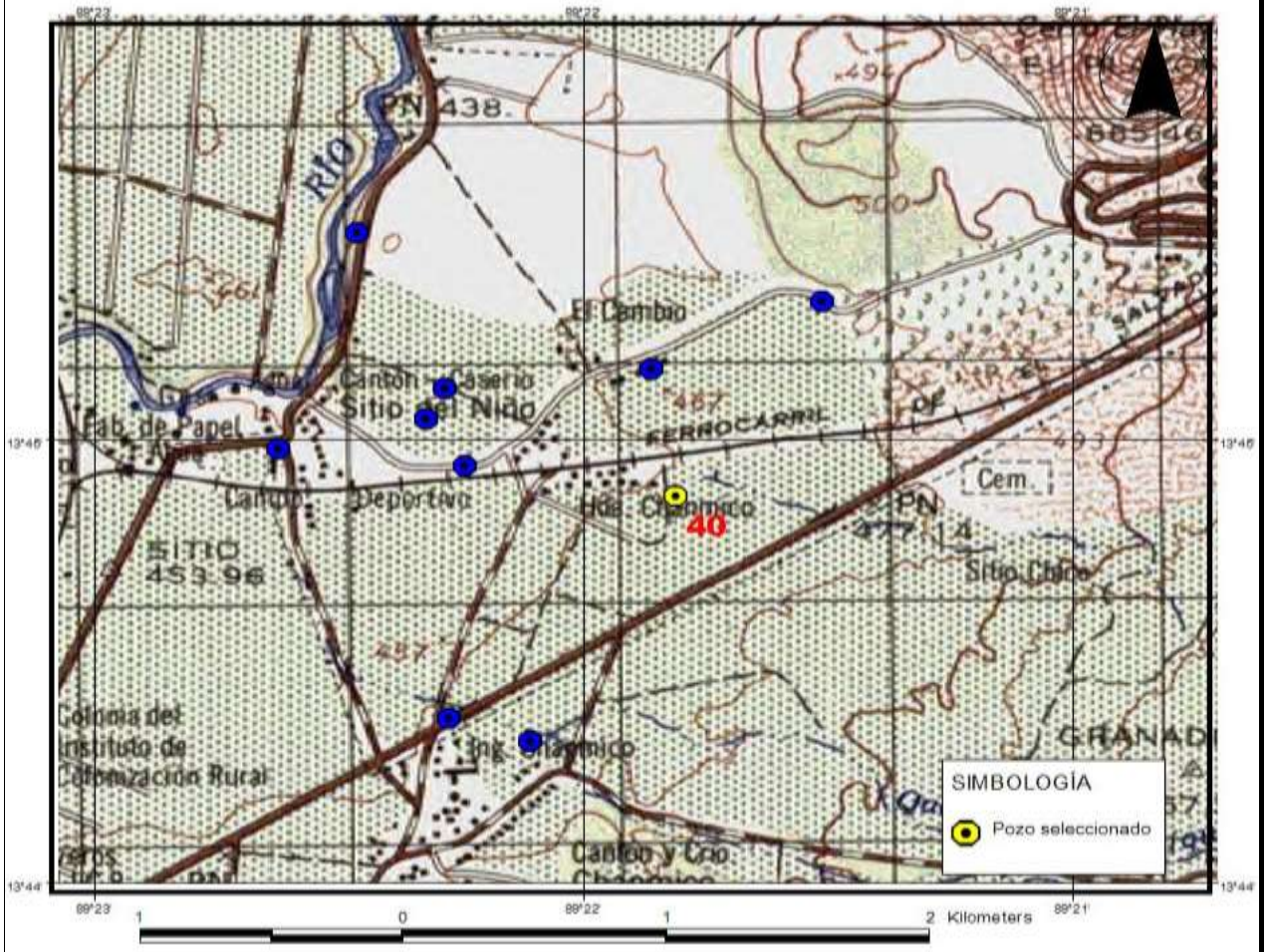
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA:

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: Quezaltepeque

CANTÓN: Puente

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 41

Propietario: Isabel Navarrete

Uso actual:

COORDENADAS

X: 468982.5587

Y: 302118.0949

Z: 433

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 6.8

Altura brocal (m): 0.35

Diámetro (m): 0.9

Tipo bomba: No tiene

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

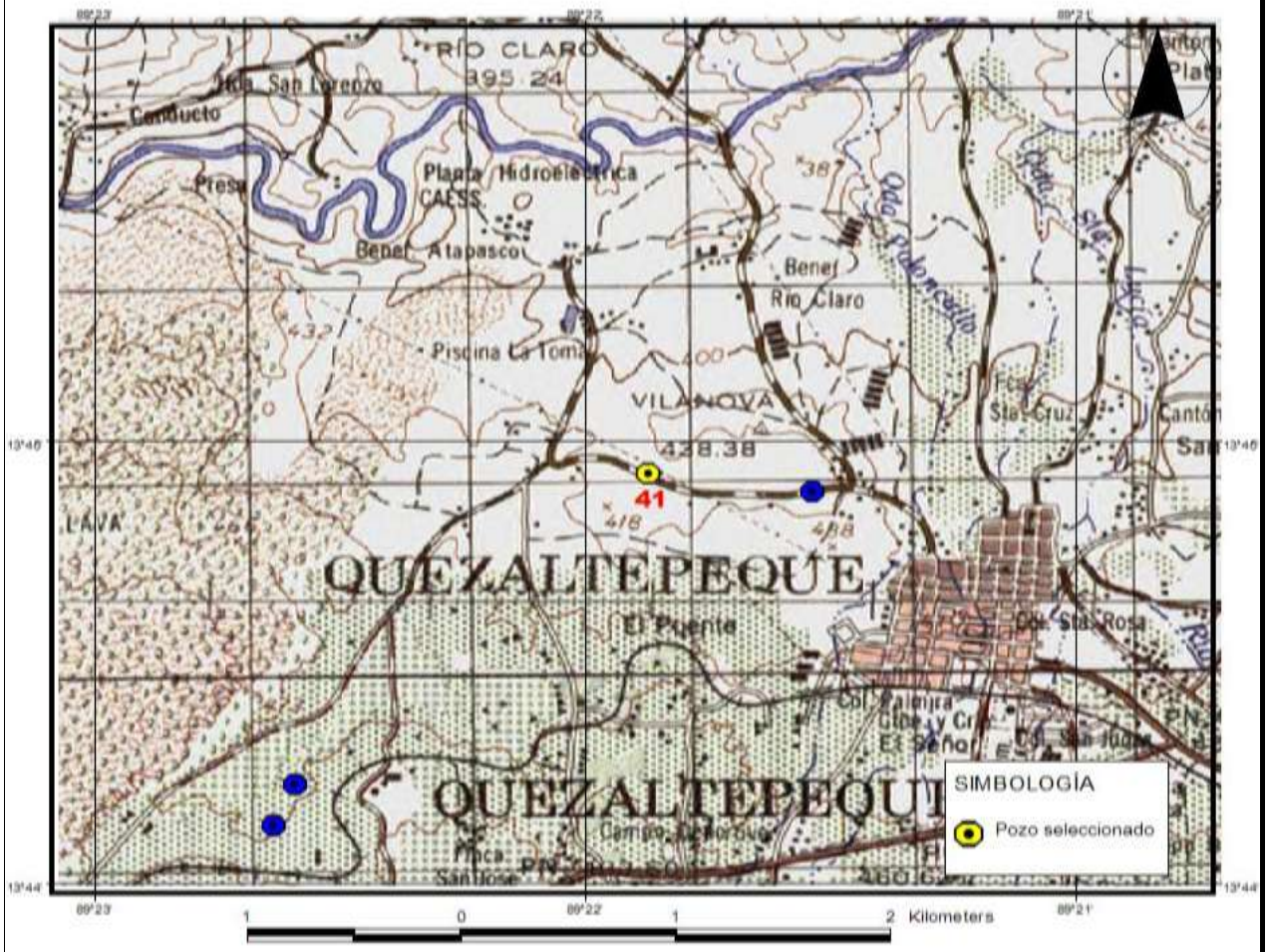
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 29/08/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Joya de Cerén

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 42

Propietario: Cantón Joya de Cerén

Uso actual: Potable

COORDENADAS

X: 460648.8449

Y: 299787.7495

Z: 476

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m):

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA):

Producción / Extracción de Agua:

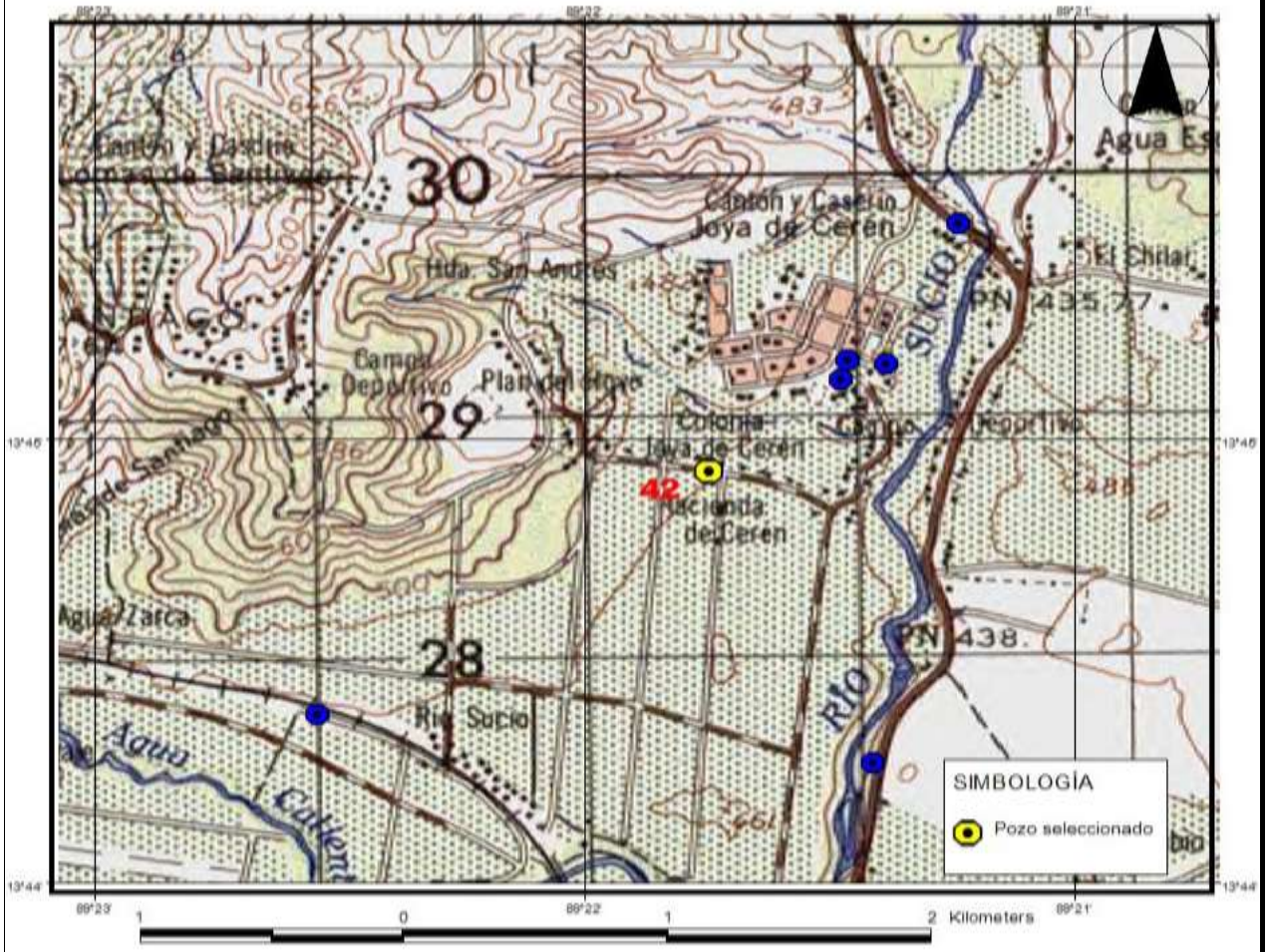
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información: Jaime Monterrosa

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 29/08/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Joya de Cerén

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 43

Propietario: Mario Santamaría

Uso actual: doméstico

COORDENADAS

X: 460642.8385

Y: 299787.7586

Z: 478

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m):

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA)): PE

Producción / Extracción de Agua:

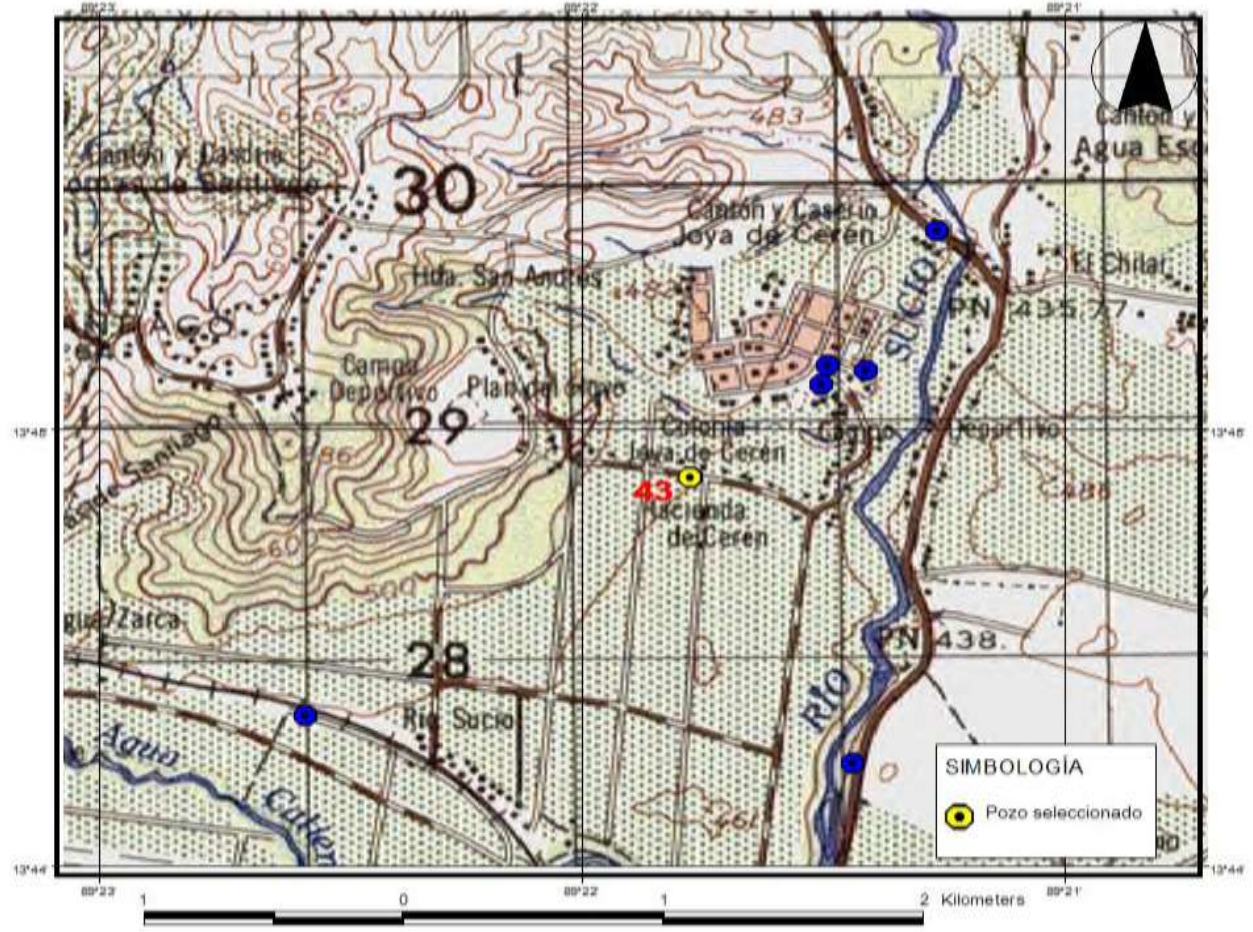
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 26/069/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Chanmico

CASERÍO: El Consumidero

Datos de Ubicación

Código del sitio: 44

Propietario: Víctor Manuel Murillo

Uso actual:

COORDENADAS

X: 462337.0867

Y: 298012.133

Z: 478

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 67

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PP

Producción / Extracción de Agua:

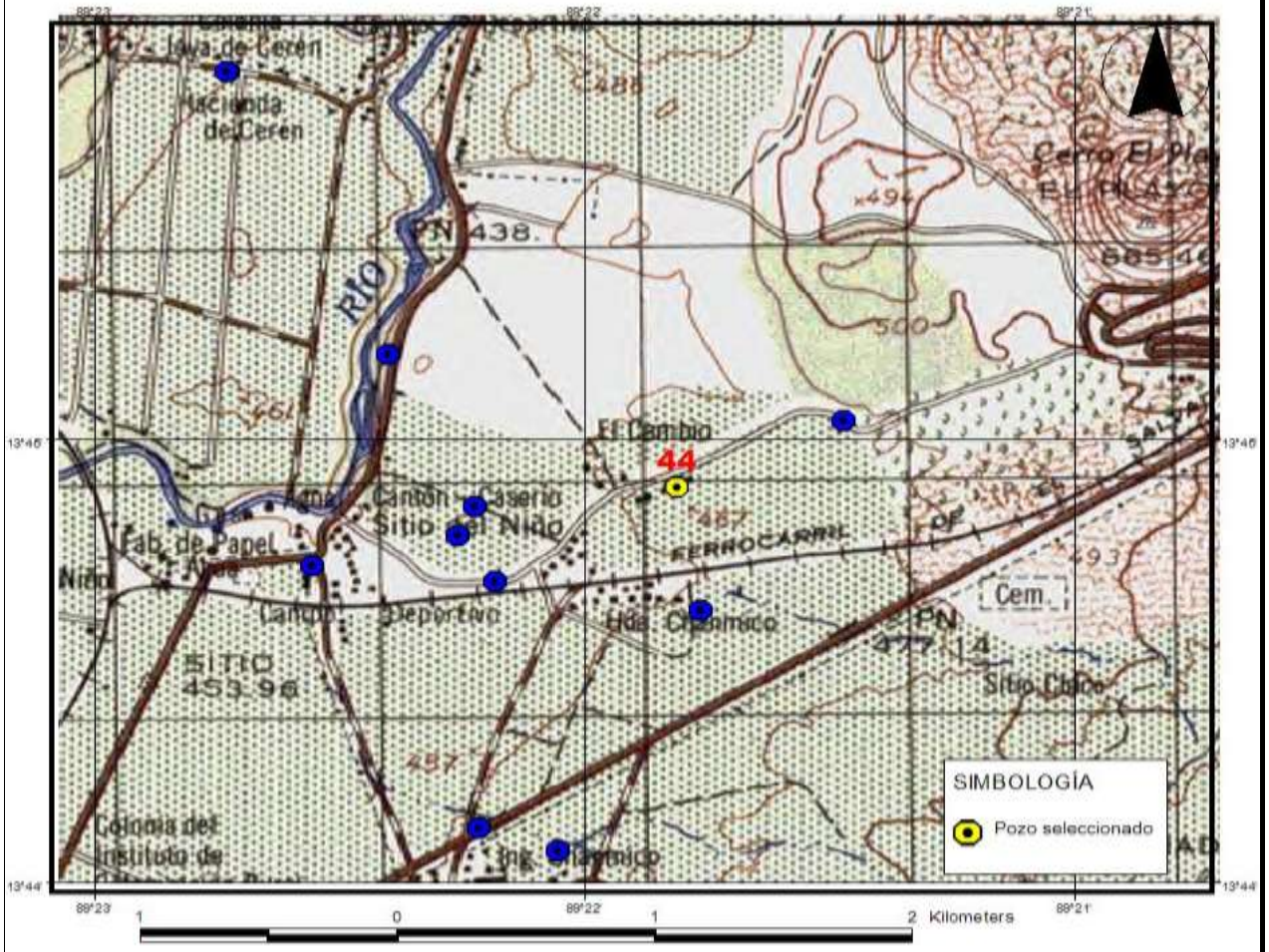
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 02/10/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Agua Escondida

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 45

Propietario: ANDA

Uso actual:

COORDENADAS

X: 462615.7888

Y: 301760.7836

Z: 463

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m):

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PP

Producción / Extracción de Agua:

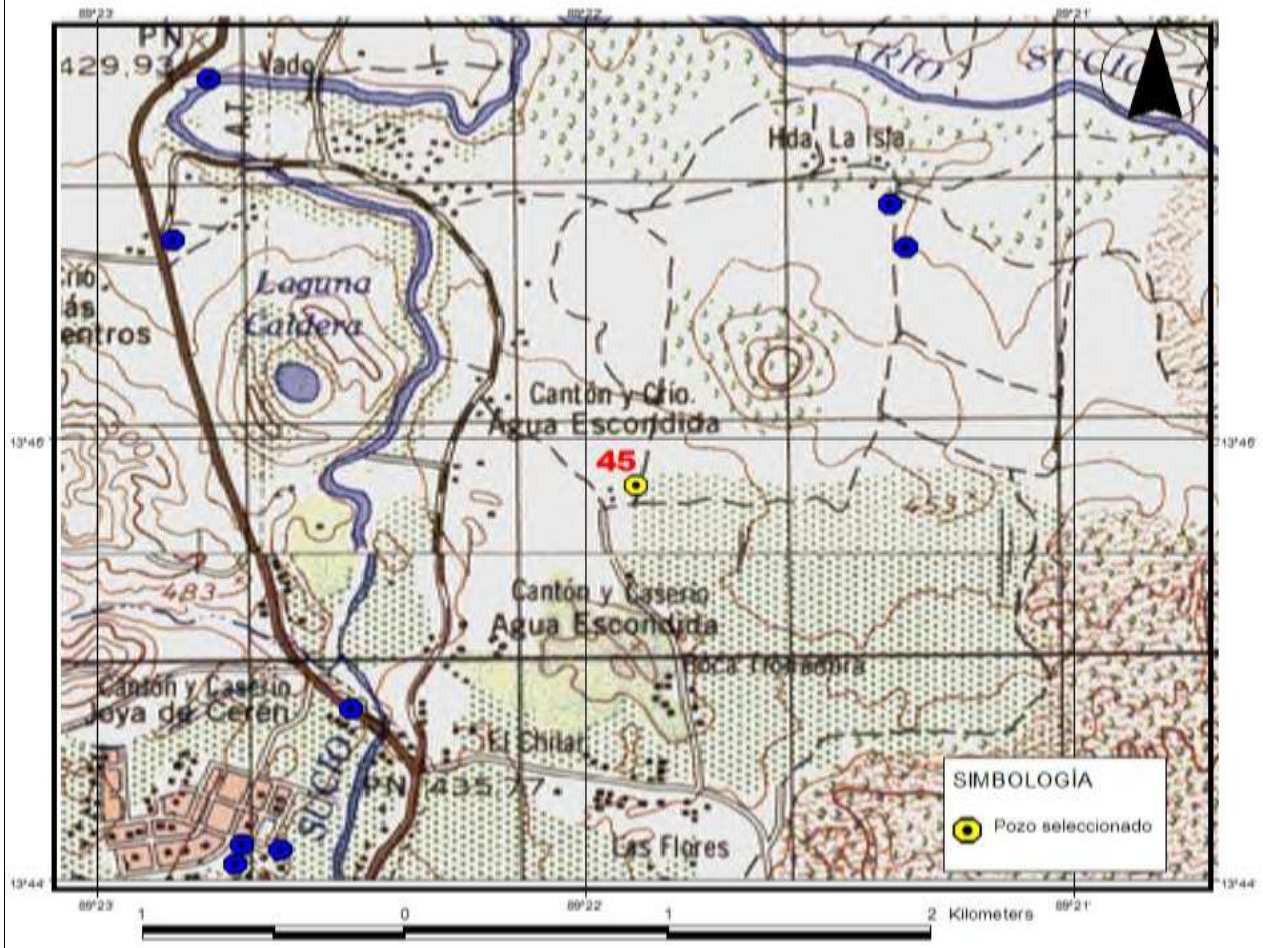
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 02/10/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Joya de Cerén

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 46

Propietario: María Alejandra López

Uso actual: Sin uso

COORDENADAS

X: 461135.9491

Y: 300177.2871

Z: 465

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 22.65

Altura brocal (m): 0.8

Diámetro (m): 0.8

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

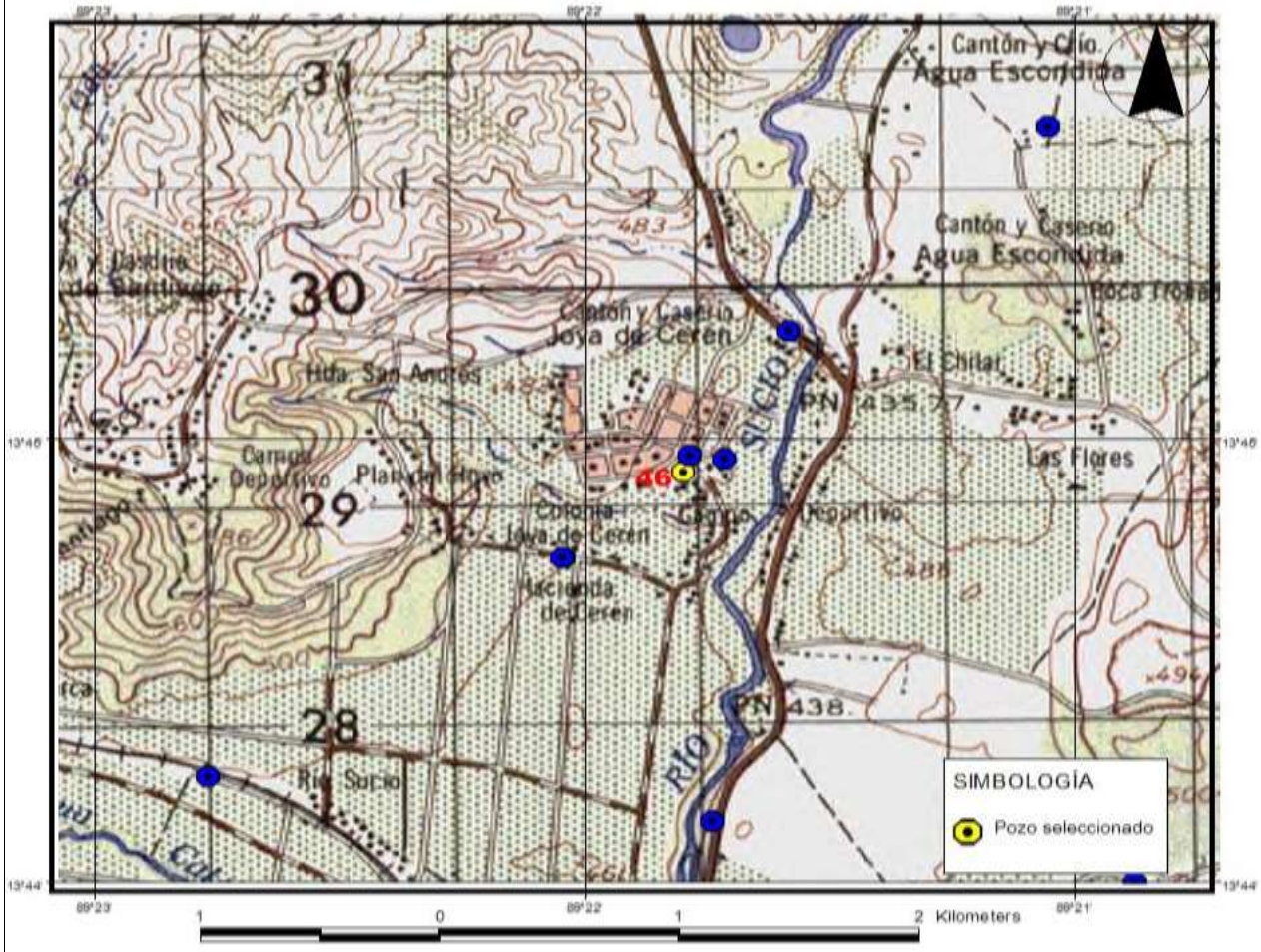
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 03/10/2009

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Joya de Cerén

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 47

Propietario: Arturo Vásquez

Uso actual: Sin uso

COORDENADAS

X: 461160.0938

Y: 300257.1489

Z: 481

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m): 23.50

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA):

Producción / Extracción de Agua:

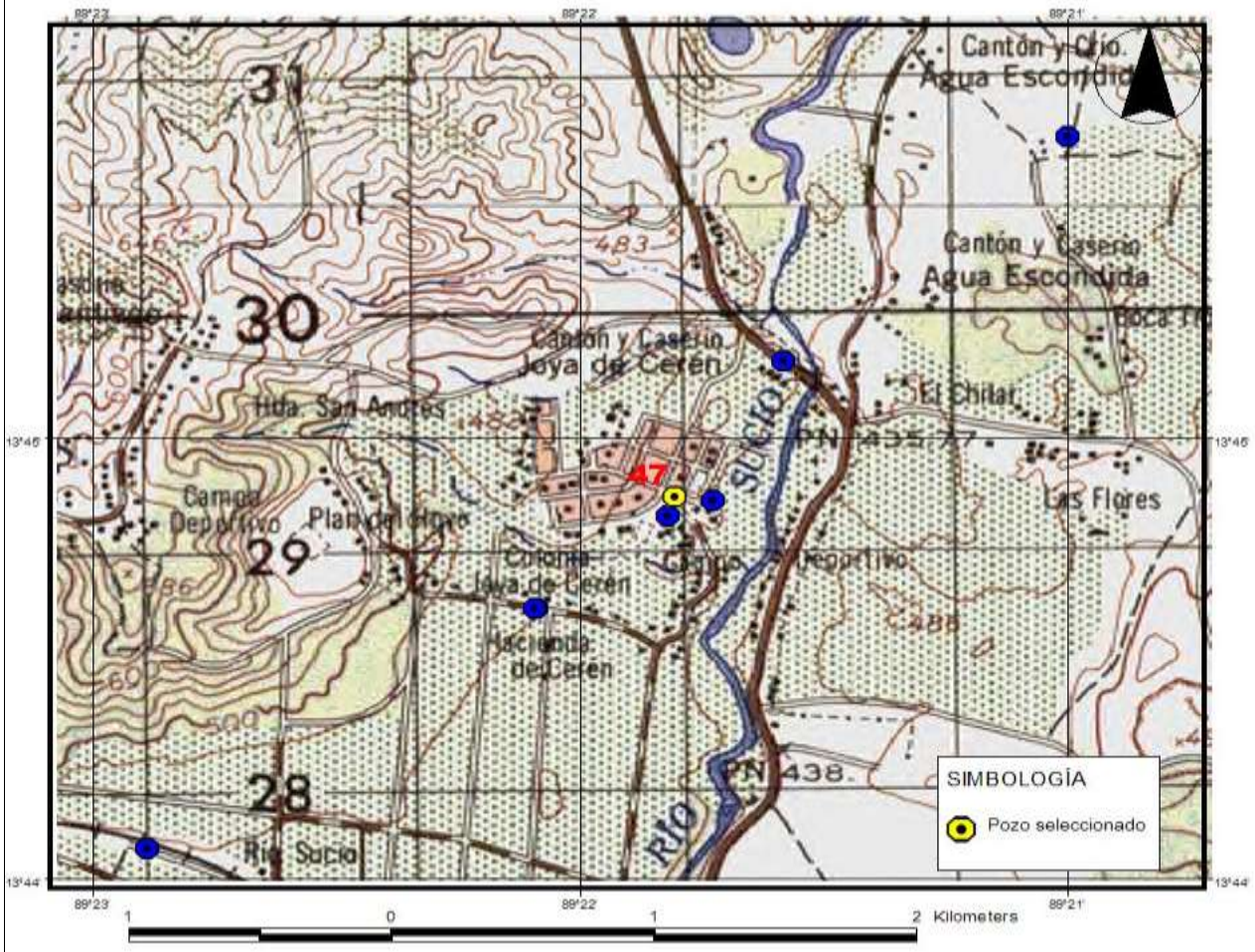
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 24/04/2008

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: Sitio del Niño

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 48

Propietario: Familia Ávalos

Uso actual: Riego

COORDENADAS

X: 458071.0078

Y: 295397.4043

Z:

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m):

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA):

Producción / Extracción de Agua:

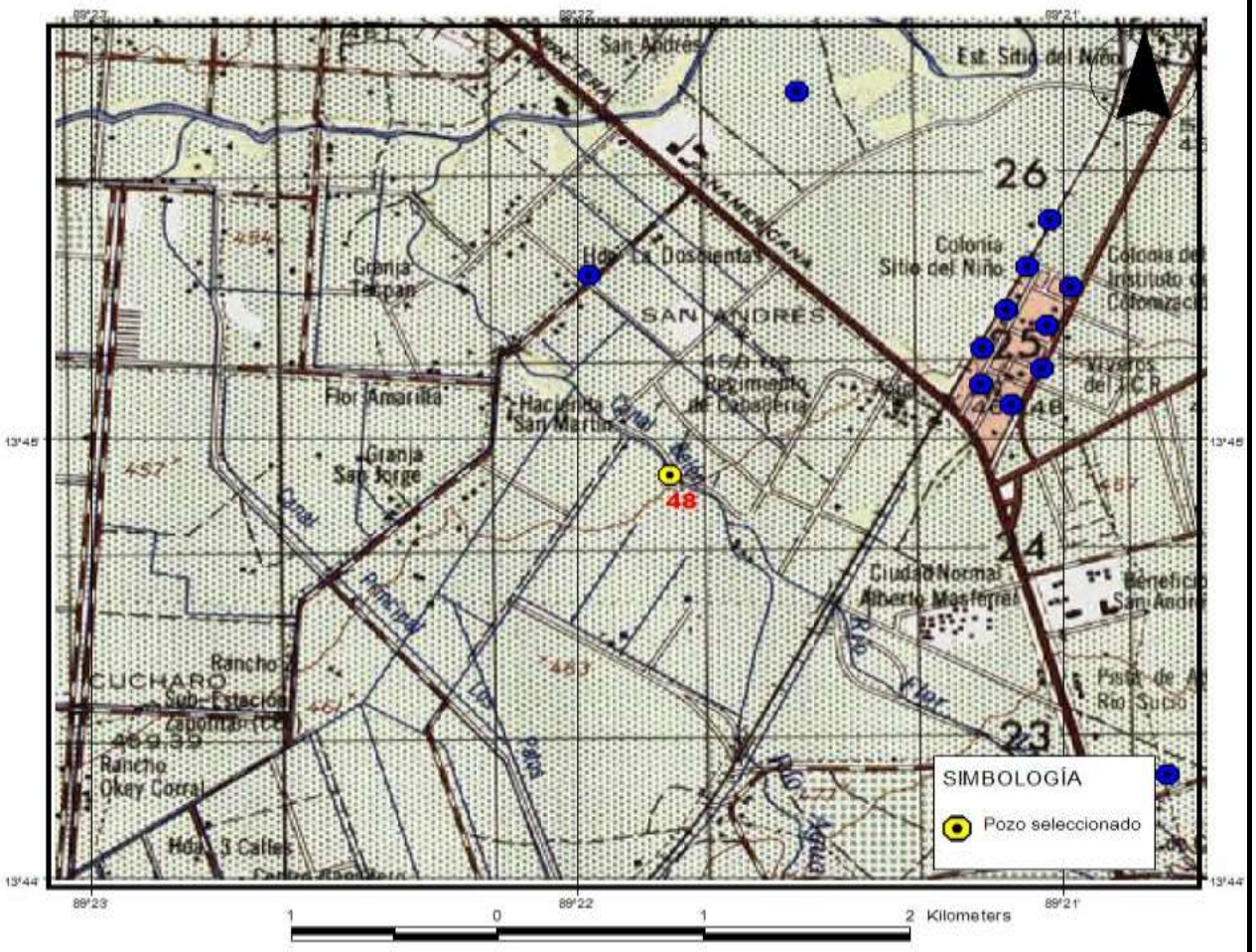
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 10/04/2010

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: Ciudad Arce

CANTÓN: San Andrés

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 49

Propietario: Proyecto Múltiple San Andrés

Uso actual: Potable

COORDENADAS

X: 455993.3059

Y: 299466.402

Z:

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m):

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PP

Producción / Extracción de Agua:

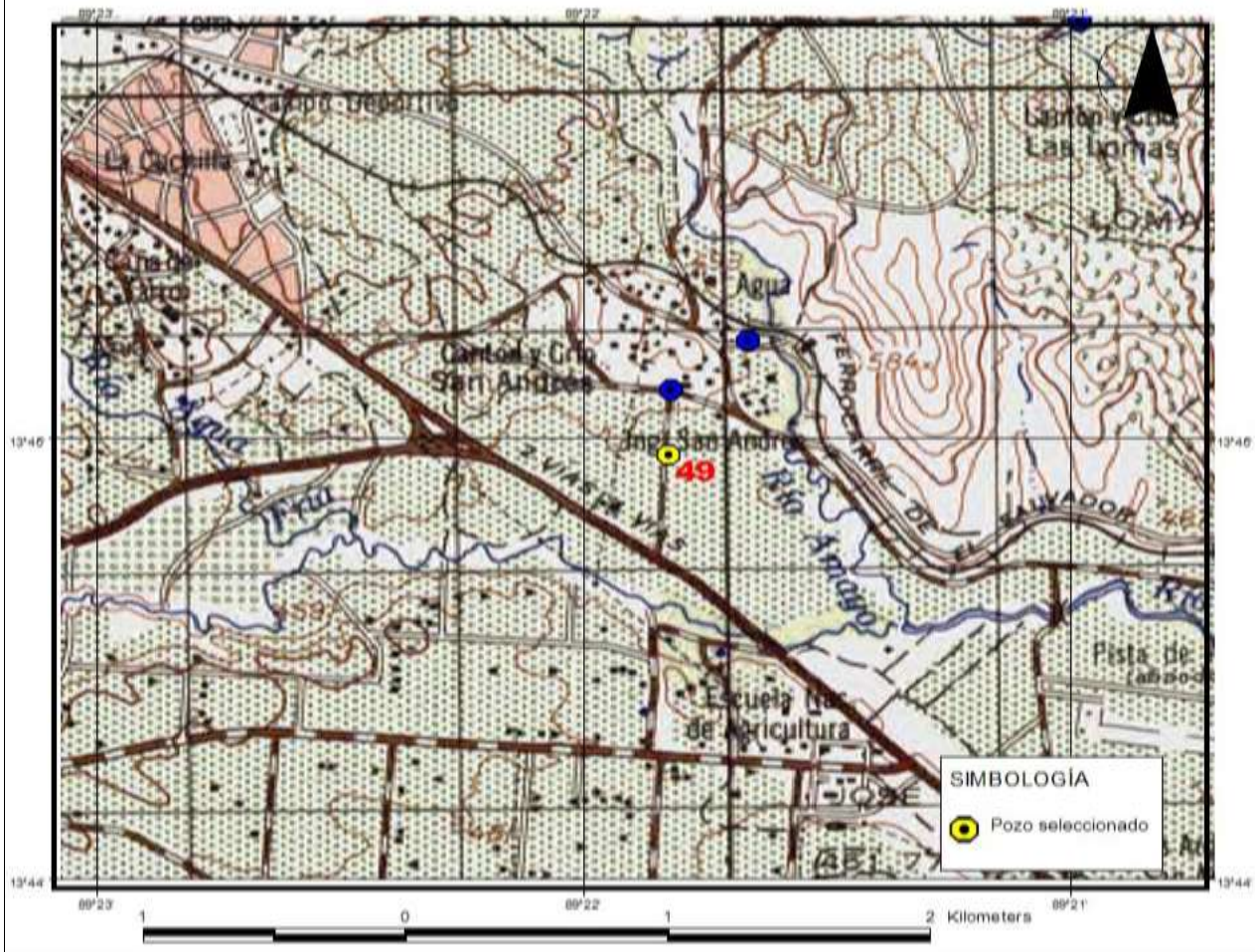
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO DE TESIS: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO OPICO-EL PLAYÓN

ALUMNO: JOSÉ MARIO GUEVARA RETANA

FECHA: 14/04/2008

DEPARTAMENTO: La Libertad

MUNICIPIO: San Juan Opico

CANTÓN: El Matazano

CASERÍO:

Datos de Ubicación

Código del sitio: 50

Propietario: Familia Murillo

Uso actual: Doméstico

COORDENADAS

X: 462965.2042

Y: 298293.9458

Z:

Caracteristicas pozo:

Profundidad (m):

Altura brocal (m):

Diámetro (m):

Tipo bomba:

Tipo de fuente: (PP, PE, MA): PE

Producción / Extracción de Agua:

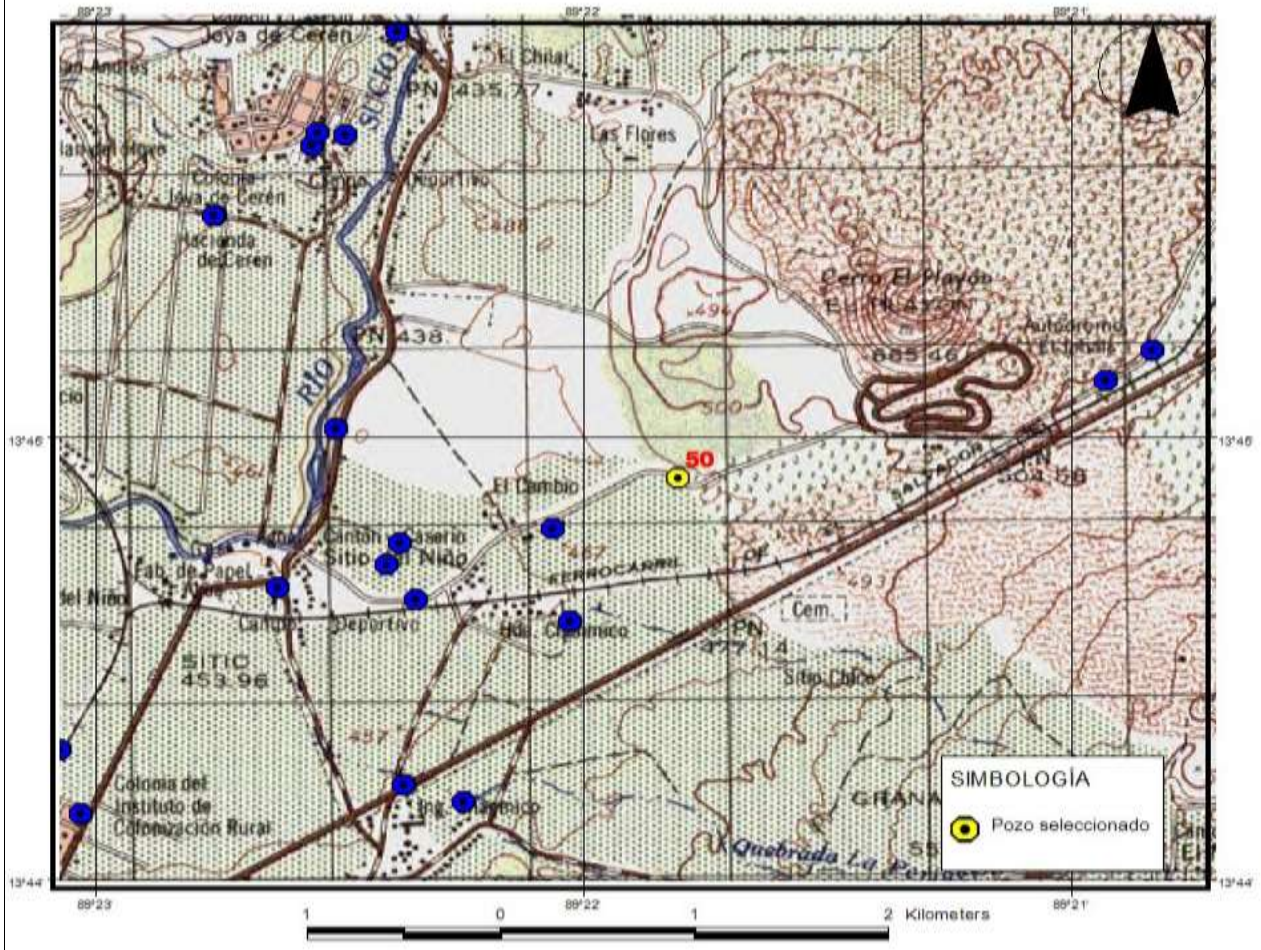
Caudal (l/s):

Horas bombeo/dia:

Persona que da información:

PP: Pozo Perforado, PE: Pozo excavado, MA: Manantial

Detalle de localizacion:



Resumen de puntos de agua inventariados

No.	Lugar	Propietario	Coordenadas Lambert		Altitud msnm	Fecha de inventario	Tipo de fuente
			X	Y			
1	Hacienda Corral Blanco	Arturo Meza Hill	460559.2647	292206.831	519.08	08/04/2009	PE
2	Crío. La Arenera	Manuel Antonio Hernández Martínez	460417.4912	293798.8492	490.00	29/08/2009	PE
3	Cantón Chanmico	Basilia Velásquez	461587.0834	296556.634	459.89	08/04/2009	PE
4	Colonia Sitio del Niño	Ismael Monzón	459681.5842	295769.7614	461.20	18/12/2008	PE
5	Cantón Sitio del Niño (detrás fábrica Record)	Yolanda Pérez	459866.3311	296755.904	452.54	29/08/2009	PE
6	Hacienda Sitio del Niño	Pastor de Jesús Flores	460961.0175	297679.2068	440.13	08/04/2009	PE
7	Colonia Nuevo Sitio del Niño	Julio Antonio Guardado,Paula Rodríguez	461574.0954	297930.2787	452.28	14/03/2009	PE
8	Caserío Los Cítricos	María Magdalena Sánchez	461250.6914	298579.1595	440.45	26/09/2009	PE
9	Caserío La Isla, Cantón Agua Escondida	Miguel Angel Sosa	463617.1727	302751.942	420.30	02/10/2009	PE
10	Cntón Joya de Cerén (puente sobre río sucio)	Francisco Ayala	461566.3609	300825.0494	426.13	08/04/2009	PE
11	Cantón Joya de Cerén	Presentación de La Paz Pineda	461301.2149	300238.5005	443.65	03/10/2009	PE
12	Cerca unión ríos Sucio y Palio	Manuel Lemus	461041.7628	303459.3916	421.09	29/08/2009	PE
13	Col. Las Victorias, San Juan Opico	Isidro Ernesto Avila	461442.7293	304534.3457	445.56	03/10/2009	PE
14	Cantón San Nicolás	Jorge Alberto Montoya	460908.6281	302786.6037	425.84	08/04/2009	PE
15	Crío. San Nicolás Los Encuentros	Jesús Miranda Sosa	459707.5379	302825.3136	436.03	03/10/2009	PE
16	Colonia Tecpán	Porfirio Moreno Morales	458677.9986	297436.8955	450.97	08/04/2009	PE
17	Caserío Agua Zarca	Oscar Cardoza	459205.7253	298785.1049	461.50	17/10/2009	PE
18	Cantón San Andrés	Julio Aldana	456002.7733	299736.8095	479.96	02/10/2009	PE
19	Cantón Las Lomas, Ciudad Arce	Luis Alonso Alas	457518.9123	301273.8594	538.45	17/10/2009	PE
20	Crío. Flor Amarilla	Sara María Fernández	457692.1707	296464.0365	452.64	26/10/2009	PE
21	Col. Las Victorias, San Juan Opico	Francisca Maura Navarro	461442.7293	304534.3457	440.00	02/10/2009	PE
22	Quezaltepeque	Juan Carlos Cativo	469727.1855	302028.1002	419.00	23/05/2009	PE
23	Caserío La Isla, Cantón Agua Escondida	José Antonio Galea	463557.3694	302933.3329	426.71	02/10/2009	PE
24	El Chorrón	Público	461356.1576	294771.5724	430.00	14/03/2009	MA
25	Colonia Sitio del Niño	Delia García	459829.0635	295963.1312	459.79	22/12/2008	PE
26	Caserío Milagro de la Roca	ARA Caserío Milagro de la Roca	465347.853	299012.8141	500.2	08/04/2009	PP
27	Colonia Sitio del Niño	Marta Elsa Quijano	459850.4402	296190.4991	458.00	22/12/2008	PE
28	Cantón San Andrés	Juan Francisco Guardado	456285.4171	299939.1504	461.30	02/10/2009	PE
29	Colonia Sitio del Niño	Luis Alonso Andrade	459967.8988	296396.208	456.33	22/12/2008	PE
30	Pozo Chanmico	Cantón Chanmico	461887.3026	296460.9297	464.9	08/04/2009	PP
31	Colonia Sitio del Niño	Francisco Aquino	459760.8211	296507.1551	454.78	22/12/2008	PE
32	Colonia Sitio del Niño	Mario Sandoval	459537.5749	295877.5395	459.76	18/12/2008	PE
33	Colonia Sitio del Niño	Sandra Nohemy Alas, Maria Barahona	459546.8919	296074.1961	459.71	22/12/2008	PE
34	Colonia Sitio del Niño	Francisco Mejía Coto	459661.345	296276.8353	457.00	22/12/2008	PE
35	Lotificación La Argentina	Angela Olga Espinoza	461648.7098	297610.5776	451.46	14/03/2009	PE
36	Pozo El Playón	ANDA	465110.3693	298847.1902	511.7	08/04/2009	PP
37	Colonia Nuevo Sitio del Niño	Col. Nvo. Sitio del Niño	461507.838	297807.4571	455.42	14/03/2009	PP

No.	Lugar	Propietario	Coordenadas Lambert		Altitud msnm	Fecha de inventario	Tipo de fuente
			X	Y			
38	Pozo Colombia 4	ANDA	467382.9947	300528.24	456.6	08/04/2009	PP
39	Pozos Colombia 1, 2 y 3	ANDA	467286.6277	300316.3245	456.6	08/04/2009	PP
40	Lotificación Buenos Aires	Comité Pro Agua Crío. El Cambio	462426.4256	297483.4497	447.00	08/04/2009	PP
41	Quezaltepeque	Isabel Navarrete	468982.5587	302118.0949	410.00	23/05/2009	PE
42	Pozo 1 Cantón Joya de Cerén	Cantón Joya de Cerén	460648.8449	299787.7495	459.8	29/08/2009	PP
43	Cantón Joya de Cerén	Mario Santamaría	460642.8385	299787.7586	441.4	29/08/2009	PE
44	Crío. El Consumidero	Víctor Manuel Murillo	462337.0867	298012.133	481.59	26/09/2009	PP
45	Pozo La Isla	ANDA	462615.7889	301760.7836	435	02/10/2009	PP
46	Cantón Joya de Cerén	María Alejandra López	461135.9491	300177.2871	451.17	02/10/2009	PE
47	Cantón Joya de Cerén	Arturo Vásquez	461160.0938	300257.1489	451.62	03/10/2009	PE
48	Zapotitán	Familia Avalos	458071.0078	295397.4043	459.19	26/10/2009	PE
49	Cantón San Andrés	Proyecto Múltiple San Andrés	455993.3059	299466.402	480.00	10/04/2009	PP
50	Cantón El Matazano, San Juan Opico	Familia Murillo	462965.2042	298293.9458	479.00	26/09/2009	PE

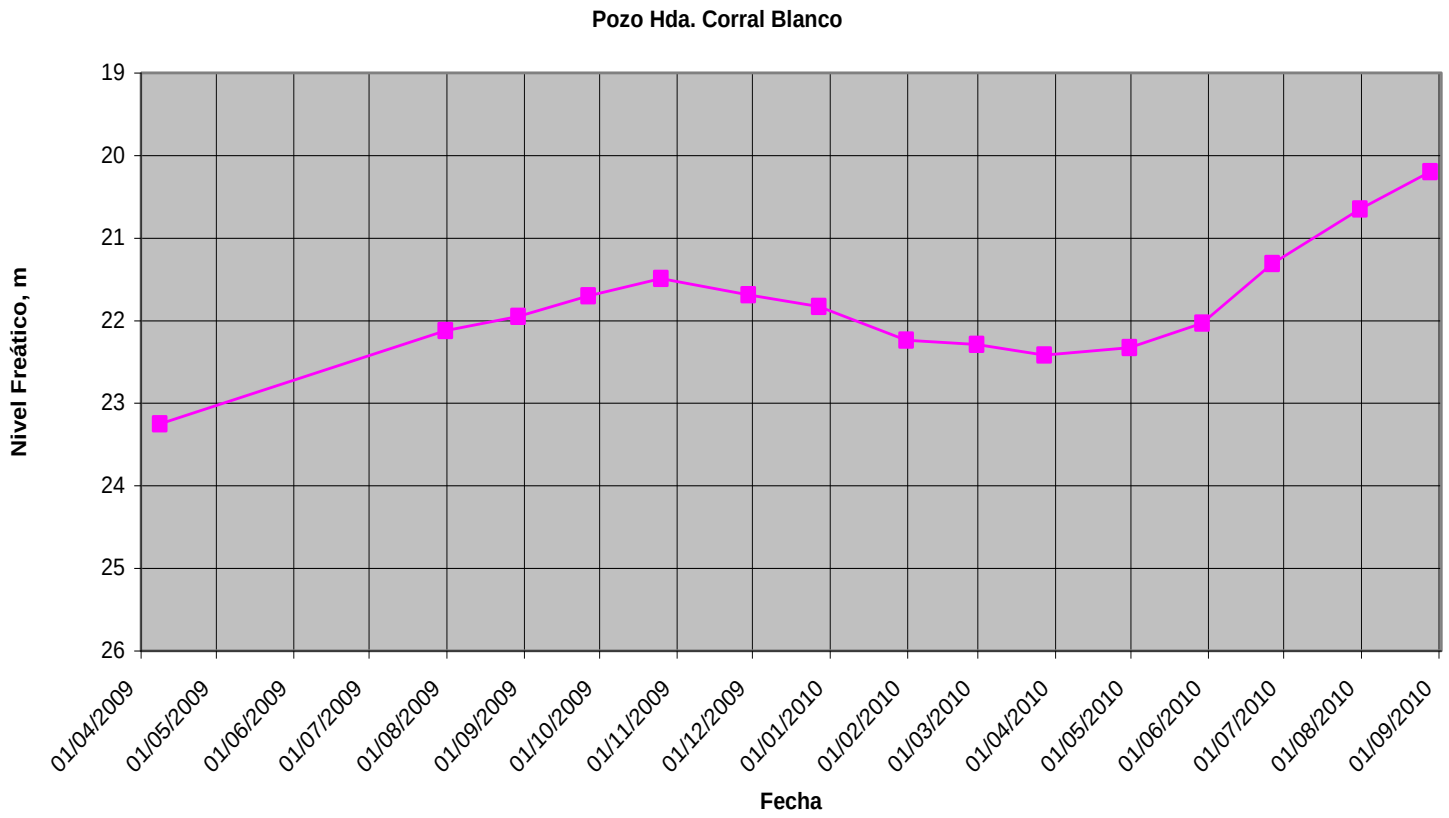
Nota: PP = pozo perforado, PE = pozo excavado, MA = manantial

ANEXO Nº 2

MONITOREO DE NIVELES FREATICOS, ACUIFERO EL PLAYON

1. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Arturo Meza Hill, Hacienda Corral Blanco

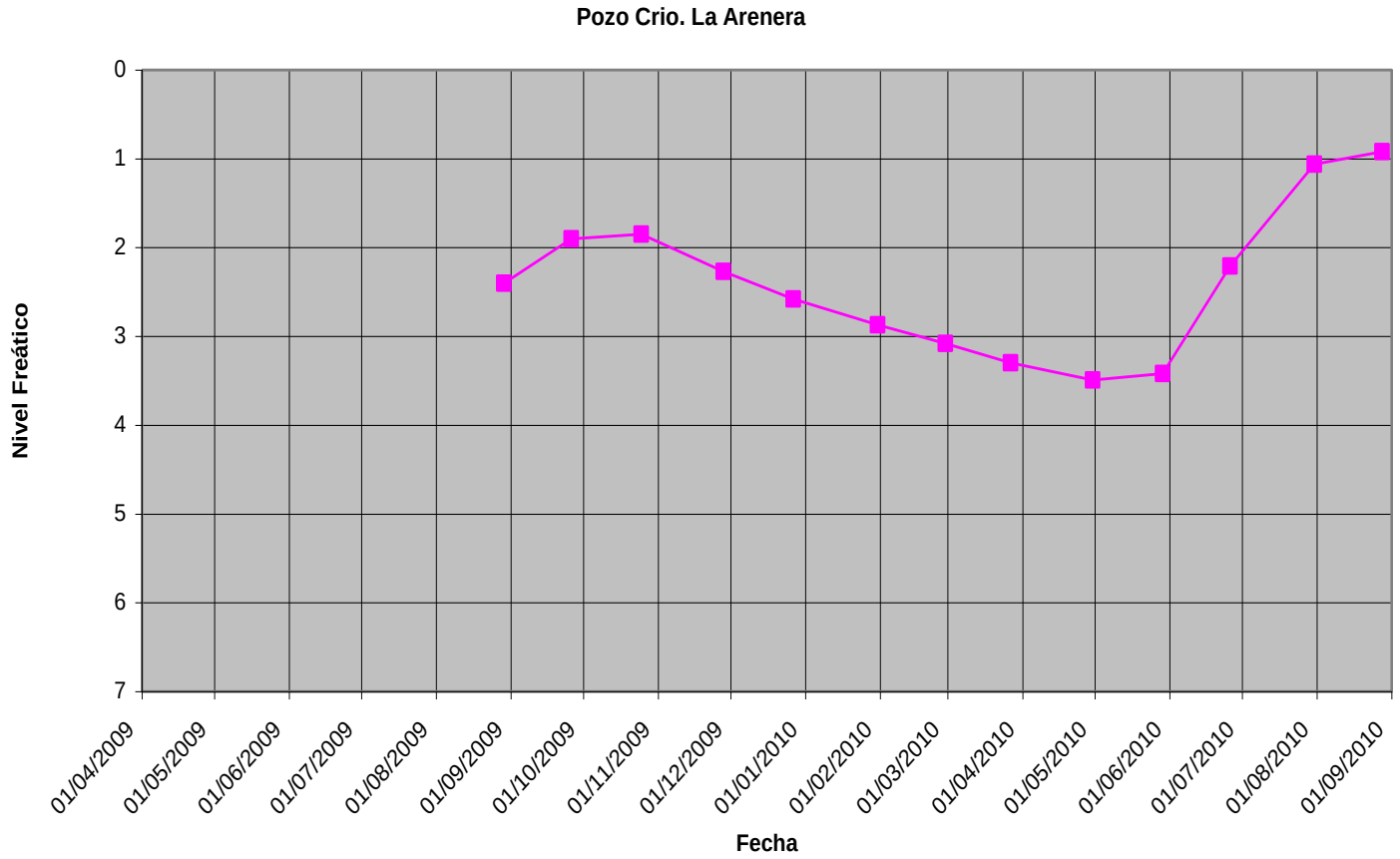
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
08/04/2009	23.25	08/04/2009 9:20 am	25.32	429		277	4.53	55.2	0.2	7.55	160
31/07/2009	22.12	31/07/2009									
29/08/2009	21.95	29/08/2009									
26/09/2009	21.7	26/09/2009									
25/10/2009	21.49	25/10/2009 9:15									
29/11/2009	21.69	29/11/2009 8:15									
27/12/2009	21.83	27/12/2009 11:08									
31/01/2010	22.24	31/01/2010 9:00 a 9:45 a.m.	24.5	563	1768.2	0.369	2.81	33.7	0.27	7.3	118
28/02/2010	22.29	28/02/2010 08:55am	24.52	495	2020	0.325	3.4	41	0.24	6.94	257
27/03/2010	22.42	27/03/2010 22:42..	25.08	491	2036.1	0.319	3.45	42	0.24	7.16	1050
30/04/2010	22.33	30/04/2010 11.30	25.06	477	2096.9	0.31	3.07	37.2		4.02	800.3
29/05/2010	22.03	29/05/2010									
26/06/2010	21.31	26/06/2010 10:30	26.23	1229		0.782	2.82	35	0.6	6.09	83.4
31/07/2010	20.65	31/07/2010 10:20	25.79	1178	850	0.752	3.08	38	0.57	62	129.3
28/08/2010	20.2	28/08/2010 15:08 a 15:21	25.26	1106	904	0.716	3.93	48	0.54	0.57	150



Nivel freático (m)	
Media	21.83333333
Error típico	0.190292173
Mediana	21.95
Desviación estándar	0.736998417
Varianza de la muestra	0.543166667
Rango	3.05
Mínimo	20.2
Máximo	23.25
Suma	327.5
Cuenta	15

2. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Manuel Antonio Hernández Martínez, Crío. La Arena.

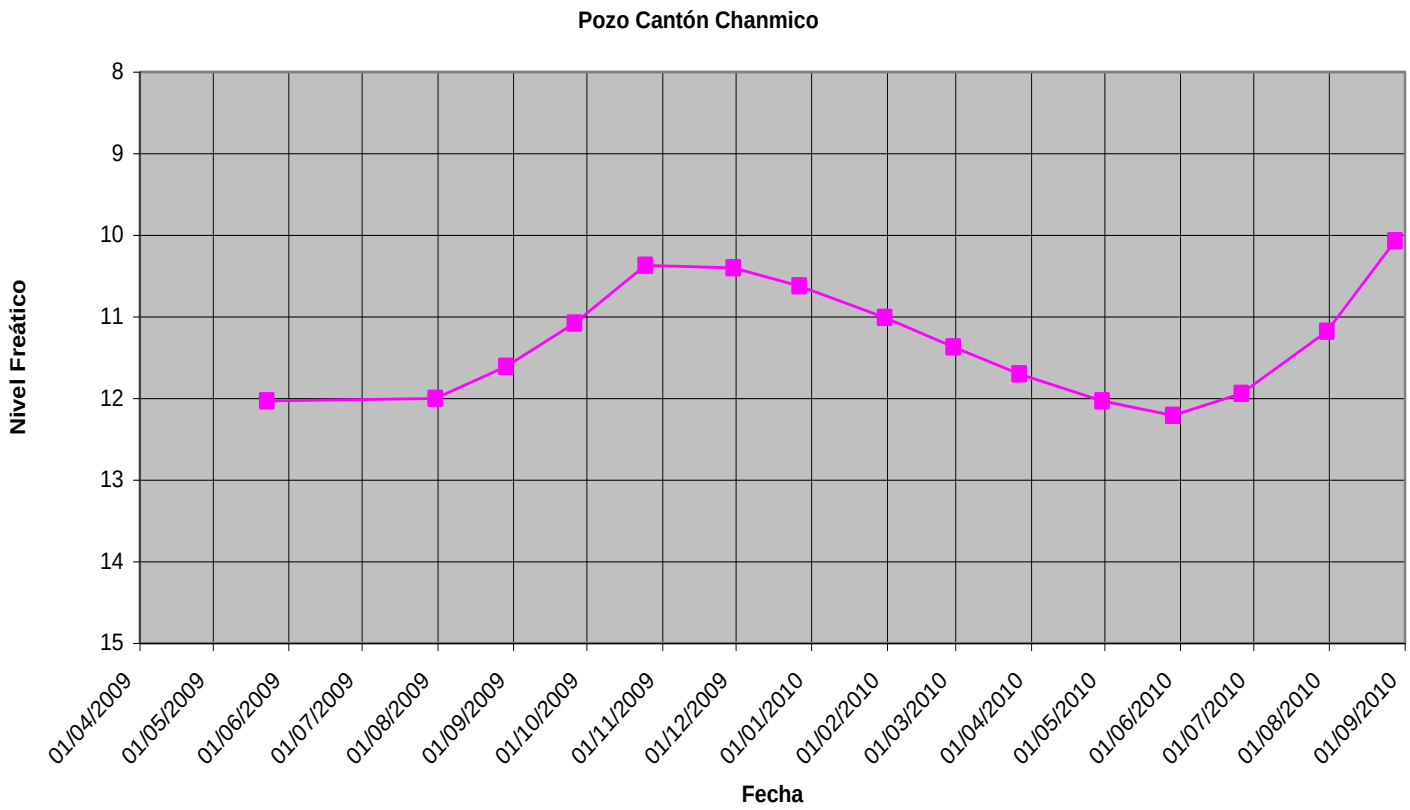
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
29/08/09	2.4	29/08/2009 12:10 pm	26.1	716		0.455	1.61	20	0.34	6.94	116
26/09/09	1.9	26/09/2009 12:40	26.06	744	1343.5	0.474	1.46	17.9	0.35	6.55	164.6
25/10/09	1.85	25/10/2009 9:40	26.07	754	1326.8	0.48	1.13	14.1	0.36	6.62	110.6
28/11/09	2.27	28/11/2009 13:48	25.93	701	1426.6	0.448	1.39	17.1	0.33	6.95	109.3
27/12/09	2.58	27/12/2009 11:17	25.91	746	1341.6	0.476	1.61	19.8	0.36	6.99	91.8
31/01/10	2.87	27/01/2010 9:50 a.m.	25.9	742	1347.4	0.474	1.65	20.4	0.35	7.19	108.9
28/02/10	3.08	28/02/2010 9:38 a.m.	25.86	684	1461.6	0.438	1.65	20.3	0.33	13.3	350
27/03/10	3.3	27/03/2010 10:42 a 10:49	26.06	696	1437.4	0.443	0.97	12	0.33	6.94	1007.3
30/04/10	3.49	30/04/20100 11:57	26.1	664	1506.7	0.422	1.56	19.3	0.31	4.88	847.4
29/05/10	3.42	29/05/10									
26/06/10	2.21	26/06/2010 11:00	26.18	6115		3.94	2.25	28.6	3.33	6.15	85
31/07/10	1.06	31/07/2010 10:29	26.15	1233	815.5	0.784	1.64	20.3	0.6	6.19	128.3
28/08/10	0.92	28/06/2010 15:26-15:31-15:32	26.1	1186	843	0.755	1.01	12.5	0.57	5.75	131



Nivel freático (m)	
Media	2.411538462
Error típico	0.231272528
Mediana	2.4
Desviación estándar	0.833864959
Varianza de la muestra	0.695330769
Rango	2.57
Mínimo	0.92
Máximo	3.49
Suma	31.35
Cuenta	13

3. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Basilia Velásquez, Cantón Chanmico .

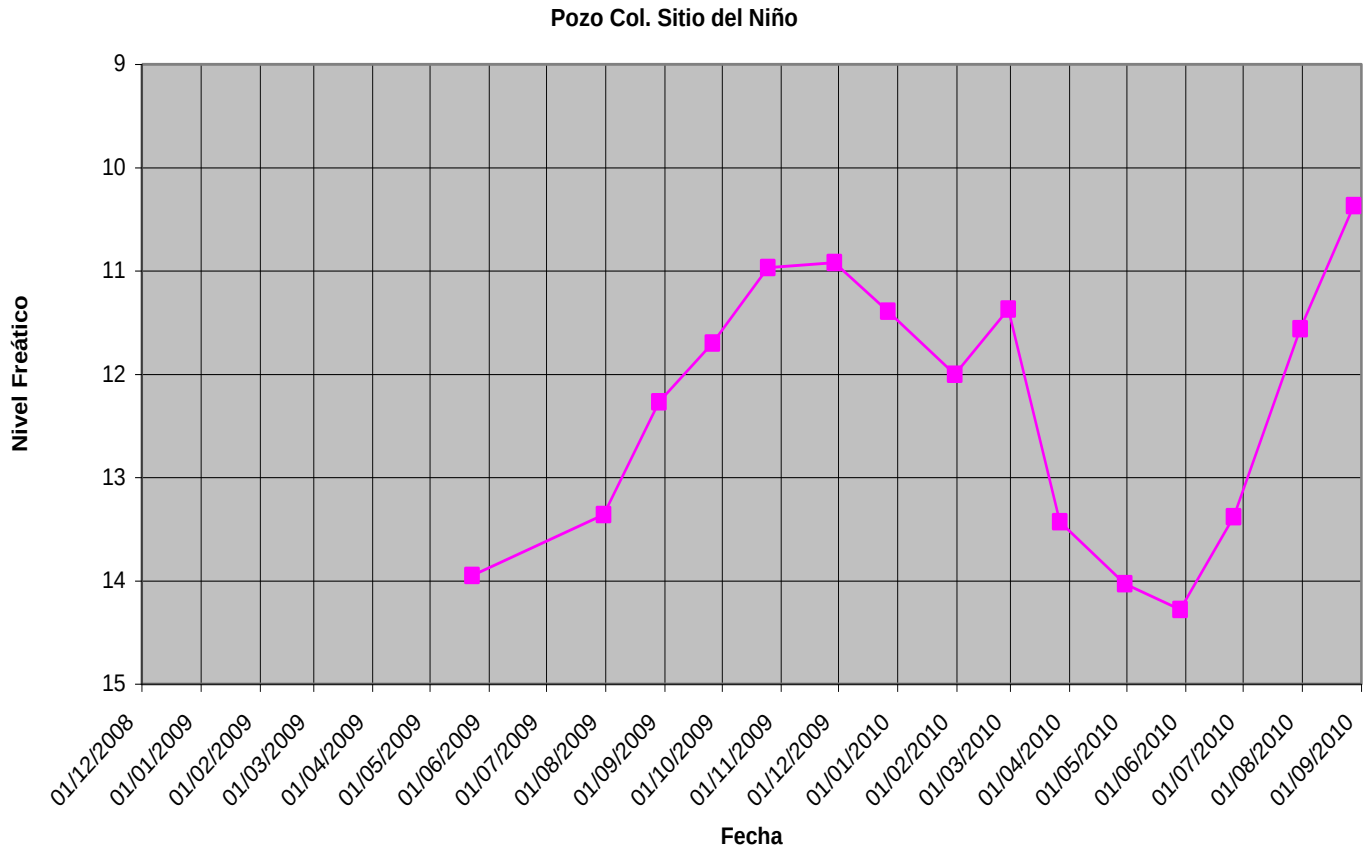
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
08/04/09	11.86	08/04/2009 1:45 pm	27.69	1461		0.903	1.78	22.9	0.69	6.88	120.4
21/04/09	11.92	21/04/2009 10:05	27.76	1425		0.88	1.9	24.3	0.67	7.2	148.3
23/05/09	12.03										
31/07/09	12	31/07/2009 11:55	27.68	1348		0.833			0.64	7.35	146.8
29/08/09	11.61	29/08/2009 17:20	27.62	1350		0.835	3.14	40	0.64	7.02	185
26/09/09	11.08	26/09/2009 14:20	27.7	1359	736	0.84	2.47	31.5	0.64	6.81	83.9
25/10/09	10.37	25/10/2009 11:10	27.65	1137	879.58	0.703	3.85	49	0.53	6.83	76.1
30/11/09	10.4	30/11/09									
27/12/09	10.62	27/12/2009 11:38	27.49	1287	777.1	0.798	3.31	42.1	0.61	6.73	92
31/01/10	11.01	31/01/2010 10:15 a.m	27.53	1482	674.61	0.919	2	25.5	0.7	7.01	126
28/02/10	11.37	28/02/2010 10:13 a 10:26 a.m	27.57	1358	736.15	0.842	2.31	29.4	0.64	17.5	275
27/03/10	11.7	27/03/2010 11:02	27.61	1333	750.4	0.825	1.98	25.2	0.63	6.3	924
30/04/10	12.03	30/04/2010 12:10	27.65	1198	834.49	0.741	1.96	25	0.56	5	858
29/05/10	12.21	29/05/10									
26/06/10	11.94	26/06/2010 11:20	27.56				3.28	43.5		6.71	77.6
31/07/10	11.18	31/07/2010 10:50	27.59	1675	610	1.036	265	33.7	0.8	6.54	110
28/08/10	10.07	28/08/2010 15:43-15:52	27.3	1194	837	0.743	4.27	54.2	0.56	5.98	122.9



Nivel freático (m)	
Media	11.97235294
Error típico	0.5339975
Mediana	11.7
Desviación estándar	2.201728098
Varianza de la muestra	4.847606618
Rango	9.83
Mínimo	10.37
Máximo	20.2
Suma	203.53
Cuenta	17

4. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Ismael Monzón, Colonia Sitio del Niño .

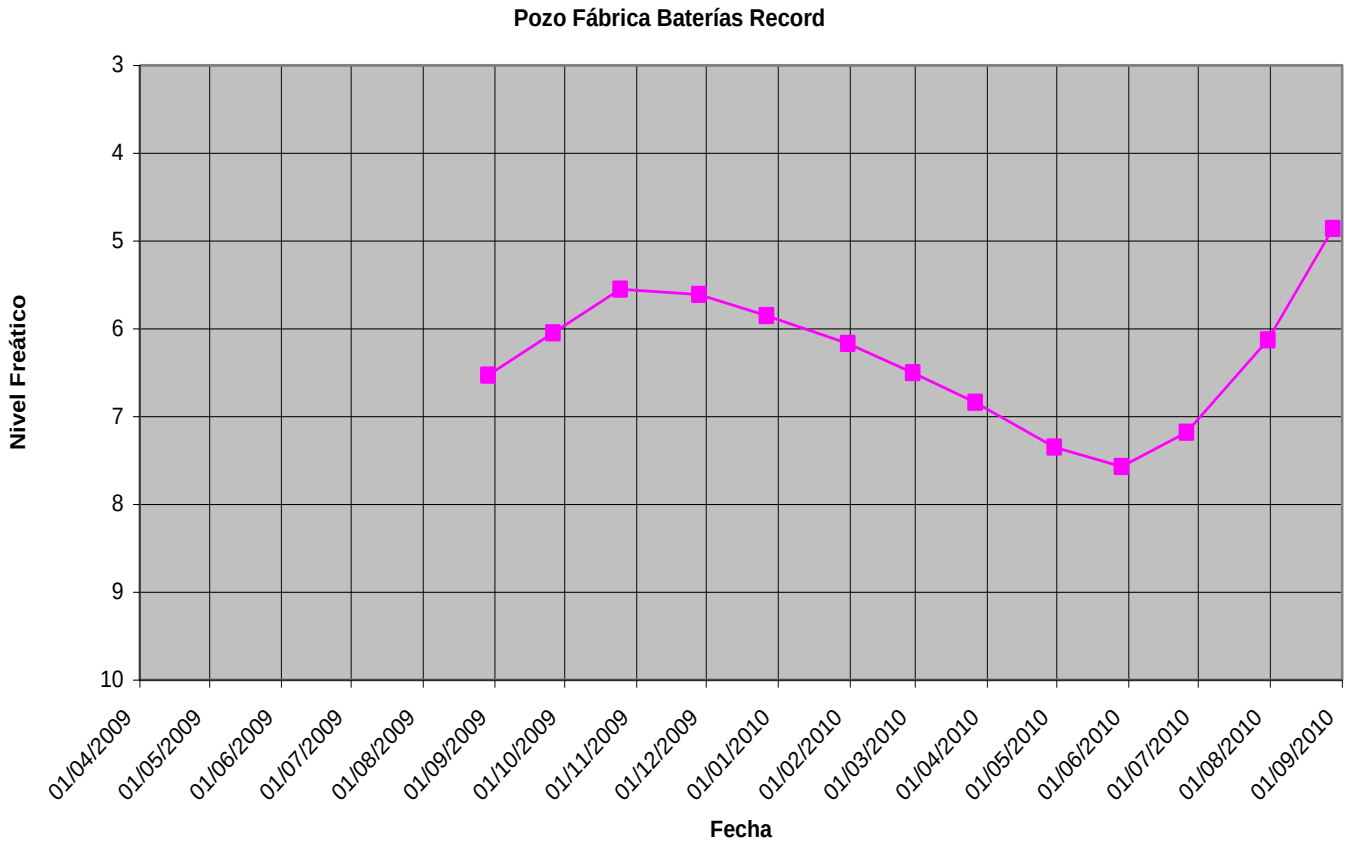
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad ‰	Ph	ORP mV
18/12/08	10.80	18 dic. 08	26.45	1544	645	0.984	3.68	45.9	0.76	6.33	204.6
08/04/09	12.41	08/04/2009 15:00	26.28	1497		0.95	2.33	29	0.73	6.92	83
21/04/09	13.69	21/04/2009 11:35	26.31	1493		0.947	2.13	26.6	0.73	7.09	-28.7 a 27.7
23/05/09	13.95	23/05/09									
31/07/09	13.36	31/07/2009 13:15	26.4	1613		1.021			0.79	6.96	-22.8
29/08/09	12.27	29/08/2009 13:10	26.37	1577		0.999	3.85	48	0.77	6.78	143.6
26/09/09	11.70	26/09/2009 14:40	26.16	1500		0.954	4.2	52.1	0.73	6.69	99
25/10/09	10.97	25/10/2009 11:40	26.51	1490	671.3	0.941	4.91	61.2	0.72	6.75	90.8
29/11/09	10.92	29/11/2009 13:00	26.58	1492	670.44	0.941	3.66	46.1	0.72	6.5	147.8
27/12/09	11.39	27/12/2009 11:54	26.55	1657	603.4	1.046	4.09	51.2	0.81	7.17	99.2
31/01/10	12	31/01/2010 10:30	26.48	1669	599.11	1.055	2.96	37	0.81	7.06	153
28/02/10	11.37	28/02/2010 10:33	26.38	1539	649.7	0.975	3.05	38	0.75	660	185.3
27/03/10	13.43	27/03/2010 11:27	26.4	1526	655.18	0.966	2.82	35.3	0.74	5.3	888.9
30/04/10	14.03	230/04/2010 12:24	26.27	1423	702.89	0.903	1.99	24.7	0.69	4.88	894
29/05/10	14.28	29/05/10									
26/06/10	13.38	26/06/2010 11:33	26.48				3.95	52.1		6.47	86.1
31/07/10	11.56	31/07/2010 11:07	26.72	1335	752	0.838	4.08	51.2	0.64	6.53	115.8
28/08/10	10.37	28/08/2010 15:57-16:01-16:03	26.87	1248	801	0.783	3.94	49.5	0.6	6.07	123.8



Nivel freático (m)	
Media	12.32666667
Error típico	0.299639217
Mediana	12.135
Desviación estándar	1.271261532
Varianza de la muestra	1.616105882
Rango	3.91
Mínimo	10.37
Máximo	14.28
Suma	221.88
Cuenta	18

5. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Yolanda Pérez, Cantón Sitio del Niño.

Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad ‰	Ph	ORP mV
29/08/09	6.53	29/08/2009 1:30 pm	26.18	789		0.502	3.82	47.4	0.38	6.8	132.4
26/09/09	6.05	26/09/2009 15:00	25.77	781	1280.7	0.5	3.9	48	0.37	6.73	101.6
25/10/09	5.55	24/10/2009 12:20	26.26	767	1304.2	0.487	5.46	67.7	0.36	6.7	104.2
28/11/09	5.61	28/11/2009 15:22	25.99	723	1382.2	0.461	5.59	69	0.34	6.88	131.8
27/12/09	5.85	27/12/2009 12:10	25.96	782	1279.3	0.499	4.33	53.4	0.37	6.94	118.5
31/01/10	6.17	31/01/2010 11:00 a.m.	25.96	775	1290.8	0.494	4.45	55	0.37	7.14	111
28/02/10	6.5	28/02/2010 11:26 a.m.	25.98	712	1403.8	0.454	5.14	63.4	0.34	14.5	
27/03/10	6.84	27/03/2010 11:41 a.m.	26.19	705	1417.6	0.448	3.69	45.7	0.33	5.8	915.6
30/04/10	7.35	30/04/2010 12:38	26.08	675	1481.2	0.43	3.52	43.5	0.32	5.22	896.7
29/05/10	7.57	29/05/10									
26/06/10	7.18	26/06/2010 11:47					5.13	65.5		6.74	75.9
31/07/10	6.13	31/07/2010 11:24	26.06	1192	835	0.76	4.76	59	0.58	6.57	117.3
28/08/10	4.86	28/08/2010 16:12-16:16-16:18	26.17	1190	840	0.757	5.11	63.5	0.58	6.17	121.9



Nivel freático (m)	
Media	6.322307692
Error típico	0.216185325
Mediana	6.17
Desviación estándar	0.779467274
Varianza de la muestra	0.607569231
Rango	2.71
Mínimo	4.86
Máximo	7.57
Suma	82.19
Cuenta	13

6. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Pastor de Jesus Flores, Hacienda Sitio del Niño.

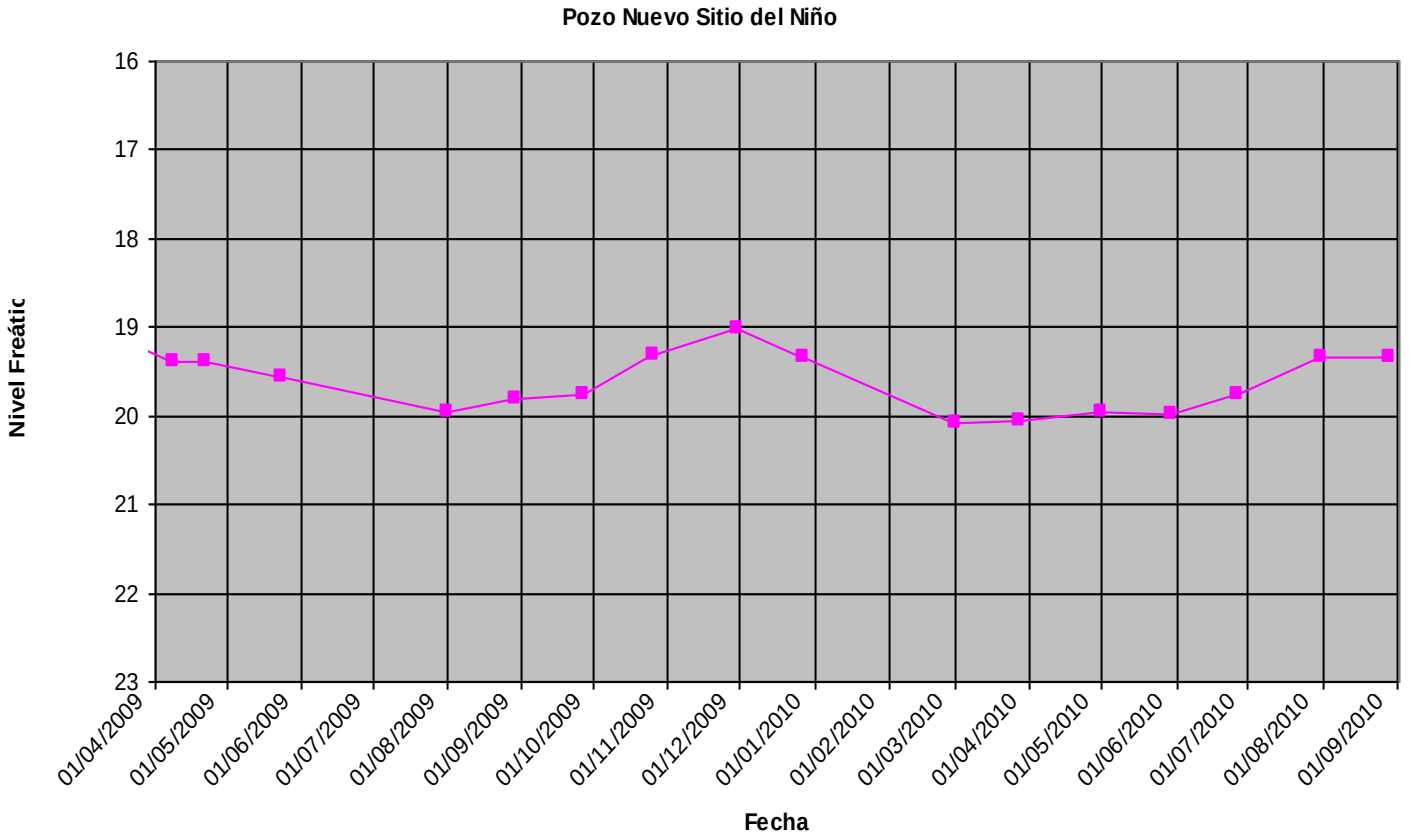
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
08/04/09	8.3	08/04/2009 4:10 pm	26.75	928		0.583	0.96	12	0.44	6.83	78.4
21/04/09	8.3	21/04/2009 12:00	26.8	933		0.586	0.54	6.8	0.44	6.79	117.7
23/05/09	8.22	23/05/09									
31/07/09	8.3	31/07/2009 13:40	26.69	995		0.626			0.47	6.8	101.6
29/08/09	8.11	29/08/2009 13:50	26.7	988		0.619	1.44	18	0.47	6.65	140
26/09/09	7.55	26/09/2009 15:35	26.06	980	1020	0.625	1.77	22.1	0.47	6.71	120.5
25/10/09	7.12	25/10/2009 13:05	26.76	979	1021.9	0.615	2.45	30.7	0.46	6.7	65
28/11/09	7.29	28/11/2009 16:25	26.52	902	1108.6	0.57	0.77	9.6	0.43	6.55	109.5
27/12/09	7.69	27/12/2009 12:30	26.5	969	1032.2	0.612	0.77	9.6	0.46	6.56	85.5
31/01/10	7.98	31/01/2010 11:00	26.43	960	1042	0.608	1.09	13.5	0.46	6.85	111
28/02/10	8.17	28/02/2010 12:31	26.43	890	1403.8	0.454	1.23	15.3	0.34	14.5	
27/03/10	8.37	27/03/2010 12:00	26.57	892	1120.8	0.563	1.76	22	0.42		630
30/04/10	8.62	30/04/2010 12:50	26.13	854	1170.3	0.544	1	12.4	0.41	5.34	956
29/05/10	8.7	29/05/10									
26/06/10	8.34	26/06/2010 12:00	26.6				1.26	16		6.48	75.5
31/07/10	7.22	31/07/2010 11:40	26.46	1230	813.2	0.777	1.91	23.8	0.59	6.37	119.9
28/08/10	5.86	28/08/2010 16:37-16:41-16:42	26.21	1246	803	0.792	3.57	44.4	0.66	6.04	122.6



Nivel freático (m)	
Media	7.890588235
Error típico	0.172015455
Mediana	8.17
Desviación estándar	0.709237888
Varianza de la muestra	0.503018382
Rango	2.84
Mínimo	5.86
Máximo	8.7
Suma	134.14
Cuenta	17

7. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Julio Antonio Guardado, Paula Teodora Rodríguez, Col. Nvo. Sitio del Niño.

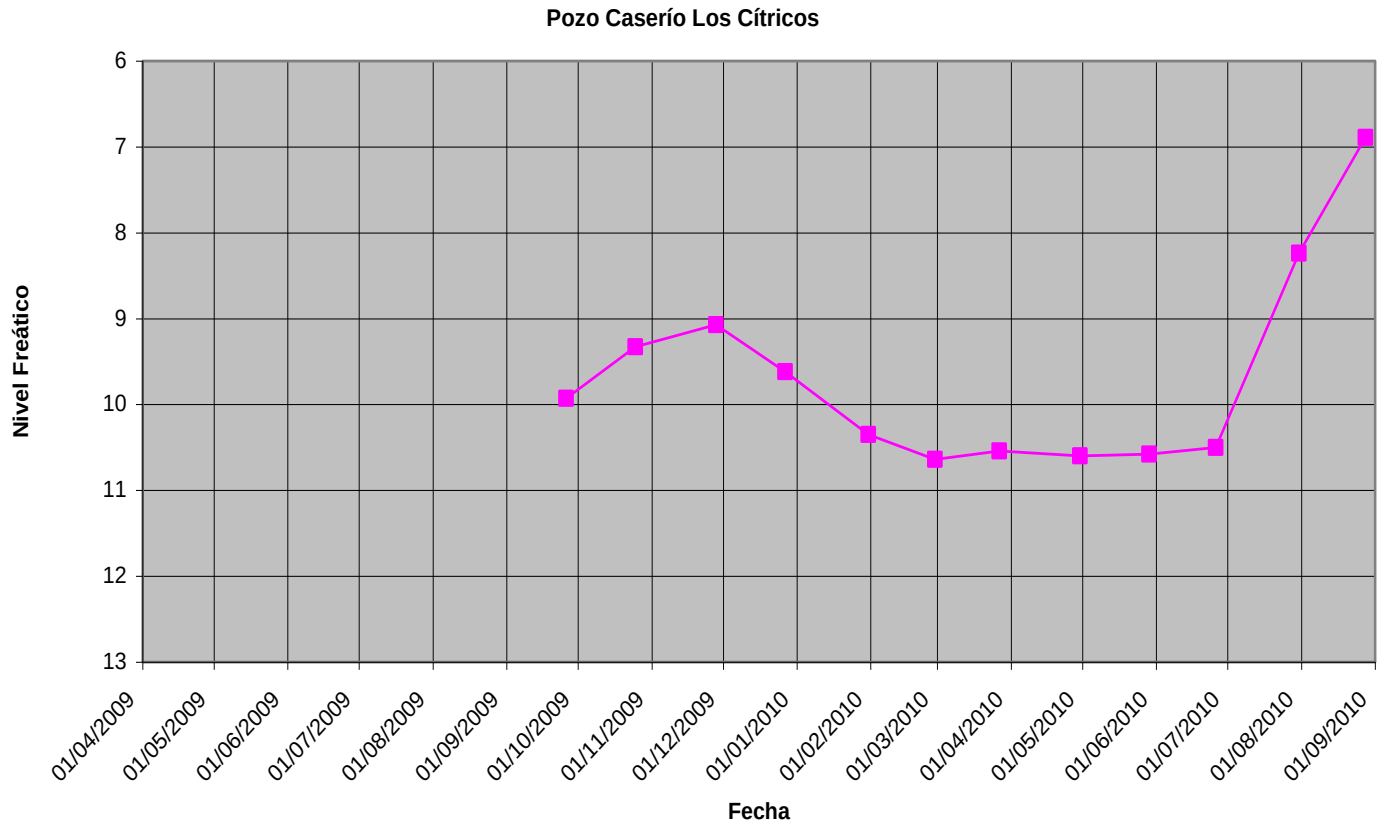
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
14/03/09	19.09	14/03/2009 14:30	26.15	1326.7		0.48	4.42	54.7	0.36	7.05	174.5
08/04/09	19.4	08/04/2009 17:35	25.7	759		0.486	3.6	44.1	0.36	6.97	118.5
21/04/09	19.4	21/04/2009 13:15	25.79	767		0.491	4.3	53.3	0.37	7.07	142.4
23/05/09	19.55	23/05/09									
31/07/09	19.96	31/07/2009 14:38	27.22	871		0.543	0.4	5.5	0.41	7.28	34
29/08/09	19.8	29/08/2009 16:45	27.19	841		0.524	1.7	21.5	0.39	7.23	98
26/09/09	19.75	26/09/2009 17:45	27.25	855		0.533	1.72	21.9	0.4	7.17	128.9
25/10/09	19.31	25/10/2009 17:15	27.29	695	1438.2	0.433	4.76	60.3	0.32	7.08	94.6
29/11/09	19.02	29/11/2009 12:35	27.31	493	2028	0.307	5.28	66.7	0.23	6.7	88.4
27/12/09	19.34	27/12/2009 12:44	27.3	628	1592.5	0.391	5.71	72.2	0.29	6.76	120.1
28/02/10	20.08	28/02/2010 11:51	27.26	884	1131.8	0.551	3.62	46	0.41	8.9	65
27/03/10	20.06	27/03/2010 12:06	27.26	880	1136.4	0.549	3.65	46.1	0.41	3.8	795
30/04/10	19.95	30/04/2010 18:15	26.95	848	1176	0.533	4.58	58	0.4	0.68	624.9
29/05/10	19.98	29/05/10									
26/06/10	19.77	26/06/2010 12:12	27.22				4.93	64		6.91	70.8
31/07/10	19.34	31/07/2010 11:53	27	1145	871	0.714	6	75.6	0.54	6.7	114.4



Nivel freático (m)	
Media	19.59647059
Error típico	0.083480982
Mediana	19.55
Desviación estándar	0.344200907
Varianza de la muestra	0.118474265
Rango	1.06
Mínimo	19.02
Máximo	20.08
Suma	333.14
Cuenta	17

8. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Maria Magdalena Sánchez, Caserío Los Cítricos.

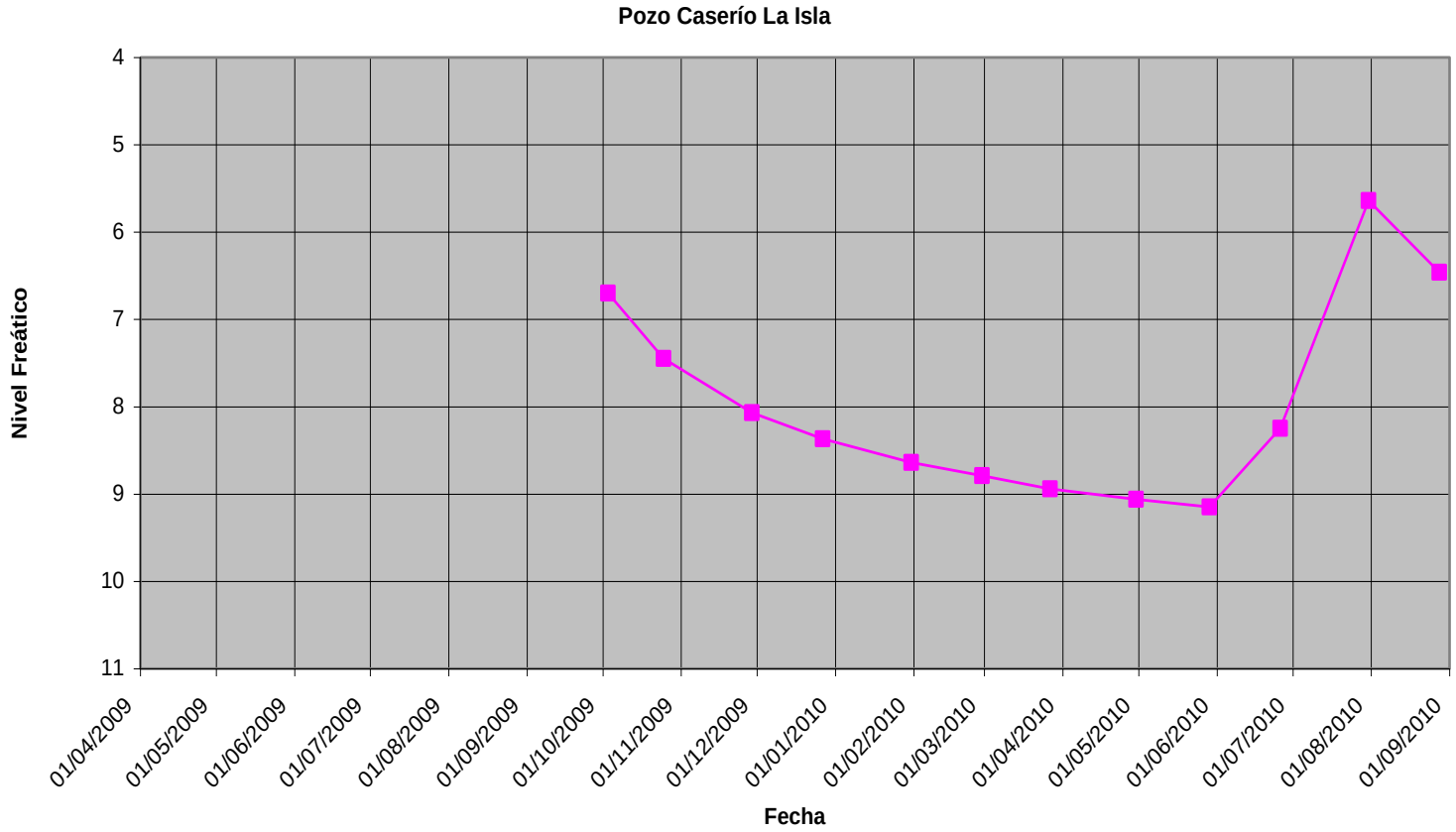
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
26/09/09	9.93	26/09/2009 5:30 p.m.	26.44	439	2278	0.278			0.2	6.37	142.8
25/10/09	9.33	25/10/2009 16:50	26.57	398	2512.7	0.251	5.93	74	0.18	7.05	135
28/11/09	9.07	28/11/2009 17:15	26.61	379	2639	0.239	6.23	77.8	0.17	7.22	95.2
27/12/09	9.62	27/12/2009 18:06	26.42	413	2423.6	0.261	6.27	78	0.19	7.34	72
31/01/10	10.35	31/01/2010 11:18	26.56	418	2389.7	0.264	5.85	72.9	0.19	7.56	106
28/02/10	10.64	28/02/2010 12:26	26.57	398	2512.3	0.251	5.44	67.8	0.18	6.86	180
27/03/10	10.54	27/03/2010 12:26	26.7	591	1706.4	0.373	3.49	43.7	0.27	6.77	926.4
30/04/10	10.6	30/04/2010 13:03	26.21	562	1779.5	0.357	2.67	33.1	0.26	5.18	783.5
29/05/10	10.58	29/05/10									
26/06/10	10.5	26/06/2010 12:24	26.54				2.8	35.8		6.7	41.8
31/07/10	8.24	31/07/2010 12:08	26.54	1090	917	0.688	7.59	94.8	0.52	6.92	110.1
28/08/10	6.89	28/08/2010 . 16:46	26.84	10.49	953	0.66	7.28	91.5	0.5	6.59	720



Nivel freático (m)	
Media	9.690833333
Error típico	0.335476726
Mediana	10.14
Desviación estándar	1.162125469
Varianza de la muestra	1.350535606
Rango	3.75
Mínimo	6.89
Máximo	10.64
Suma	116.29
Cuenta	12

9. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Miguel Angel Sosa, Caserío La Isla, Cantón Agua Escondida.

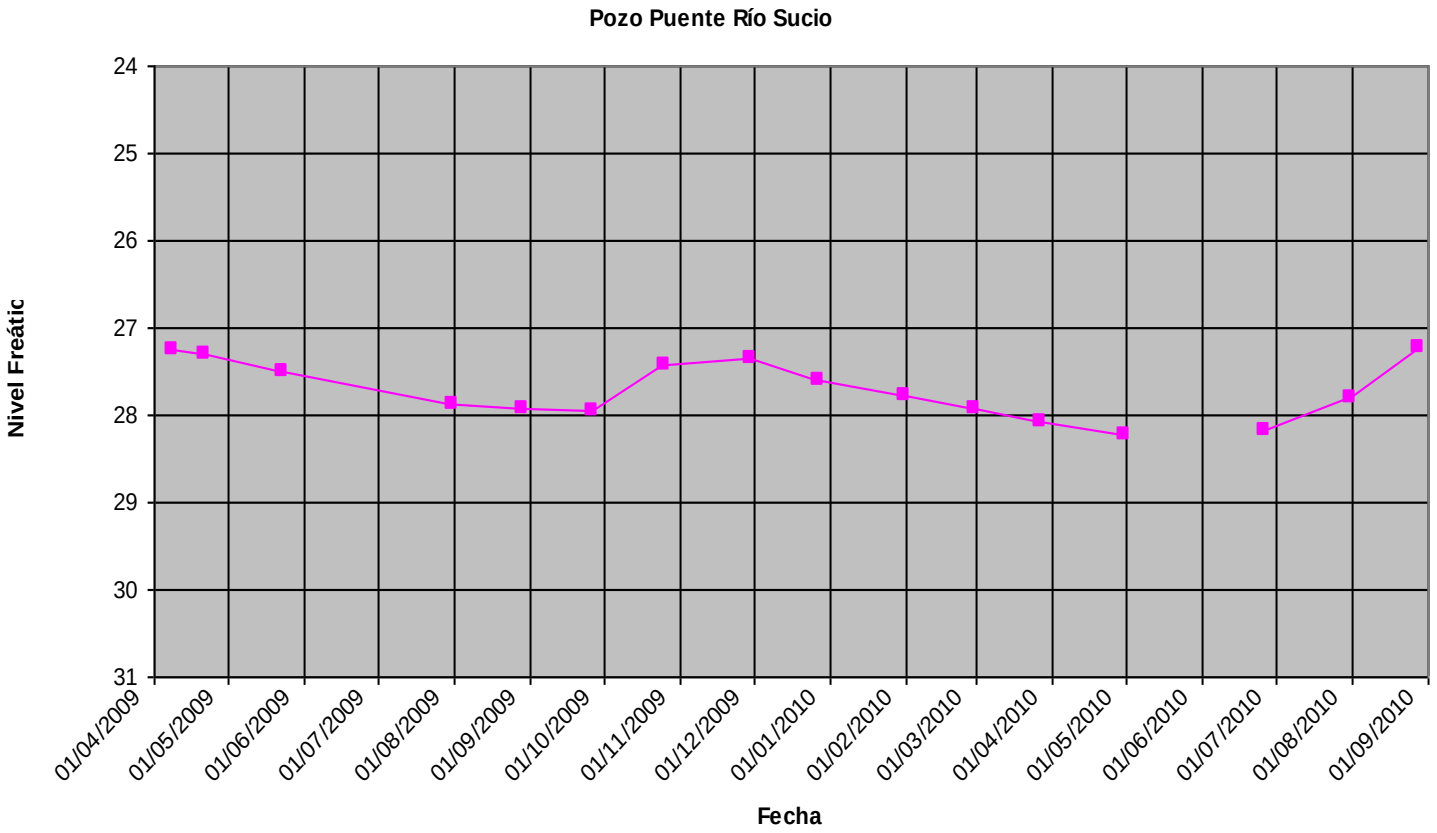
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
03/10/09	6.7	02/10/2009 12:30	26.48	448	2232.9	0.282	4.2	52.5	0.21	6.75	180.9
25/10/09	7.45	25/10/2009 14:00	26.22	478	2094	0.303	4.72	58.5	0.22	6.73	151
29/11/09	8.07	29/11/2009 9:15	25.31	464	2157	0.299	3.12	37.8	0.22	6.88	117.8
27/12/09	8.37	27/12/2009 14:56	25.23	520	1923.5	0.336	3.06	37.2	0.25	6.97	94.3
31/01/10	8.64	31/01/2010 11:40 a.m.	24.43	525	1903	0.345	3.21	38.4	0.26	7.43	159
28/02/10	8.79	28/02/2010 12:58 A.M.	24.73	488	2051.3	0.319	4.31	52	0.24	6.9	194.8
27/03/10	8.94	27/03/2010 12:58	25.37	479	2087	0.309	4.71	57.8	0.23	3.04	745
30/04/10	9.06	30/04/2010 13:28	25.45	450	2221.3	0.29	0.44	54	0.21	665	870.7
29/05/10	9.15	29/05/10									
26/06/10	8.25	26/06/2010 12:56	26.4				1.91	24.1		6.7	51.6
31/07/10	5.64	31/07/2010 12:44	26.38	1136	880.9	0.719	4.42	55	0.55	6.5	112.4
28/08/10	6.46	28/08/2010 17:19-17:57	26.29	1138	879	0.721	7.28	48.8	0.55	6.21	130



Nivel freático (m)	
Media	7.96
Error típico	0.331230488
Mediana	8.31
Desviación estándar	1.147416069
Varianza de la muestra	1.316563636
Rango	3.51
Mínimo	5.64
Máximo	9.15
Suma	95.52
Cuenta	12

10. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Francisco Ayala, Lucía Fernández, Cantón Joya de Cerén, Puente Río Sucio

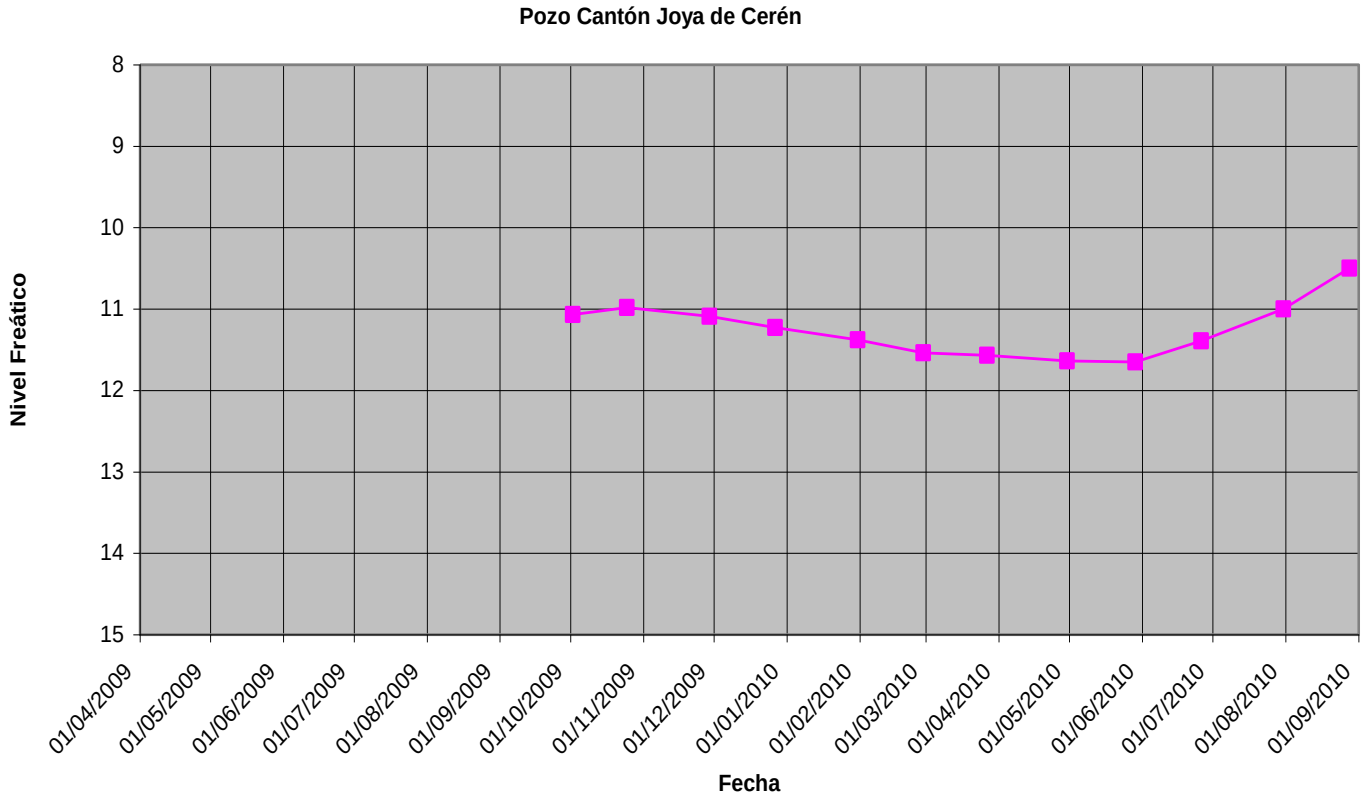
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
08/04/09	27.24	08/04/2009 4:45 pm	26.73	507		0.319	1.48	18.6	0.24	7.22	130.5
21/04/09	27.3	21/04/2009 12:15	28.46	533		0.325			0.24	7.37	127.4
23/05/09	27.5	23/05/09									
31/07/09	27.87	31/07/2009 14:00	25.74	596		0.382			0.28	7.48	79.7
29/08/09	27.93	29/08/2009 16:25	26.82	596		0.374	1.71	21.4	0.28	7	125
26/09/09	27.94	26/09/2009 15:50	26.75	618	1616.7	0.389	1.62	20.2	0.29	6.84	120
25/10/09	27.42	25/10/2009 15:00	26.8	621	1610.3	0.39	3.65	45.7	0.29	6.69	110
29/11/09	27.35	29/11/2009 8:30	26.59	616	1622.3	0.389	1.77	22.1	0.29	6.79	123.6
27/12/09	27.6	27/12/2009 13:02	26.23	614	1628.9	0.39	2.04	25.3	0.29	6.92	157.9
31/01/10	27.77	31/01/2010 12:05 a.m.	26.64	573	1752.5	0.36	1.68	21	0.27	7.4	103.5
28/02/10	27.92	28/02/10	26.9	528	1895.5	0.331	2.81	35.3	0.24	0.05	142.4
27/03/10	28.08	27/03/2010 13:38	27.8	533	1078	0.328	1.76	22.5	0.24	6.25	875.6
30/04/10	28.22	30/04/2010 13:46	25.1	469	2132.4	0.304	4.02	48.8	0.22	4.35	442.7
29/05/10											
26/06/10	28.17	26/06/2010 13:23	26.79				2.18	27.8		6.7	64.3
31/07/10	27.8	31/07/2010 13:31	26.92	1420	705	0.893	2.9	36.5	0.68	6.65	98
28/08/10	27.22	28/08/2010 17:51-17.57	25.88	1157	864	0.74	6.1	75.4	0.56	6.33	129.5



Nivel freático (m)	
Media	27.708125
Error típico	0.08392069
Mediana	27.785
Desviación estándar	0.335682762
Varianza de la muestra	0.112682917
Rango	1
Mínimo	27.22
Máximo	28.22
Suma	443.33
Cuenta	16

11. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Presentación De la Paz Pineda, Cantón Joya de Cerén.

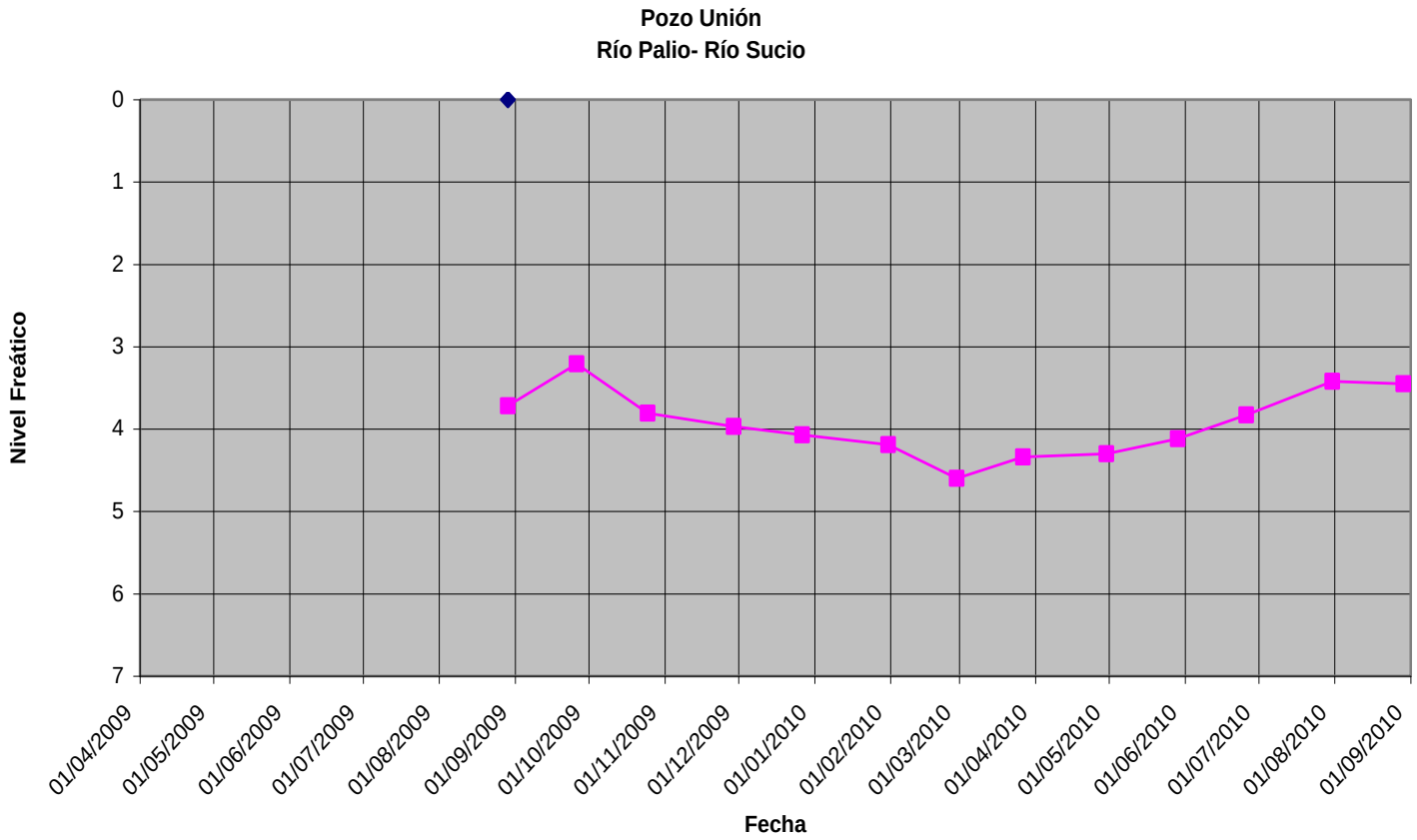
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
02/10/09	11.07	02/10/2009 14:15	26.47	501	2002.5	0.316	3.28	40.4	0.23	6.79	116
25/10/09	10.98	25/10/2009 15:15	26.47	487	2045	0.31	3.24	40.3	0.23	6.62	116.5
29/11/09	11.09	29/11/2009 12:15	26.41	514	1944.6	0.326	5.02	62.4	0.24	6.47	129
27/12/09	11.23	27/12/2009 14:25	26.5	523	1912.6	0.33	5.46	68	0.24	6.51	137.9
31/01/10	11.38	31/01/2010 12:28 a.m	26.58	482	2073.5	0.304	5.27	65.7	0.22	7.09	165.5
28/02/10	11.54	28/02/2010 13:28 a.m	26.64	422	2571.5	0.266	5	62.4	0.19	0.28	191
27/03/10	11.57	27/03/2010 14:24	26.69	415	2410.8	0.261	5.44	68	0.19	6.65	923.1
30/04/10	11.64	30/04/2010 13:58	26	395	2529.7	0.251	5.37	66.7	0.18	5.49	950.5
29/05/10	11.65	29/05/10									
26/06/10	11.39	26/06/2010 13:35	26.56				3.72	47.5		6.23	89.9
31/07/10	11	31/07/2010 15:26	26.51	1161	861.9	0.733	3.41	42.5	0.56	6.5	107.4
28/08/10	10.5	28/08/2010 06:04:00 p.m.	26.43	1144	875	0.723	3.13	39	0.55	6.15	126.7



Nivel freático (m)	
Media	11.25333333
Error típico	0.098905628
Mediana	11.305
Desviación estándar	0.342619145
Varianza de la muestra	0.117387879
Rango	1.15
Mínimo	10.5
Máximo	11.65
Suma	135.04
Cuenta	12

12. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Manuel Lemus, Cerca Unión rio Sucio y Palio.

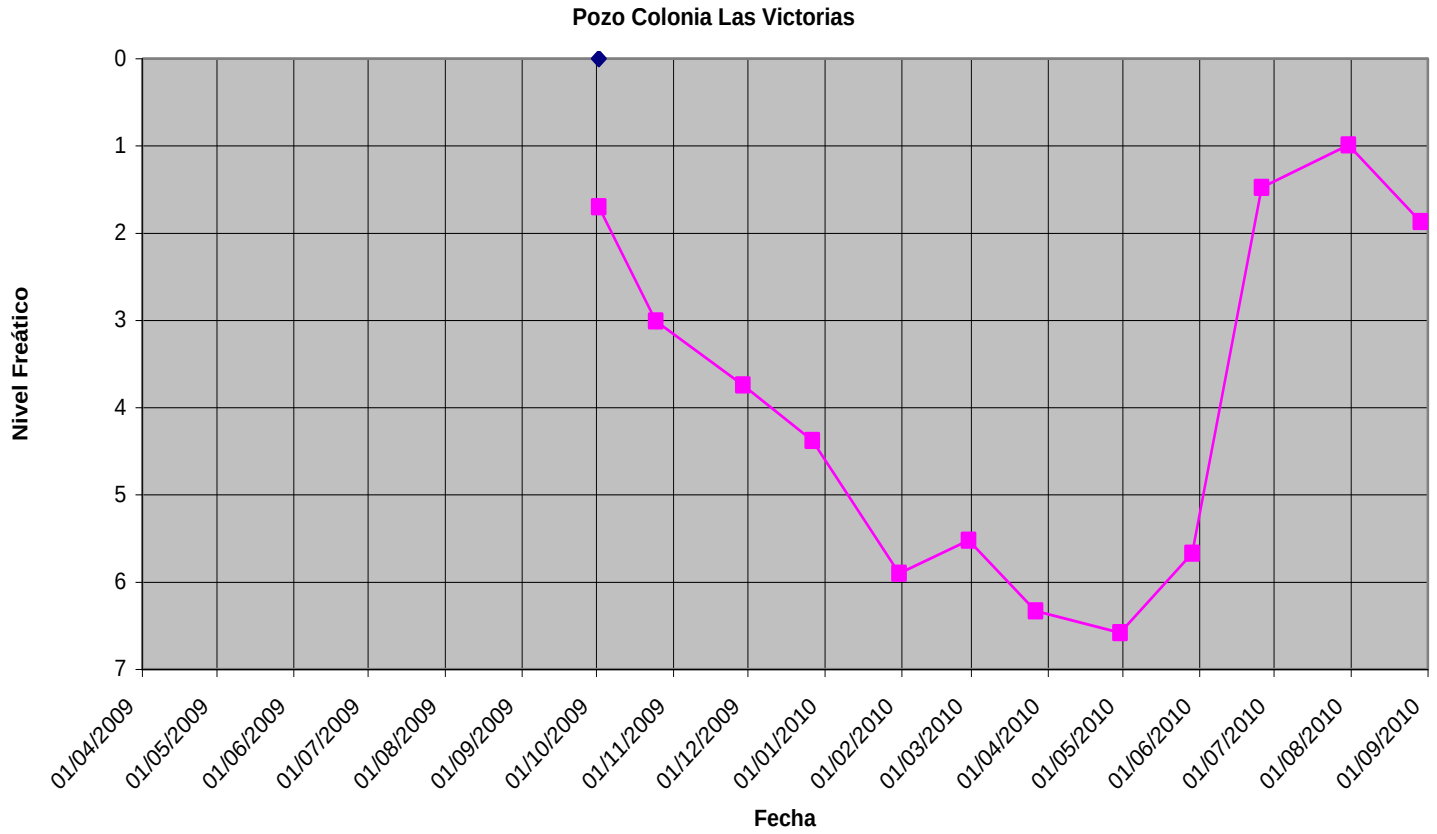
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
29/08/09	3.72	29/08/2009 3:00 pm	29.16	268		0.161	2.07	27	0.12	11.56	74
26/09/09	3.21	26/09/2009 16:15	29.24	274	3641	0.165	1.93	25.1	0.12	6.96	373
25/10/09	3.81	25/10/2009 15:40	29.19	266	3759.5	0.16	2.14	28	0.12	6.79	139
29/11/09	3.97	29/11/2009 10:10	29.07	364	3785.7	0.159	2.27	29.5	0.11	7.06	108.4
27/12/09	4.07	27/12/2009 13:15	29.1	294	3405.8	0.177	2.22	29	0.13	6.95	126
31/01/10	4.19	31/01/2010 13:00	29.04	296	33.69.7	0.179	2.3	29.8	0.13	7.54	138.5
28/02/10	4.6	28/02/2010 13:49	28.98	267	3750	0.161	3.35	43.4	0.12	14	189.2
27/03/10	4.34	27/03/2010 14:44	29.15	266	3764.2	0.16	3	39.1	0.12	0.5	650
30/04/10	4.3	30/04/2010 14:12	28	247	4057	0.15	2.85	36.9	0.11	5.69	962.7
29/05/10	4.12	29/05/10									
26/06/10	3.83	26/06/2010 13:56	29.15				2.22	29.5		6.75	64
31/07/10	3.42	31/07/2010 13:47	29.21	1089	920	0.654	1.93	25.3	0.49	6.65	224.4
29/08/10	3.45	29/08/2010 10:20-10:27-10:29	29.22	1012	989	0.608	2.07	82.2	0.46	5.56	440



Nivel freático (m)	
Media	3.925384615
Error típico	0.11197307
Mediana	3.97
Desviación estándar	0.403724646
Varianza de la muestra	0.16299359
Rango	1.39
Mínimo	3.21
Máximo	4.6
Suma	51.03
Cuenta	13

13. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Isidro Ernesto Avila, Col. Las Victorias, San Juán Opico.

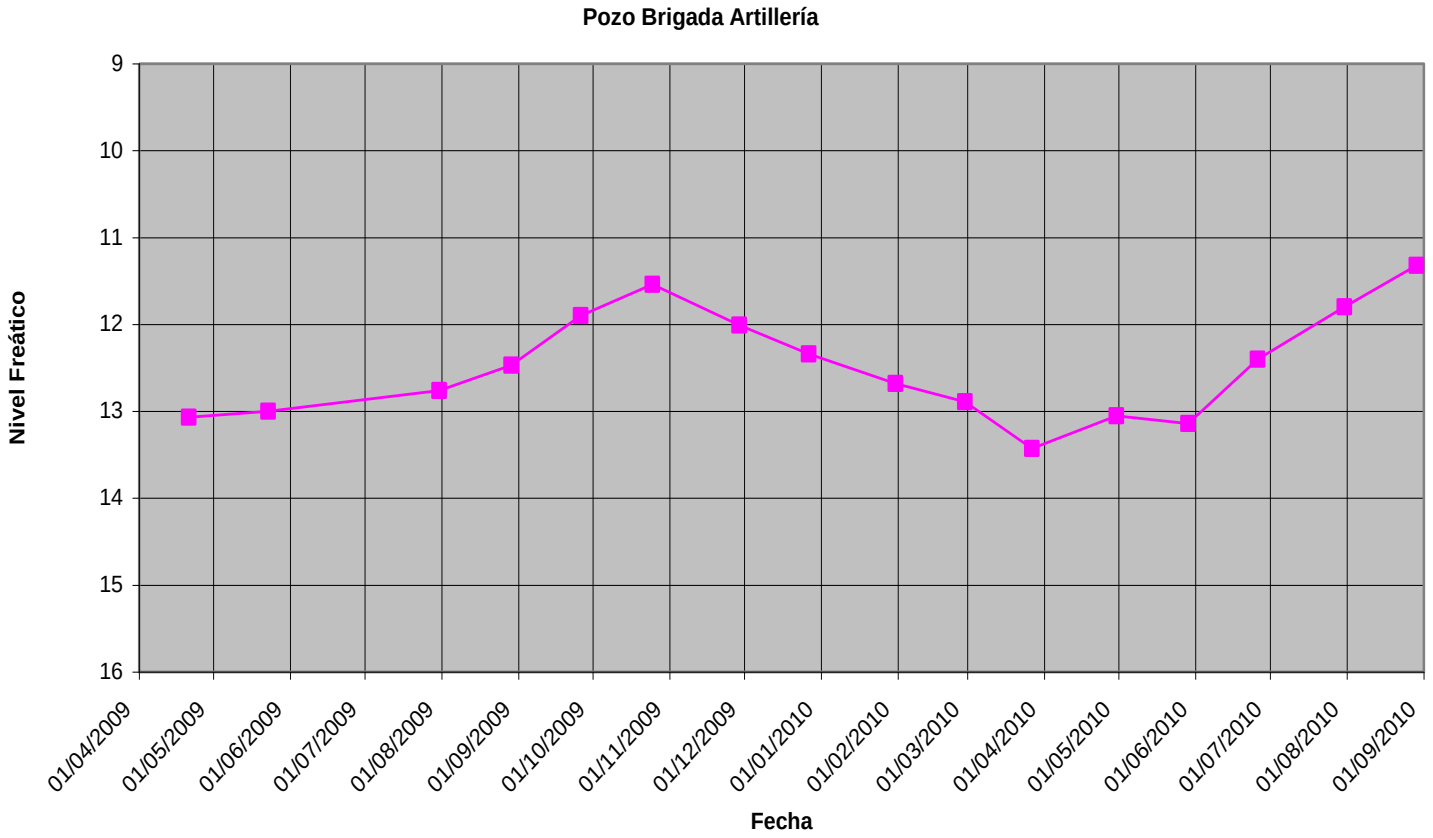
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
02/10/09	1.7	02/10/2009 15:35	26.83	281	3557.6	0.177	1.58	19.8	0.13	6.03	144.7
25/10/09	3.01	25/10/2009 15:50	26.8	285	3504.7	0.179	2.7	33.8	0.13	5.96	155
29/11/09	3.74	29/11/2009 10:20	26.54	281	3553.4	0.178	3.94	49.1	0.13	6.44	134.1
27/12/09	4.38	27/12/2009 13:27	26.56	310	3224.5	0.196	3.19	39.7	0.14	6.08	138.9
31/01/10	5.9	31/01/2010 13:11	26.52	291	3440	0.183	4.54	56.5	0.13	6.82	102
28/02/10	5.52	28/02/2010 14:00	26.52	237	4215	0.15	4.9	61	0.11	12.6	119.8
27/03/10	6.33	27/03/2010 14:57	26.49	225	4439	0.142	6.29	78.1	0.1	6.5	38.7
30/04/10	6.58	30/04/2010 14:24	26.21	210	4762	0.134	5.77	71.5	0.1	7.23	575.5
29/05/10	5.67	29/05/10									
26/06/10	1.48	26/06/2010 14:08	26.94				3.17	40		5.8	90.8
31/07/10	0.99	31/07/2010 13:59	27.29	**3555**	**281.1**	**2.235**	2.33	29.5	**1.79**	5.7	123.5
29/08/10	1.87	29/08/2010 10:33-10:39	26.77	1045	958	0.657	2.47	31	0.5	5.84	134.9



Nivel freático (m)	
Media	3.930833333
Error típico	0.597765357
Mediana	4.06
Desviación estándar	2.070719938
Varianza de la muestra	4.287881061
Rango	5.59
Mínimo	0.99
Máximo	6.58
Suma	47.17
Cuenta	12

14. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Jorge Alberto Montoya, Brigada Artillería.

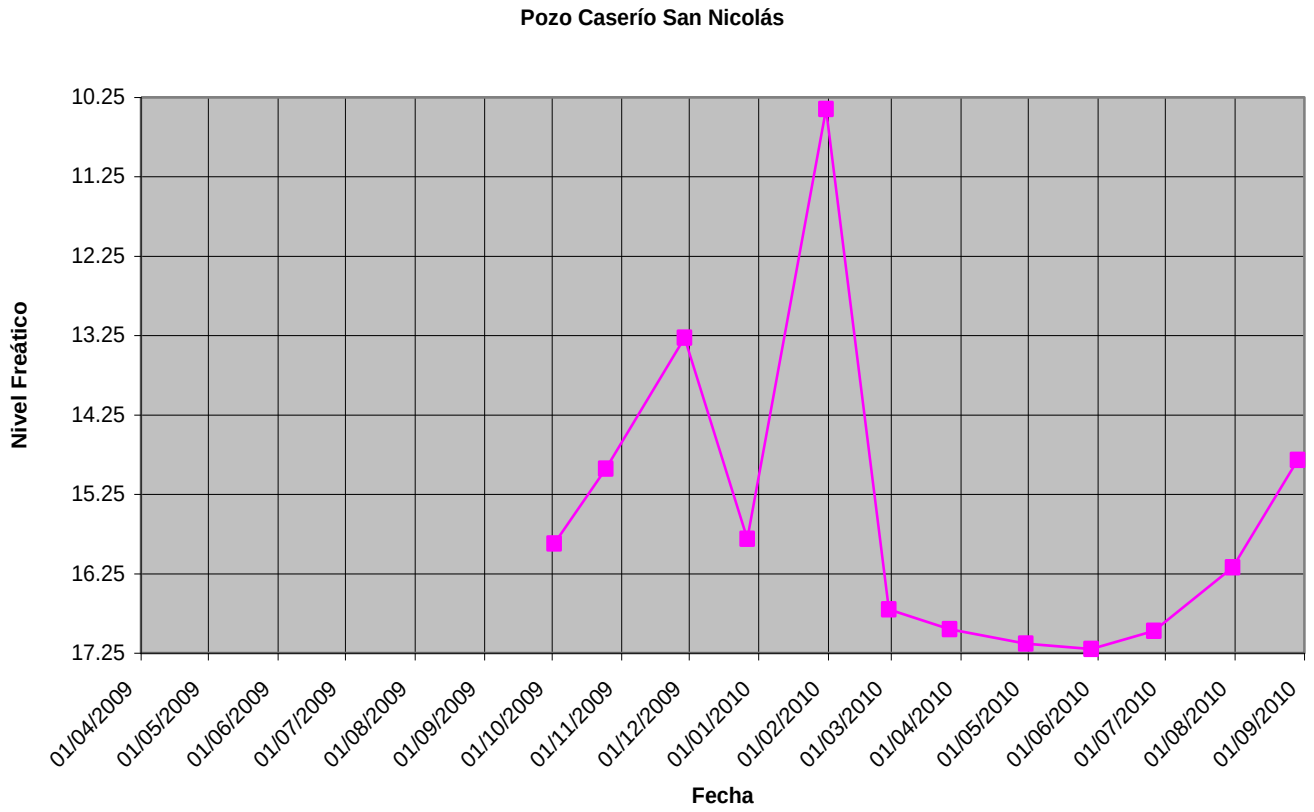
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
08/04/09	13	08/04/2009 5:10 pm	27.11	542		0.339	5.35	67.4	0.25	6.66	116
21/04/09	13.07	21/04/2009 12:40	27.31	534		0.332	5	63.3	0.24	6.84	120.2
23/05/09	13	23/05/09									
31/07/09	12.76	31/07/2009 14:15	27.45	577		0.358			0.26	6.81	120
29/08/09	12.47	29/08/2009 14:40	27.18	536		0.335			0.25	6.75	65.8
26/09/09	11.9	26/09/2009 16:35	27.35	490	2040.6	0.305	6.63		0.22	6.65	255
25/10/09	11.54	25/10/2009 16:05	27.34	872	1146.8	0.543	4.82	61	0.41	6.29	137.9
29/11/09	12.01	29/11/2009 10:35	26.89	602	1662.2	0.377	5.55	69.7	0.28	6.56	117.1
27/12/09	12.34	27/12/2009 13:44	27.39	629	1591.9	0.391	4.9	62	0.29	6.33	120
31/01/10	12.68	31/01/2010 13:35	27.33	649	1539.7	0.404	5.18	65.6	0.3	7.16	103
28/02/10	12.89	28/02/2010 14:14	27.37	588	1700.7	0.366	5.89	75.5	0.27	5.89	230.9
27/03/10	13.43	27/03/2010 15:11	27.42	554	1806.7	0.344	5.4	68.3	0.25	6.65	912
30/04/10	13.05	30/04/2010 15:30	26.9	489	2044.2	0.307	5.32	66.8	0.23	9.99	1080.5
29/05/10	13.14	29/05/10									
26/06/10	12.4	26/06/2010 15:21	27.4				5.05	65		6.11	94
31/07/10	11.8	31/07/2010 14:14	27.44	**5391**	**177.3**	**3.504**	5.6	72	**2.89**	6.12	120.5
29/08/10	11.32	29/08/2010 10:44-10:53	27.37	1219	820	0.758	5.16	65.5	0.58	5.89	126.1



Nivel freático (m)	
Media	12.51764706
Error típico	0.149623374
Mediana	12.68
Desviación estándar	0.616912974
Varianza de la muestra	0.380581618
Rango	2.11
Mínimo	11.32
Máximo	13.43
Suma	212.8
Cuenta	17

15. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Jesús Miranda Sosa. Crío. San Nicolas Los Encuentros.

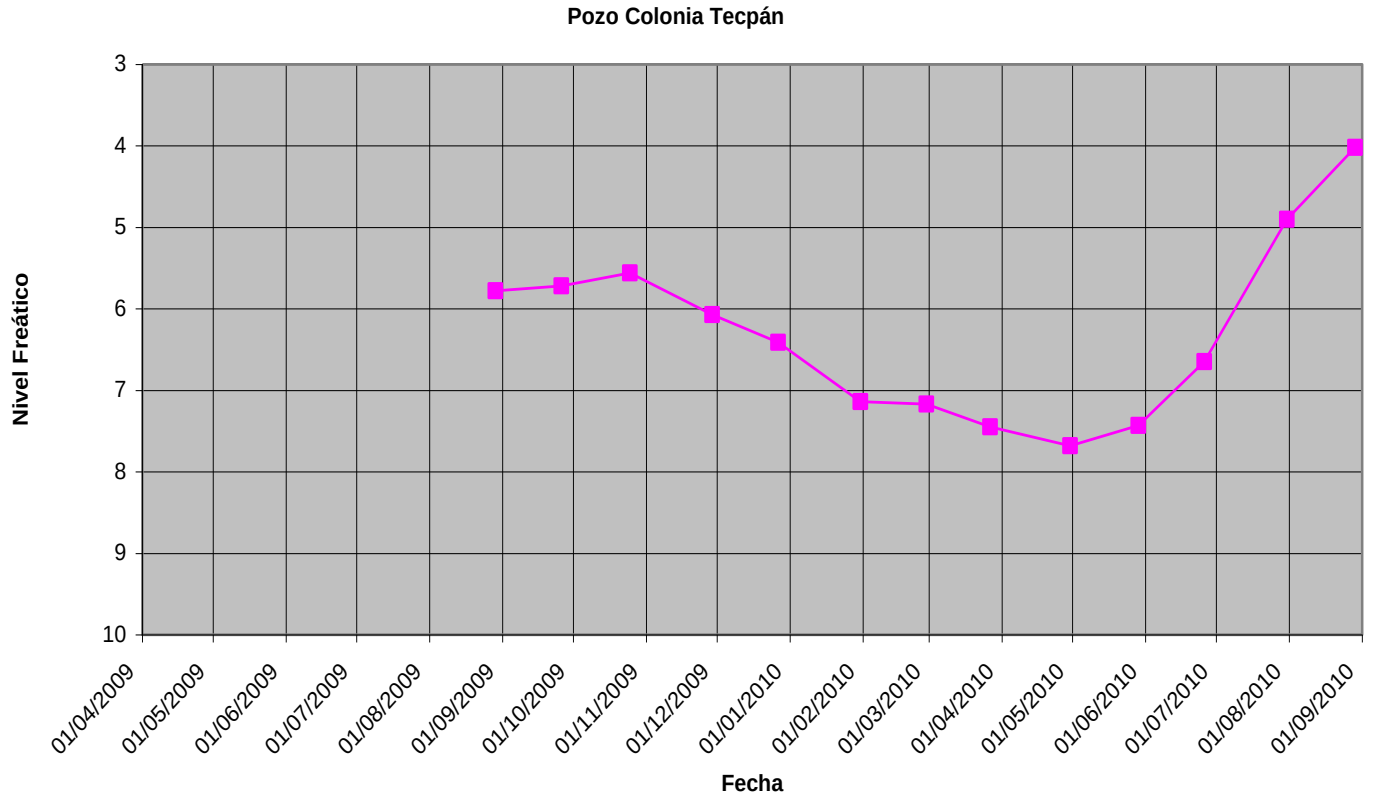
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
02/10/09	15.87	02/10/2009 14:55	28.74	342	2925.5	0.207	5.72	74.1	0.15	7.01	140.9
25/10/09	14.93	25/10/2009 16:15	28.2	423	2363.4	0.259	5.04	65.1	0.19	6.57	149.1
29/11/09	13.28	29/11/2009 11:30	28.34	405	2468.2	0.248	6.07	78.3	0.18	6.5	123
27/12/09	15.81	27/12/2009 14:07	28.33	431	2319.5	0.263	5.35	68.9	0.19	6.47	165.2
31/01/10	10.4	31/01/2010 14:00	28.34	406	2461.9	0.248	5.3	68.2	0.18	7.11	123.3
28/02/10	16.7	28/02/2010 14:32	28.25	365	2736	0.224	5.87	75.4	0.16	5	256
27/03/10	16.95	27/03/2010 15:28	28.22	354	2826	0.217	5.87	75.3	0.16	3.99	821
30/04/10	17.13	30/04/2010 15:44	27.81	320	3127.7	0.197	5.68	72.4	0.14	9.99	1410.7
29/05/10	17.2	29/05/10									
26/06/10	16.97	26/06/2010 15:38	28.36	1064		0.65	5.41	70	0.49	6.25	96
31/07/10	16.17	31/07/2010 14:28	28.4	1105	905	0.671	5.39	69.5	0.51	6.53	122
29/08/10	14.82	29/08/2010 10:59-11:08	28.25	1126	888	0.689	5.76	73.7	0.52	6.2	120.3



Nivel freático (m)	
Media	15.51916667
Error típico	0.575072404
Mediana	16.02
Desviación estándar	1.992109245
Varianza de la muestra	3.968499242
Rango	6.8
Mínimo	10.4
Máximo	17.2
Suma	186.23
Cuenta	12

16. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Porfirio Moreno Morales, Colonia Tecpán.

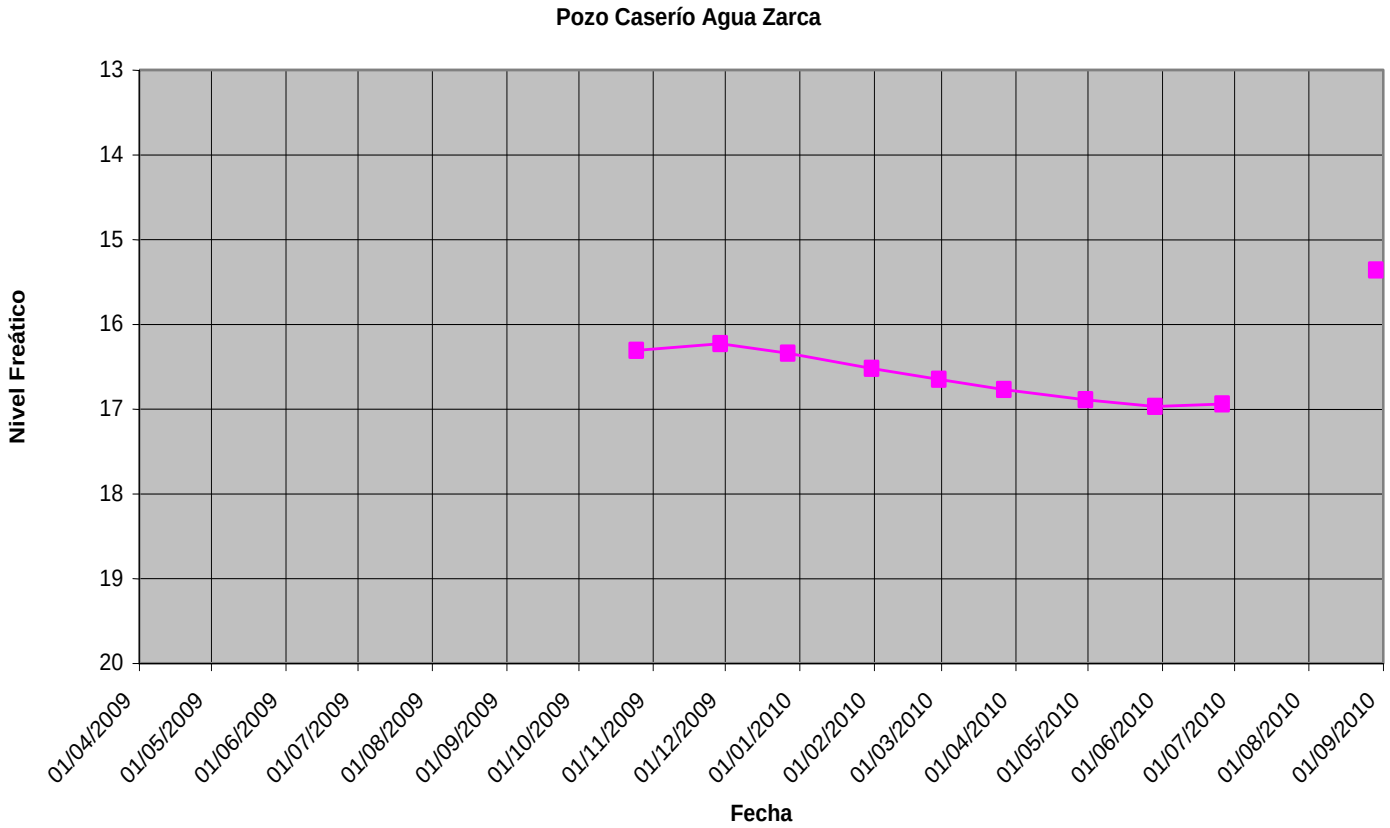
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
08/04/09	7.65	08/04/2009 3:40 pm	26.21	1254		797	2.22	27.8	0.61	6.85	89
22/08/09	5.7	22/08/09									
29/08/09	5.78	29/08/2009 12:35	26.12	1211		0.77	3.57	44.3	0.59	6.95	129
26/09/09	5.72	26/09/2009 18:15	26.18	1207	828.55	0.767	2.54	31.6	0.58	6.85	144.9
25/10/09	5.56	25/10/2009 17:35	26.07	1151	869.02	0.733	2.67	33	0.56	6.79	138.8
29/11/09	6.07	29/11/2009 13:15	26.01	1175	851.21	0.749	2.9	36.1	0.57	7.02	140.1
27/12/09	6.41	27/12/2009 15:35	26.13	1390	719.58	0.884	3.16	39.2	0.68	6.9	153
31/01/10	7.14	31/01/2010 14:36	26.08	1402	713.14	0.893	1.98	24.5	0.68	7.65	4.5
28/02/10	7.17	28/02/2010 15:00	26.17	1286	777.58	0.818	2.54	31.5	0.62	6.7	156.3
27/03/10	7.45	27/03/2010 16:03	26.14	1283	779.28	0.816	1.15	14.2	0.62	7.21	905.1
30/04/10	7.68	30/04/2010 16:21	25.75	1192	838.93	0.764	1.95	24.1	0.58	9.99	1382.9
29/05/10	7.43	29/05/10									
26/06/10	6.65	26/06/2010 16:08	26.23	1224		0.778	1.75	21.7	0.59	6.31	97.6
31/07/10	4.9	31/07/2010 16:55	26.1	1235	809.9	0.786	3.36	41.6	0.6	6.7	118.5
29/08/10	4.02	29/08/2010 11:25-11:34	26.13	1247	802	0.793	2.03	25.2	0.6	6.19	111.6



Nivel freático (m)	
Media	6.355333333
Error típico	0.281180956
Mediana	6.41
Desviación estándar	1.089009161
Varianza de la muestra	1.185940952
Rango	3.66
Mínimo	4.02
Máximo	7.68
Suma	95.33
Cuenta	15

17. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Oscar Cardoza, Caserío Agua Zarca.

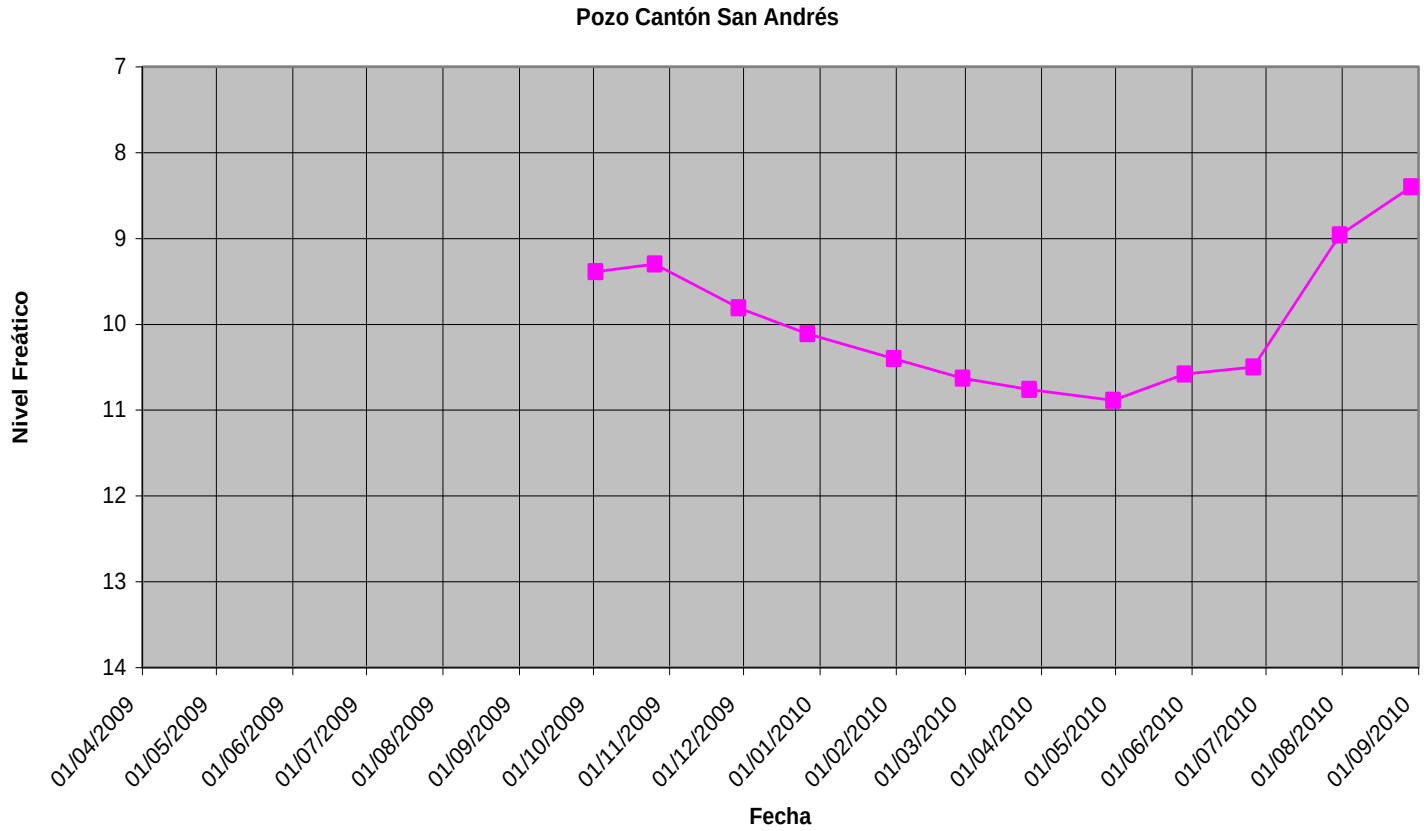
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
25/10/09	16.31	25/10/09									
29/11/09	16.23	29/11/2009 13:50	27.76	652	1533.4	0.403	5.38	68.8	0.3	7.39	102.1
27/12/09	16.34	27/12/2009 16:11	27.97	654	1529.4	0.402	4.93	63	0.3	6.89	118.4
31/01/10	16.52	31/01/2010 15:07	28.08	631	1585.9	0.387	5	64	0.29	7.83	90.7
28/02/10	16.65	28/02/2010 15:31	28.08	561	1781.6	0.345	5.2	66.7	0.25	5	256
27/03/10	16.77	27/03/2010 16:28	28.1	547	1828.2	0.336	5.54	70.9	0.25	2.7	724.6
30/04/10	16.89	30/04/2010 15:53	27.61	504	1984.4	0.312	6.33	80.9	0.23	0.87	999.3
29/05/10	16.97	29/05/10									
26/06/10	16.94	26/06/2010 16:45	28.25	1132		0.695	5.76	74.2	0.53	6.7	104
31/07/10		31/07/2010 15:00	27.32	1211	825.5	0.754	5.6	71	0.57	7.11	103.5
29/08/10	15.36	29/08/2010 9:52-9:58	27.68	1192	838	0.737	6.41	82.2	0.56	6.6	136.6



Nivel freático (m)	
Media	16.498
Error típico	0.15262736
Mediana	16.585
Desviación estándar	0.482650092
Varianza de la muestra	0.232951111
Rango	1.61
Mínimo	15.36
Máximo	16.97
Suma	164.98
Cuenta	10

18. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Julio Andana, Cantón San Andrés.

Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
02/10/09	9.39	02/10/2009 17:35	28.53	475	2105.6	0.289	5.75	74.2	0.21	7.04	120.3
26/10/09	9.3	26/10/09									
29/11/09	9.81	29/11/2009 15:25	28.53	467	2141.5	0.284	5.2	67	0.21	6.73	93.6
27/12/09	10.11	27/12/2009 16:37	28.52	518	1929.9	0.316	5.64	72.8	0.23	6.72	118.8
31/01/10	10.4	31/01/2010 15:40	28.45	521	1920	0.318	5.27	68	0.23	7.71	918
28/02/10	10.63	28/02/2010 15:55	28.42	478	2091.9	0.292	5.66	72.9	0.21	5.65	227.7
27/03/10	10.76	27/03/2010 16:56	28.56	2081.3	2081.3	0.292	4.33	55.9	0.21	6.4	911.8
30/04/10	10.89	30/04/2010 17:17	28.27	465	2152.2	0.285	4.92	63.3	0.21	0.8	813
29/05/10	10.58	29/05/10									
26/06/10	10.5	26/06/2010 17:59	28	1120		0.683	3.86	50	0.52	6.32	96.5
31/07/10	8.96	31/07/2010 16:25	28.58	4924	203.8	2.994	4.97	65	2.44	6.5	117
29/08/10	8.4	29/08/2010 12:12-12:21	28.59	1125	889	0.684	4.45	57.6	0.52	6.03	111.4



Nivel freático (m)	
Media	9.9775
Error típico	0.231248669
Mediana	10.255
Desviación estándar	0.801068888
Varianza de la muestra	0.641711364
Rango	2.49
Mínimo	8.4
Máximo	10.89
Suma	119.73
Cuenta	12

19. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Luis Alonso Alas, Cantón Las Lomas Ciudad Arce.

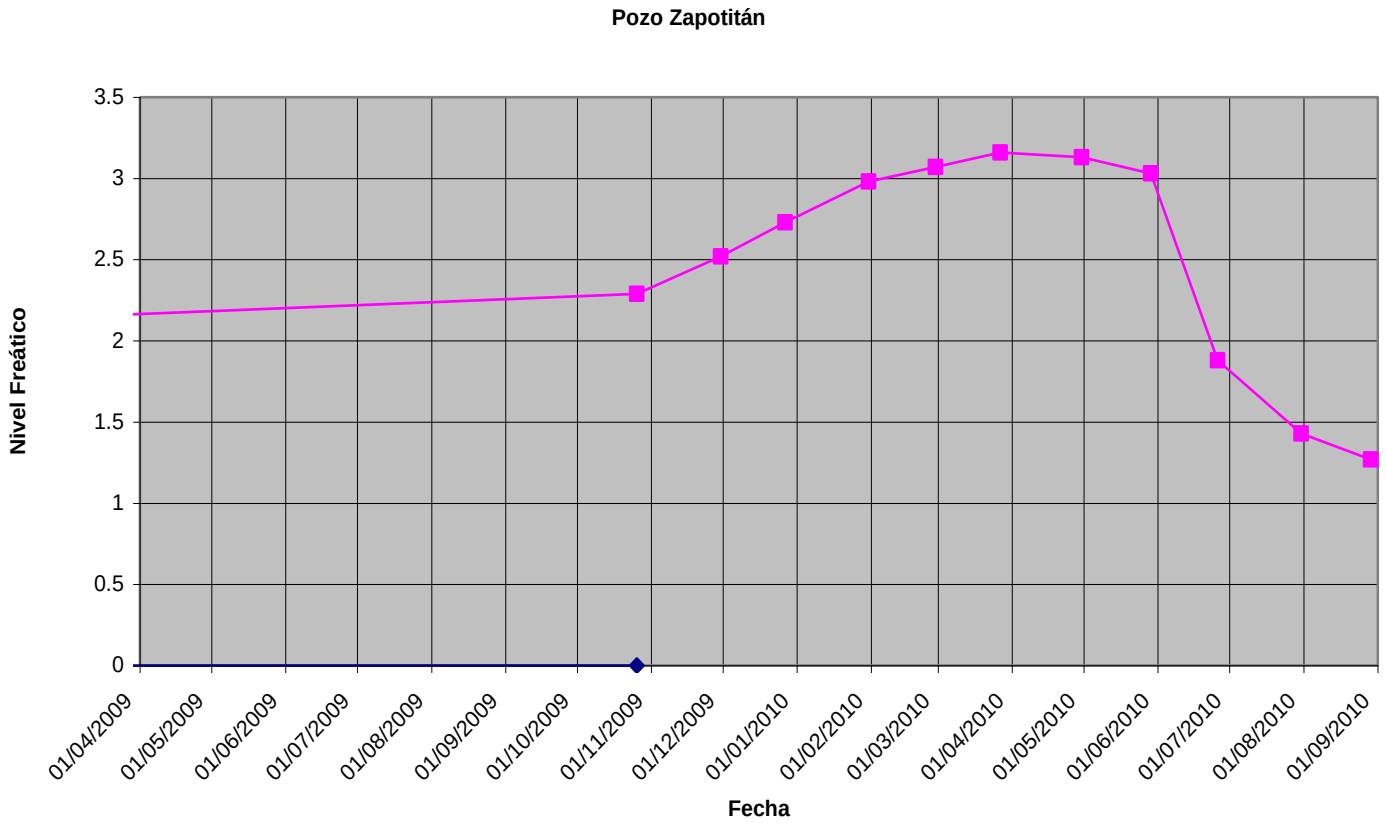
Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad %o	Ph	ORP mV
25/10/09	2.41										
29/11/09	3.93	29/11/2009 14:40	26.22	415	2408.3	0.264	2.87	35.6	0.19	6.25	109.3
27/12/09	4.91	27/12/2009 17:02	26.08	430	2324.5	0.274	2.95	36.5	0.2	6.29	121.1
31/01/10	5.9	31/01/2010 16:05	26.3	417	2398.7	0.264	3.45	42.8	0.19	7.05	151
28/02/10	7.26	28/02/2010 16:18	26.48	396	2524.8	0.25	4.77	59.3	0.18	5.2	231.1
27/03/10	9.43	27/03/2010 17:19	26.4	390	2563.1	0.247	4.1	51	0.18	7.02	852.4
30/04/10	8.41	30/04/2010 17:36	26.14	363	2755.7	0.231	3.7	46	0.17	0.44	661.3
29/05/10	9.1	29/05/10									
26/06/10	6.08	26/06/2010 17:34	26.45	1075		0.68	1.95	24.5	0.51	5.96	113.7
31/07/10	2.66	31/07/2010 16:03	26.43	1124	890.3	0.711	0.54	6.8	0.54	6	109
29/08/10	1.97	29/08/2010 11:53-12:00	26.17	1105	905	0.703	0.39	4.9	0.53	5.5	144



Nivel freático (m)	
Media	5.641818182
Error típico	0.815382585
Mediana	5.9
Desviación estándar	2.704318096
Varianza de la muestra	7.313336364
Rango	7.46
Mínimo	1.97
Máximo	9.43
Suma	62.06
Cuenta	11

20. Registros de niveles freaticos en pozo excavado de Familia Avalos, Zapotitán.

Fecha	N. F. m	fecha/ hora muestreo	T agua ºC	Cond. µS/cm	resistividad Ωcm	STD g/L	O2 disuelto mg/L	DO %	salinidad ‰	Ph	ORP mV
24/04/08	1.96	24/04/08									
26/10/09	2.29	26/10/09									
30/11/09	2.52	29/11/2009 17:35	23.77	1737	575.62	1.157	1.45	17.2	0.9	7.13	94.2
27/12/09	2.73	27/12/2009 17:44	24.29	1957	510.97	1.289	0.97	11.7	1.01	6.59	69
31/01/10	2.98	31/01/2010 16:35	23.81	1875	533.46	1.246	0.78	9.3	0.97	7.21	40.3
28/02/10	3.07	28/02/2010 16:44	23.55	1611	620.54	1.077	1.2	14.2	0.84	14.1	270
27/03/10	3.16	27/03/2010 17:45	24.47	1668	599.59	1.095	0.98	11.8	0.85	7.25	888.5
30/04/10	3.13	30/04/2010 18:00	24.74	1574	635.2	1.028	2.31	28.1	0.79	0.16	648.3
29/05/10	3.03	29/05/10									
26/06/10	1.88	26/06/2010 18:15	24.61	1253		0.808	2.61	32	0.62	6.46	90
31/07/10	1.43	31/07/2010 16:40	25.62	1259	795.4	0.806	0.98	12	0.62	6.7	116
29/08/10	1.27	29/08/2010 12:28-12:33	25.72	1251	799	0.803	0.61	7.5	0.61	6.08	111.3



Nivel freático (m)	
Media	2.454166667
Error típico	0.196073032
Mediana	2.625
Desviación estándar	0.679216906
Varianza de la muestra	0.461335606
Rango	1.89
Mínimo	1.27
Máximo	3.16
Suma	29.45
Cuenta	12

ANEXO Nº 3

REPORTES DE LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS. CAMPAÑA 2009

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 72 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 235**

FECHA DE RECEPCIÓN: 30/11/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 07/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 07/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PE1
PUNTO DE MUESTREO: CRIO. LOS CITRICOS
NOMBRE DE LA FUENTE: PE1
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 28/11/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	150.0	VOLUMETRIA
CALCIO	21.10	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	10.70	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	12.40	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	18.60	COLORIMETRIA
POTASIO	12.10	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	88.53	COLORIMETRIA
SODIO	22.50	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	320.0	GRAVIMETRIA
SULFATOS	25.80	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

DEPTO. LABORATORIO SERVICIOS ANALÍTICOS PROCAFE

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 72 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 236**

FECHA DE RECEPCIÓN: 30/11/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 07/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 07/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PE2
PUNTO DE MUESTREO: C/JOYA DE CEREN
NOMBRE DE LA FUENTE: PE2
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 29/11/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	240.0	VOLUMETRIA
CALCIO	40.70	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	27.66	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	23.60	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	1.82	COLORIMETRIA
POTASIO	10.50	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	55.38	COLORIMETRIA
SODIO	41.90	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	416.0	GRAVIMETRIA
SULFATOS	77.82	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

DEPTO. LABORATORIO SERVICIOS ANALÍTICOS PROCAFE

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 72 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 237**

FECHA DE RECEPCIÓN: 30/11/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 07/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 07/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PE3
PUNTO DE MUESTREO: CRIO. LA ISLA
NOMBRE DE LA FUENTE: PE3
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 29/11/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	148.70	VOLUMETRIA
CALCIO	23.50	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	12.50	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	15.60	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	16.50	COLORIMETRIA
POTASIO	8.80	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	86.26	COLORIMETRIA
SODIO	30.50	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	400.0	GRAVIMETRIA
SULFATOS	57.90	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

DEPTO. LABORATORIO SERVICIOS ANALÍTICOS PROCAFE

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 72 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 238**

FECHA DE RECEPCIÓN: 30/11/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 07/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 07/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PE4
PUNTO DE MUESTREO: C/SAN NICOLAS
NOMBRE DE LA FUENTE: PE4
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 29/11/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	170.0	VOLUMETRIA
CALCIO	50.0	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	34.75	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	16.0	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	48.50	COLORIMETRIA
POTASIO	7.10	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	82.99	COLORIMETRIA
SODIO	24.60	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	626.0	GRAVIMETRIA
SULFATOS	44.35	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

DEPTO. LABORATORIO SERVICIOS ANALITICOS PROCAFE

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 72 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 239**

FECHA DE RECEPCIÓN: 30/11/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 07/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 07/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PE5
PUNTO DE MUESTREO: C/SAN NICOLAS
NOMBRE DE LA FUENTE: PE5
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 29/11/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	148.90	VOLUMETRIA
CALCIO	24.60	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	15.70	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	12.70	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	20.80	COLORIMETRIA
POTASIO	8.10	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	79.72	COLORIMETRIA
SODIO	19.70	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	344.0	GRAVIMETRIA
SULFATOS	18.50	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

DEPTO. LABORATORIO SERVICIOS ANALITICOS PROCAFE

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFÉ

INFORME No.: 72 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 234**

FECHA DE RECEPCIÓN: 30/11/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 07/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 07/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PE6
PUNTO DE MUESTREO: HDA. SITIO DEL NIÑO
NOMBRE DE LA FUENTE: PE6
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 28/11/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	325.0	VOLUMETRIA
CALCIO	60.90	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	26.50	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	36.80	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	13.50	COLORIMETRIA
POTASIO	14.70	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	66.66	COLORIMETRIA
SODIO	50.90	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	760.0	GRAVIMETRIA
SULFATOS	146.30	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

DEPTO. LABORATORIO SERVICIOS ANALITICOS PROCAFE

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFÉ

INFORME No.: 72 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 233**

FECHA DE RECEPCIÓN: 30/11/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 07/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 07/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PE7
PUNTO DE MUESTREO: C/SITIO DEL NIÑO.
NOMBRE DE LA FUENTE: PE7
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 28/11/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	228.0	VOLUMETRIA
CALCIO	74.60	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	18.10	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	26.90	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	35.20	COLORIMETRIA
POTASIO	7.70	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	79.39	COLORIMETRIA
SODIO	24.90	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	688.0	GRAVIMETRIA
SULFATOS	143.0	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 72 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 232**

FECHA DE RECEPCIÓN: 30/11/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 07/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 07/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PE8
PUNTO DE MUESTREO: CRIO. ARENERA
NOMBRE DE LA FUENTE: PE8
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 28/11/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	211.0	VOLUMETRIA
CALCIO	70.20	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	14.10	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	21.80	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	25.60	COLORIMETRIA
POTASIO	7.70	ABSORCIÓN ATOMICA
SÌLICE	78.41	COLORIMETRIA
SODIO	29.50	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	658.0	GRAVIMETRIA
SULFATOS	147.20	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

DEPTO. LABORATORIO SERVICIOS ANALÍTICOS PROCAFE

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFÉ

INFORME No.: 72 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 240**

FECHA DE RECEPCIÓN: 30/11/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 07/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 07/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PE9
PUNTO DE MUESTREO: CRIO. AGUA ZARCA
NOMBRE DE LA FUENTE: PE9
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 29/11/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	197.0	VOLUMETRIA
CALCIO	54.0	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	17.73	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	14.0	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	76.46	COLORIMETRIA
POTASIO	10.0	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	68.61	COLORIMETRIA
SODIO	38.70	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	588.0	GRAVIMETRIA
SULFATOS	62.50	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es politica del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

DEPTO. LABORATORIO SERVICIOS ANALÍTICOS PROCAFE

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFÉ

INFORME No.: 72 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 241**

FECHA DE RECEPCIÓN: 30/11/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 07/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 07/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PE10
PUNTO DE MUESTREO: C/LAS LOMAS
NOMBRE DE LA FUENTE: PE10
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 29/11/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	175.0	VOLUMETRIA
CALCIO	30.50	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	7.90	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	13.50	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	2.35	COLORIMETRIA
POTASIO	10.20	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	92.79	COLORIMETRIA
SODIO	18.80	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	340	GRAVIMETRIA
SULFATOS	44.20	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

DEPTO. LABORATORIO SERVICIOS ANALÍTICOS PROCAFÉ

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 75 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 244**

FECHA DE RECEPCIÓN: 07/12/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PP1
PUNTO DE MUESTREO: C/CHANMICO
NOMBRE DE LA FUENTE: PP1
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 06/12/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	580.50	VOLUMETRIA
CALCIO	55.00	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	31.91	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	69.00	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	11.04	COLORIMETRIA
POTASIO	14.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	75.86	COLORIMETRIA
SODIO	80.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	1316.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	135.71	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 78 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 266**

FECHA DE RECEPCIÓN: 14/12/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: PP2
PUNTO DE MUESTREO:
NOMBRE DE LA FUENTE:
MÉTODO DE MUESTREO:
FECHA/HORA DE MUESTREO:

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	352.50	VOLUMETRIA
CALCIO	50.00	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	30.50	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	37.00	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	11.96	COLORIMETRIA
POTASIO	11.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	104.56	COLORIMETRIA
SODIO	75.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	640.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	116.79	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFÉ

INFORME No.: 75 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 247**

FECHA DE RECEPCIÓN: 07/12/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PP13
PUNTO DE MUESTREO: Crio. SANTA BARBARA
NOMBRE DE LA FUENTE: PP13
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 06/12/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	151.30	VOLUMETRIA
CALCIO	27.30	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	*8.50*	*ARGENTOMETRIA*
MAGNESIO	11.80	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	15.80	COLORIMETRIA
POTASIO	5.90	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	87.55	COLORIMETRIA
SODIO	22.50	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	660.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	32.50	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFÉ

INFORME No.: 75 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 245**

FECHA DE RECEPCIÓN: 07/12/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PP4
PUNTO DE MUESTREO: Nvo. SITIO DEL NIÑO.
NOMBRE DE LA FUENTE: PP4
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 06/12/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	364.50	VOLUMETRIA
CALCIO	54.00	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	21.28	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	54.00	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	26.45	COLORIMETRIA
POTASIO	10.40	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	75.39	COLORIMETRIA
SODIO	49.10	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	948.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	130.00	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 75 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 248**

FECHA DE RECEPCIÓN: 07/12/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PP5
PUNTO DE MUESTREO: C/JOYA DE CEREN
NOMBRE DE LA FUENTE: PP5
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 06/12/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	162.00	VOLUMETRIA
CALCIO	42.00	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	14.89	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	6.80	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	41.20	COLORIMETRIA
POTASIO	1.60	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	*84.14*	*COLORIMETRIA*
SODIO	29.80	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	720.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	20.36	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 75 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 249**

FECHA DE RECEPCIÓN: 07/12/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PP6
PUNTO DE MUESTREO: C/SAN ANDRES
NOMBRE DE LA FUENTE: PP6
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 06/12/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	126.90	VOLUMETRIA
CALCIO	20.70	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	8.25	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	8.90	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	13.20	COLORIMETRIA
POTASIO	5.90	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	104.56	COLORIMETRIA
SODIO	16.30	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	538.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	13.20	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 79 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 270**

FECHA DE RECEPCIÓN: 15/12/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PP7
PUNTO DE MUESTREO:
NOMBRE DE LA FUENTE:
MÉTODO DE MUESTREO:
FECHA/HORA DE MUESTREO: 15/12/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	799.00	VOLUMETRIA
CALCIO	118.00	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	94.50	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	114.00	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	< 0.10	COLORIMETRIA
POTASIO	15.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	108.46	COLORIMETRIA
SODIO	81.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	1584.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	98.30	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 79 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 271**

FECHA DE RECEPCIÓN: 15/12/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PP8
PUNTO DE MUESTREO:
NOMBRE DE LA FUENTE:
MÉTODO DE MUESTREO:
FECHA/HORA DE MUESTREO: 15/12/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	531.00	VOLUMETRIA
CALCIO	66.00	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	312.05	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	30.00	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	< 0.10	COLORIMETRIA
POTASIO	37.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	128.89	COLORIMETRIA
SODIO	236.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	1234.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	6.79	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 79 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 272**

FECHA DE RECEPCIÓN: 15/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PP9
PUNTO DE MUESTREO:
NOMBRE DE LA FUENTE:
MÉTODO DE MUESTREO:
FECHA/HORA DE MUESTREO: 14/12/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	372.00	VOLUMETRIA
CALCIO	65.00	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	22.69	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	66.00	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	24.54	COLORIMETRIA
POTASIO	11.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	115.75	COLORIMETRIA
SODIO	56.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	940.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	179.29	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 79 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 269**

FECHA DE RECEPCIÓN: 15/12/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PP10
PUNTO DE MUESTREO:
NOMBRE DE LA FUENTE:
MÉTODO DE MUESTREO:
FECHA/HORA DE MUESTREO: 14/12/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	274.50	VOLUMETRIA
CALCIO	53.00	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	32.62	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	35.00	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	10.23	COLORIMETRIA
POTASIO	12.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	99.21	COLORIMETRIA
SODIO	75.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	856.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	171.43	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 79 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 267**

FECHA DE RECEPCIÓN: 15/12/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PP11
PUNTO DE MUESTREO:
NOMBRE DE LA FUENTE:
MÉTODO DE MUESTREO:
FECHA/HORA DE MUESTREO: 14/12/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	250.00	VOLUMETRIA
CALCIO	33.80	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	13.20	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	22.40	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	23.10	COLORIMETRIA
POTASIO	6.90	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	116.24	COLORIMETRIA
SODIO	31.20	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	784.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	26.20	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 75 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 246**

FECHA DE RECEPCIÓN: 07/12/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA PP12
PUNTO DE MUESTREO: Crio LA ISLA
NOMBRE DE LA FUENTE: PP12
MÉTODO DE MUESTREO: SIMPLE.
FECHA/HORA DE MUESTREO: 06/12/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	120.00	VOLUMETRIA
CALCIO	13.90	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	6.90	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	8.30	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	2.10	COLORIMETRIA
POTASIO	4.90	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	114.79	COLORIMETRIA
SODIO	14.20	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	444.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	3.10	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFÉ

INFORME No.: 78 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 263**

FECHA DE RECEPCIÓN: 14/12/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: R 101
PUNTO DE MUESTREO:
NOMBRE DE LA FUENTE:
MÉTODO DE MUESTREO:
FECHA/HORA DE MUESTREO: 13/12/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	263.00	VOLUMETRIA
CALCIO	48.00	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	110.50	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	26.00	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	4.78	COLORIMETRIA
POTASIO	13.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	106.04	COLORIMETRIA
SODIO	88.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	600.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	81.30	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFÉ

INFORME No.: 78 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 264**

FECHA DE RECEPCIÓN: 1412/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: R 102
PUNTO DE MUESTREO:
NOMBRE DE LA FUENTE:
MÉTODO DE MUESTREO:
FECHA/HORA DE MUESTREO:

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	300.00	VOLUMETRIA
CALCIO	48.00	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	104.96	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	26.00	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	5.49	COLORIMETRIA
POTASIO	15.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	*104.09*	*COLORIMETRIA*
SODIO	130.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	760.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	144.29	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: *El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.*

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFÉ

INFORME No.: 78 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 265**

FECHA DE RECEPCIÓN: 14/12/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: R 103
PUNTO DE MUESTREO:
NOMBRE DE LA FUENTE:
MÉTODO DE MUESTREO:
FECHA/HORA DE MUESTREO:

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	290.00	VOLUMETRIA
CALCIO	49.00	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	131.30	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	27.00	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	4.80	COLORIMETRIA
POTASIO	15.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	*96.02*	*COLORIMETRIA*
SODIO	129.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	756.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	*142.10*	*TURBIDIMETRIA*

NOTA ACLARATORIA: *El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el* muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 79 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 268**

FECHA DE RECEPCIÓN: 15/12/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 21/12/2009
FECHA DE EMISIÓN: 21/12/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA RETANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: URB. HDA- SAN JOSE STA. TECLA.

TIPO DE MUESTRA: AGUA MAN 1
PUNTO DE MUESTREO:
NOMBRE DE LA FUENTE:
MÉTODO DE MUESTREO:
FECHA/HORA DE MUESTREO: 14/12/2009

Análisis	Resultado mg/L	Método de Análisis
BICARBONATOS	322.50	VOLUMETRIA
CALCIO	38.00	ABSORCIÓN ATOMICA
CLORUROS	27.66	ARGENTOMETRIA
MAGNESIO	29.00	ABSORCION ATOMICA
NITRATOS	12.49	COLORIMETRIA
POTASIO	13.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	98.74	COLORIMETRIA
SODIO	73.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	772.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	87.86	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

PROCAFE

INFORME DE ANÁLISIS AGUAS NATURALES

LSA Laboratorio de Servicios Analíticos PROCAFE

INFORME No.: 19 **CÓDIGO DE MUESTRA: ANC- 43**

FECHA DE RECEPCIÓN: 25/03/2009
FECHA DE ANÁLISIS: 02/04/2009
FECHA DE EMISIÓN: 02/04/2009

NOMBRE DEL CLIENTE: JOSE MARIO GUEVARA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: Urbanización Hacienda San José Polígono A-1, # 8

TIPO DE MUESTRA: Agua de laguna
PUNTO DE MUESTREO: Laguna de Chanmico
NOMBRE DE LA FUENTE: Laguna de Chanmico
MÉTODO DE MUESTREO: Simple
FECHA/HORA DE MUESTREO: 25/03/2009

ANALISIS	RESULTADO mg/L	METODO DE ANALISIS
BICARBONATOS	345.00	TRITRIMETRICOS
BORO	< 0.10	COLORIMETRIA
CALCIO	40.00	ABSORCIÓN ATOMICA
CARBONATOS	22.50	TRITRIMETRICOS
CLORUROS	20.92	ARGENTOMETRICO
COBRE	< 0.10	ABSORCIÓN ATOMICA
FOSFATO	3.08	COLORIMETRIA
HIERRO	< 0.10	ABSORCIÓN ATOMICA
MAGNESIO	44.00	ABSORCIÓN ATOMICA
MANGANESO	< 0.10	ABSORCIÓN ATOMICA
NITRATOS	1.85	COLORIMETRIA
NITRITOS	< 0.10	COLORIMETRIA
NITRÓGENO AMONIACAL	0.42	TRITRIMETRICOS
PLOMO	0.04	ABSORCIÓN ATOMICA CON HGA
POTASIO	10.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SÍLICE	60.92	COLORIMETRIA
SODIO	59.00	ABSORCIÓN ATOMICA
SOLIDOS SOLUBLES	586.00	GRAVIMETRIA
SULFATOS	101.50	TURBIDIMETRIA

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra entregada por el cliente a este laboratorio. Cuando el cliente ejecuta el muestreo, el Laboratorio no garantiza la representatividad de la muestra. Es política del Laboratorio no autorizar, reproducir, ni entregar partes de este informe.

DEPTO. LABORATORIO SERVICIOS ANALITICOS

Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
COORDINADORA LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Lic. Julio César Chávez Guerra
TÉCNICO ANALISTA

Final Avenida Manuel Gallardo, Frente a Residencial Monte Sión, Nueva San Salvador,
Apartado Postal No.23,El Salvador, PBX: 288-3088, FAX: 228-0669
http://www.procafe.com.sv,

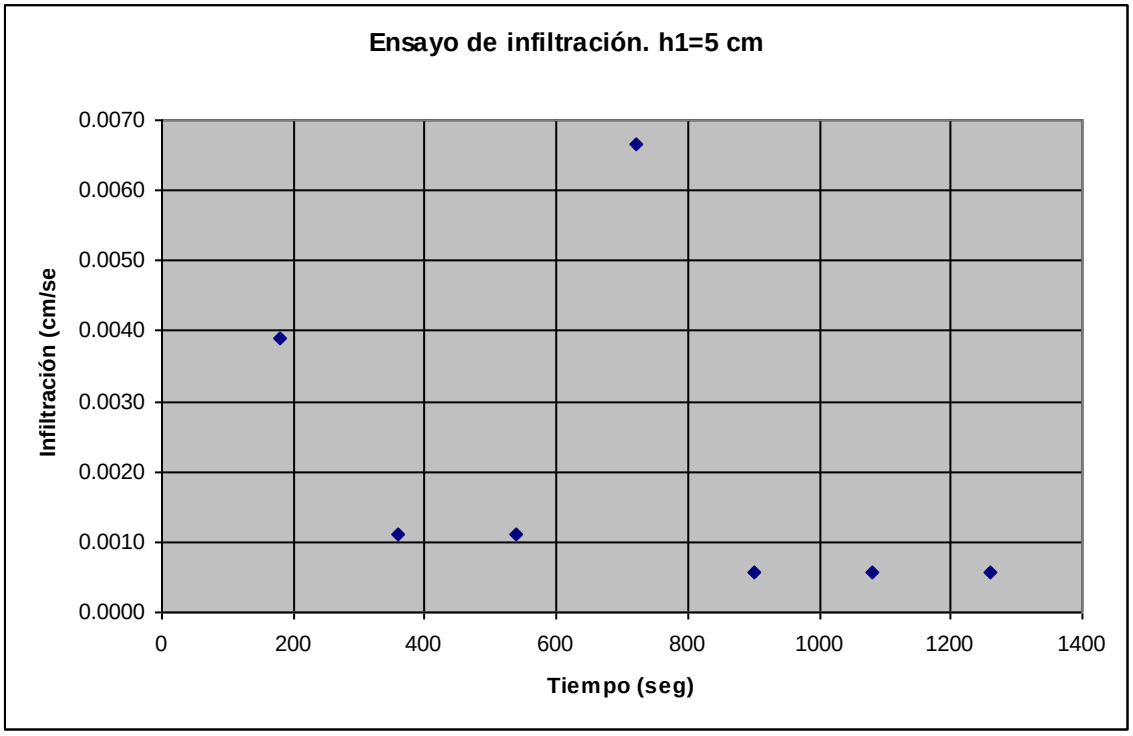
ANEXO Nº 4

DATOS DE CAMPO DE ENSAYOS DE INFILTRACIÓN

Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Colonia Nuevo Sitio del Niño, adyacente a campo de fútbol.
Fecha: 01-Ago-09
Coordenadas: N 13º48'8.2 W 89º21'19.3 Elevación: 466

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
0.0	0	0	-
0.7	3	180	0.0039
0.9	6	360	0.0011
1.1	9	540	0.0011
2.3	12	720	0.0067
2.4	15	900	0.0006
2.5	18	1080	0.0006
2.6	21	1260	0.0006

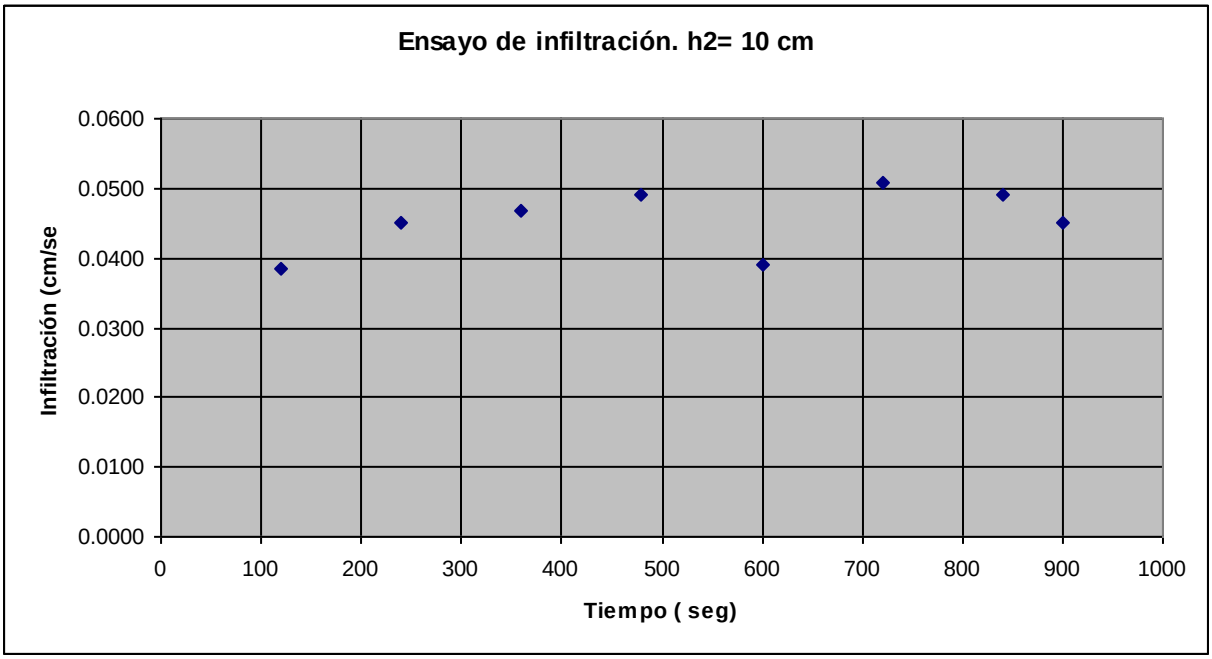
Estable R = 0.0006



Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Colonia Nuevo Sitio del Niño, adyacente a campo de fútbol.
Fecha: 01-Ago-09
Coordenadas: N 13º48'8.2 W 89º21'19.3 Elevación:

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
35.5	0	0	---
40.1	2	120	0.0383
45.5	4	240	0.0450
51.1	6	360	0.0467
57.0	8	480	0.0492
61.7	10	600	0.0392
67.8	12	720	0.0508
73.7	14	840	0.0492
76.4	15	900	0.0450

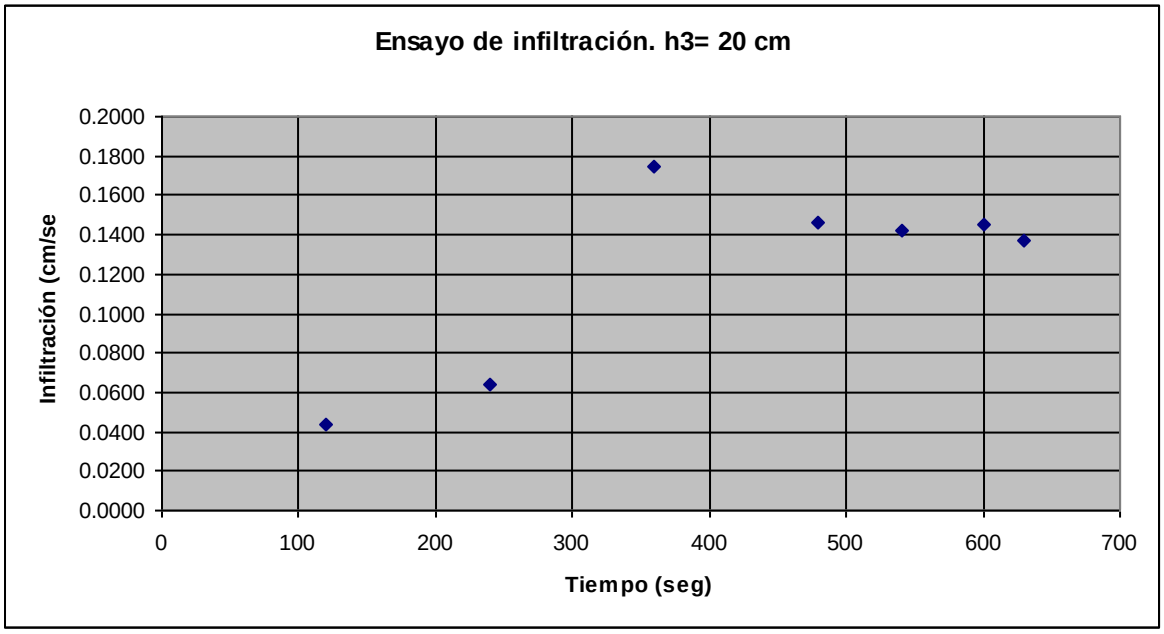
Estable R = 0.0483



Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Colonia Nuevo Sitio del Niño, adyacente a campo de fútbol.
Fecha: 01-Ago-09
Coordenadas: N 13º48'8.2 W 89º21'19.3 Elevación:

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
0.5	0	0	---
5.7	2	120	0.0433
13.4	4	240	0.0642
34.3	6	360	0.1742
51.8	8	480	0.1458
60.3	9	540	0.1417
69.0	10	600	0.1450
73.1	10.5	630	0.1367

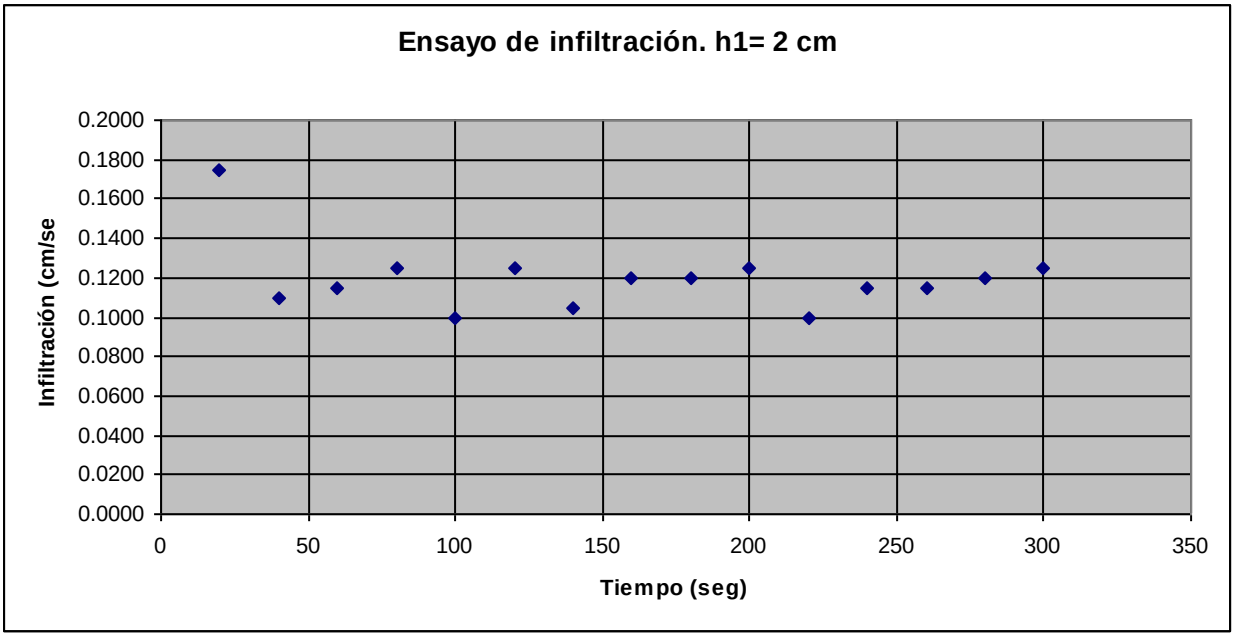
Estable R = 0.1411



Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Colonia Nuevo Sitio del Niño, adyacente a campo de fútbol.
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º48'8.2 W 89º21'20.5 Elevación: 477

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
15.0		0	-
18.5		20	0.1750
20.7		40	0.1100
23.0		60	0.1150
25.5		80	0.1250
27.5		100	0.1000
30.0		120	0.1250
32.1		140	0.1050
34.5		160	0.1200
36.9		180	0.1200
39.4		200	0.1250
41.4		220	0.1000
43.7		240	0.1150
46.0		260	0.1150
48.4		280	0.1200
50.9		300	0.1250

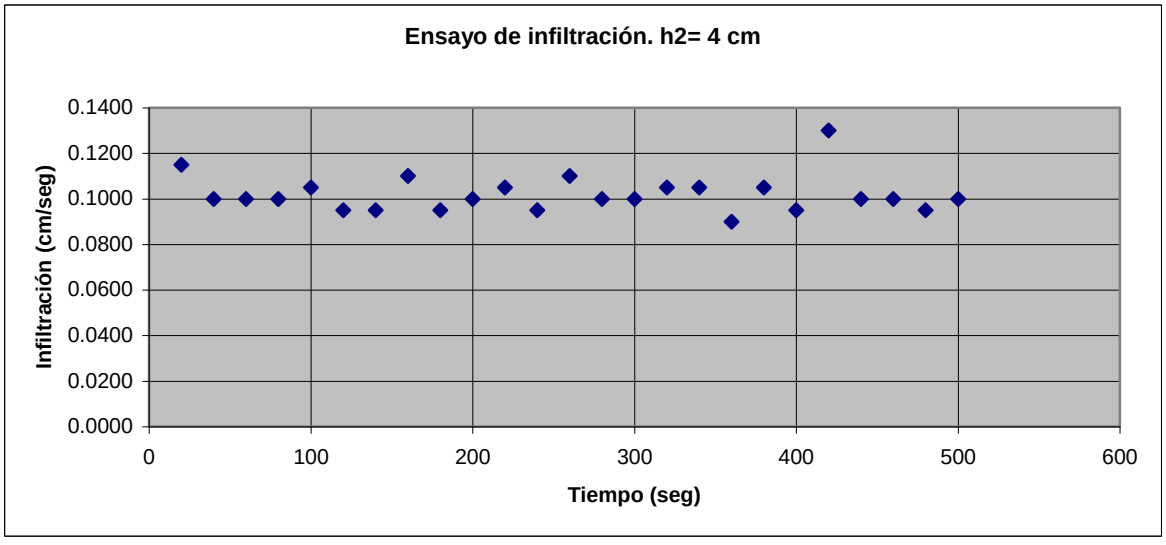
Estable R = 0.1150



Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Colonia Nuevo Sitio del Niño, adyacente a campo de fútbol.
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º48'8.2 W 89º21'20.5 Elevación: 477

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
23.0		0	---
25.3		20	0.1150
27.3		40	0.1000
29.3		60	0.1000
31.3		80	0.1000
33.4		100	0.1050
35.3		120	0.0950
37.2		140	0.0950
39.4		160	0.1100
41.3		180	0.0950
43.3		200	0.1000
45.4		220	0.1050
47.3		240	0.0950
49.5		260	0.1100
51.5		280	0.1000
53.5		300	0.1000
55.6		320	0.1050
57.7		340	0.1050
59.5		360	0.0900
61.6		380	0.1050
63.5		400	0.0950
66.1		420	0.1300
68.1		440	0.1000
70.1		460	0.1000
72.0		480	0.0950
74.0		500	0.1000

Estable R = 0.1050



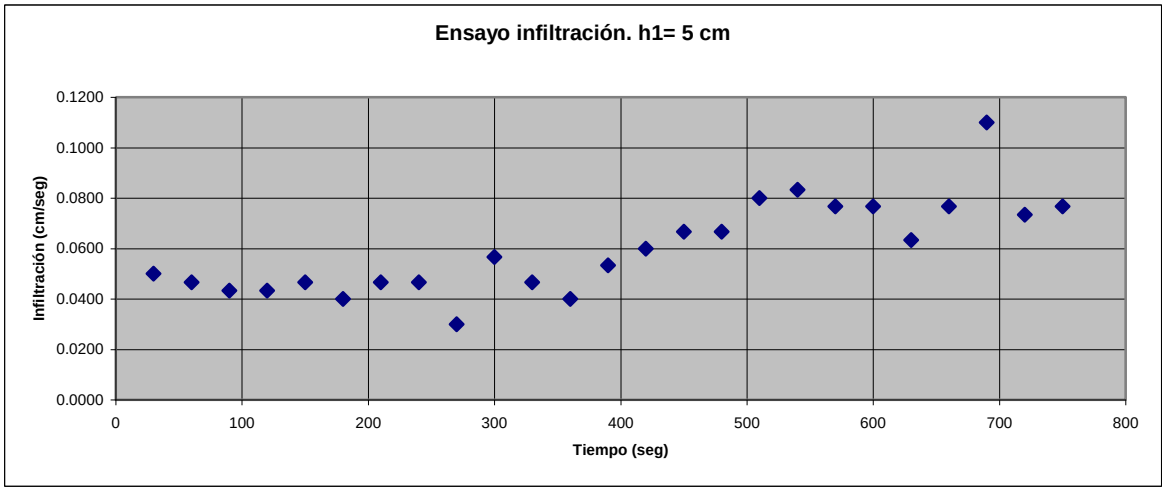
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph

Sitio: Detrás de fábrica de baterías Record, Cantón Sitio del Niño

Fecha: 17-Oct-09

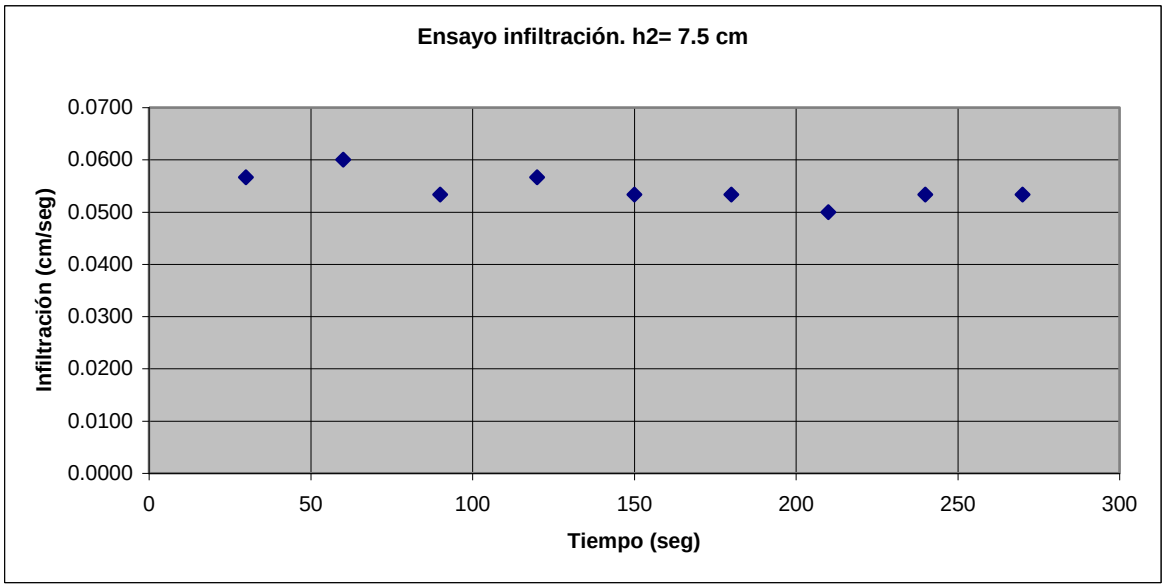
Coordenadas: N 13º47'31.7 W 89º22'15.1 Elevación: 473 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
26.5		0	---
28.0		30	0.0500
29.4		60	0.0467
30.7		90	0.0433
32.0		120	0.0433
33.4		150	0.0467
34.6		180	0.0400
36.0		210	0.0467
37.4		240	0.0467
38.3		270	0.0300
40.0		300	0.0567
41.4		330	0.0467
42.6		360	0.0400
44.2		390	0.0533
46.0		420	0.0600
48.0		450	0.0667
50.0		480	0.0667
52.4		510	0.0800
54.9		540	0.0833
57.2		570	0.0767
59.5		600	0.0767
61.4		630	0.0633
63.7		660	0.0767
67.0		690	0.1100
69.2		720	0.0733
71.5		750	0.0767
75.8		780	0.1433
		Estable R =	**0.0767**



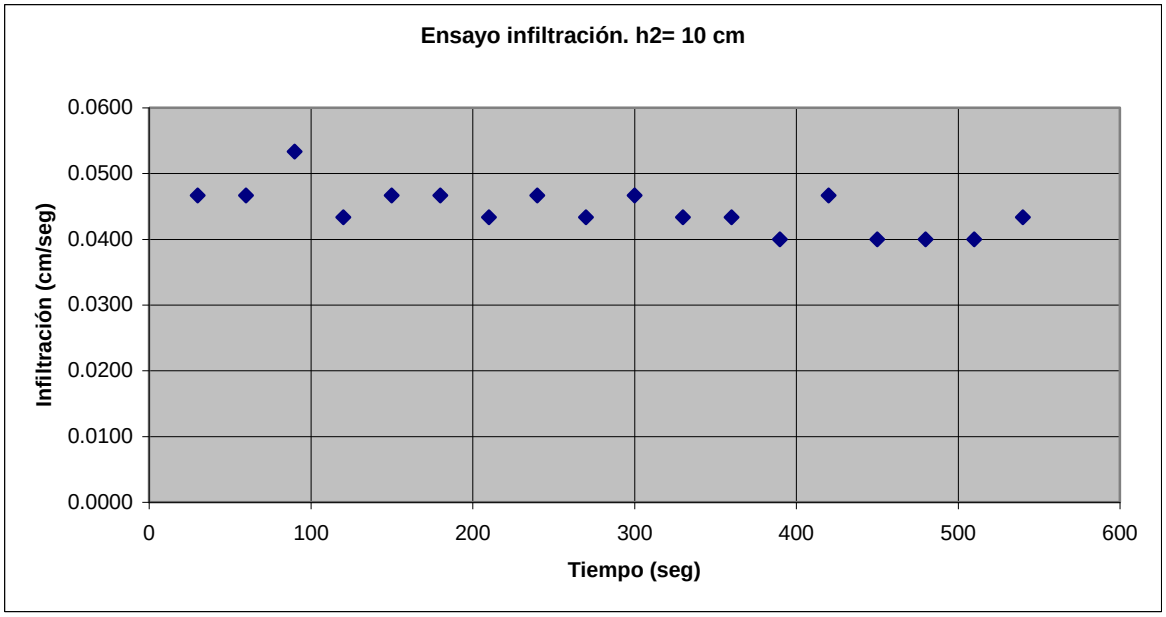
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Detrás de fábrica de baterías Record, Cantón Sitio del Niño
Fecha: 17-Oct-09
Coordenadas: N 13º47'31.7 W 89º22'15.1 Elevación: 473 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
16.5		0	---
18.2		30	0.0567
20.0		60	0.0600
21.6		90	0.0533
23.3		120	0.0567
24.9		150	0.0533
26.5		180	0.0533
28.0		210	0.0500
29.6		240	0.0533
31.2		270	0.0533
		Estable R =	**0.0533**



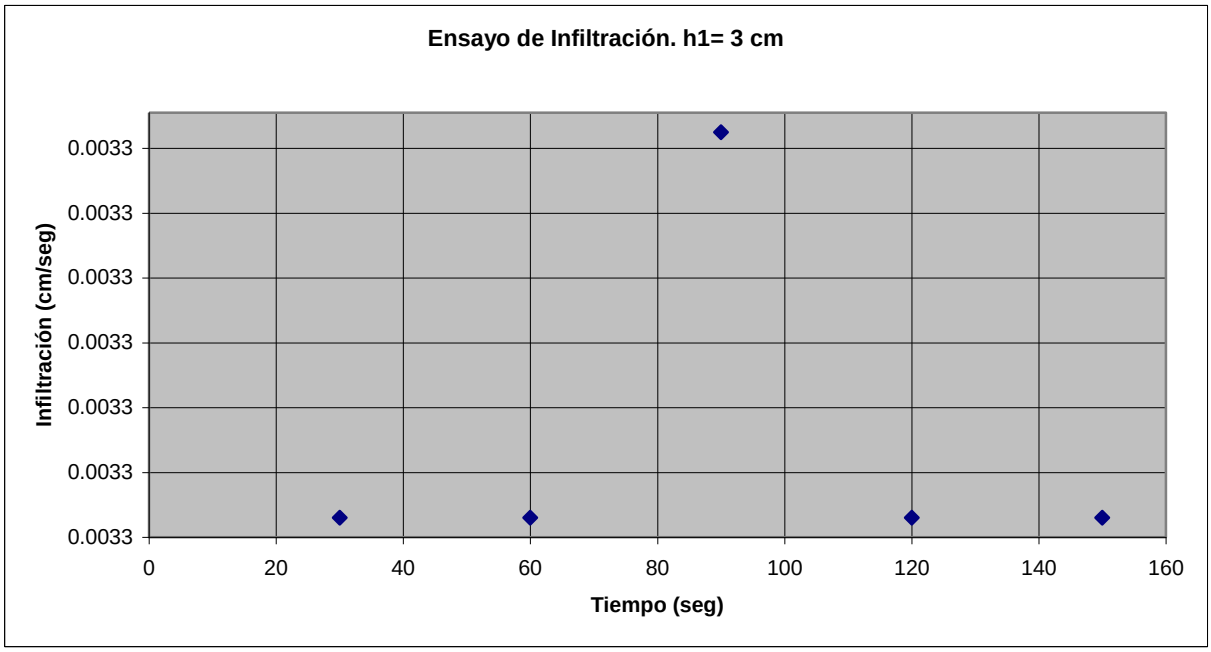
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Detrás de fábrica de baterías Record, Cantón Sitio del Niño
Fecha: 17-Oct-09
Coordenadas: N 13º47'31.7 W 89º22'15.1 Elevación: 473 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
33.0		0	---
34.4		30	0.0467
35.8		60	0.0467
37.4		90	0.0533
38.7		120	0.0433
40.1		150	0.0467
41.5		180	0.0467
42.8		210	0.0433
44.2		240	0.0467
45.5		270	0.0433
46.9		300	0.0467
48.2		330	0.0433
49.5		360	0.0433
50.7		390	0.0400
52.1		420	0.0467
53.3		450	0.0400
54.5		480	0.0400
55.7		510	0.0400
57.0		540	0.0433
		Estable R =	**0.0400**



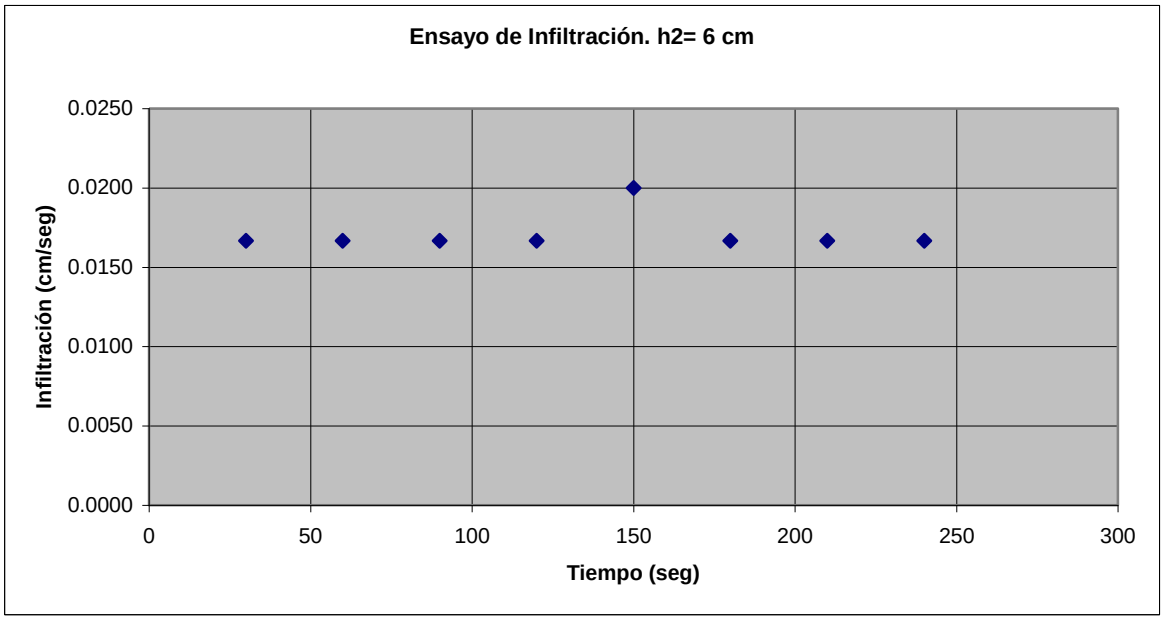
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Detrás de fábrica de baterías Record, Cantón Sitio del Niño
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º47'31.9 W 89º22'15.7 Elevación: 466 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
12.5		0	---
12.6		30	0.0033
12.7		60	0.0033
12.8		90	0.0033
12.9		120	0.0033
13.0		150	0.0033
		Estable R =	**0.0033**



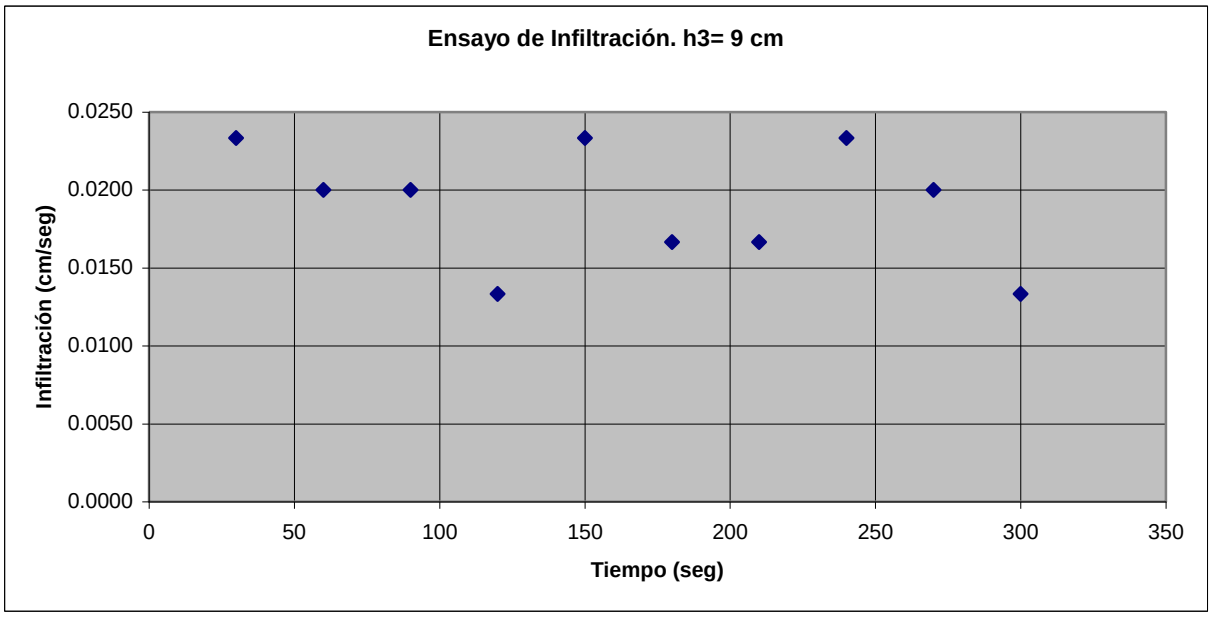
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Detrás de fábrica de baterías Record, Cantón Sitio del Niño
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º47'31.9 W 89º22'15.7 Elevación: 466 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
14.0		0	---
14.5		30	0.0167
15.0		60	0.0167
15.5		90	0.0167
16.0		120	0.0167
16.6		150	0.0200
17.1		180	0.0167
17.6		210	0.0167
18.1		240	0.0167
Estable R =			**0.0167**



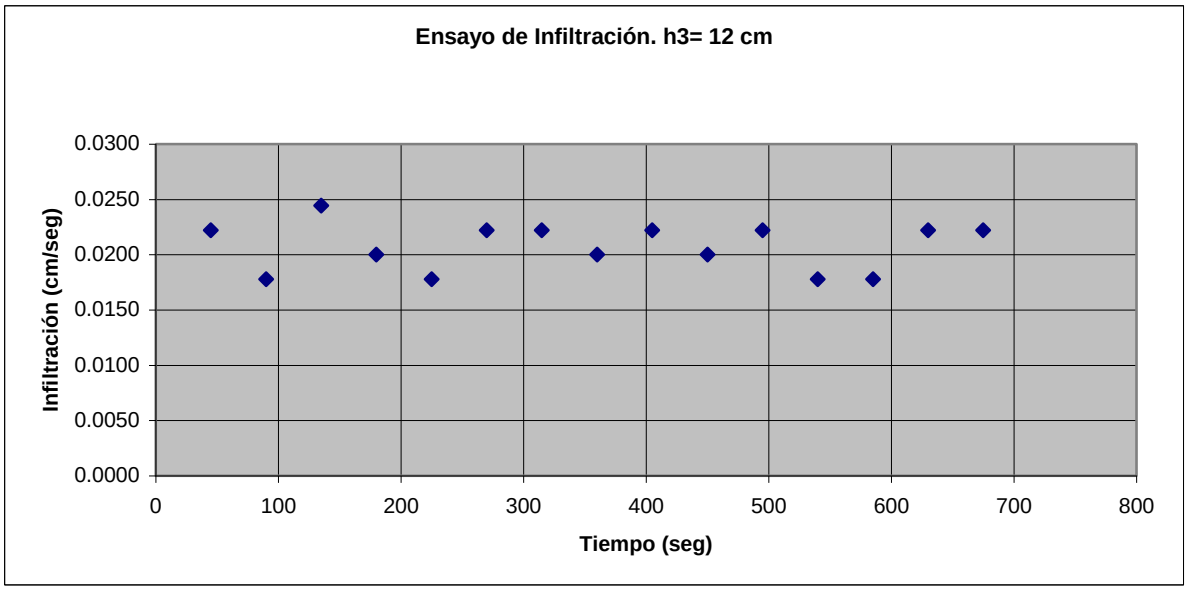
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Detrás de fábrica de baterías Record, Cantón Sitio del Niño
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º47'31.9 W 89º22'15.7 Elevación: 466

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
21.5		0	---
22.2		30	0.0233
22.8		60	0.0200
23.4		90	0.0200
23.8		120	0.0133
24.5		150	0.0233
25.0		180	0.0167
25.5		210	0.0167
26.2		240	0.0233
26.8		270	0.0200
27.2		300	0.0133
		Estable R =	**0.0189**



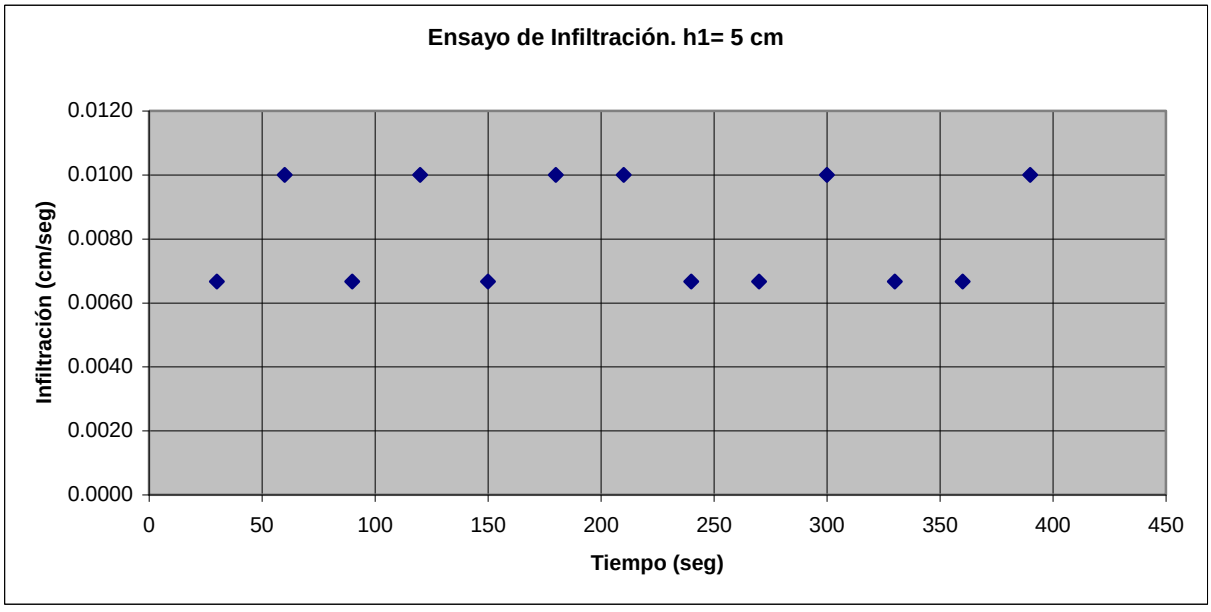
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Detrás de fábrica de baterías Record, Cantón Sitio del Niño
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º47'31.9 W 89º22'15.7 Elevación: 466

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
34.5		0	---
35.5		45	0.0222
36.3		90	0.0178
37.4		135	0.0244
38.3		180	0.0200
39.1		225	0.0178
40.1		270	0.0222
41.1		315	0.0222
42.0		360	0.0200
43.0		405	0.0222
43.9		450	0.0200
44.9		495	0.0222
45.7		540	0.0178
46.5		585	0.0178
47.5		630	0.0222
48.5		675	0.0222
		Estable R =	**0.0222**



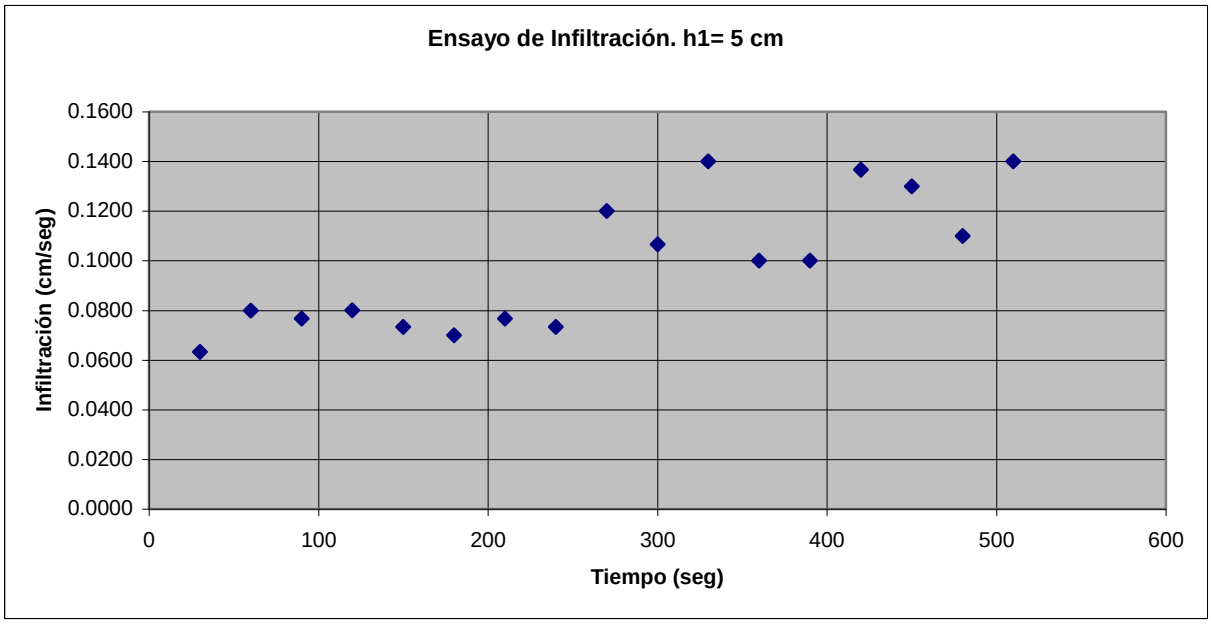
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: 800 m al norte de fábrica de baterías Record
Fecha: 17-Oct-09
Coordenadas: N 13º47'51.4 W 89º21'57.7 Elevación: 466 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
21.5		0	---
21.7		30	0.0067
22.0		60	0.0100
22.2		90	0.0067
22.5		120	0.0100
22.7		150	0.0067
23.0		180	0.0100
23.3		210	0.0100
23.5		240	0.0067
23.7		270	0.0067
24.0		300	0.0100
24.2		330	0.0067
24.4		360	0.0067
24.7		390	0.0100
		Estable R =	**0.0100**



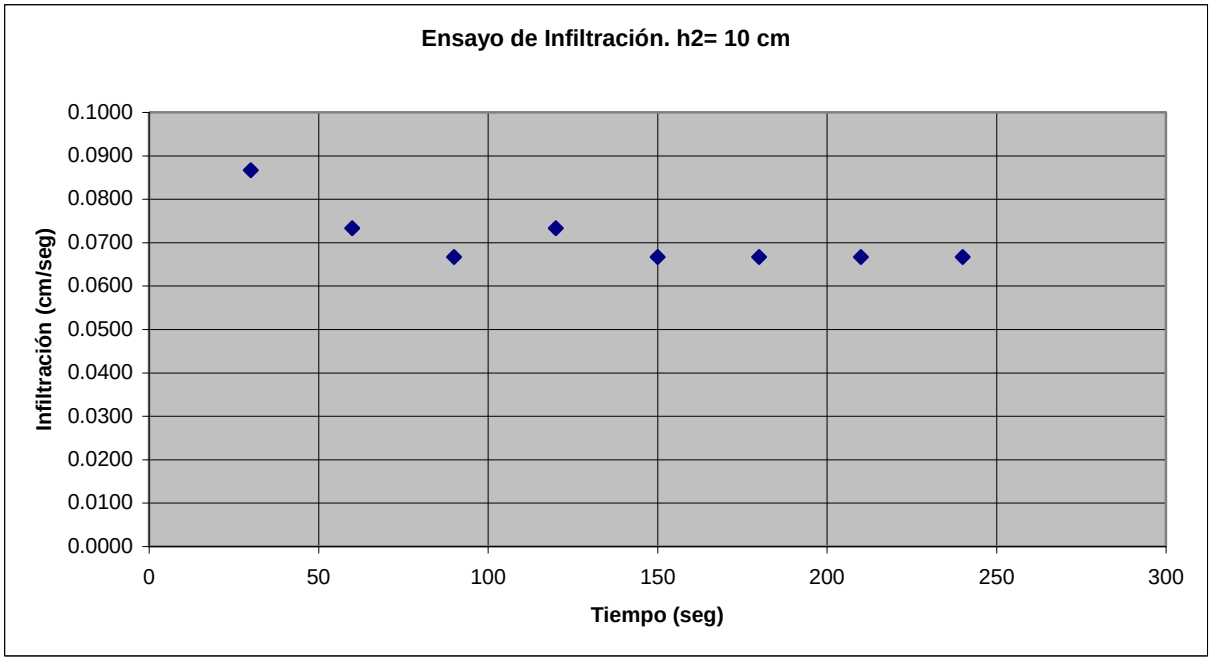
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: 800 m al norte de fábrica de baterías Record
Fecha: 17-Oct-09
Coordenadas: N 13º47'51.4 W 89º21'57.7 Elevación: 466 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
24.7		0	---
26.6		30	0.0633
29.0		60	0.0800
31.3		90	0.0767
33.7		120	0.0800
35.9		150	0.0733
38.0		180	0.0700
40.3		210	0.0767
42.5		240	0.0733
46.1		270	0.1200
49.3		300	0.1067
53.5		330	0.1400
56.5		360	0.1000
59.5		390	0.1000
63.6		420	0.1367
67.5		450	0.1300
70.8		480	0.1100
75.0		510	0.1400
		Estable R =	**0.1204**



Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: 800 m al norte de fábrica de baterías Record
Fecha: 17-Oct-09
Coordenadas: N 13º47'51.4 W 89º21'57.7 Elevación: 466 msnm

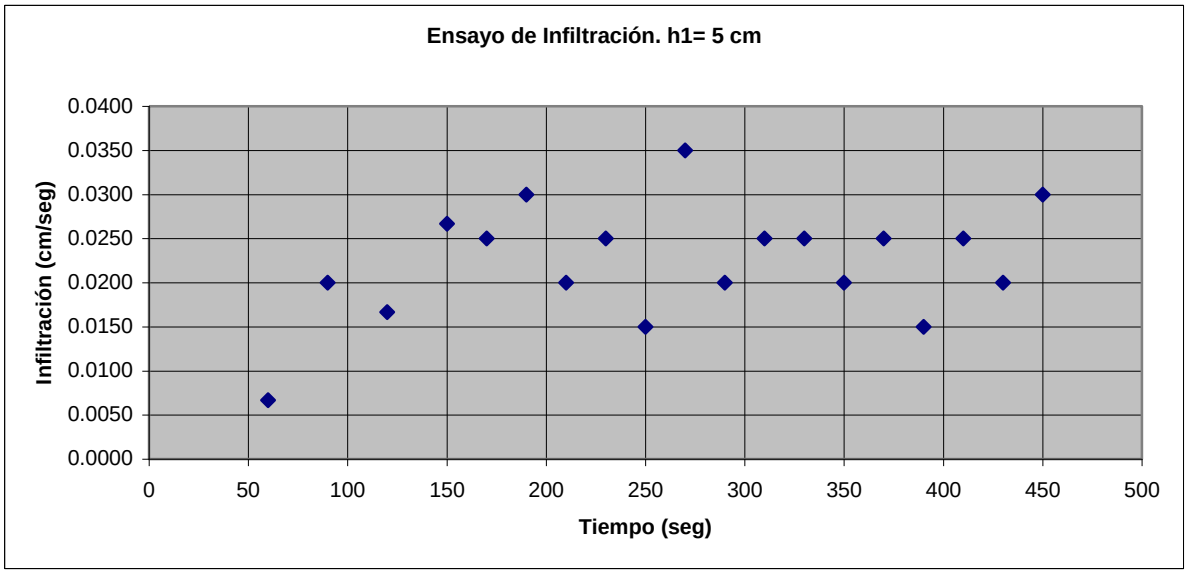
Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
35.3		0	---
37.9		30	0.0867
40.1		60	0.0733
42.1		90	0.0667
44.3		120	0.0733
46.3		150	0.0667
48.3		180	0.0667
50.3		210	0.0667
52.3		240	0.0667
		Estable R =	**0.0667**



Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio1: 800 m al norte de fábrica de baterías Record
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º47'51.2 W 89º21'57.8 Elevación: 468 msnm

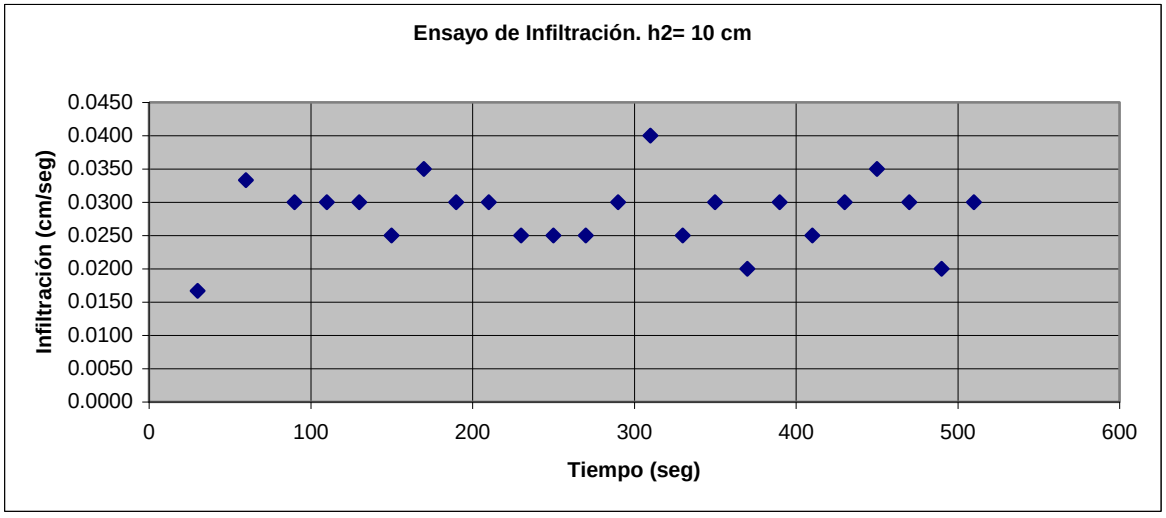
Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
13.5		0	---
13.9		60	0.0067
14.5		90	0.0200
15.0		120	0.0167
15.8		150	0.0267
16.3		170	0.0250
16.9		190	0.0300
17.3		210	0.0200
17.8		230	0.0250
18.1		250	0.0150
18.8		270	0.0350
19.2		290	0.0200
19.7		310	0.0250
20.2		330	0.0250
20.6		350	0.0200
21.1		370	0.0250
21.4		390	0.0150
21.9		410	0.0250
22.3		430	0.0200
22.9		450	0.0300

Estable R = **0.0225**



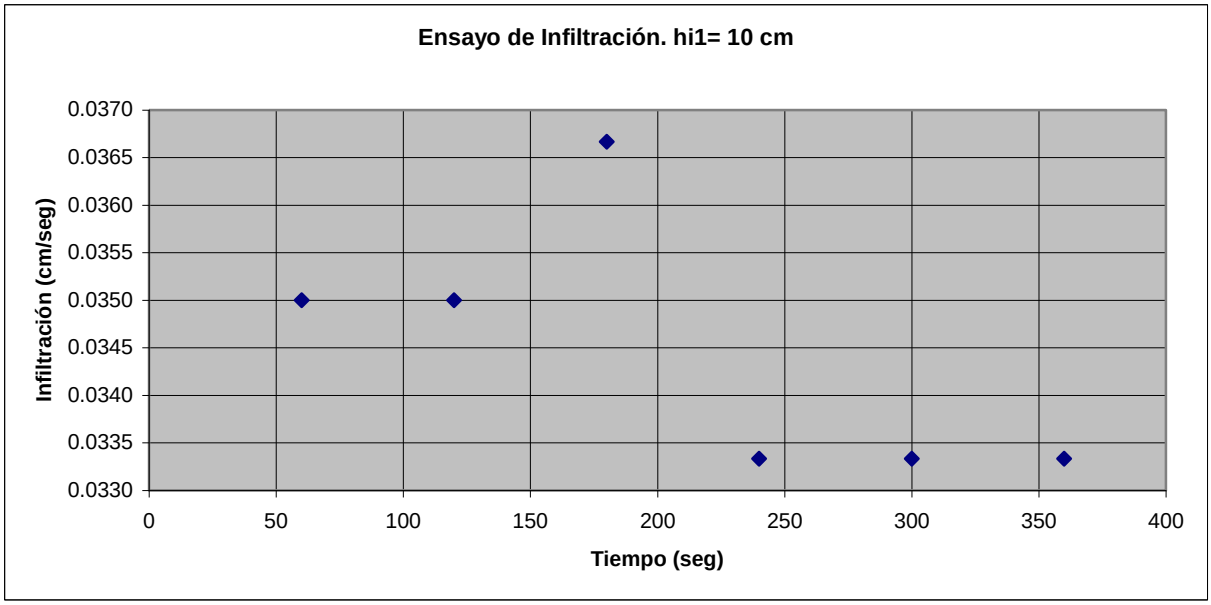
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio1: 800 m al norte de fábrica de baterías Record
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º47'51.2 W 89º21'57.8 Elevación: 468 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
27.5		0	---
28.0		30	0.0167
29.0		60	0.0333
29.9		90	0.0300
30.5		110	0.0300
31.1		130	0.0300
31.6		150	0.0250
32.3		170	0.0350
32.9		190	0.0300
33.5		210	0.0300
34.0		230	0.0250
34.5		250	0.0250
35.0		270	0.0250
35.6		290	0.0300
36.4		310	0.0400
36.9		330	0.0250
37.5		350	0.0300
37.9		370	0.0200
38.5		390	0.0300
39.0		410	0.0250
39.6		430	0.0300
40.3		450	0.0350
40.9		470	0.0300
41.3		490	0.0200
41.9		510	0.0300
		Estable R =	**0.0288**



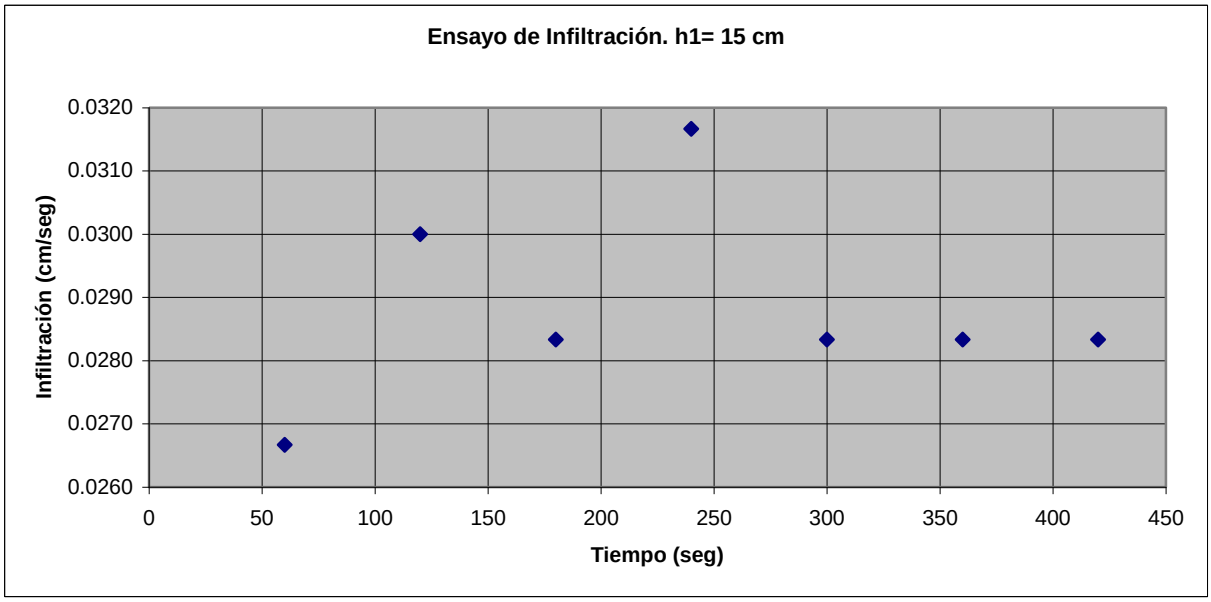
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Colonia Tecpán, adyacente a zona verde.
Fecha: 22-Ago-09
Coordenadas: N 13º47'57.0 W 89º22'59.6 Elevación: 465 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
12.5		0	---
14.6		60	0.0350
16.7		120	0.0350
18.9		180	0.0367
20.9		240	0.0333
22.9		300	0.0333
24.9		360	0.0333
		Estable R =	**0.0333**



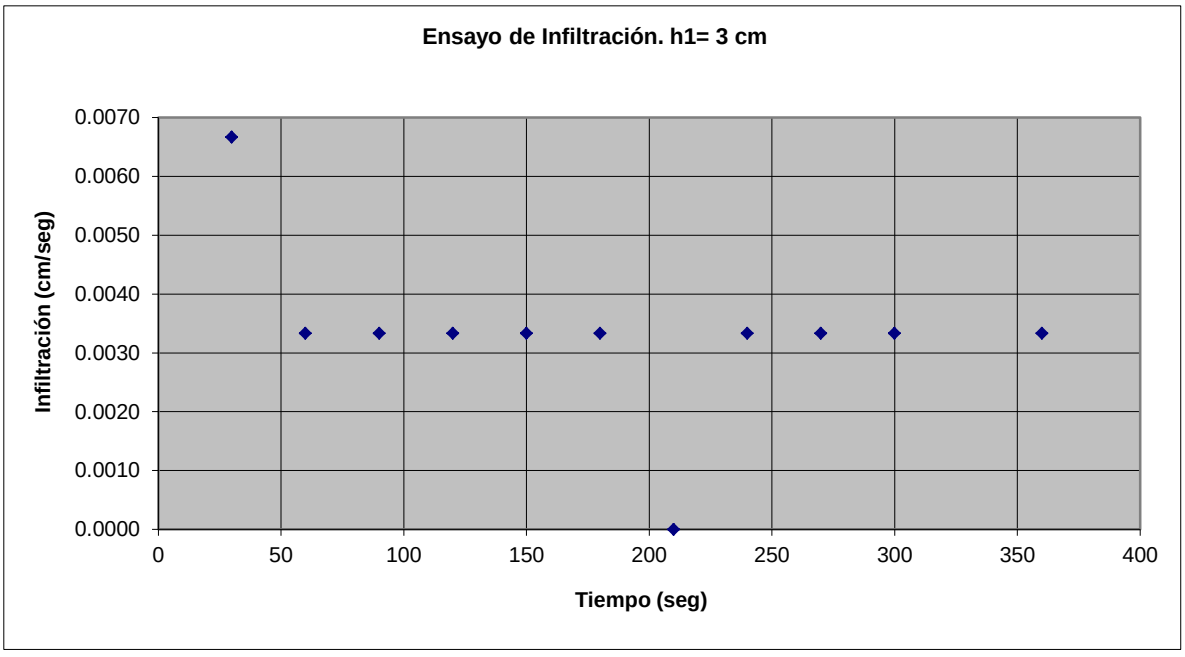
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Colonia Tecpán, adyacente a zona verde.
Fecha: 22-Ago-09
Coordenadas: N 13º47'57.0 W 89º22'59.6 Elevación: 465 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
27.0		0	---
28.6		60	0.0267
30.4		120	0.0300
32.1		180	0.0283
34.0		240	0.0317
35.7		300	0.0283
37.4		360	0.0283
39.1		420	0.0283
		Estable R =	**0.0283**



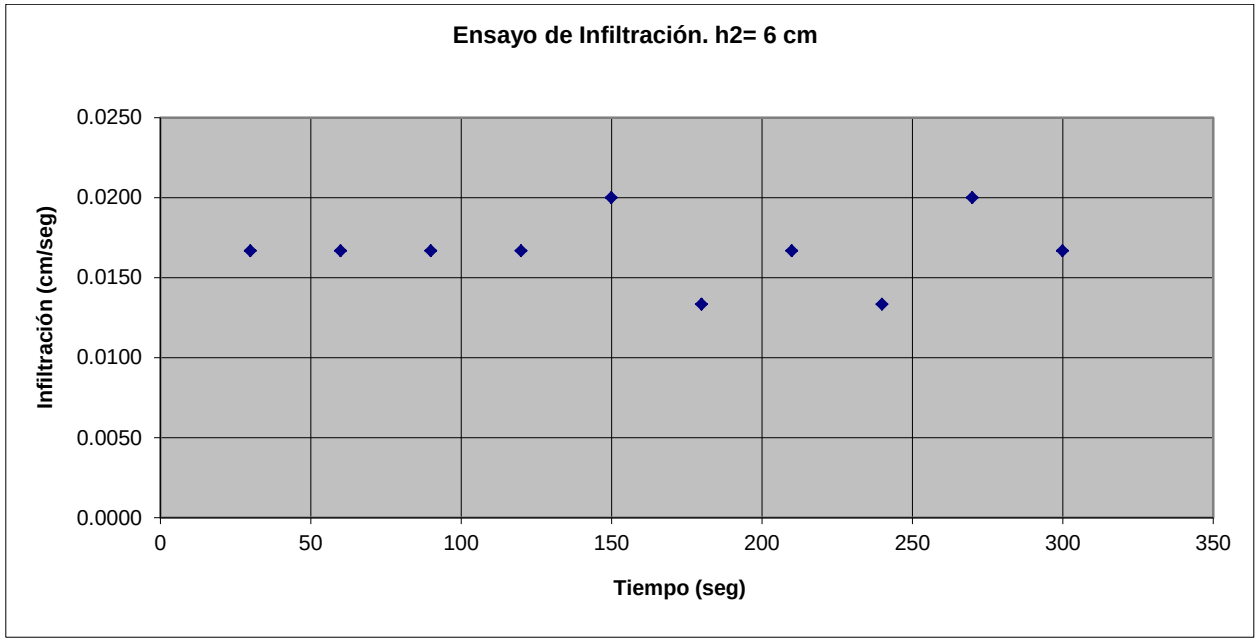
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Colonia Tecpán, zona verde.
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º47'56.4" W 89º23'0.3" Elevación: 466 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
16.0		0	---
16.2		30	0.0067
16.3		60	0.0033
16.4		90	0.0033
16.5		120	0.0033
16.6		150	0.0033
16.7		180	0.0033
16.7		210	0.0000
16.8		240	0.0033
16.9		270	0.0033
17.0		300	0.0033
17.2		360	0.0033
		Estable R =	**0.0033**



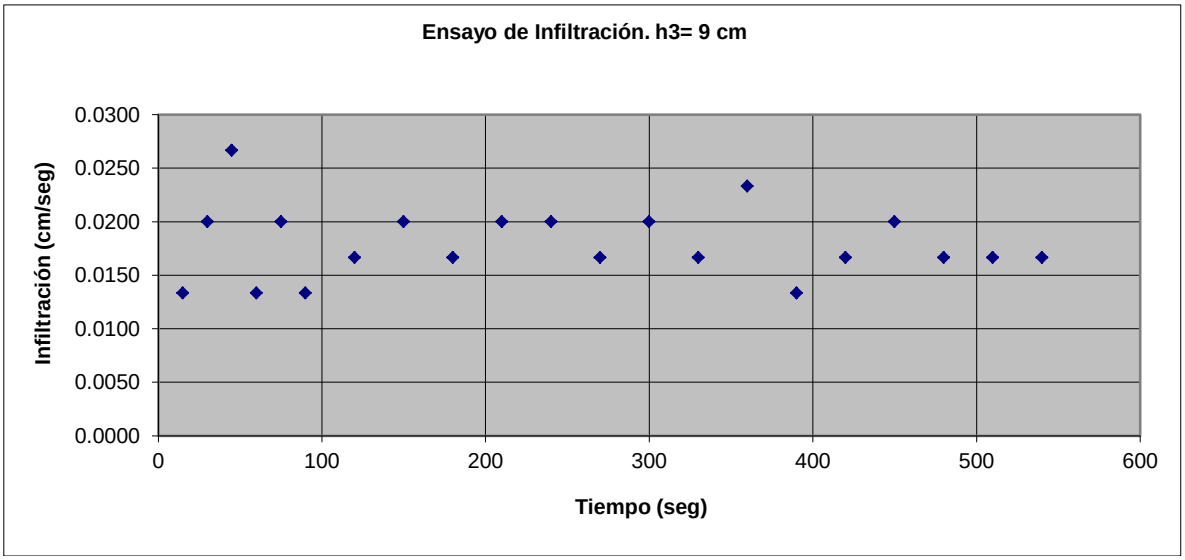
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Colonia Tecpán, zona verde.
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º47'56.4" W 89º23'0.3" Elevación: 466 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
20.0		0	---
20.5		30	0.0167
21.0		60	0.0167
21.5		90	0.0167
22.0		120	0.0167
22.6		150	0.0200
23.0		180	0.0133
23.5		210	0.0167
23.9		240	0.0133
24.5		270	0.0200
25.0		300	0.0167
		Estable R =	**0.0167**



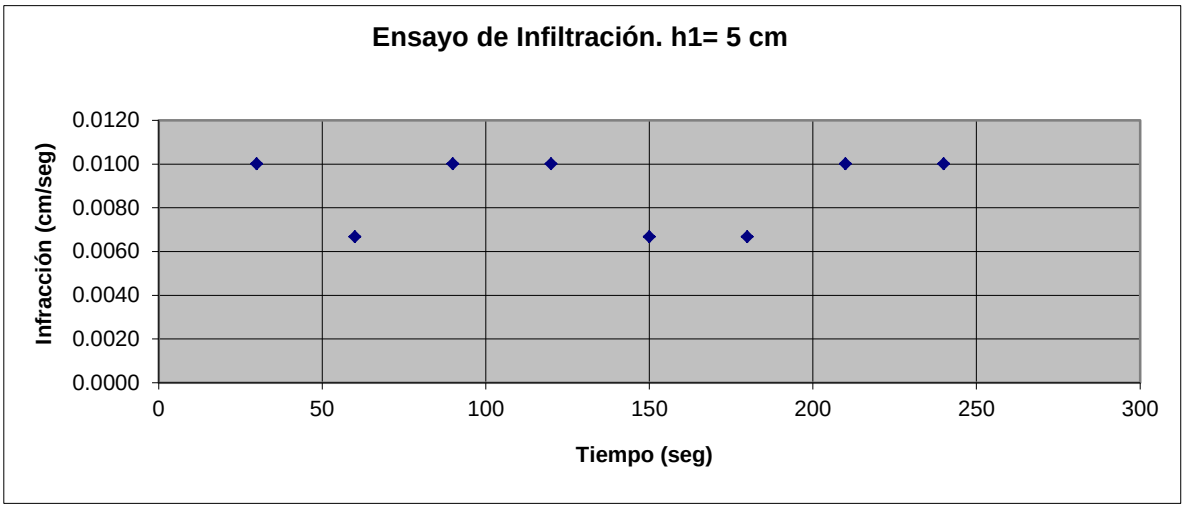
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Colonia Tecpán, zona verde.
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º47'56.4" W 89º23'0.3" Elevación: 466 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
28.5		0	---
28.7		15	0.0133
29.0		30	0.0200
29.4		45	0.0267
29.6		60	0.0133
29.9		75	0.0200
30.1		90	0.0133
30.6		120	0.0167
31.2		150	0.0200
31.7		180	0.0167
32.3		210	0.0200
32.9		240	0.0200
33.4		270	0.0167
34.0		300	0.0200
34.5		330	0.0167
35.2		360	0.0233
35.6		390	0.0133
36.1		420	0.0167
36.7		450	0.0200
37.2		480	0.0167
37.7		510	0.0167
38.2		540	0.0167
		Estable R =	**0.0167**



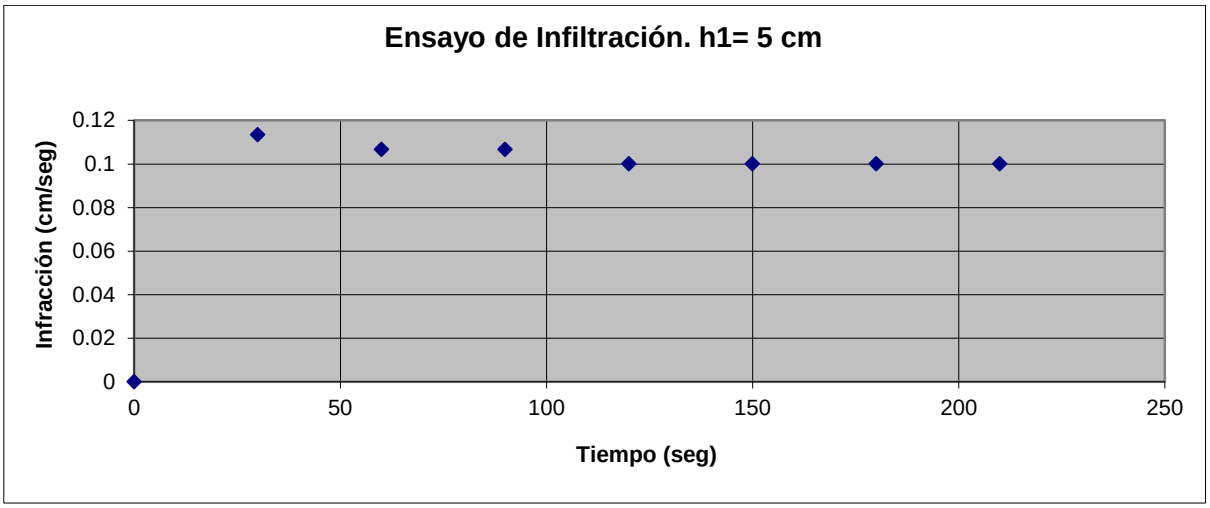
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Frente a fábrica Kimberly Clark, lado derecho carretera a San Juan Opico
Fecha: 17-Oct-09
Coordenadas: N 13º47'58.1 W 89º21'44.5 Elevación: 464 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
4.0		0	---
4.3		30	0.0100
4.5		60	0.0067
4.8		90	0.0100
5.1		120	0.0100
5.3		150	0.0067
5.5		180	0.0067
5.8		210	0.0100
6.1		240	0.0100
		Estable R =	**0.0100**



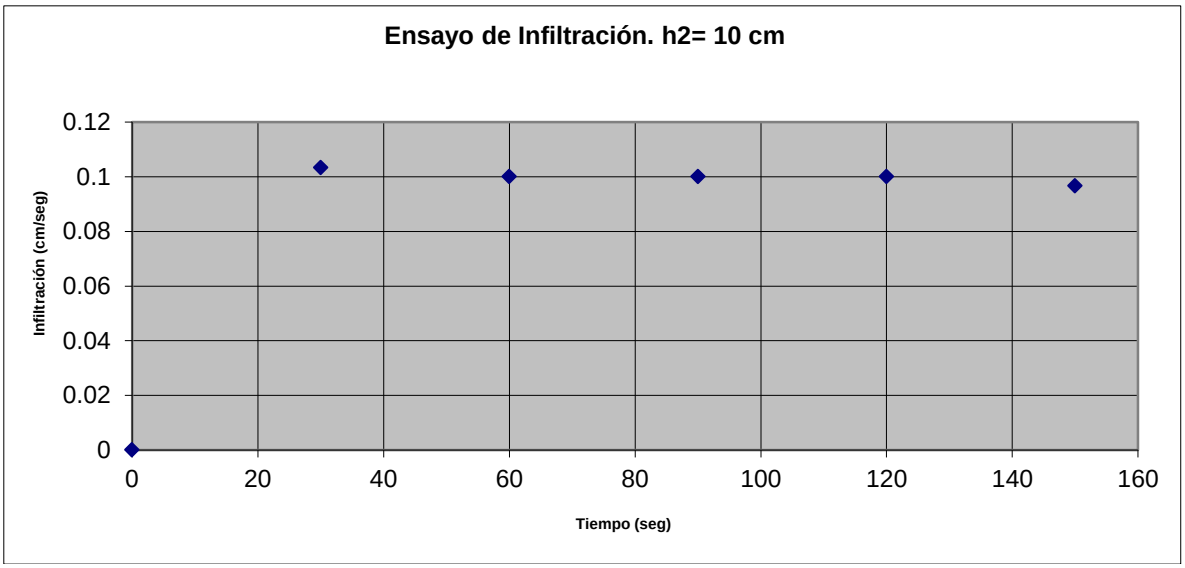
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Frente a fábrica Kimberly Clark, lado derecho carretera a San Juan Opico
Fecha: 17-Oct-09
Coordenadas: N 13º47'58.1 W 89º21'44.5 Elevación: 464 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
11.0		0	---
14.4		30	0.1133
17.6		60	0.1067
20.8		90	0.1067
23.8		120	0.1000
26.8		150	0.1000
29.8		180	0.1000
32.8		210	0.1000
		Estable R =	**0.1000**



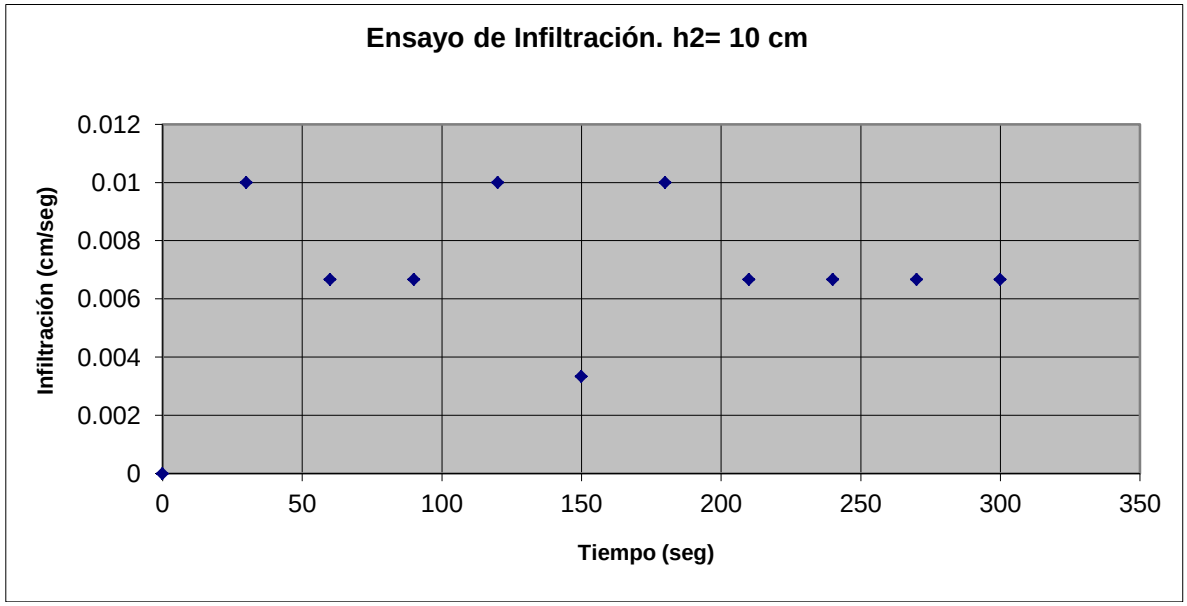
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Frente a fábrica Kimberly Clark, lado derecho carretera a San Juan Opico
Fecha: 17-Oct-09
Coordenadas: N 13º47'58.1 W 89º21'44.5 Elevación: 464 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
9.0		0	---
12.1		30	0.1033
15.1		60	0.1000
18.1		90	0.1000
21.1		120	0.1000
24.0		150	0.0967
		Estable R =	**0.1000**



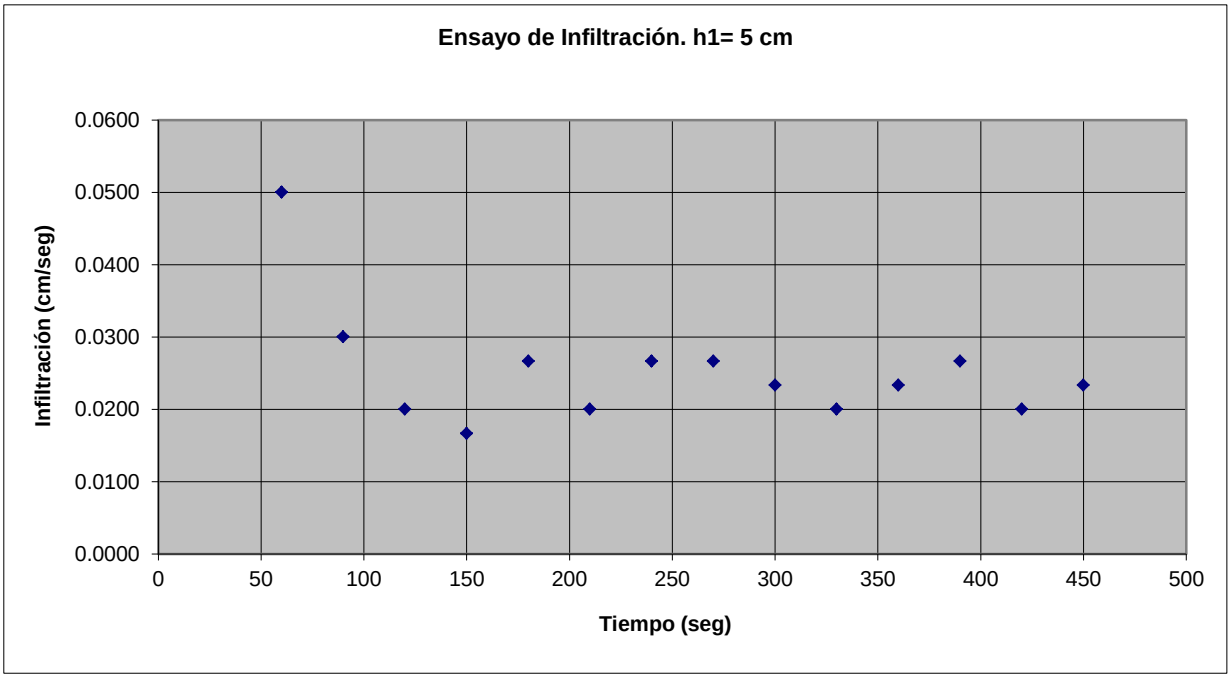
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Frente a fábrica Kimberly Clark, lado derecho carretera a San Juan Opico
Fecha: 17-Oct-09
Coordenadas: N 13º47'58.1 W 89º21'44.5 Elevación: 464 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
10.0		0	---
10.3		30	0.0100
10.5		60	0.0067
10.7		90	0.0067
11.0		120	0.0100
11.1		150	0.0033
11.4		180	0.0100
11.6		210	0.0067
11.8		240	0.0067
12.0		270	0.0067
12.2		300	0.0067
		Estable R =	**0.0067**



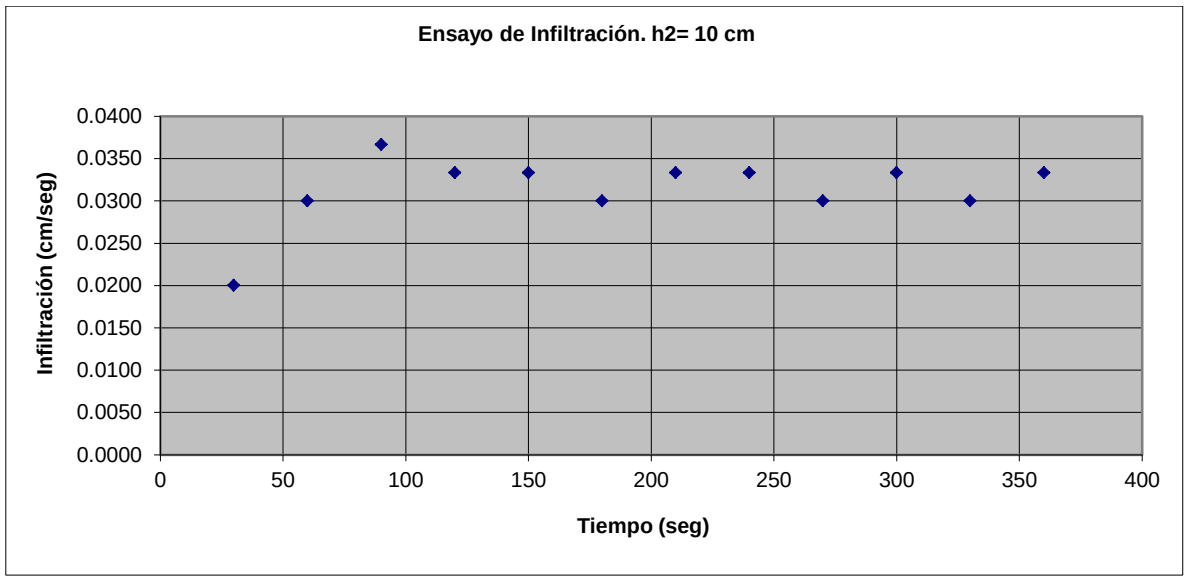
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Lotificación Nuevo Consumidero, Final Calle Principal
Fecha: 14-Sep-09
Coordenadas: N 13º47'58.3 W 89º20'34.3 Elevación: 485 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
14.5		0	---
17.5		60	0.0500
18.4		90	0.0300
19.0		120	0.0200
19.5		150	0.0167
20.3		180	0.0267
20.9		210	0.0200
21.7		240	0.0267
22.5		270	0.0267
23.2		300	0.0233
23.8		330	0.0200
24.5		360	0.0233
25.3		390	0.0267
25.9		420	0.0200
26.6		450	0.0233
		Estable R =	**0.0233**



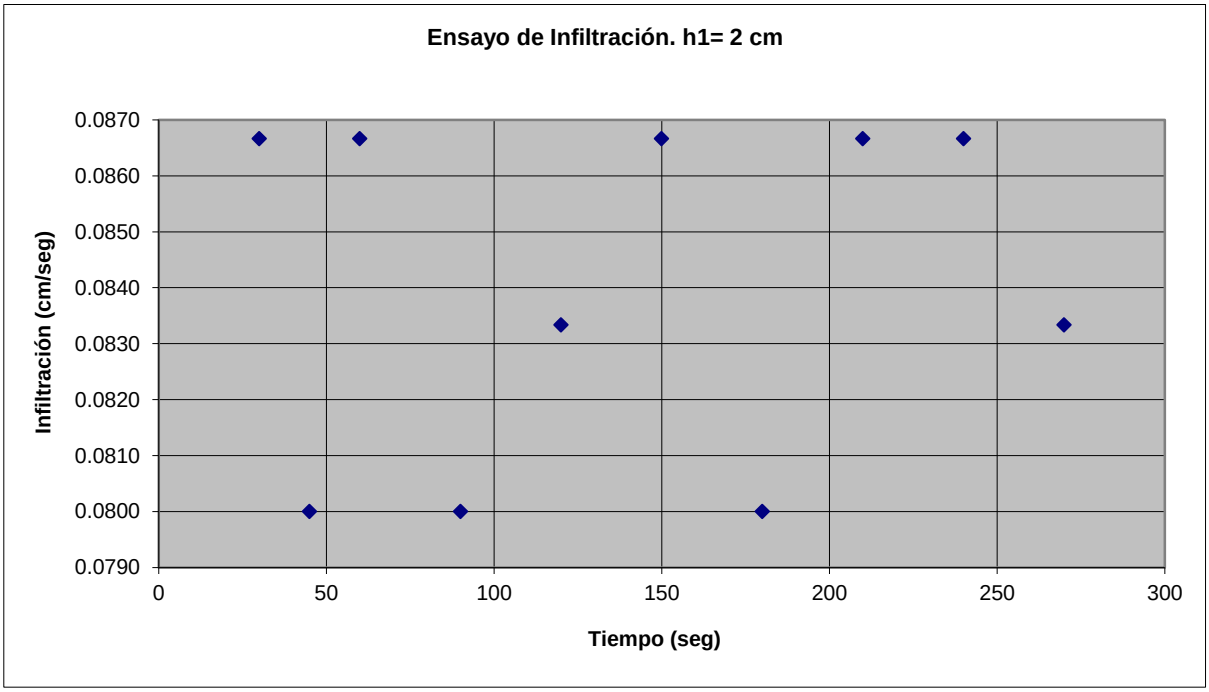
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Lotificación Nuevo Consumidero, Final Calle Principal
Fecha: 14-Sep-09
Coordenadas: N 13º47'58.3 W 89º20'34.3 Elevación: 485 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
33.0		0	---
33.6		30	0.0200
34.5		60	0.0300
35.6		90	0.0367
36.6		120	0.0333
37.6		150	0.0333
38.5		180	0.0300
39.5		210	0.0333
40.5		240	0.0333
41.4		270	0.0300
42.4		300	0.0333
43.3		330	0.0300
44.3		360	0.0333
		Estable R =	**0.0333**



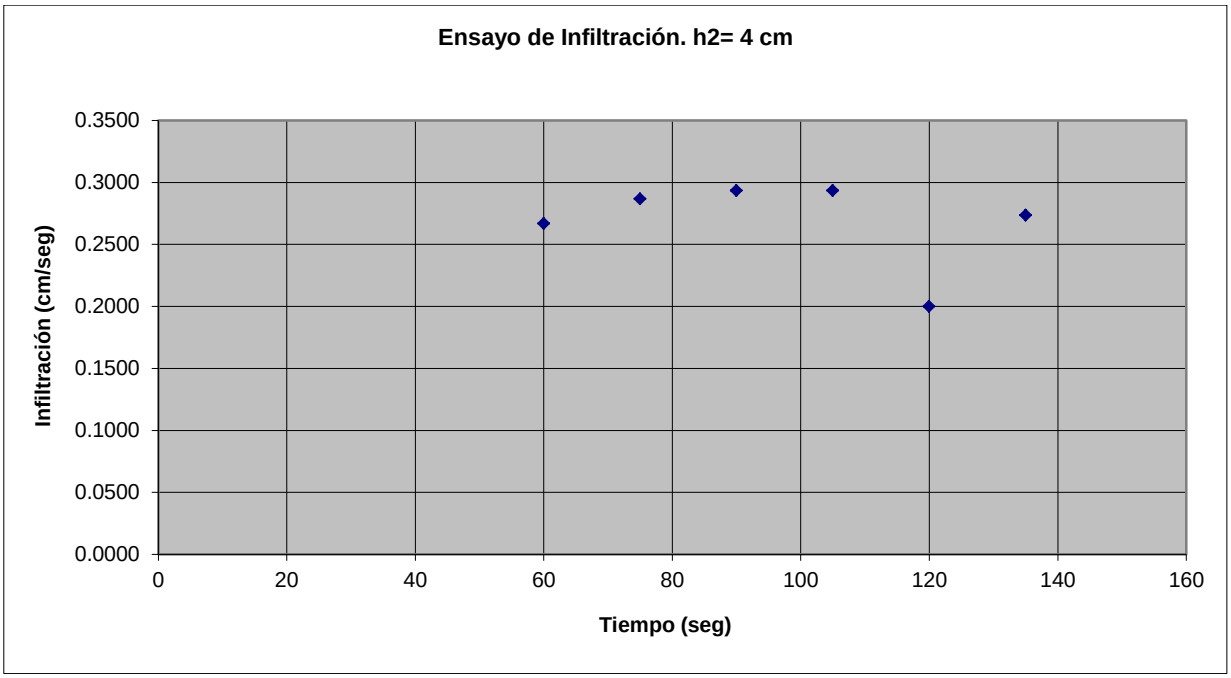
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Lotificación Nuevo Consumidero, Final Calle Principal
Fecha: 14-Sep-09
Coordenadas: N 13º47'58.2 W 89º20'35.3 Elevación: 485 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
17.5		15	---
18.8		30	0.0867
20.0		45	0.0800
21.3		60	0.0867
23.7		90	0.0800
26.2		120	0.0833
28.8		150	0.0867
31.2		180	0.0800
33.8		210	0.0867
36.4		240	0.0867
38.9		270	0.0833
		Estable R =	**0.0833**



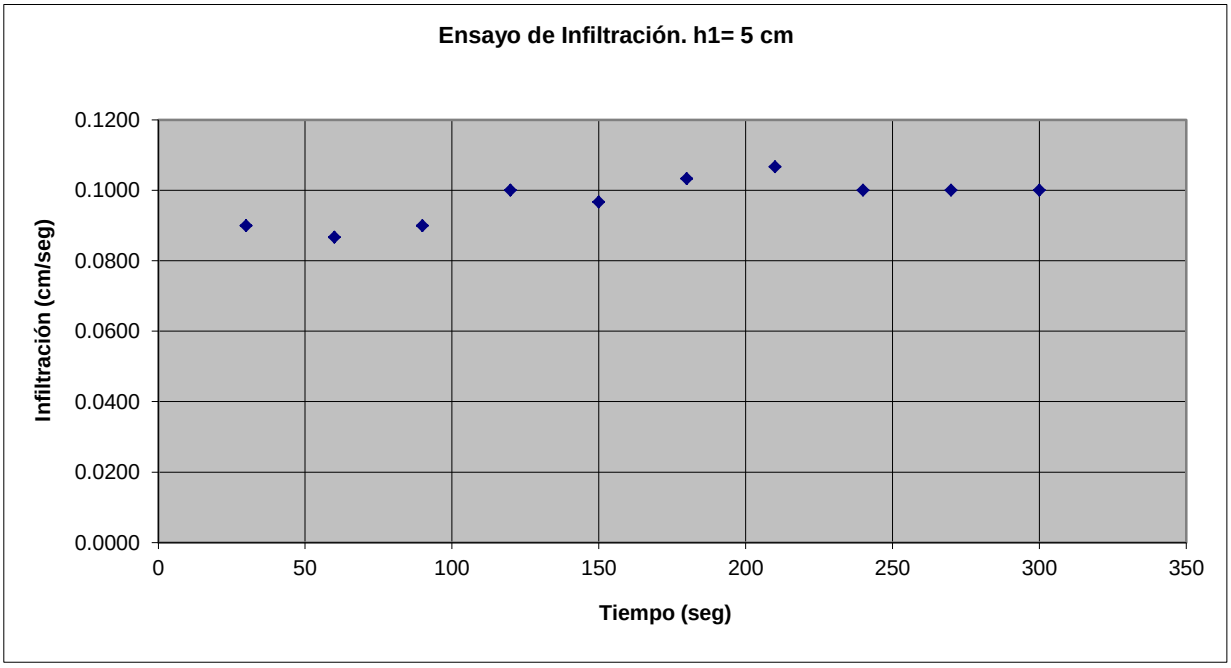
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Lotificación Nuevo Consumidero, Final Calle Principal
Fecha: 14-Sep-09
Coordenadas: N 13º47'58.2 W 89º20'35.3 Elevación: 485 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
45.4		30	---
53.4		60	0.2667
57.7		75	0.2867
62.1		90	0.2933
66.5		105	0.2933
69.5		120	0.2000
73.6		135	0.2733
		Estable R =	**0.2733**



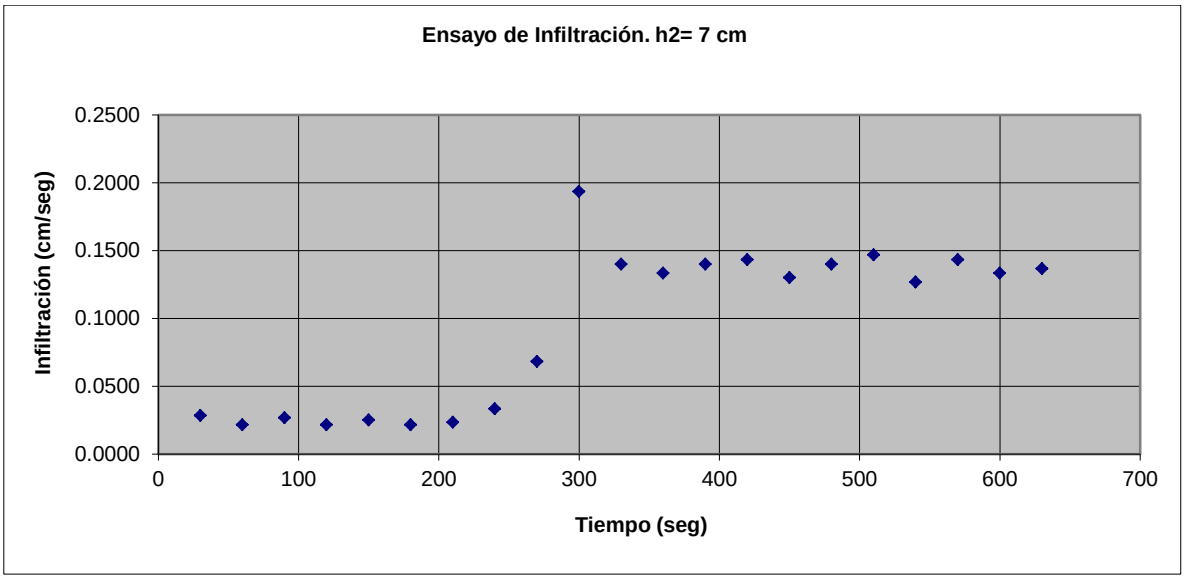
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Terreno de SalvaCola, Km. 32? Carretera a Quezaltepeque
Fecha: 14-Sep-09
Coordenadas: N 13º47'37.1 W 89º20'59.4 Elevación: 480 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
2.5		0	---
5.2		30	0.0900
7.8		60	0.0867
10.5		90	0.0900
13.5		120	0.1000
16.4		150	0.0967
19.5		180	0.1033
22.7		210	0.1067
25.7		240	0.1000
28.7		270	0.1000
31.7		300	0.1000
		Estable R =	**0.1000**



Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Terreno de SalvaCola, Km. 32? Carretera a Quezaltepeque
Fecha: 14-Sep-09
Coordenadas: N 13º47'37.1 W 89º20'59.4 Elevación: 480 msnm

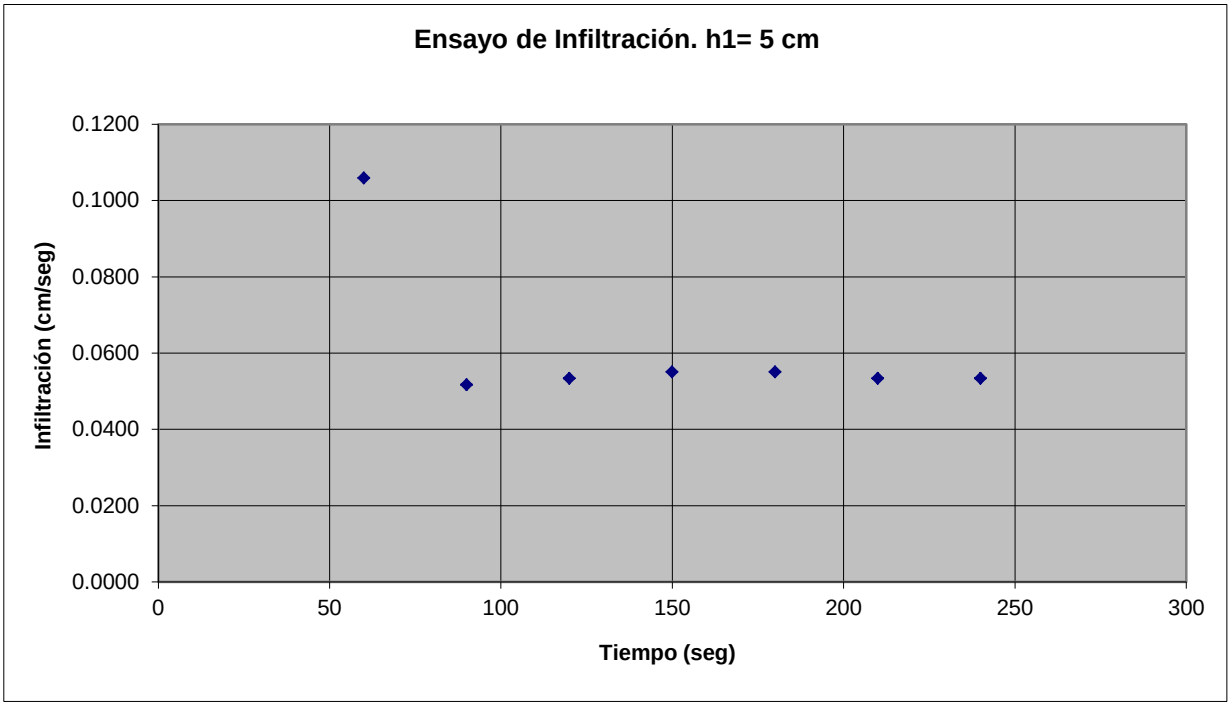
Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
15.5		0	---
16.4		30	0.0283
17.0		60	0.0217
17.8		90	0.0267
18.5		120	0.0217
19.2		150	0.0250
19.9		180	0.0217
20.6		210	0.0233
21.6		240	0.0333
23.6		270	0.0683
29.4		300	0.1933
33.6		330	0.1400
37.6		360	0.1333
41.8		390	0.1400
46.1		420	0.1433
50.0		450	0.1300
54.2		480	0.1400
58.6		510	0.1467
62.4		540	0.1267
66.7		570	0.1433
70.7		600	0.1333
74.8		630	0.1367
		Estable R =	**0.1367**



Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Crío. Los Cítricos, Contiguo Cerro Ecológico
Fecha: 14-Sep-09
Coordenadas: N 13º48'30.5 W 89º21'31.6 Elevación: 451 msnm

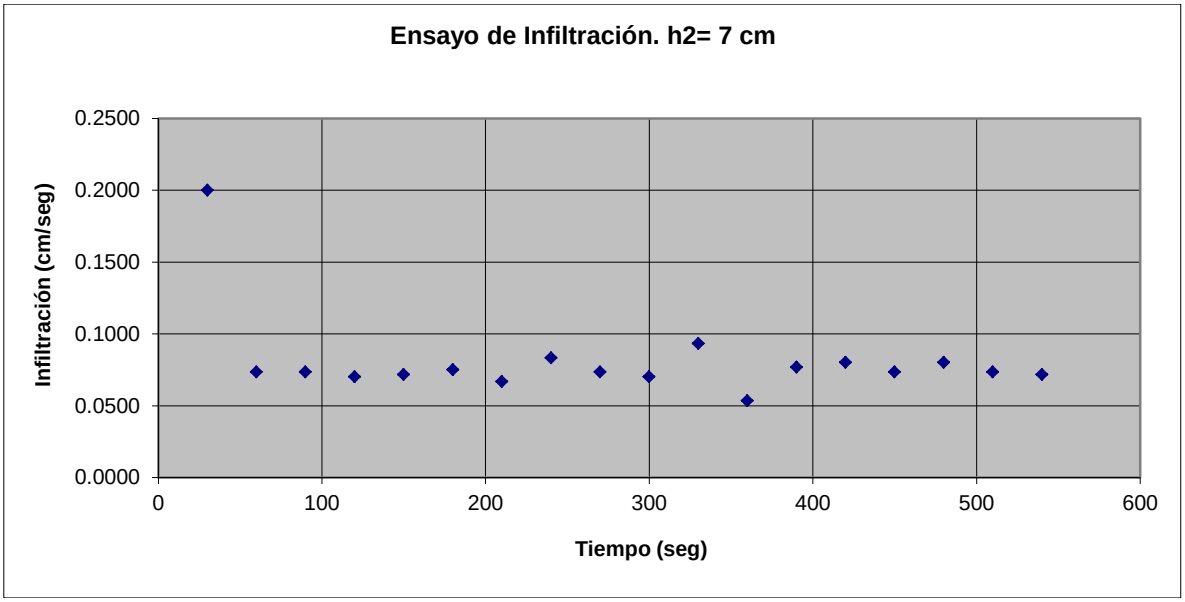
Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
16.0		0	---
22.4		60	0.1058
23.9		90	0.0517
25.5		120	0.0533
27.2		150	0.0550
28.8		180	0.0550
30.4		210	0.0533
32.0		240	0.0533

Estable R = 0.0533



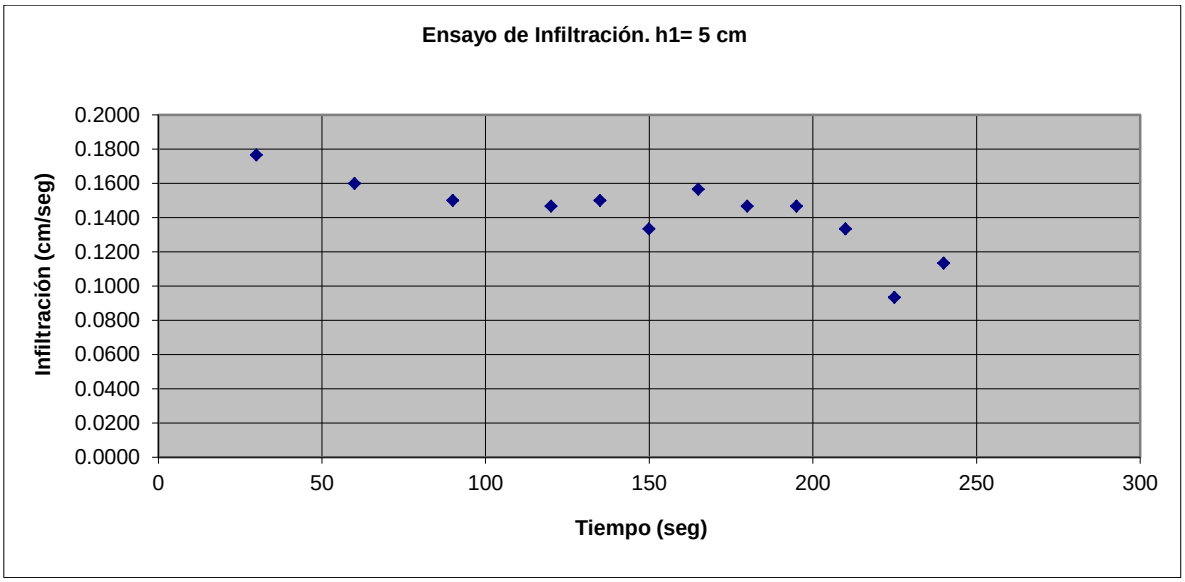
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Crío. Los Cítricos, Contiguo Cerro Ecológico
Fecha: 14-Sep-09
Coordenadas: N 13º48'30.5 W 89º21'31.6 Elevación: 451 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
32.0		0	---
38.0		30	0.2000
40.2		60	0.0733
42.4		90	0.0733
44.5		120	0.0700
46.7		150	0.0717
48.9		180	0.0750
50.9		210	0.0667
53.4		240	0.0833
55.6		270	0.0733
57.7		300	0.0700
60.5		330	0.0933
62.1		360	0.0533
64.4		390	0.0767
66.8		420	0.0800
69.0		450	0.0733
71.4		480	0.0800
73.6		510	0.0733
75.8		540	0.0717
		Estable R =	**0.0717**



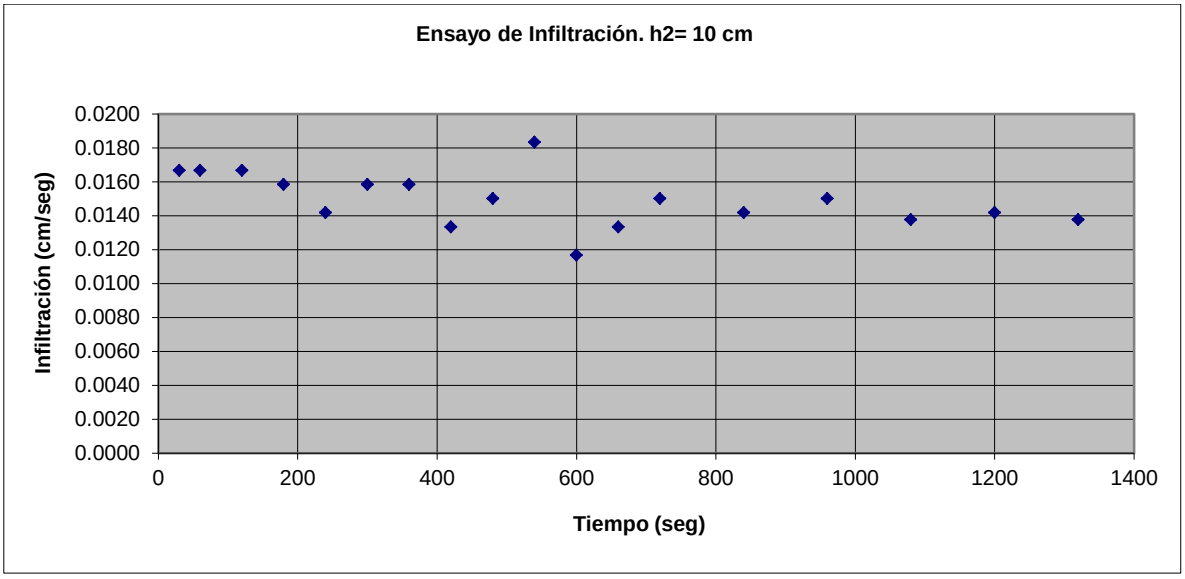
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Colonia El Papayal, Cantón Agua Escondida. Calle a Las Flores
Fecha: 14-Sep-09
Coordenadas: N 13º49'37.7 W 89º21'3.3 Elevación: 454 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
40.7		0	---
46.0		30	0.1767
50.8		60	0.1600
55.3		90	0.1500
59.7		120	0.1467
62.0		135	0.1500
64.0		150	0.1333
66.3		165	0.1567
68.5		180	0.1467
70.7		195	0.1467
72.7		210	0.1333
74.1		225	0.0933
75.8		240	0.1133
		Estable R =	**0.1133**



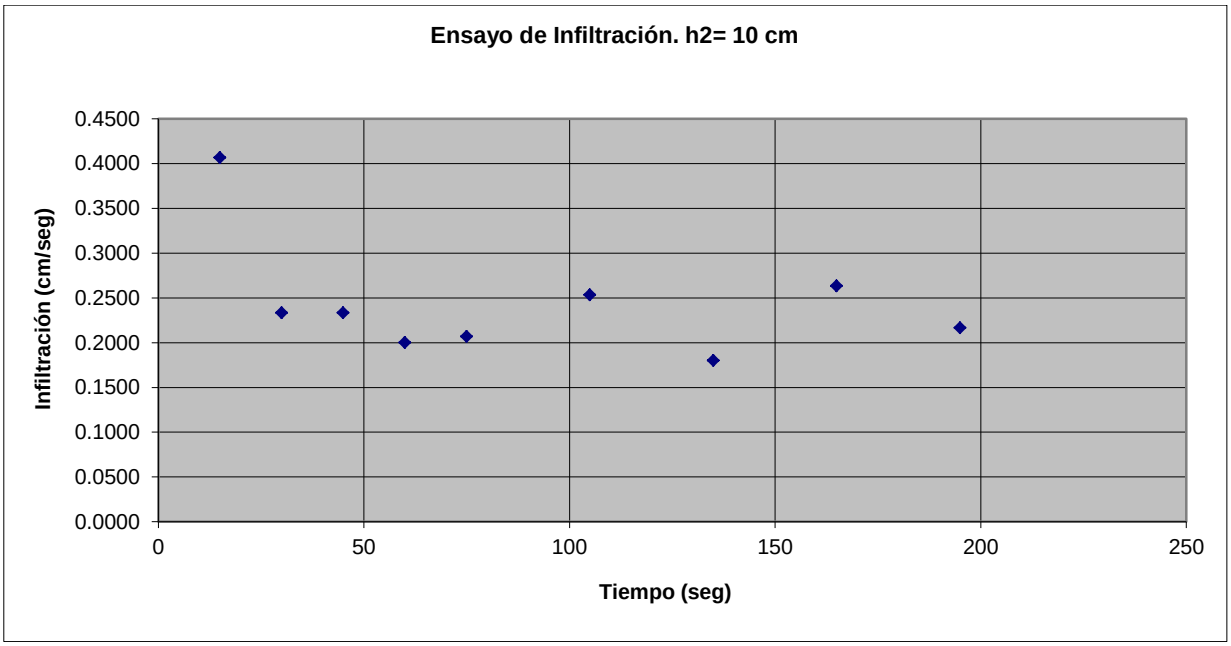
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Colonia El Papayal, Cantón Agua Escondida. Calle a Las Flores
Fecha: 14-Sep-09
Coordenadas: N 13º49'37.7 W 89º21'3.3 Elevación: 454 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
8.0		0	---
8.5		30	0.0167
9.0		60	0.0167
10.0		120	0.0167
11.0		180	0.0158
11.8		240	0.0142
12.8		300	0.0158
13.7		360	0.0158
14.5		420	0.0133
15.4		480	0.0150
16.5		540	0.0183
17.2		600	0.0117
18.0		660	0.0133
18.9		720	0.0150
20.6		840	0.0142
22.4		960	0.0150
24.1		1080	0.0138
25.8		1200	0.0142
27.4		1320	0.0138
		Estable R =	**0.0138**



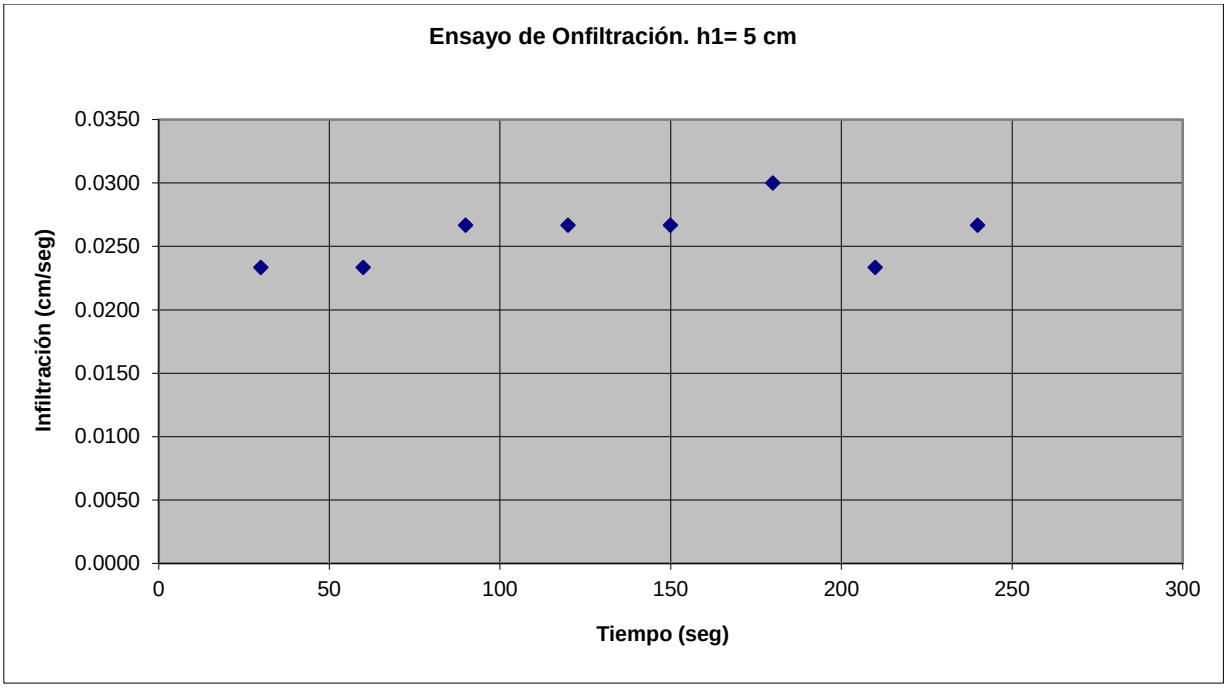
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Colonia El Papayal, Cantón Agua Escondida. Calle a Las Flores
Fecha: 14-Sep-09
Coordenadas: N 13º49'37.7 W 89º21'3.3 Elevación: 454 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
27.4		0	---
33.5		15	0.4067
37.0		30	0.2333
40.5		45	0.2333
43.5		60	0.2000
46.6		75	0.2067
54.2		105	0.2533
59.6		135	0.1800
67.5		165	0.2633
74.0		195	0.2167
		Estable R =	**0.2167**



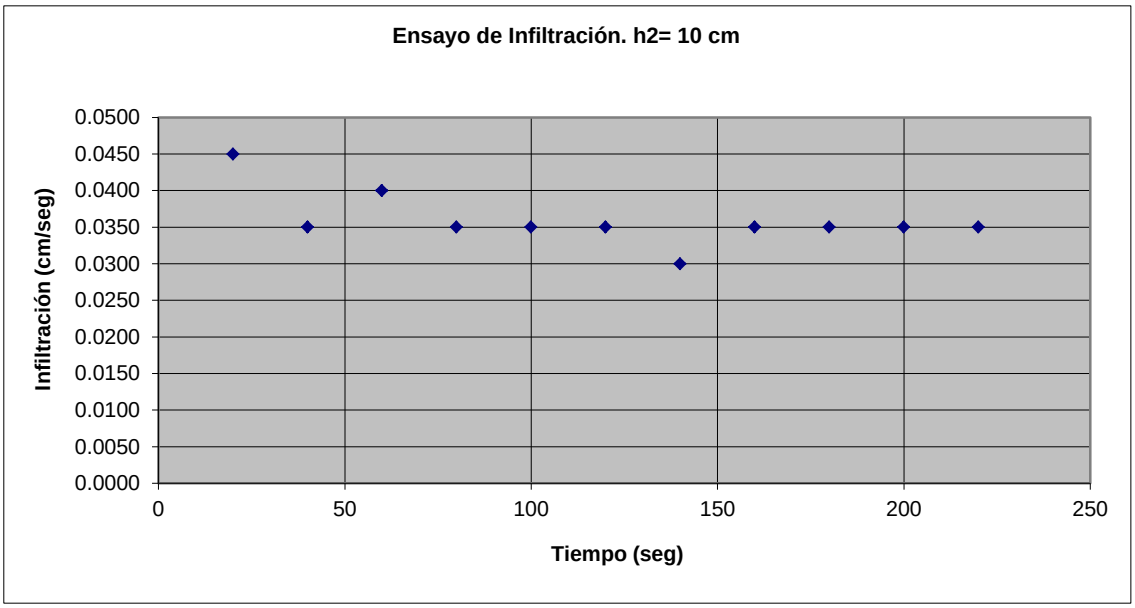
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Cantón Joya de Cerén
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º49'16.0 W 89º21'57.0 Elevación: 489 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
29.1		0	
29.8		30	0.0233
30.5		60	0.0233
31.3		90	0.0267
32.1		120	0.0267
32.9		150	0.0267
33.8		180	0.0300
34.5		210	0.0233
35.3		240	0.0267
		Estable R =	**0.0267**



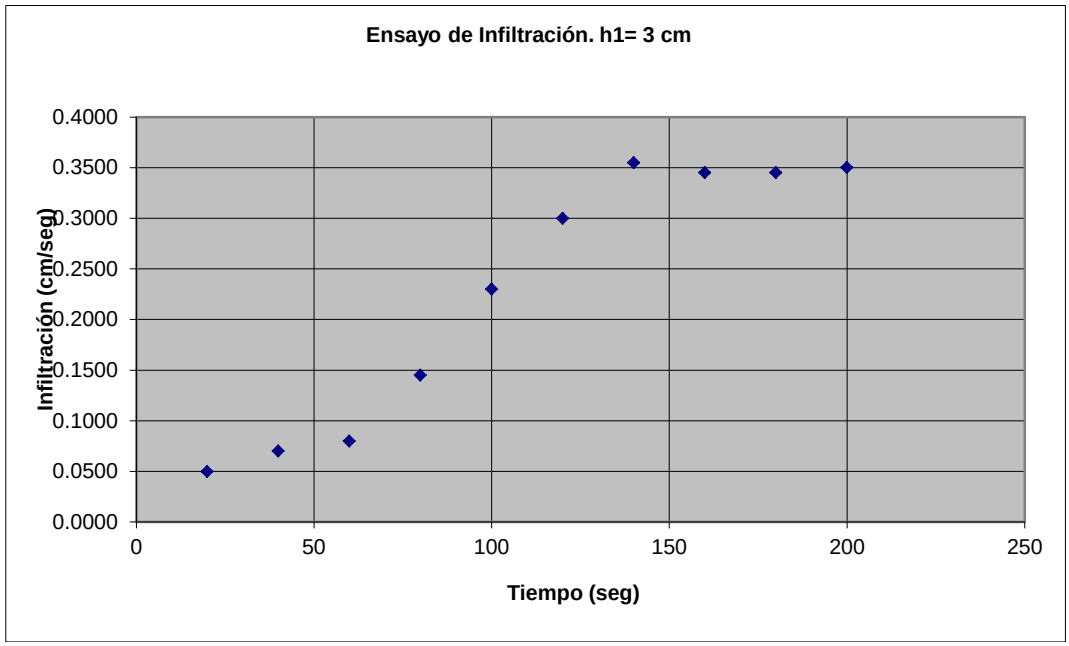
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Cantón Joya de Cerén
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º49'16.0 W 89º21'57.0 Elevación: 489 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
40.5		0	
41.4		20	0.0450
42.1		40	0.0350
42.9		60	0.0400
43.6		80	0.0350
44.3		100	0.0350
45.0		120	0.0350
45.6		140	0.0300
46.3		160	0.0350
47.0		180	0.0350
47.7		200	0.0350
48.4		220	0.0350
		Estable R =	**0.0350**



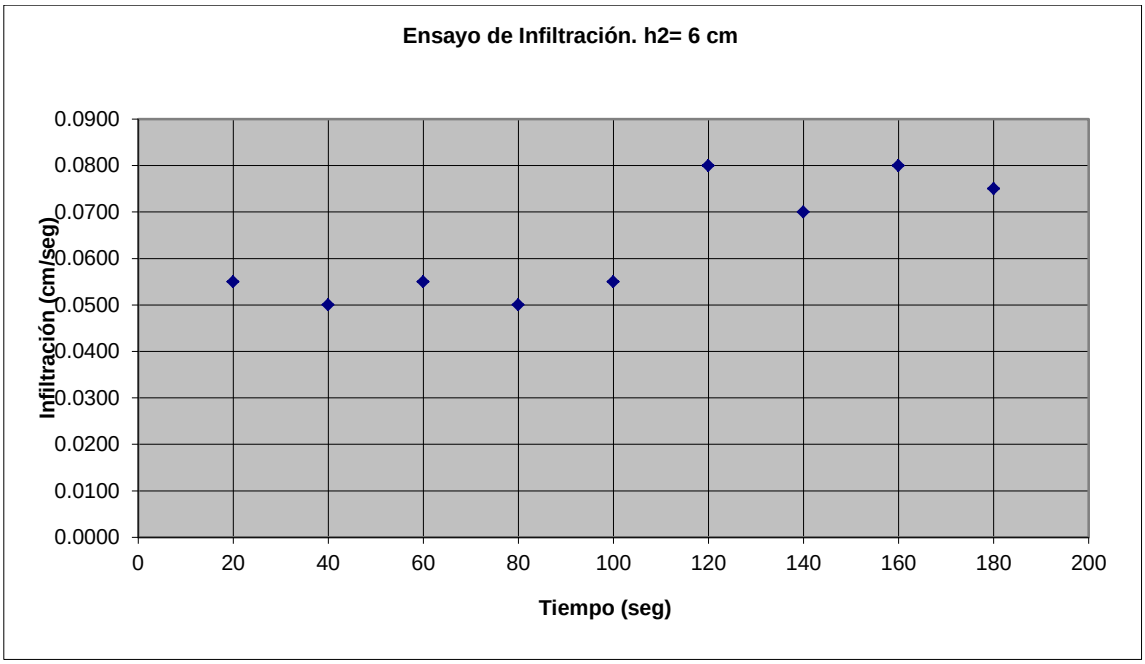
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Cantón Joya de Cerén
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º49'16.0 W 89º21'57.0 Elevación: 489 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
19.5		0	
20.5		20	0.0500
21.9		40	0.0700
23.5		60	0.0800
26.4		80	0.1450
31.0		100	0.2300
37.0		120	0.3000
44.1		140	0.3550
51.0		160	0.3450
57.9		180	0.3450
64.9		200	0.3500
		Estable R =	**0.3488**



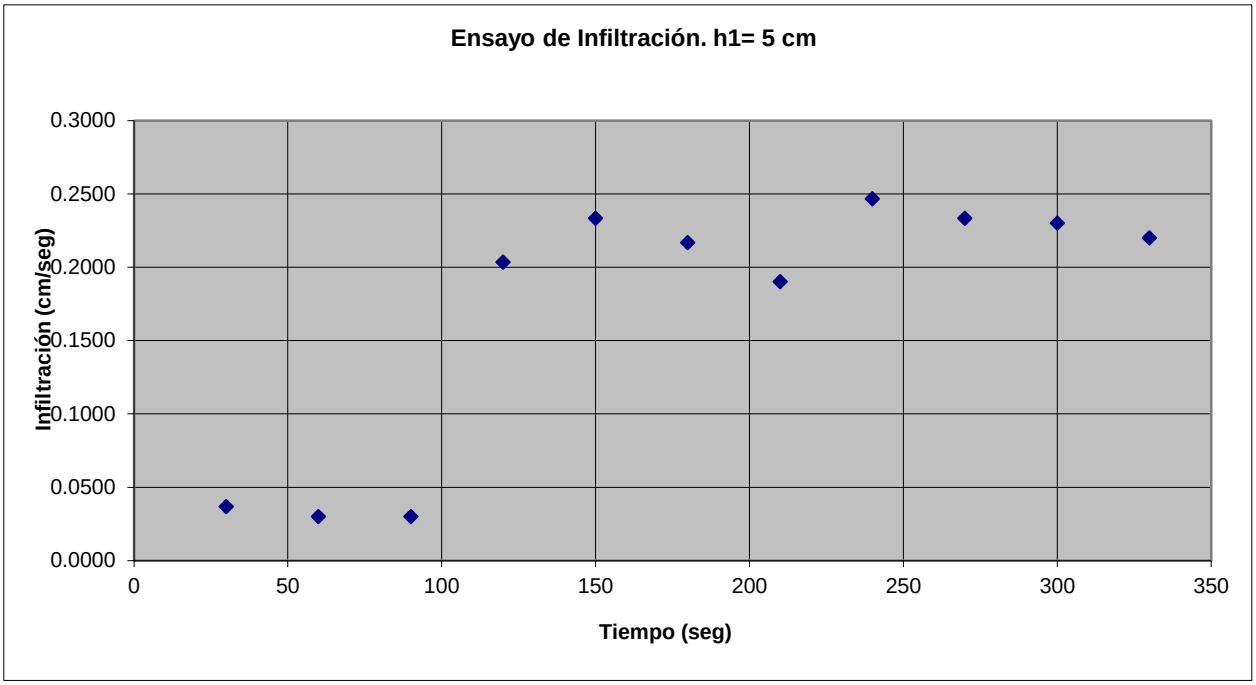
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Cantón Joya de Cerén
Fecha: 21-Nov-09
Coordenadas: N 13º49'16.0 W 89º21'57.0 Elevación: 489 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
15		0	
16.1		20	0.0550
17.1		40	0.0500
18.2		60	0.0550
19.2		80	0.0500
20.3		100	0.0550
21.9		120	0.0800
23.3		140	0.0700
24.9		160	0.0800
26.4		180	0.0750
		Estable R =	**0.0750**



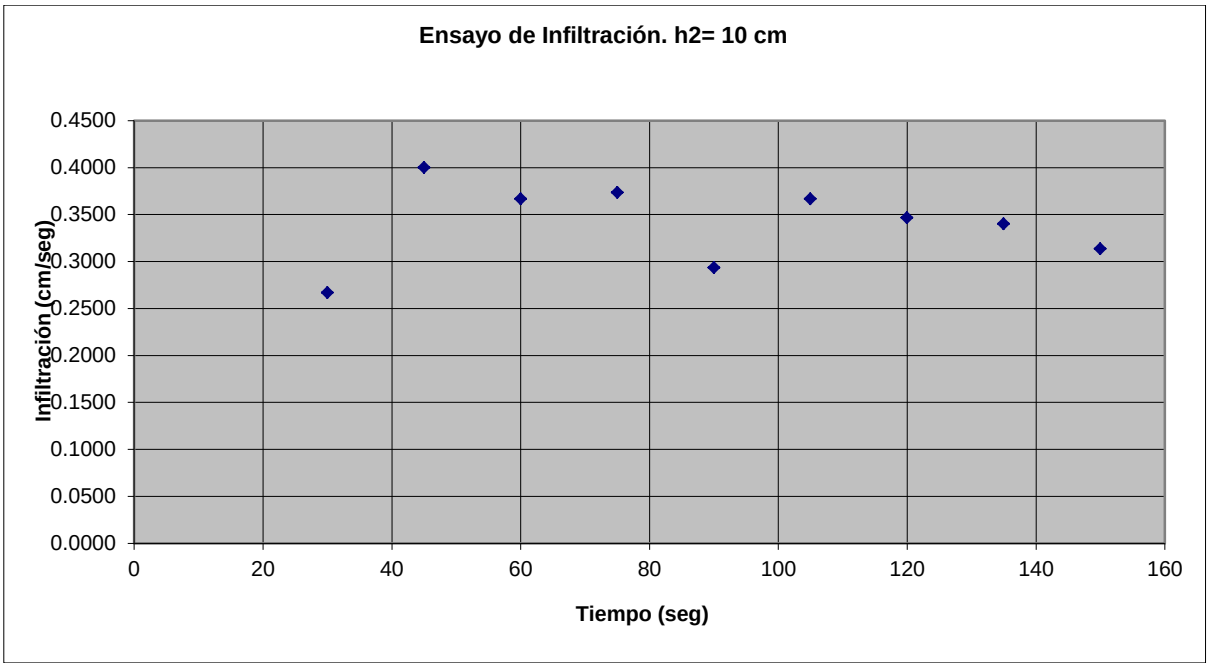
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Cantón Joya de Cerén
Fecha: 15-May-10
Coordenadas: N 13º49'1.7" W 89º21'49.3" Elevación: 466 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
17.0		0	
18.1		30	0.0367
19.0		60	0.0300
19.9		90	0.0300
26.0		120	0.2033
33.0		150	0.2333
39.5		180	0.2167
45.2		210	0.1900
52.6		240	0.2467
59.6		270	0.2333
66.5		300	0.2300
73.1		330	0.2200
		Estable R =	**0.2278**



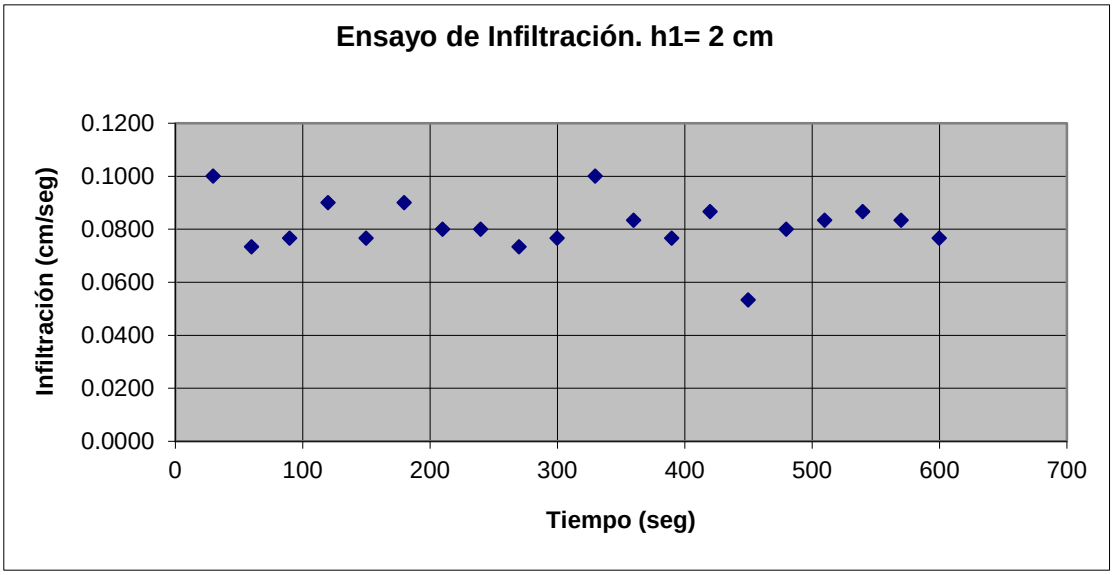
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Cantón Joya de Cerén
Fecha: 15-May-10
Coordenadas: N 13º49'1.7" W 89º21'49.3" Elevación: 466 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
25		0	
33.0		30	0.2667
39.0		45	0.4000
44.5		60	0.3667
50.1		75	0.3733
54.5		90	0.2933
60.0		105	0.3667
65.2		120	0.3467
70.3		135	0.3400
75.0		150	0.3133
		Estable R =	**0.3511**



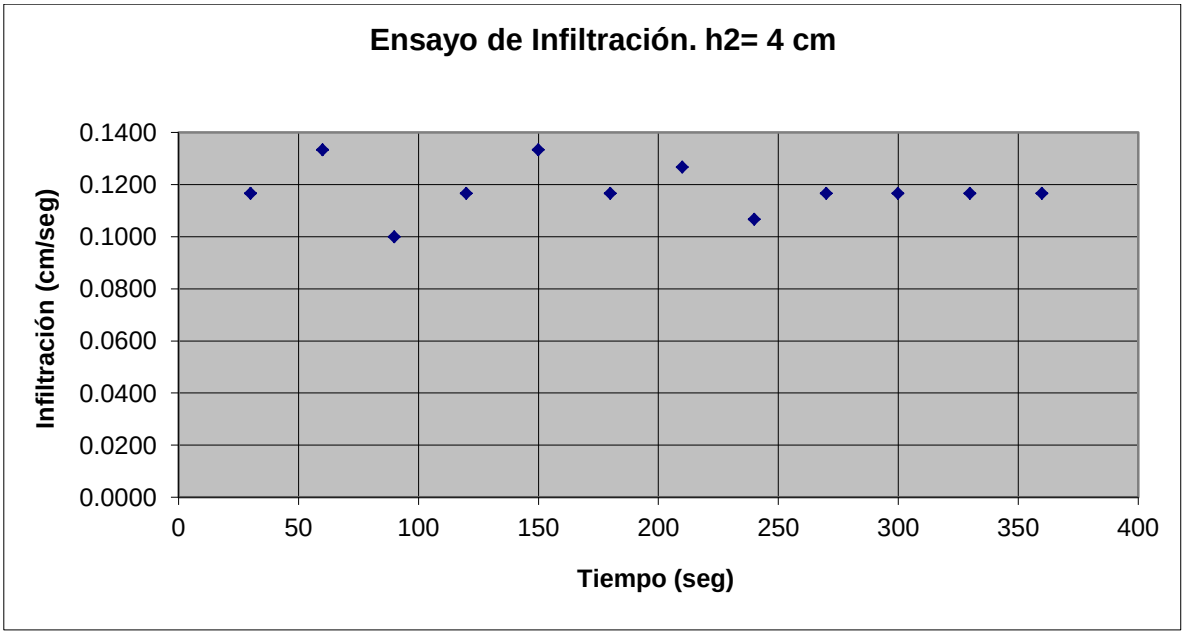
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Detrás Laguna Chanmico
Fecha: 30-Ene-10
Coordenadas: N 13º46'29.2 W 89º20'40.1 Elevación: 531 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
27.5		0	
30.5		30	0.1000
32.7		60	0.0733
35.0		90	0.0767
37.7		120	0.0900
40.0		150	0.0767
42.7		180	0.0900
45.1		210	0.0800
47.5		240	0.0800
49.7		270	0.0733
52.0		300	0.0767
55.0		330	0.1000
57.5		360	0.0833
59.8		390	0.0767
62.4		420	0.0867
64.0		450	0.0533
66.4		480	0.0800
68.9		510	0.0833
71.5		540	0.0867
74.0		570	0.0833
76.3		600	0.0767
		Estable R =	**0.0822**



Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Detrás Laguna Chanmico
Fecha: 30-Ene-10
Coordenadas: N 13º46'29.2 W 89º20'40.1 Elevación: 531 msnm

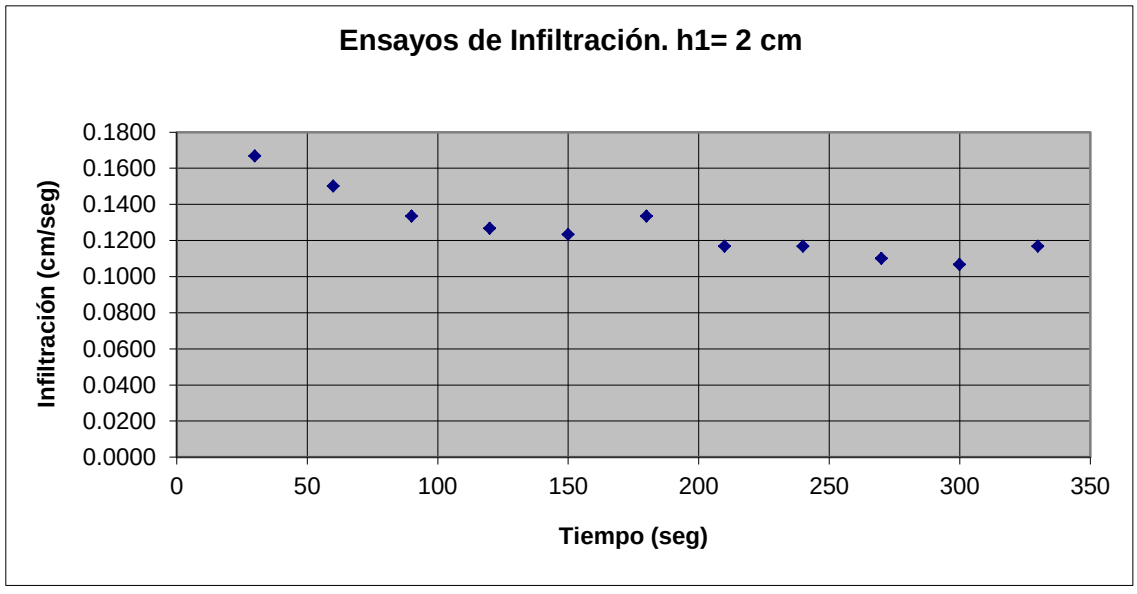
Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
14.5		0	
18.0		30	0.1167
22.0		60	0.1333
25.0		90	0.1000
28.5		120	0.1167
32.5		150	0.1333
36.0		180	0.1167
39.8		210	0.1267
43.0		240	0.1067
46.5		270	0.1167
50.0		300	0.1167
53.5		330	0.1167
57.0		360	0.1167
		Estable R =	**0.1167**



Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Arriba del Consumidero
Fecha: 30-Ene-10
Coordenadas: N 13º45'58.2" W 89º19'39.0" Elevación: 884 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
35.5		0	
40.5		30	0.1667
45.0		60	0.1500
49.0		90	0.1333
52.8		120	0.1267
56.5		150	0.1233
60.5		180	0.1333
64.0		210	0.1167
67.5		240	0.1167
70.8		270	0.1100
74.0		300	0.1067
77.5		330	0.1167

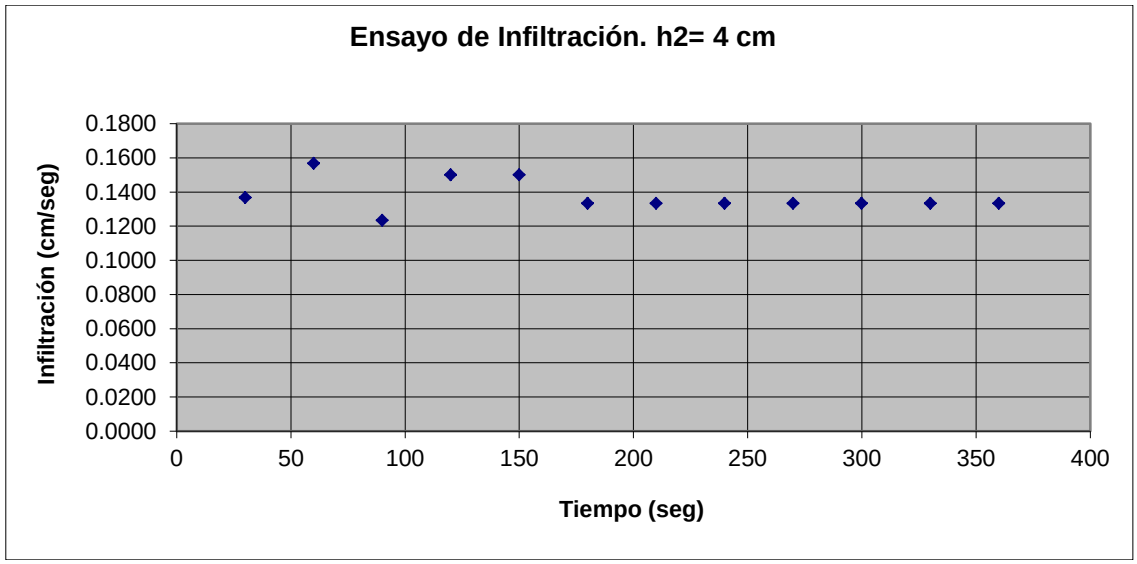
Estable R = 0.1111



Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Arriba del Consumidero
Fecha: 30-Ene-10
Coordenadas: N 13º45'58.2" W 89º19'39.0" Elevación: 884 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
26.5		0	
30.6		30	0.1367
35.3		60	0.1567
39.0		90	0.1233
43.5		120	0.1500
48.0		150	0.1500
52.0		180	0.1333
56.0		210	0.1333
60.0		240	0.1333
64.0		270	0.1333
68.0		300	0.1333
72.0		330	0.1333
76.0		360	0.1333

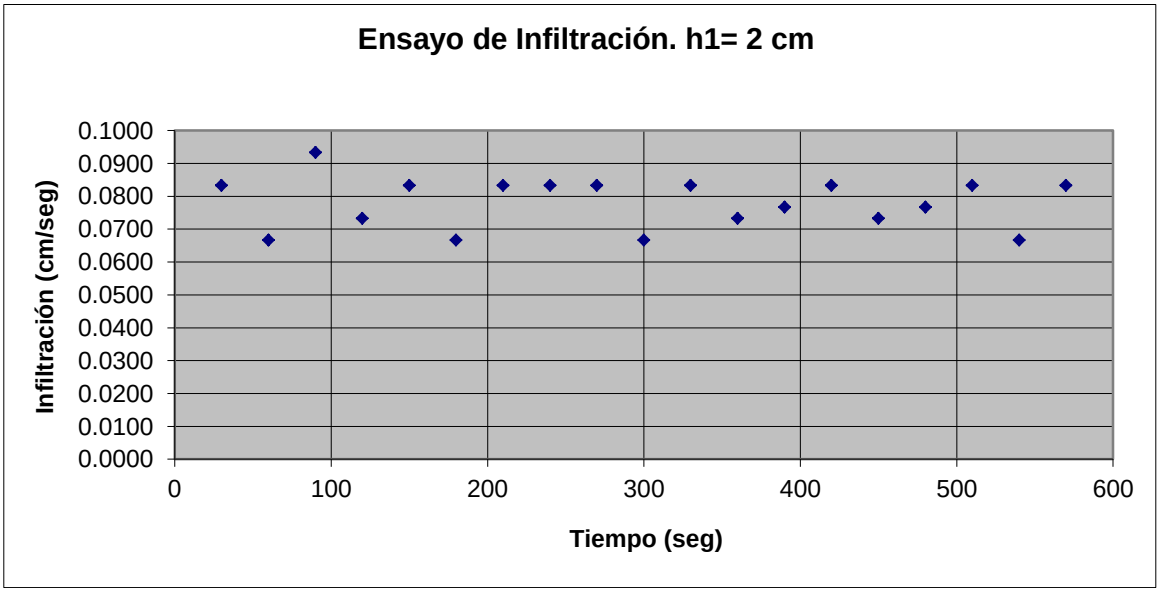
Estable R = 0.1333



Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: El Caracol
Fecha: 30-Ene-10
Coordenadas: N 13º45'38.6" W 89º19'17.9" Elevación: 972 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
30.5		0	
33.0	2.5	30	0.0833
35.0	2.0	60	0.0667
37.8	2.8	90	0.0933
40.0	2.2	120	0.0733
42.5	2.5	150	0.0833
44.5	2.0	180	0.0667
47.0	2.5	210	0.0833
49.5	2.5	240	0.0833
52.0	2.5	270	0.0833
54.0	2.0	300	0.0667
56.5	2.5	330	0.0833
58.7	2.2	360	0.0733
61.0	2.3	390	0.0767
63.5	2.5	420	0.0833
65.7	2.2	450	0.0733
68.0	2.3	480	0.0767
70.5	2.5	510	0.0833
72.5	2.0	540	0.0667
75.0	2.5	570	0.0833

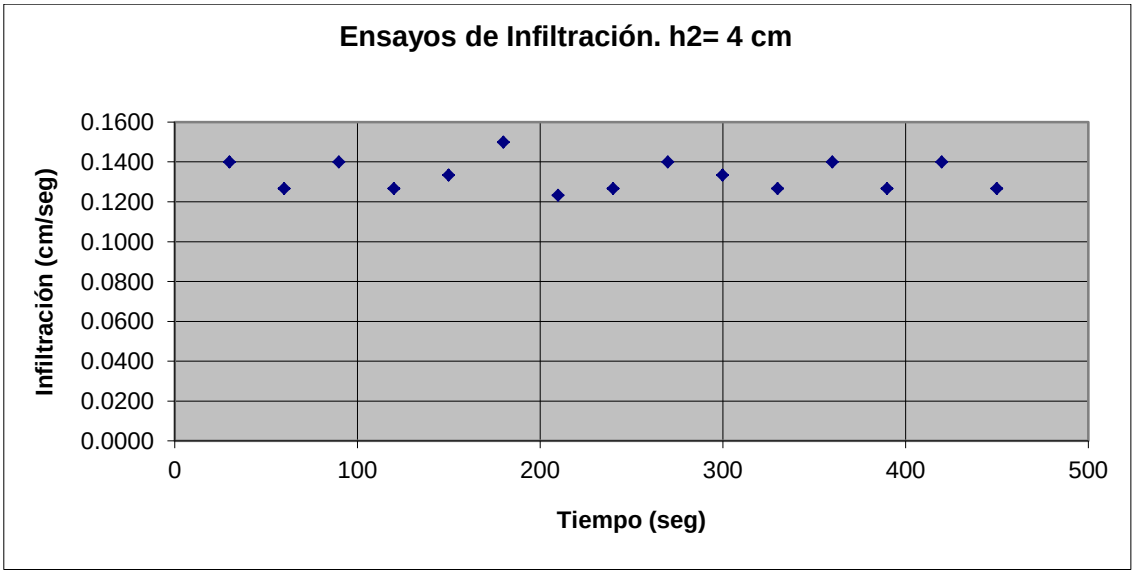
Estable R = 0.0778



Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: El Caracol
Fecha: 30-Ene-10
Coordenadas: N 13º45'38.6" W 89º19'17.9" Elevación: 972 msnm

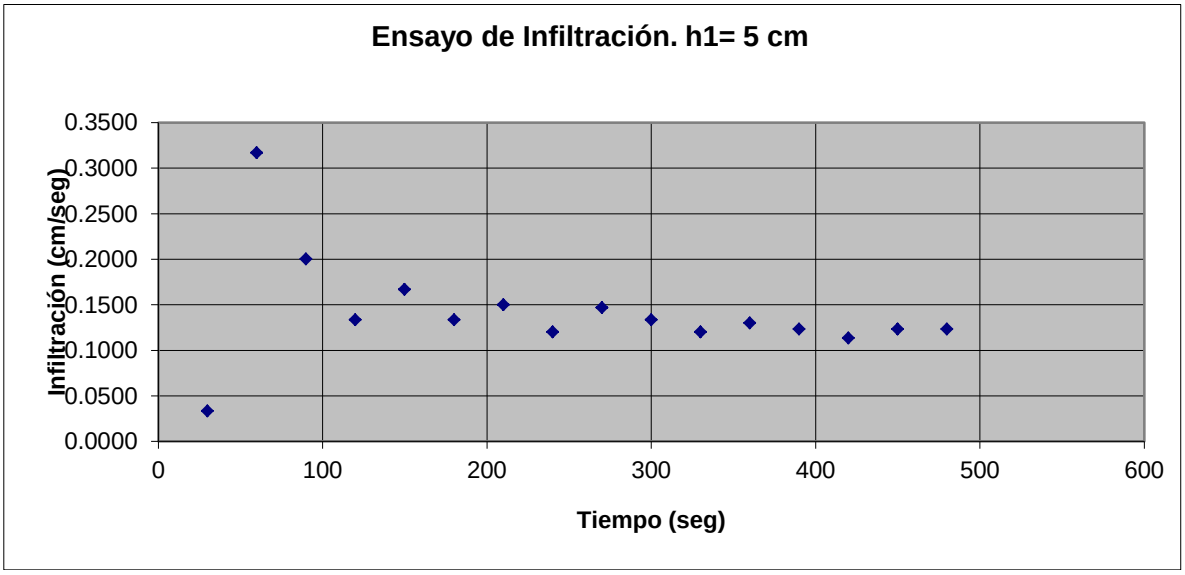
Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
16.5		0	
20.7		30	0.1400
24.5		60	0.1267
28.7		90	0.1400
32.5		120	0.1267
36.5		150	0.1333
41.0		180	0.1500
44.7		210	0.1233
48.5		240	0.1267
52.7		270	0.1400
56.7		300	0.1333
60.5		330	0.1267
64.7		360	0.1400
68.5		390	0.1267
72.7		420	0.1400
76.5		450	0.1267

Estable R = 0.1311



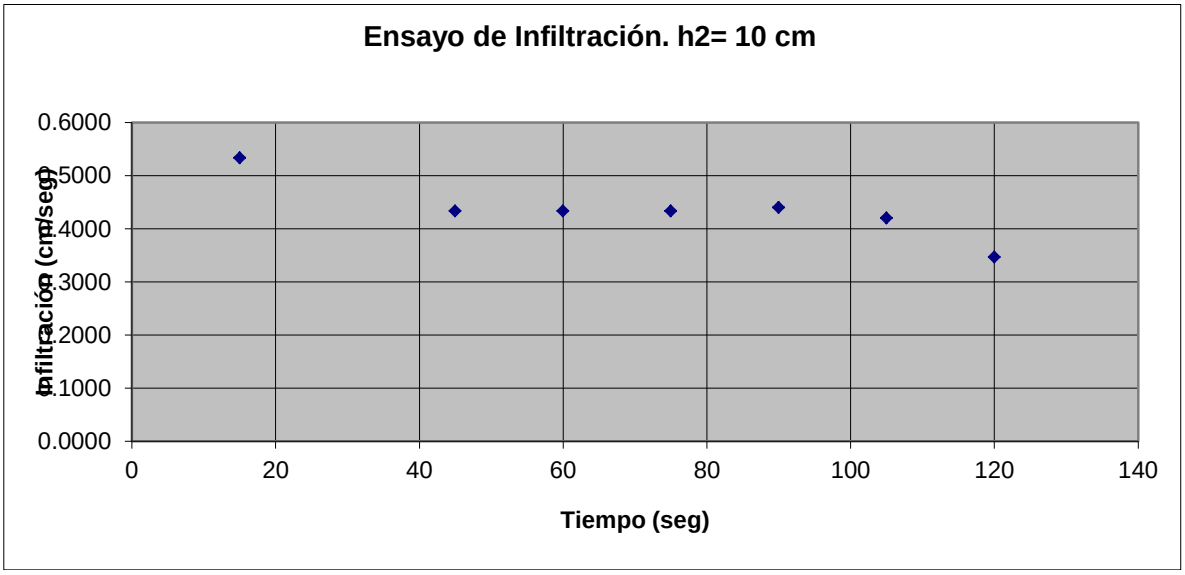
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Cerca de unión Río Palio con Río Sucio
Fecha: 15-May-10
Coordenadas: N 13º51'9.2" W 89º21'38.1" Elevación: 435 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
7.0		0	
8.0		30	0.0333
17.5		60	0.3167
23.5		90	0.2000
27.5		120	0.1333
32.5		150	0.1667
36.5		180	0.1333
41.0		210	0.1500
44.6		240	0.1200
49.0		270	0.1467
53.0		300	0.1333
56.6		330	0.1200
60.5		360	0.1300
64.2		390	0.1233
67.6		420	0.1133
71.3		450	0.1233
75.0		480	0.1233
		Estable R =	**0.1200**



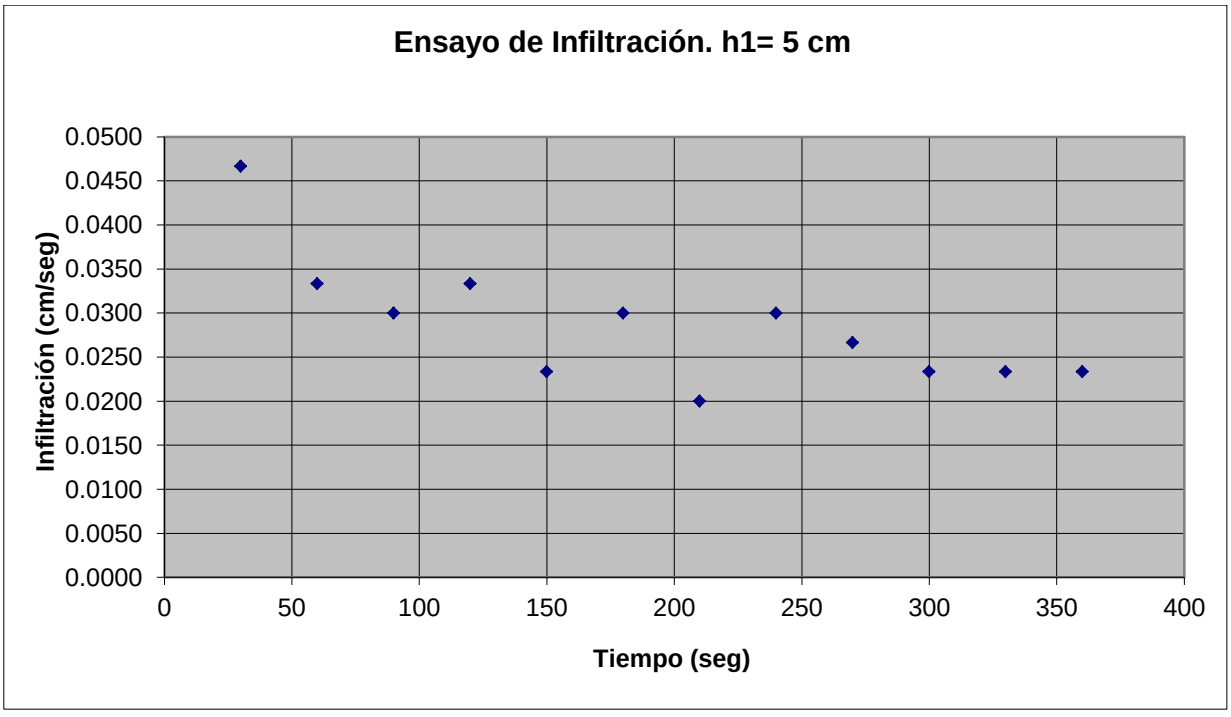
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Cerca de unión Río Palio con Río Sucio
Fecha: 15-May-10
Coordenadas: N 13º51'9.2" W 89º21'38.1" Elevación: 435 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
20		0	
28.0		15	0.5333
41.0		45	0.4333
47.5		60	0.4333
54.0		75	0.4333
60.6		90	0.4400
66.9		105	0.4200
72.1		120	0.3467
		Estable R =	**0.4022**



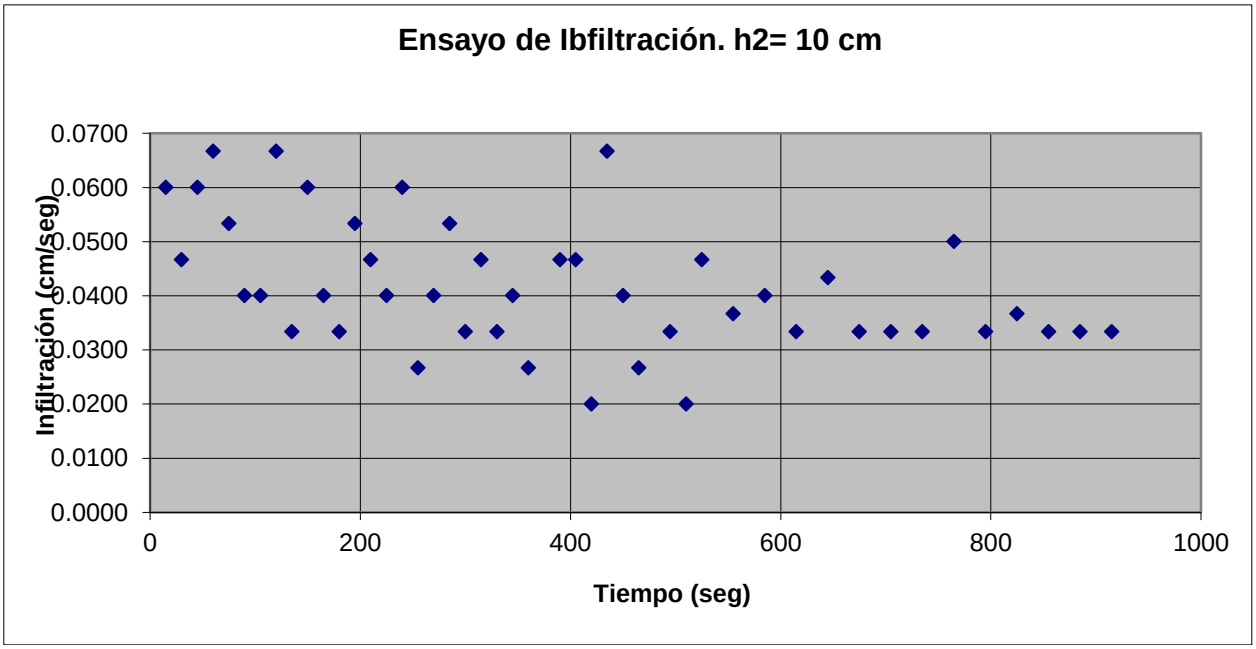
Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Cerca de pozo ANDA La Isla
Fecha: 15-May-10
Coordenadas: N 13º50'9.3" W 89º20'43.5" Elevación: 457 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
5.0		0	
6.4		30	0.0467
7.4		60	0.0333
8.3		90	0.0300
9.3		120	0.0333
10.0		150	0.0233
10.9		180	0.0300
11.5		210	0.0200
12.4		240	0.0300
13.2		270	0.0267
13.9		300	0.0233
14.6		330	0.0233
15.3		360	0.0233
		Estable R =	**0.0233**



Ensayo de infiltración con permeámetro de Guelph
Sitio: Cerca de pozo ANDA La Isla
Fecha: 15-May-10
Coordenadas: N 13º50'9.3" W 89º20'43.5" Elevación: 457 msnm

Nivel del Agua (cm)	Tiempo (minutos)	Tiempo (Segundos)	R
23		0	
23.9		15	0.0600
24.6		30	0.0467
25.5		45	0.0600
26.5		60	0.0667
27.3		75	0.0533
27.9		90	0.0400
28.5		105	0.0400
29.5		120	0.0667
30.0		135	0.0333
30.9		150	0.0600
31.5		165	0.0400
32.0		180	0.0333
32.8		195	0.0533
33.5		210	0.0467
34.1		225	0.0400
35.0		240	0.0600
35.4		255	0.0267
36.0		270	0.0400
36.8		285	0.0533
37.3		300	0.0333
38.0		315	0.0467
38.5		330	0.0333
39.1		345	0.0400
39.5		360	0.0267
40.9		390	0.0467
41.6		405	0.0467
41.9		420	0.0200
42.9		435	0.0667
43.5		450	0.0400
43.9		465	0.0267
44.9		495	0.0333
45.2		510	0.0200
45.9		525	0.0467
47.0		555	0.0367
48.2		585	0.0400
49.2		615	0.0333
50.5		645	0.0433
51.5		675	0.0333
52.5		705	0.0333
53.5		735	0.0333
55.0		765	0.0500
56.0		795	0.0333
57.1		825	0.0367
58.1		855	0.0333
59.1		885	0.0333
60.1		915	0.0333
		Estable R =	**0.0333**


Ensayo de Ibfiltración. h2= 10 cm
Infiltración (cm/seg)
0.0700
0.0600
0.0500
0.0400
0.0300
0.0200
0.0100
0.0000
0
200
400
600
800
1000
Tiempo (seg)

Resumen de sitios ensayados para el cálculo de la capacidad de infiltración de suelos.

Nº	Lugar	Fecha	Coordenadas Lambert		Elev.	Uso de suelo	Tipo de suelo	Textura	Pendiente
			X	Y	Z				
1	Colonia Nuevo Sitio del Niño	01-Ago-09	461577.10	297933.38	466	Terreno urbanizado	Arenoso	Arenoso	1 - 2 %
1	Colonia Nuevo Sitio del Niño	21-Nov-09	461541.06	297933.44	477	Terreno urbanizado	Arenoso	Arenoso	1 - 2 %
2	Cantón Sitio del Niño	22-Ago-09	459899.46	296814.28	473	Industrial	Aluvial	Arena media	1 - 2 %
2	Cantón Sitio del Niño	17-Oct-09	459899.46	296814.28	473	Industrial	Aluvial	Arena media	1 - 2 %
2	Cantón Sitio del Niño	21-Nov-09	459881.45	296820.45	466	Industrial	Aluvial	Arena media	1 - 2 %
3	Cantón Sitio del Niño	22-Ago-09	460423.00	297418.85	466	Arbustos	Aluvial	Limo-arenoso	1 - 2 %
3	Cantón Sitio del Niño	17-Oct-09	460423.00	297418.85	466	Arbustos	Aluvial	Limo-arenoso	1 - 2 %
3	Cantón Sitio del Niño	21-Nov-09	460419.99	297412.71	468	Arbustos	Aluvial	Limo-arenoso	1 - 2 %
3	Cantón Sitio del Niño	24-Nov-09	460419.97	297403.49	469	Arbustos	Aluvial	Limo-arenoso	1 - 2 %
3	Cantón Sitio del Niño	24-Nov-09	460419.97	297403.49	469	Arbustos	Aluvial	Limo-arenoso	1 - 2 %
3	Cantón Sitio del Niño	24-Nov-09	460419.97	297403.49	469	Arbustos	Aluvial	Limo-arenoso	1 - 2 %
4	Colonia Tecpán	22-Ago-09	458564.12	297593.84	465	Terreno urbanizado	Aluvial	Arenosa con M. O.	1 - 2 %
4	Colonia Tecpán	21-Nov-09	458543.06	297575.43	466	Terreno urbanizado	Aluvial	Arenosa con M. O.	1 - 2 %
5	Frente a fábrica Kimberly Clark	22-Ago-09	460819.77	297624.14	464	Vegetación arbustiva baja	Arcilloso	Limo arcilloso	3 - 5 %
5	Frente a fábrica Kimberly Clark	17-Oct-09	460819.77	297624.14	464	Vegetación arbustiva baja	Arcilloso	Limo arcilloso	3 - 5 %
5	Frente a fábrica Kimberly Clark	17-Oct-09	460819.77	297624.14	464	Vegetación arbustiva baja	Arcilloso	Limo arcilloso	
6	Lotificación Nuevo Consumidero	14-Sep-09	462928.21	297627.20	485	Vegetación arbustiva baja	Arenoso	Arenoso	1 - 2 %
6	Lotificación Nuevo Consumidero	14-Sep-09	462898.17	297624.17	485	Vegetación arbustiva baja	Arenoso	Arenoso	1 - 2 %
6	Lotificación Nuevo Consumidero	14-Sep-09	462898.17	297624.17	485	Granos básicos	Arenoso	Arenoso	1 - 2 %
7	Terreno de SalvaCola	14-Sep-09	462173.40	296976.81	480	Vegetación arbustiva baja	Arenoso	Arenoso	1 - 2 %
8	Crío. Los Cítricos	14-Sep-09	461208.70	298619.21	451	Vegetación arbustiva baja	Arcilloso	Arcillo arenoso	5 - 7 %
9	Colonia El Papayal	14-Sep-09	462061.67	300683.00	454	Zona verde	Arenoso	Arenoso	3 - 5 %
10	Cantón Joya de Cerén	21-Nov-09	460447.98	300018.57	489	Vegetación arbustiva baja	Arenoso	Arenoso	3 - 5 %
10	Cantón Joya de Cerén	21-Nov-09	460447.98	300018.57	489	Vegetación arbustiva baja	Arenoso	Arenoso	3 - 5 %
10	Cantón Joya de Cerén	15-May-10	460678.56	299578.78	466	Cultivos	Aluvial	Arenoso-limoso	3 - 5 %
11	Detrás de laguna Chanmico	30-Ene-10	462750.09	294889.42	531	Cultivos anuales	Arenoso-limoso	Arenoso-limoso	3 - 5 %
12	La Loma del Mango	30-Ene-10	464584.10	293934.24	884	Cultivo de café	Arenoso	Arenoso	15 -30 %
13	El Caracol	30-Ene-10	465217.12	293331.08	972	Cultivo de café	Arenoso	Arenoso	30 - 50 %
14	Ctón. San Nicolás	15-May-10	461020.80	303496.34	435	Cultivos	Limoso-arenoso	Limoso-arenoso	3 - 5 %
15	Crío. La Isla	15-May-10	462657.68	301653.21	457	Cultivos	Arenoso	Arenoso	1 - 2 %

Cálculo de la capacidad de infiltración de suelos.

Nº	Lugar	Fórmula General									Valor de Kv m/día	Clasific textura
		X cm^2	Y cm^2	h1	h2	R1 cm/s	R2 cm/s	K_{fs} cm/s	Φ_m cm^2/s	α cm^{-1}		
1	Colonia Nuevo Sitio del Niño	35.22		5.0	10.0	5.56E-04	4.83E-02	7.10E-03	-4.04E-02	-1.76E-01	5.17	Areno franca
1	Colonia Nuevo Sitio del Niño	35.22		2.0	4.0	1.15E-01	1.05E-01	-1.55E-02	1.74E-01	-8.91E-02		
2	Cantón Sitio del Niño										3.20	Areno franca
2	Cantón Sitio del Niño		2.15	5.0	10.0	7.67E-02	4.00E-02	-5.63E-04	7.70E-03	-7.31E-02		
2	Cantón Sitio del Niño	35.22		3.0	6.0	3.33E-03	1.67E-02	3.70E-03	-1.07E-02	-3.46E-01		
3	Cantón Sitio del Niño										0.33	Franco limosa
3	Cantón Sitio del Niño		2.15	5.0	10.0	1.20E-01	6.67E-02	-8.48E-04	1.19E-02	-7.13E-02		
3	Cantón Sitio del Niño	35.22		5.0	10.0	2.25E-02	2.88E-02	-1.69E-04	2.24E-02	-7.54E-03		
3	Cantón Sitio del Niño	35.22		5.0	10.0	8.33E-03	1.50E-02	5.86E-04	4.56E-03	1.29E-01		
3	Cantón Sitio del Niño	35.22		5.0	10.0	1.10E-02	1.38E-02	-1.28E-04	1.12E-02	-1.14E-02		
3	Cantón Sitio del Niño	35.22		5.0	10.0	1.17E-02	1.77E-02	3.30E-04	9.21E-03	3.58E-02		
4	Colonia Tecpán	35.22		10.0	15.0	3.33E-02	2.83E-02	-1.15E-03	3.61E-02	-3.20E-02	2.26	Areno franca
4	Colonia Tecpán	35.22		3.0	6.0	3.33E-03	1.67E-02	3.70E-03	-1.07E-02	-3.46E-01		
5	Frente a fábrica Kimberly Clark										0.67	Franco arenosa
5	Frente a fábrica Kimberly Clark	35.22		5.0	10.0	1.00E-01	6.67E-03	-1.88E-02	2.04E-01	-9.23E-02		
5	Frente a fábrica Kimberly Clark		2.15	5.0	10.0	1.00E-02	1.00E-01	7.89E-04	-3.97E-03	-1.99E-01		
6	Lotificación Nuevo Consumidero	35.22		5.0	10.0	2.33E-02	3.33E-02	3.50E-04	2.02E-02	1.73E-02	0.31	Franco limosa
6	Lotificación Nuevo Consumidero											
6	Lotificación Nuevo Consumidero		2.15	2.0	4.0	8.33E-02	2.73E-01	5.47E-03	-1.02E-02	-5.39E-01		
7	Terreno de SalvaCola		2.15	5.0	7.0	1.00E-01	1.37E-01	5.27E-04	2.78E-03	1.90E-01	0.46	Franco arenosa
8	Crío. Los Cítricos		2.15	5.0	7.0	5.33E-02	7.17E-02	3.03E-04	1.18E-03	2.56E-01	0.26	Franco arcillo arenosa
9	Colonia El Papayal		2.15	5.0	10.0	1.13E-01	2.17E-01	6.02E-04	3.12E-03	1.93E-01	0.52	Franco arenosa
10	Cantón Joya de Cerén	35.22		5.0	10.0	2.67E-02	3.50E-02	-6.21E-05	2.58E-02	-2.41E-03	0.38	Franco arenosa
10	Cantón Joya de Cerén		2.15	3.0	6.0	3.45E-01	4.26E-01	-6.29E-04	2.61E-02	-2.41E-02		
10	Cantón Joya de Cerén		2.15	5.0	10.0	2.28E-01	3.51E-01	4.42E-04	1.07E-02	4.13E-02		
11	Detrás de laguna Chanmico		2.15	2.0	4.0	8.22E-02	1.17E-01	7.20E-04	3.54E-03	2.04E-01	0.62	Franco arenosa
12	La Loma del Mango		2.15	2.0	4.0	1.11E-01	1.33E-01	2.01E-04	7.02E-03	2.87E-02	0.17	Franco arcillo arenosa
13	El Caracol		2.15	2.0	4.0	7.78E-02	1.31E-01	1.34E-03	1.44E-03	9.31E-01	1.16	Franco arenosa
14	Ctón. San Nicolás		2.15	5.0	10.0	1.20E-01	4.02E-01	2.21E-03	-5.77E-03	-3.83E-01	1.91	Areno franca
15	Crío. La Isla	35.22		5.0	10.0	2.33E-02	3.33E-02	3.50E-04	2.02E-02	1.73E-02	0.30	Franco limosa

ANEXO Nº 5

GEOFISICA INTERPRETADA EN TERMINOS DE LITOLOGIA

Sondeos eléctricos verticales (SEV) e interpretación en términos de litología

Nombre	X	Y	Elevación msnm	Estrato	Clase	Resistividad Ohm-m	Espesor m	Profundidad (m)		Descripción litológica
								De	A	
SEV-01-1998	462100	303940	425	1	C	14.58	11.94	0.00	11.94	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	C	30.94	164.90	11.94	176.84	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	D	2.89	117.30	176.84	294.14	Arcillas y tobas
				4	E	102.00	20.00	294.14	314.14	Lavas y aglomerados
SEV-02-1998	462150	302540	435	1	C	34.55	5.25	0.00	5.25	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	B	101.20	11.74	5.25	16.99	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	C	38.44	230.20	16.99	247.19	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	D	3.66	129.90	247.19	377.09	Arcillas y tobas
				5	E	102.90	20.00	377.09	397.09	Lavas y aglomerados
SEV-03-1998	461800	300740	445	1	C	35.09	3.36	0.00	3.36	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	B	105.30	22.05	3.36	25.41	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	C	39.26	195.60	25.41	221.01	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	D	5.04	152.10	221.01	373.11	Arcillas y tobas
				5	E	104.30	20.00	373.11	393.11	Lavas y aglomerados
SEV-04-1998	462500	299170	470	1	C	88.63	0.50	0.00	0.50	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	A	1348.80	1.30	0.50	1.80	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	B	109.20	17.96	1.80	19.76	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	B	381.00	58.74	19.76	78.50	Lavas fracturadas y escoriáceas
				5	C	48.27	155.20	78.50	233.70	Piroclastos y sedimentos fluviales
				6	D	3.13	148.30	233.70	382.00	Arcillas y tobas
				7	E	170.30	20.00	382.00	402.00	Lavas y aglomerados
SEV-05-1998	462170	297360	460	1	B	989.20	0.79	0.00	0.79	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	A	3634.40	2.37	0.79	3.16	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	C	39.27	42.02	3.16	45.18	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	C	19.03	212.10	45.18	257.28	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	D	8.01	158.70	257.28	415.98	Arcillas y tobas
				6	E	129.30	20.00	415.98	435.98	Lavas y aglomerados

Nombre	X	Y	Elevación msnm	Estrato	Clase	Resistividad Ohm-m	Espesor m	Profundidad (m)		Descripción litológica
SEV-06-1998	463190	295920	507	1	B	190.30	1.12	0.00	1.12	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	B	645.00	34.25	1.12	35.37	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	C	47.37	148.30	35.37	183.67	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	D	3.85	154.80	183.67	338.47	Arcillas y tobas
				5	E	143.00	20.00	338.47	358.47	Lavas y aglomerados
SEV-09-1998	461330	297760	450	1	B	225.10	3.73	0.00	3.73	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	C	25.90	205.20	3.73	208.93	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	D	5.52	122.60	208.93	331.53	Arcillas y tobas
				4	E	108.20	20.00	331.53	351.53	Lavas y aglomerados
SEV-10-1998	461150	296380	455	1	B	112.40	3.95	0.00	3.95	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	C	27.23	45.90	3.95	49.85	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	C	21.50	173.00	49.85	222.85	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	D	8.67	116.10	222.85	338.95	Arcillas y tobas
				5	E	119.30	20.00	338.95	358.95	Lavas y aglomerados
SEV-11-1998	461250	294540	490	1	B	254.90	2.67	0.00	2.67	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	B	100.40	34.58	2.67	37.25	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	C	21.82	211.30	37.25	248.55	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	D	2.98	131.50	248.55	380.05	Arcillas y tobas
				5	E	136.30	20.00	380.05	400.05	Lavas y aglomerados
SEV-12-1998	464060	302580	415	1	C	22.92	4.42	0.00	4.42	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	C	13.08	5.88	4.42	10.30	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	C	20.50	205.20	10.30	215.50	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	D	3.83	123.40	215.50	338.90	Arcillas y tobas
				5	E	163.50	20.00	338.90	358.90	Lavas y aglomerados
SEV-15A-1998	463780	296870	515	1	B	657.90	6.88	0.00	6.88	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	A	9300.40	31.11	6.88	37.99	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	B	494.80	37.95	37.99	75.94	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	40.85	212.80	75.94	288.74	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	D	9.31	20.00	288.74	308.74	Arcillas y tobas

Nombre	X	Y	Elevación msnm	Estrato	Clase	Resistividad Ohm-m	Espesor m	Profundidad (m)		Descripción litológica
SEV-16-1998	465280	295780	655	1	B	428.20	9.93	0.00	9.93	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	A	7035.60	13.09	9.93	23.02	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	B	470.30	198.50	23.02	221.52	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	27.88	223.80	221.52	445.32	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	D	7.92	20.00	445.32	465.32	Arcillas y tobas
SEV-20-1998	467820	298760	545	1	B	147.20	1.18	0.00	1.18	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	A	3302.60	69.58	1.18	70.76	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	B	702.60	99.56	70.76	170.32	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	80.08	262.80	170.32	433.12	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	D	8.64	20.00	433.12	453.12	Arcillas y tobas
SEV-21-1998	467660	297450	635	1	B	292.80	0.99	0.00	0.99	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	A	1127.60	25.38	0.99	26.37	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	A	2180.20	94.69	26.37	121.06	Lavas escoriáceas y piroclastos
				4	B	260.90	152.70	121.06	273.76	Lavas fracturadas y escoriáceas
				5	C	47.42	220.60	273.76	494.36	Piroclastos y sedimentos fluviales
				6	D	4.40	20.00	494.36	514.36	Arcillas y tobas
SEV-23-1998	467800	301250	446	1	C	80.89	2.07	0.00	2.07	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	A	1502.60	22.39	2.07	24.46	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	C	13.24	285.30	24.46	309.76	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	D	5.29	20.00	309.76	329.76	Arcillas y tobas
SEV-24-1998	467760	300080	480	1	B	105.00	2.39	0.00	2.39	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	A	1066.40	35.19	2.39	37.58	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	B	740.10	43.27	37.58	80.85	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	91.28	279.40	80.85	360.25	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	D	2.69	20.00	360.25	380.25	Arcillas y tobas
SEV-25-1998	469120	299090	515	1	B	235.20	7.00	0.00	7.00	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	A	1358.50	20.93	7.00	27.93	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	B	275.00	205.20	27.93	233.13	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	93.27	193.00	233.13	426.13	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	D	9.02	20.00	426.13	446.13	Arcillas y tobas

Nombre	X	Y	Elevación msnm	Estrato	Clase	Resistividad Ohm-m	Espesor m	Profundidad (m)		Descripción litológica
SEV-26-1998	469220	297390	665	1	A	1554.00	10.96	0.00	10.96	Lavas escoriáceas y piroclastos
				2	B	903.80	95.28	10.96	106.24	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	A	3128.80	87.28	106.24	193.52	Lavas escoriáceas y piroclastos
				4	B	250.30	200.30	193.52	393.82	Lavas fracturadas y escoriáceas
				5	C	92.27	20.00	393.82	413.82	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-27-1998	469420	303140	385	1	C	19.30	38.49	0.00	38.49	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	C	29.00	143.70	38.49	182.19	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	D	3.19	136.20	182.19	318.39	Arcillas y tobas
				4	E	119.30	20.00	318.39	338.39	Lavas y aglomerados
SEV-28-1998	468900	301540	430	1	C	16.67	1.16	0.00	1.16	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	B	183.50	6.91	1.16	8.07	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	C	32.15	226.30	8.07	234.37	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	D	1.49	124.60	234.37	358.97	Arcillas y tobas
				5	E	106.40	20.00	358.97	378.97	Lavas y aglomerados
SEV-29-1998	468710	300900	455	1	B	145.90	1.37	0.00	1.37	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	A	1533.70	30.59	1.37	31.96	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	C	80.79	205.20	31.96	237.16	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	D	8.25	155.30	237.16	392.46	Arcillas y tobas
				5	E	272.20	20.00	392.46	412.46	Lavas y aglomerados
SEV-30-1998	469210	300090	480	1	B	121.50	4.68	0.00	4.68	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	A	3528.40	12.99	4.68	17.67	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	B	129.80	29.98	17.67	47.65	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	33.89	222.40	47.65	270.05	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	D	2.73	183.40	270.05	453.45	Arcillas y tobas
				6	E	117.20	20.00	453.45	473.45	Lavas y aglomerados
SEV-31-1998	470330	298730	520	1	C	58.99	5.52	0.00	5.52	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	B	147.10	67.49	5.52	73.01	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	B	683.40	146.80	73.01	219.81	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	25.97	224.80	219.81	444.61	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	D	4.00	20.00	444.61	464.61	Arcillas y tobas

Nombre	X	Y	Elevación msnm	Estrato	Clase	Resistividad Ohm-m	Espesor m	Profundidad (m)		Descripción litológica
SEV-31A-1998	470500	299060	510	1	C	27.09	2.33	0.00	2.33	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	B	171.40	220.20	2.33	222.53	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	C	89.27	235.20	222.53	457.73	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	D	6.33	20.00	457.73	477.73	Arcillas y tobas
SEV-32-1998	462900	300410	460	1	B	687.40	2.26	0.00	2.26	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	A	3856.20	30.99	2.26	33.25	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	C	81.19	137.70	33.25	170.95	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	D	3.53	152.20	170.95	323.15	Arcillas y tobas
				5	E	138.10	20.00	323.15	343.15	Lavas y aglomerados
SEV-33-1998	461680	299800	457	1	B	143.70	7.12	0.00	7.12	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	C	41.90	5.55	7.12	12.67	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	B	555.50	19.58	12.67	32.25	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	64.58	188.30	32.25	220.55	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	D	3.56	136.90	220.55	357.45	Arcillas y tobas
				6	E	123.60	20.00	357.45	377.45	Lavas y aglomerados
SEV-34-1998	462540	301600	445	1	B	147.90	1.41	0.00	1.41	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	A	6087.70	17.10	1.41	18.51	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	C	41.16	131.80	18.51	150.31	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	D	5.65	129.60	150.31	279.91	Arcillas y tobas
				5	E	154.70	20.00	279.91	299.91	Lavas y aglomerados
SEV-35-1998	463520	301520	435	1	B	307.40	2.49	0.00	2.49	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	C	58.00	46.99	2.49	49.48	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	C	30.41	202.40	49.48	251.88	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	D	4.25	158.20	251.88	410.08	Arcillas y tobas
				5	E	123.70	20.00	410.08	430.08	Lavas y aglomerados
SEV-02-2001	463789	303025	442	1	C	23.11	2.68	0.00	2.68	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	C	66.94	25.56	2.68	28.24	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	C	11.07	29.90	28.24	58.14	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	C	35.26	20.00	58.14	78.14	Piroclastos y sedimentos fluviales

Nombre	X	Y	Elevación msnm	Estrato	Clase	Resistividad Ohm-m	Espesor m	Profundidad (m)		Descripción litológica
SEV-03-2001	464106	303198	410	1	A	5453.90	0.43	0.00	0.43	Lavas escoriáceas y piroclastos
				2	C	55.59	1.80	0.43	2.23	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	C	22.99	20.82	2.23	23.05	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	C	13.53	148.90	23.05	171.95	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	C	24.00	20.00	171.95	191.95	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-04-2001	464383	302821	400	1	B	434.20	0.73	0.00	0.73	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	C	25.53	3.51	0.73	4.24	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	B	480.80	47.01	4.24	51.25	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	37.68	20.00	51.25	71.25	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-05-2001	465006	302483	430	1	B	121.80	1.12	0.00	1.12	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	C	35.16	3.76	1.12	4.88	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	C	56.82	5.08	4.88	9.96	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	C	17.62	11.49	9.96	21.45	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	B	102.40	46.73	21.45	68.18	Lavas fracturadas y escoriáceas
				6	C	14.07	20.00	68.18	88.18	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-06-2001	465747	302563	445	1	C	34.74	8.93	0.00	8.93	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	B	223.40	62.80	8.93	71.73	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	C	20.50	20.00	71.73	91.73	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-08-2001	464295	302650	455	1	B	237.30	1.45	0.00	1.45	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	C	20.39	3.86	1.45	5.31	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	B	544.10	42.17	5.31	47.48	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	31.03	30.88	47.48	78.36	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	C	11.88	20.00	78.36	98.36	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-09-2001	470847	300484	469	1	B	204.90	2.94	0.00	2.94	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	C	87.92	3.29	2.94	6.23	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	A	1934.70	43.67	6.23	49.90	Lavas escoriáceas y piroclastos
				4	C	90.45	20.00	49.90	69.90	Piroclastos y sedimentos fluviales

Nombre	X	Y	Elevación msnm	Estrato	Clase	Resistividad Ohm-m	Espesor m	Profundidad (m)		Descripción litológica
SEV-10-2001	470770	299601	498	1	B	144.10	1.93	0.00	1.93	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	C	36.33	5.73	1.93	7.66	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	B	210.70	6.07	7.66	13.73	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	29.15	15.34	13.73	29.07	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	B	242.30	20.00	29.07	49.07	Lavas fracturadas y escoriáceas
SEV-11-2001	470751	300060	478	1	B	136.10	0.99	0.00	0.99	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	C	50.58	9.17	0.99	10.16	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	B	388.90	52.23	10.16	62.39	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	20.17	20.00	62.39	82.39	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-12-2001	470301	300271	468	1	C	51.35	14.49	0.00	14.49	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	C	14.59	11.07	14.49	25.56	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	B	117.20	39.56	25.56	65.12	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	11.05	20.00	65.12	85.12	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-13-2001	468290	303100	390	1	C	96.64	2.10	0.00	2.10	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	C	10.48	3.58	2.10	5.68	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	C	46.37	5.73	5.68	11.41	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	C	17.84	20.00	11.41	31.41	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-02-2004	462451	301682	455	1	A	1291.50	0.49	0.00	0.49	Lavas escoriáceas y piroclastos
				2	B	400.70	3.83	0.49	4.32	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	A	9176.50	14.14	4.32	18.46	Lavas escoriáceas y piroclastos
				4	C	24.97	20.00	18.46	38.46	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-03-2004	471064	302776	396	1	C	92.94	0.64	0.00	0.64	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	C	35.95	1.52	0.64	2.16	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	B	107.10	3.56	2.16	5.72	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	11.14	13.20	5.72	18.92	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	C	63.93	23.24	18.92	42.16	Piroclastos y sedimentos fluviales
				6	C	12.15	98.82	42.16	140.98	Piroclastos y sedimentos fluviales
				7	C	25.59	20.00	140.98	160.98	Piroclastos y sedimentos fluviales

Nombre	X	Y	Elevación msnm	Estrato	Clase	Resistividad Ohm-m	Espesor m	Profundidad (m)		Descripción litológica
SEV-04-2004	470512	302457	421	1	C	64.59	2.68	0.00	2.68	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	C	24.89	9.62	2.68	12.30	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	B	115.40	12.90	12.30	25.20	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	10.72	48.69	25.20	73.89	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	C	57.57	75.00	73.89	148.89	Piroclastos y sedimentos fluviales
				6	C	18.76	74.07	148.89	222.96	Piroclastos y sedimentos fluviales
				7	D	2.59	20.00	222.96	242.96	Arcillas y tobas
SEV-05-2004	469611	302443	385	1	C	28.08	1.99	0.00	1.99	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	B	108.50	2.60	1.99	4.59	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	C	25.65	9.09	4.59	13.68	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	B	133.20	18.28	13.68	31.96	Lavas fracturadas y escoriáceas
				5	C	10.90	44.04	31.96	76.00	Piroclastos y sedimentos fluviales
				6	C	45.92	154.10	76.00	230.10	Piroclastos y sedimentos fluviales
				7	D	2.01	20.00	230.10	250.10	Arcillas y tobas
SEV-06-2004	461159	295393	476	1	C	59.11	0.98	0.00	0.98	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	C	14.55	1.25	0.98	2.23	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	B	104.00	26.40	2.23	28.63	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	23.49	20.00	28.63	48.63	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-07-2004	470133	297265	644	1	C	60.53	1.43	0.00	1.43	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	B	245.60	3.59	1.43	5.02	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	A	1042.30	72.06	5.02	77.08	Lavas escoriáceas y piroclastos
				4	B	169.40	96.78	77.08	173.86	Lavas fracturadas y escoriáceas
				5	E	540.10	20.00	173.86	193.86	Lavas y aglomerados
SEV-08-2004	469208	297327	676	1	C	33.75	1.01	0.00	1.01	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	B	973.10	14.43	1.01	15.44	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	A	5363.70	27.87	15.44	43.31	Lavas escoriáceas y piroclastos
				4	B	171.20	99.14	43.31	142.45	Lavas fracturadas y escoriáceas
				5	A	1265.30	20.00	142.45	162.45	Lavas escoriáceas y piroclastos

Nombre	X	Y	Elevación msnm	Estrato	Clase	Resistividad Ohm-m	Espesor m	Profundidad (m)		Descripción litológica
SEV-09-2004	462751	293288	581	1	B	371.80	3.46	0.00	3.46	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	C	69.86	12.74	3.46	16.20	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	B	210.50	67.17	16.20	83.37	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	50.21	20.00	83.37	103.37	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-10-2004	461121	294154	515	1	C	30.40	0.26	0.00	0.26	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	B	750.40	2.77	0.26	3.03	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	B	105.20	27.87	3.03	30.90	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	25.10	146.10	30.90	177.00	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	C	19.16	20.00	177.00	197.00	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-11-2004	467949	301846	432	1	C	81.33	2.86	0.00	2.86	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	A	1996.30	13.68	2.86	16.54	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	C	22.98	97.08	16.54	113.62	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	D	6.68	20.00	113.62	133.62	Arcillas y tobas
SEV-12-2004	467702	301090	458	1	C	80.31	0.72	0.00	0.72	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	C	38.26	1.39	0.72	2.11	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	A	1200.50	12.90	2.11	15.01	Lavas escoriáceas y piroclastos
				4	C	63.79	103.60	15.01	118.61	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	D	5.52	20.00	118.61	138.61	Arcillas y tobas
SEV-13-2004	462955	295117	523	1	B	158.30	4.01	0.00	4.01	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	B	385.20	8.30	4.01	12.31	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	C	53.15	18.59	12.31	30.90	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	B	382.00	42.31	30.90	73.21	Lavas fracturadas y escoriáceas
				5	C	11.16	20.00	73.21	93.21	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-14-2004	465556	299458	502	1	A	1665.30	1.70	0.00	1.70	Lavas escoriáceas y piroclastos
				2	A	5959.30	5.24	1.70	6.94	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	B	599.30	36.30	6.94	43.24	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	B	249.80	40.39	43.24	83.63	Lavas fracturadas y escoriáceas
				5	B	415.40	20.00	83.63	103.63	Lavas fracturadas y escoriáceas

Nombre	X	Y	Elevación msnm	Estrato	Clase	Resistividad Ohm-m	Espesor m	Profundidad (m)		Descripción litológica
SEV-15-2004	463479	300629	462	1	B	288.60	3.33	0.00	3.33	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	B	535.30	4.24	3.33	7.57	Lavas fracturadas y escoriáceas
				3	C	21.15	7.95	7.57	15.52	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	B	429.30	30.21	15.52	45.73	Lavas fracturadas y escoriáceas
				5	C	18.52	100.00	45.73	145.73	Piroclastos y sedimentos fluviales
				6	C	10.85	20.00	145.73	165.73	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-16-2004	463587	302694	440	1	C	42.38	3.04	0.00	3.04	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	C	18.85	4.87	3.04	7.91	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	C	49.32	10.82	7.91	18.73	Piroclastos y sedimentos fluviales
				4	C	11.09	55.26	18.73	73.99	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	C	25.05	172.50	73.99	246.49	Piroclastos y sedimentos fluviales
				6	D	9.69	20.00	246.49	266.49	Arcillas y tobas
SEV-18-2004	467272	300473	461	1	C	88.93	0.92	0.00	0.92	Piroclastos y sedimentos fluviales
				2	A	2795.10	9.09	0.92	10.01	Lavas escoriáceas y piroclastos
				3	B	407.80	56.66	10.01	66.67	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	27.94	72.04	66.67	138.71	Piroclastos y sedimentos fluviales
				5	C	48.15	20.00	138.71	158.71	Piroclastos y sedimentos fluviales
SEV-19-2004	463032	296579	494	1	B	305.30	1.02	0.00	1.02	Lavas fracturadas y escoriáceas
				2	C	46.32	0.52	1.02	1.54	Piroclastos y sedimentos fluviales
				3	B	132.20	30.05	1.54	31.59	Lavas fracturadas y escoriáceas
				4	C	43.45	20.00	31.59	51.59	Piroclastos y sedimentos fluviales

ANEXO Nº 6

PERFILES LITOLOGICOS DE POZOS

Columna Litológica del pozo Albergue Provisional Ciudad Arce

Profundidad (m)		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	3.04	Toba Lítica	Toba lítica: color blanco hueso, textura arenosa, estructura suelta. Consiste en granos de pómez de 2 a 6 mm diámetro, envueltos en 60% de polvo fino. La superficie de los recortes son subredondeados y subangulosos (estado neutral) no ha sido triturado. Estrato de mediana permeabilidad.
3.04	27.43	Toba Lítica	Toba lítica: color beige claro, textura arenosa, estructura semisuelta. El recorte obtenido consiste en polvo fino y un 5% de grano pumítico y andesítico. La superficie de los granos es subangulosa (triturados). Estrato impermeable.
27.43	41.15	Toba Lítica	Toba lítica: color blando hueso, textura arenosa, estructura semisuelta. Consiste en granos de pómez, basalto y andesita envueltos en un 85% de ceniza volcánica en proceso de descomposición. La superficie del recorte es subredondeado y subangulosa de 2 a 25 mm no ha sido triturado. Estrato semi impermeable.
41.15	51.82	Piroclastos	Piroclastos: color blanco hueso, textura clástica, estructura suelta. Consiste en una mezcolanza de pómez 70%, granos basalticos-andesíticos gris oscuro y morado de superficie subangulosa y angulosas de 2 a 15 mm diámetro. Estrato de alta permeabilidad.
51.82	67.07	Toba Aglomerada	Aglomerado: color gris claro y pigmentos rojizos, textura arenosa, estructura compacta. Consiste en granos angulosos y subangulosos de 0.1 a 2 mm diámetro de andesita y basalto. La superficie contiene oxidación como muestra de que hay presencia de agua.
67.07	76.21	Toba Aglomerada	Aglomerado: color gris claro, textura arenosa, estructura compacta. Consiste en granos basálticos andesíticos de superficies angulosos y subangulosos, producto de la trituración de 2 a 8 mm diámetro. Presenta un 35% de oxidación. Mediana permeabilidad debido a un proceso de segmentación, buena porosidad.
76.21	91.46	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: policromía de colores, predominando el mostaza claro y 30% gris oscuro, estructura semisuelta, textura arenosa. Consiste en granos de 1 a 2.5 mm diámetro de superficie subangulosas y subredondeados en proceso de descomposición.

Profundidad (m)		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
91.46	97.56	Toba Aglomerada	Aglomerado: color gris claro, estructura semicompacta, textura arenosa. Consiste en granos basalto andesíticos de 0.5 a 3 mm diámetro, roca intrusiva de superficie angulosa y subangulosa (alta porosidad). Toda la muestra presenta meteorización (en proceso de descomposición) Buena permeabilidad.

Columna Litológica del pozo Albergue Tzu Chi Sacacoyo

Profundidad (m)		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	18.00	Sedimento aluvial	Policromía de colores predominando el café amarillento. Estructura suelta y textura clástica. Consisten en canto rodado, gravas, arenas de poco recorrido, su petrografía corresponde al basalto. La muestra de perforación consiste en un grano anguloso, sub-anguloso a sub-redondeado de superficies recientes y antiguas con tamaños que corresponden a arena gruesa a muy gruesa con alguna media.
18.00	36.00	Piroclastos	Color grisáceo. Estructura suelta y textura clástica. Consisten en cenizas, piedras, bloques y bombas de andesita con diversos tamaños. La muestra de perforación es de granos angulosos, sub-angulosos y sub-redondeados de superficies recientes y antiguas con tamaños de arena gruesa a muy gruesa con alguna grava fina.
36.00	42.00	Piroclastos	Policromía de colores predominando el café amarillento. Estructura suelta y textura clástica. Consisten en cenizas, piedras, bloques y bombas de pómez, basalto-andesita con diversos tamaños. La muestra de perforación consiste en granos angulosos, sub-angulosos a sub-redondeados de superficies recientes y antiguas con tamaños que corresponden a arena gruesa a muy gruesa con alguna grava fina.
42.00	60.00	Piroclastos retrabajados	Policromía de colores predominando el café. Estructura suelta y textura clástica. Consisten en piedras pequeñas, fragmentos de basalto, andesita, dacita, pómez, etc. La muestra de perforación es de granos angulosos, sub-angulosos y sub-redondeado de superficies recientes y antiguas con tamaños que corresponden a arena gruesa a muy gruesa con alguna grava fina.
60.00	70.00	Piroclastos	Policromía de colores predominando el gris claro. Estructura suelta y textura clástica. Consisten en cenizas, piedras, bloques y bombas de basalto-andesita con diversos tamaños. La muestra de perforación es de granos angulosos, sub-angulosos y sub-redondeados, de superficies recientes y antiguas con tamaño de arena muy gruesa con alguna media.

Profundidad (m)		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
70.00	78.00	Piroclastos	Policromía de colores predominando el gris oscuro. Estructura suelta y textura clástica. Consisten en cenizas, piedras, bloques y bombas de basalto-andesita con diversos tamaños. La muestra de perforación es de granos angulosos, sub-angulosos y sub-redondeados, de superficies recientes y antiguas con tamaño de grava gruesa a media con alguna fina.
78.00	83.00	Sedimento aluvial eluvial	Color gris oscuro. Estructura masuda y textura arcillosa. Consisten en una zona de descomposición (por meteorización en medio húmedo) a material arcilloso del estrato subyacente. La muestra de perforación consiste en un grano anguloso, sub-anguloso y sub-redondeado de superficies recientes y antiguas con tamaños que corresponden a arena media a gruesa con alguna fina.
83.00	100.00	Toba Aglomerada	Color gris verdoso. Estructura semicompacta y textura arenosa. Consisten en piedras y cenizas de basalto, andesita, etc. La muestra de perforación está representada por granos angulosos, sub-angulosos y sub-redondeados, de superficies recientes y antiguas, con tamaños que corresponden de: grava gruesa a muy gruesa con alguna fina (83-86); grava media a fina con alguna arena muy gruesa (86-88); grava muy gruesa a gruesa con alguna media (88-94); grava fina a media con alguna arena muy gruesa (94-100). Presenta lentes arcillosos y toda la muestra está en proceso de meteorización.
100.00	128.00	Lava	Color gris claro. Estructura compacta y textura afanítica. Consisten en una capa de andesita basáltica. La muestra de perforación es de granos angulosos de superficies recientes y tamaños de grava fina a muy fina con alguna arena muy gruesa. Presenta fisuras.
128.00	136.00	Lava	Color gris oscuro. Estructura laminar y textura afanítica. Consisten en una capa de basalto porfirítico. La muestra de perforación es de granos angulosos con superficies recientes y tamaños de arena media a gruesa con alguna fina.
136.00	150.00	Piroclastos	Policromía de colores predominando el gris oscuro. Estructura suelta y textura clástica. Consisten en cenizas, piedras, bloques y bombas de basalto-andesita con diversos tamaños. La muestra de perforación es de granos angulosos, sub-angulosos y sub-redondeados, de superficies recientes y antiguas, con tamaños de grava gruesa a media con alguna fina.

Columna Litológica del pozo American Industrial Park 1

Profundidad (m)		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	9.14	Toba Aglomerada	Toba aglomerada: Esp, 30' color café amarillento. Estructura semicompacta y textura arenosa. Está constituida por piedras, bombas y cenizas de pómez fibroso y vesículas englobadas en una matriz de polvo volcánico y ceniza muy fina. La muestra de perforación es de granos subangulosos angulosos y subredondeados con superficies antiguas y recientes al tamaño de arena mediana y fina con alguna gruesa.
9.14	16.76	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 25' color blanco e incoloro. Estructura suelta y textura clástica. Consiste en piedras, cenizas y bombas pómez fibroso y vesicular. La muestra de perforaciones es un grano anguloso subanguloso de superficies antiguas y recientes con tamaño de arena fina y muy fina con mediana.
16.76	26.00	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 30' incolora y blanco. Estructura semicompacta y textura arenosa. Está constituida por cenizas y piedras de pómez vesículas y obsidiana blanca englobadas en una matriz de polvo volcánico. El conjunto se presume a sufrido refundición parcial. La muestra de perforación es de granos angulosos subangulosos y subredondeados de superficies recientes y antiguas con tamaño de arena fina y muy fina.
26.00	41.15	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial (fluvial). Esp, 50' color variado. Estructura suelta y textura clástica. Están formados por canto rodado, grava, arenas con algunos bloques de variado tamaño y petrografía correspondiente a andesita, basalto, toba, riolita, etc. La muestra de perforación es de granos anguloso subangulosos y subredondeados de superficies recientes y antiguas con tamaño de arena muy gruesa y gruesa con grava fina, 85/120´; arena fina a mediana y gruesa, 120/135´.
41.15	48.78	Lavas	Lava. Esp, 15' color gris. Estructura laminar textura afanítica. Consiste en una capa de andesita porfirítica. La muestra de perforación es de grano anguloso con superficies recientes y tamaño de arena muy fina y fina mediana.
48.78	70.12	Lavas	Lava. Esp, 70' color gris oscuro. Estructura compacta y textura afanítica. Consiste en una capa de andesita basáltica. La muestra de perforación es de granos angulosos de superficies recientes y tamaño de arena fina.
70.12	73.17	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial (eluvial). Esp, 10' color café oscuro. Estructura masuda y textura arcillosa. Consiste en una zona de descomposición (por meteorización en medio húmedo) a material arcilloso del estrato subyacente.

Profundidad (m)		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
73.17	80.80	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial (fluvial). Esp, 35' color vario. Estructura suelta y textura clástica. Consiste en canto rodado, gravas, arenas con bloques variado de tamaño o medida y diversa calidad petrográfica (basalto, andesita, toba, riolita, dacita, etc.). La muestra de perforación es un grano anguloso, subanguloso y subredondeado de superficies recientes y antiguas meteorizadas con tamaño de: arena gruesa y mediana, 230/240´; arena mediana 240/250´; arena fina, mediana y gruesa, 250/265´.

Columna Litológica del pozo American Industrial Park 2

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	32.01	Sedimentos Fluviales	Sedimento fluvial aluvial
32.01	39.63	Piroclastos	Piroclasticos
39.63	54.87	Sedimentos Fluviales	Sedimento fluvial aluvial
54.87	59.45	Piroclastos	Piroclasticos
59.45	65.54	Sedimentos Fluviales	Sedimentos fluvial aluvial
65.54	73.17	Piroclastos	Piroclasticos
73.17	77.74	Sedimentos Fluviales	Sedimentos fluvial aluvial
77.74	86.89	Piroclastos	Piroclastos
86.89	96.03	Lavas	Lava

Columna Litológica del pozo Avícola Salvadoreña Cantón San Andrés

Profundidad (m)		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	12.20	Toba Aglomerada	Toba aglomerada: Esp, 40' color café rojizo claro. Estructura semicompacta, textura arenosa. Consiste en cenizas y piedras de diverso tamaño de pómez fibroso y vesicular englobados en una matriz de polvo volcánico. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados con superficies recientes y meteorizadas con tamaño de arena muy fina.

Profundidad (m)		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
12.20	24.39	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 40' color gris crema. Estructura semicompacta y textura arenosa. Está constituida por cenizas y piedras de andesita y pómez englobadas en una matriz de polvo volcánico y ceniza muy fina. La muestra de perforación es de granos angulosos y subangulosos con superficies recientes y antiguas con tamaño de arena fina y gruesa
24.39	38.10	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 45' color café rojizo. Estructura semicompacta y textura arenosa. Está formada por piedras y cenizas de pómez y andesita englobadas en una matriz de lodo volcánico endurecido. La muestra de perforación es de granos angulosos. Subangulosos y subredondeados con superficies recientes y meteorizadas y tamaño de arena muy gruesa y grava fina.
38.10	45.73	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 25' color gris café. Estructura compacta y textura arenosa. Consiste en cenizas y piedras de andesita y algún pómez vesículas englobados en una matriz de polvo volcánico y ceniza muy fina.
45.73	54.87	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial (fluvial). Esp, 30' color gris. Estructura suelta y textura clástica. Consiste en gravas, cantos rodados, arenas y bloques de variada petrografía (andesita, basalto, pómez, toba). La muestra de perforación es de granos subangulosos y angulosos con superficies antiguas y recientes con tamaño de arena fina y mediana.
54.87	69.00	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 45' color blanco rosado. Estructura suelta y textura clástica. Están constituidos por piedra y cenizas de pómez vesicular y fibroso. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados con superficies recientes y meteorizadas al tamaño de: arena fina con grava fina, 190/200´; arena muy gruesa con grava fina, 200/225´.
69.00	76.21	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial. Esp, 25' color gris. Estructura suelta y textura clástica. Consiste en cantos rodados, gravas, arenas, etc., de diversos tamaños y de basalto, andesita, toba, etc. La muestra de perforación es de granos angulosos y subangulosos con superficies recientes y antiguas con tamaño de arena mediana y gruesa con grava fina y alguna mediana.
76.21	85.36	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 30' color amarillo crema. Estructura masuda y textura areno arcillosa. Están formados por piedras y cenizas de pómez fibroso y vesículas, la parte superior de la cara es una arcilla color verde y plástica. La muestra de perforación es una entre mezcla de arena, limo y arcilla.
85.36	97.56	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 40' color café rojizo. Estructura semicompacta y textura arenosa. Está constituida por piedra y cenizas de andesita englobadas en una matriz de polvo volcánico. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados de superficies recientes y meteorizadas con tamaño de arena fina y arena muy fina con limo y arcilla.

Profundidad (m)		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
97.56	106.70	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 30' color blanco y café. Estructura suelta y textura clástica. Consisten en piedras y cenizas de pómez vesicular. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados con superficies recientes y meteorizadas con tamaño de: arena fina, 320/330´; arena mediana y fina, 330/350`.
106.70	111.28	Sedimentos Aluvionales	Sedimento eluvial. Esp 15' color café verdoso. Estructura de masa, textura arcillosa. Es resultado de la descomposición de un estrato de Piroclastos y polvo de pómez a material arcilloso. La muestra de perforación es una entremezcla de limo, arcilla y arena muy fina.
111.28	121.92	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial (fluvial). Esp, 35' color vario. Estructura suelta y textura clástica. Consiste en canto rodado, gravas, arenas y algunos bloques depositados en medio húmedo después de sufrir transporte de poco recorrido. La muestra de perforación es de granos angulosos subangulosos y subredondeados con superficies recientes y antiguas con amaño de: arena de media a gruesa, 365/380`; arena fina a gruesa con media, 380/400´.

Columna Litológica del pozo Cantón Joyas de Cerén

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	8.00	Piroclastos	Materiales Piroclastos: lapilli y cenizas medias de carácter andesítico, mezcladas con polvo volcánico.
8.00	20.00	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: gravas y arenas medias a gruesas de carácter andesítico con delgados estratos de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad buena.
20.00	34.00	Piroclastos retrabajados	Piroclastos retrabajados: lapilli y cenizas medias a finas de carácter andesítico, con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad buena.
34.00	62.00	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: gravas y arenas gruesas de carácter andesítico con delgados estratos de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad buena.
62.00	75.00	Lavas andesíticas	Bloques de lava andesítica, mezclados con piroclastos finos. Porosidad buena, permeabilidad buena.

Columna Litológica del pozo Cantón San Andrés

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	4.00	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales, color gris, carácter petrográfico básico, porosidad y permeabilidad media.
4.00	6.00	Toba Lítica	Toba lítica, fragmentos finos a gruesos de rocas básicas en matriz de polvo volcánico, con intercalación de lentes arcillosos. Porosidad y permeabilidad media a baja.
6.00	13.00	Piroclastos	Piroclastos: lapilli fino a grueso color gris, carácter petrográfico básico, cenizas y polvo volcánico, porosidad y permeabilidad media a baja.
13.00	16.00	Toba Lítica	Toba Lítica: fragmentos finos a gruesos de rocas básicas en matriz de polvo volcánico y cenizas. Porosidad media y permeabilidad baja a media.
16.00	22.00	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: canto rodado, grava subredondeada, arena gruesa a fina, carácter petrográfico básico, porosidad alta, permeabilidad alta.
22.00	34.00	Toba Lítica	Toba lítica: fragmentos finos a gruesos de rocas básicas en matriz de polvo volcánico, con intercalación entre 23 y 28 m de lapilli grueso a fino de pómez. Porosidad baja a media, permeabilidad media.
34.00	40.00	Piroclastos	Piroclastos: lapilli grueso a fino de pómez, con intercalación de lentes de lapilli grueso color gris, carácter petrográfico básico, porosidad media a alta, permeabilidad alta.
40.00	49.00	Tobas	Toba pumítica, color blanco a gris, con intercalación de lentes de lapilli grueso a fino y cenizas. Porosidad media, permeabilidad media.
49.00	64.00	Piroclastos	Piroclastos: lapilli fino a grueso de pómez y cenizas con intercalación de 61 a 64 m de lentes arcillosos, porosidad media a alta, permeabilidad alta.
64.00	74.30	Arcillas	Arcilla color gris oscuro a blanco, originada por descomposición de rocas volcánicas, con intercalación de lentes de lapilli fino básico y cenizas. Porosidad alta, permeabilidad alta.
74.30	76.00	Lavas	Lava densa, color gris, carácter petrográfico básico. Porosidad baja, permeabilidad baja.

Columna Litológica del pozo Cantón y Caserío Masajapa

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	4.00	Arcillas	Arcilla color negro, mezclada con suelo orgánico
4.00	6.00	Piroclastos retrabajados	Piroclastos retrabajados: lapilli y cenizas andesíticas mezcladas con arenas de carácter andesítico y polvo volcánico
6.00	20.00	Lavas andesíticas	Bloques de lavas de carácter andesítico con parcial oxidación
20.00	44.00	Lapillis	Lapilli y cenizas de carácter andesítico estratificada con escoria volcánica de carácter andesítico. Porosidad buena, permeabilidad buena
44.00	60.00	Lavas escoriáceas	Lavas de carácter andesítico, escoriáceas, con poco contenido de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad buena
0.00	12.20	Toba Lítica	Toba Lítica

Columna Litológica del pozo Cartotécnica San Andrés

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	12.20	Toba Lítica	Toba Lítica
12.20	24.39	Piroclastos	Piroclastos
24.39	36.59	Piroclastos	Piroclastos
36.59	39.63	Toba Lítica	Toba Lítica
39.63	45.73	Piroclastos	Piroclastos
45.73	56.40	Toba Aglomerada	Toba Aglomerada
56.40	76.22	Piroclastos	Piroclastos
76.22	83.84	Piroclastos	Piroclastos
83.84	91.46	Piroclastos	Piroclastos
91.46	93.29	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos Aluviales.

Columna Litológica del pozo Colonia Sitio del Niño (Col. Jazmín)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.10	Piroclastos	Piroclastos (gris oscuro)
6.10	12.20	Piroclastos	Piroclastos (gris oscuro)
12.20	24.39	Lavas	Lava Escoriácea (gris oscuro)
24.39	30.49	Piroclastos	Piroclastos (grisáceo)
30.49	36.59	Piroclastos	Piroclastos (blanco)
36.59	42.68	Piroclastos	Piroclastos (gris)
42.68	48.78	Toba Lítica	Toba Lítica (gris claro)
48.78	54.87	Piroclastos	Piroclastos (gris oscuro)
54.87	61.00	Toba Lítica	Toba Lítica (gris claro)
61.00	64.02	Piroclastos	Piroclastos (gris)
64.02	70.12	Toba Lítica	Toba Lítica (gris claro)
70.12	78.00	Piroclastos	Piroclastos (gris oscuro)

Columna Litológica del pozo Complejo Ecuestre COSSAL, Valle de Zapotitán

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	21.34	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial fluvial. La muestra corresponde a arenas finas y limos. Permeabilidad media.
21.34	30.48	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial fluvial: la muestra corresponde a arenas medias a finas con intercalación a limos y arcillas. Permeabilidad media.
30.48	36.58	Piroclastos	Piroclastos retrabajados con pómez: la muestra corresponde a arenas medias. Permeabilidad media.
36.58	42.68	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial eluvial: la muestra corresponde a arenas finas a arcillas. Permeabilidad baja a nula.
42.68	45.73	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial fluvial: compuesta por arenas y limos. Permeabilidad baja.
45.73	60.96	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial fluvial: compuesto por cantos, arenas y limos. Permeabilidad media a alta.

Columna Litológica del pozo Complejo Lourdes 1 Colón

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	15.24	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 50' color gris café. Estructura semicompacta textura arenosa. Está constituida por piedra, cenizas de andesita englobadas en una matriz de polvo volcánico y ceniza fina. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados con superficies recientes y meteorizadas con tamaño de: arena mediana0/30'; arena gruesa30/40'; arena fina 40/50'.
15.24	25.91	Piroclastos	Piroclastos. Esp. 35' color gris. Estructura suelta y textura clásica. Consiste en cenizas, piedras, bombas y bloques de variado tamaño de andesita. La muestra de perforación es de granos angulosos a subredondeados de superficies recientes y antiguas al tamaño de: arena fina y muy fina.
25.91	38.20	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 40' color café grisáceo. Estructura semicompacta y textura arenosa. Está formada por cenizas, piedras, bombas de andesita englobadas en una matriz de ceniza fina y polvo volcánico. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados de superficie reciente y meteorizadas con tamaño de: arena mediana y fina, 90/100'; arena mediana con fina, 100/120'; arena fina, 120/125'.
38.20	44.20	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 20' color gris oscuro. Estructura suelta y textura clástica. Están constituidos por cenizas, piedras y bombas con algunos bloque de basalto- andesítico. La muestra de perforación es de granos angulosos y subredondeados con sus superficies recientes y antiguas al tamaño de: 125/130'; arena fina y muy fina, 130/145'.
44.20	56.40	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial (fluvial). Esp, 60' color vario. Estructura suelta y textura clástica. Consiste en gravas, arenas, cantos rodados de diversos tamaño y petrográficamente de andesita, basalto, pómez, toba, etc. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados con superficies recientes y meteorizadas con tamaño de: arena fina 125/140'; arena mediana y fina, 140/150'; arena mediana 150/160'; arena mediana con gruesa, 160/170'; arena gruesa y fina 170/185'.
56.40	67.10	Piroclastos	Piroclastos. Esp 35' color gris café. Estructura suelta y textura clástica. Consiste en cenizas, piedras, bloques y bombas de andesita. La muestra de perforación es de granos angulosos y subangulosos de superficies recientes y antiguas con tamaño a: arena mediana 185/200'; arena mediana a fina 200/220'.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
67.10	94.51	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 90' color café grisáceo. Estructura semicompactada y textura arenosa. Está constituida por cenizas, piedras y bombas de andesita englobadas en una matriz de lodo volcánico endurecido. La muestra de perforación es representada por granos angulosos y subangulosos de superficies antiguas y meteorizadas y recientes con tamaño de: 220/250'; arena fina 250/260'; arena mediana 260/290'; arena fina 290/300'; arena fina con mediana y gruesa 300/310'.
94.51	106.70	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 40' color gris oscuro. Estructura suelta y textura clástica. Consisten en cenizas con piedras y bloques de andesita basáltica. La muestra de perforación es de granos angulosos y subangulosos con superficies recientes y antiguas con tamaño de: arena fina con gruesa, 310/330'; arena gruesa 330/340', arena mediana y fina, 340/350'.
106.70	115.90	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial (fluvial). Esp, 30' policromo. Estructura suelta y textura clástica. Consisten en cantos rodados, gravas, arenas y bloque variados tamaños y de andesita, basalto, pómez, toba, feldespato, etc. La muestra de perforación es de granos angulosos y subredondeados con superficies recientes y antiguas y meteorizadas con tamaño de: arena mediana, 350/360'; arena mediana y fina, 360/370'; arena mediana 370/380'.
115.90	125.00	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 30' color café. Estructura semicompacta y textura arenosa. Está formada por piedras, cenizas y bombas de basalto-andesita englobados en una matriz de ceniza muy fina y polvo volcánico. La muestra de perforación consiste de granos angulosos y subredondeados con superficies recientes y antiguas con tamaño de: arena fina con mediana, 380/400'; arena fina, 400/410'.
125.00	149.40	Piroclastos	Piroclastos. Esp 80' color gris a negro. Estructura suelta y textura clástica. Están constituidos por cenizas, piedras, bombas y bloques de diversa medida y de petrografía pertenecientes al basalto-andesita. La muestra de perforación es de granos angulosos y subredondeados con superficies recientes y antiguas con tamaño de : arena fina,410/420'; arena mediana con fina, 420/440'; arena mediana y gruesa, 440/450'; arena gruesa, 450/460`;arena mediana y gruesa 460/470'; arena fina 470/490'.
149.40	163.10	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos Aluvionales
163.10	170.73	Piroclastos	Piroclastos. Esp 25' color gris. Estructura suelta y textura clástica. Consistes en cenizas, piedras, bombas y algunos bloques de andesita porfirítica y escoriácea. La muestra de perforación es de granos angulosos y subangulosos con superficies recientes y antiguas al tamaño de: arena mediana.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
170.73	182.88	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial (fluvial). Esp, 40' policromo. Estructura suelta y textura clástica. Consiste en cantos rodados, gravas, arenas y bloques de diversa medida y andesita, salto. Dacita, pómez, toba, etc. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados de superficie reciente y antigua con tamaño correspondiente a: arena fina y mediana 560/570'; arena fina y gruesa, 570/580'; arena mediana y gruesa 580/600'.

Columna Litológica del pozo Comunidad TZUCHI, Chanmico

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	7.00	Lavas	Lava.
7.00	82.80	Arenas	Arena arcillosa.
82.80	88.40	Lavas	Lava volcánica
88.40	92.10	Arenas	Arena arcillosa.
92.10	99.40	Lavas	Lava volcánica.
99.40	108.50	Arenas	Arena arcillosa.
108.50	116.20	Arcillas	Arcilla.
116.20	123.50	Arenas	Arena arcillosa.

Columna Litológica del pozo DURAFLEX # 4 (Hanes Brand)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.10	Piroclastos	Depósitos Piroclastos.
6.10	21.34	Lavas	Relleno volcánico.
21.34	64.02	Lavas Andesitica y Basáltica	Lavas andesitas con intercalación escorias.

Columna Litológica del pozo DURAFLEX (Hanes Brand)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	3.04	Barro	Barro amarillo.
3.04	30.48	Rocas negras y rojas	Roca gris y negra.
30.48	54.87	Rocas negras y rojas	Roca gris y poma.
54.87	61.00	Suelo	Poma amarilla.
61.00	70.12	Suelo	Poma blanca.
70.12	76.21	Barro	Barro amarillo y arena amarilla.
76.21	97.56	Suelo	Poma blanca.

Columna Litológica del pozo El Pital Lourdes 1 Colón

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.10	Toba Lítica	Toba lítica: color café claro. Estructura suelta, textura arenosa. Consiste en polvo sedimentario que envuelve granos pumíticos y basálticos de diámetro 0.5 a 1 mm. Poca permeabilidad.
6.10	27.43	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial: color gris oscuro. Estructura suelta, textura clástica. La muestra de perforación consiste en ceniza volcánica que envuelve un 70% de granos basálticos, andesíticos de diámetro 0.5 a 1mm. Alta permeabilidad.
27.43	30.48	Toba Aglomerada	Toba aglomerada: color amarillo claro. Estructura semisuelta, textura arenosa. La muestra de perforación consiste en granos basálticos de superficies antiguas y recientes con diámetro de 2 a 7 mm. Mediana permeabilidad.
48.78	51.82	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: policromía de colores, predominando gris claro. Estructura arenosa. Consiste en granos basálticos meteorizados cuyo diámetro oscila entre 0.5 a 2.5 mm. Alta permeabilidad.
51.82	58.00	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial: color gris claro. Estructura suelta, textura arenosa. La muestra de perforación esta representada por granos basálticos 0.1 a 0.5 mm. (diámetro) envueltos en ceniza volcánica. Buena permeabilidad.
58.00	61.00	Piroclastos	Piroclasticos retrabajados: Policromía de colores, predominando beige claro. Estructura suelta, textura arenosa. Consiste en granos basálticos meteorizados 0.5 a 3mm. (diámetro). Buena permeabilidad.
61.00	67.07	Sedimentos Aluvionales	Sedimento Aluvial: Color gris oscuro. Estructura suelta, textura clástica. La muestra de perforación consiste en ceniza volcánica que envuelve un 70% de granos basálticos, andesíticos de diámetro 0.5 a 1mm. Permeabilidad buena.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
70.12	73.17	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial: color gris oscuro. Estructura suelta, textura clástica. La muestra de perforación consiste en ceniza volcánica que envuelve un 70% de granos basálticos, andesíticos de diámetro 0.5 a 1mm. Alta permeabilidad.
73.17	79.26	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: color gris claro. Estructura suelta, textura clástica. La muestra de perforación esta representada por granos subangulosos y angulosos altamente oxidados, diámetro 2 a 4 mm. Alta permeabilidad.
79.26	82.31	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial: color gris claro. Estructura suelta, textura clástica. La muestra de perforación consiste en ceniza volcánica que envuelve un 70% de granos basálticos, andesíticos de diámetro 0.1 a 0.4 mm. Alta permeabilidad.
82.31	94.51	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: color gris claro. Estructura suelta, textura clástica. La muestra de perforación esta representada por granos subangulosos y angulosos altamente oxidados. diámetro 2 a 4 mm. Alta permeabilidad.
94.51	103.65	Sedimentos Aluvionales	Sedimento Aluvial: color gris oscuro. Estructura suelta, textura clástica. La muestra de perforación consiste en granos de andesita, basalto, cuarzo, etc. Subangulosos y subredondeados. diámetro 2 mm.
103.65	112.80	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: color gris. Estructura semisuelta, textura arenosa. Consiste en granos de andesita, basalto, cuarzo, etc. Subangulosos y subredondeados. diámetro 2 mm.
112.80	115.90	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial: color gris oscuro. Estructura suelta, textura clástica. La muestra de perforación consiste cenizas volcánicas que envuelve un 70% de granos basálticos, andesíticos de 0.5 a 1 mm diámetro. Alta permeabilidad.
115.90	118.90	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: color gris oscuro. Estructura semisuelta, textura arenosa. Consiste en granos de andesita, basalto, cuarzo, etc. Subangulosos y subredondeados 2 mm diámetro.
118.90	122.00	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial: color gris oscuro. Estructura suelta, textura clástica. La muestra de perforación consiste en ceniza volcánica que envuelve un 70% de granos basálticos, andesíticos de 0.5 a 1 mm diámetro. Alta permeabilidad.
122.00	155.50	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: color gris oscuro. Estructura semisuelta, textura arenosa. Consiste en granos de andesita, basalto, cuarzo, etc. Subangulosos y subredondeados 2 mm diámetro.
155.50	161.60	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial: color gris con pigmentos café claro. Estructura semicompacta, textura clástica. Consiste en polvo fino que envuelve granos basálticos en proceso de descomposición. Mediana permeabilidad.
161.60	195.10	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: color gris claro. Estructura suelta, textura arenosa. Consiste en granos angulosos y subangulosos de 0.5 a 3 mm diámetro. Buena permeabilidad.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
30.48	48.78	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial: color gris oscuro. Estructura suelta, textura clástica. La muestra de perforación consiste en ceniza volcánica que envuelve un 70% de granos basálticos, andesíticos de diámetro 0.5 a 1mm, pero de 100 a 115 pies el grano es 3 mm. Alta permeabilidad.
67.07	70.12	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: policromía de colores, predominando gris claro. Estructura suelta, textura arenosa. Consiste en granos basálticos meteorizados, 0.5 a 3mm (diámetro). Buena permeabilidad.

Columna Litológica del pozo El Playón, Autódromo El Jabalí

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	3.04	Lavas Andesitica y Basáltica	Lava andesítica un poco escoriácea y vesicular, color gris oscuro.
3.04	9.14	Lavas Andesitica y Basáltica	Lava andesítica color gris claro, compacta y de estructura muy dura.
9.14	12.20	Lavas	Lava café rojiza muy descompuesta y algo arcillosa.
12.20	15.24	Lavas	Ceniza volcánica y lapilli, color café grisáceo arcilloso, fragmentos de diámetro de 2-0 mm. De lava andesítica-basáltica, ligeramente meteorizados, baja permeabilidad.
15.24	24.39	Lavas	Arena gruesa (90%) proveniente de una lava oscura, con grava fina de color gris (10%) toba, ambas angulosas y redondeadas y con pequeñas partículas amarillentas (oxidación) y transparentes claras (cuarzo). Granulometría media diámetro de 0.6 - 0.2 mm. Baja permeabilidad.
24.39	33.53	Tobas	Arena gruesa (90%) proveniente de una lava oscura, con grava fina de color gris (10%) toba, ambas angulosas y redondeadas y con pequeñas partículas amarillentas (oxidación) y transparentes claras (cuarzo). Granulometría media diámetro de 0.6 - 0.2 mm. baja permeabilidad
33.53	50.30	Lavas	Arena volcánica con lapilli, un poco limosa, color grisáceo, Piroclastos de tipo basáltico-andesítico probablemente escoriáceo, sub-angular y sub-redondeados. Diámetro de 6 - 2 mm. Permeabilidad regular.
50.30	68.59	Lavas Andesitica y Basáltica	Lava basáltica, color gris oscuro, un poco escoriácea y vesicular, alta permeabilidad.
68.59	71.64	Lavas Andesitica y Basáltica	Lava basáltica, color gris muy dura y compacta.
71.64	73.78	Lavas Andesitica y Basáltica	Lava basáltica, muy dura y compacta. Color gris cafesoso.
73.78	82.32	Lavas Andesitica y Basáltica	Lava basáltica, muy dura y compacta. Color gris cafesoso.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
82.32	93.00	Lavas Andesitica y Basáltica	Flujo de lava basáltica de color rojizo, un poco meteorizada estructurada escoriácea y vesicular. Buena permeabilidad.
93.00	103.70	Lavas Andesitica y Basáltica	Capa de lapilli, andesítico - basáltico de color gris rojizo diámetro de 10 - 20 mm. Muy alta permeabilidad.
103.70	118.90	Lavas	Arena volcánica, gruesa con lava y lapilli, color gris, compuesta de fragmentos de lava andesítico - basáltico, plagioclasa libre, diámetro de 6 - 2 mm. Alta permeabilidad.
118.90	137.20	Lavas	Arena limosa, color gris claro, compuesta por fragmentos de basalto, algunos un poco escoriáceos y meteorizados, plagioclasa. Baja permeabilidad.

Columna Litológica del pozo Escuela Nacional de Agricultura (D-1/64)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	4.00	Suelo	Suelo por descomposición de materiales de aluvión. Polvo volcánico descompuesto a arcilla, ceniza gruesa a fina de basalto superficialmente meteorizado. Entremezclado con pómez; y en muy bajo porcentaje. Capa acuífera de bajas a medias por la presencia de granos finos.
4.00	6.10	Lapillis	Lapilli y ceniza de basalto superficialmente meteorizados, entremezclados con ceniza fina de pómez, estratos de polvo volcánico con inclusión de cenizas finas. Capacidad acuífera buena a media, en lapilli y ceniza nula o muy baja en polvo volcánico.
6.10	22.00	Lapillis	Lapilli y ceniza fina a gruesa de pómez con bajo porcentaje de Basalto, Lapilli grueso al centro del estrato de polvo volcánico con inclusión de cenizas finas. Capacidad acuífera de buena a excelente en el pómez siendo determinada por la presencia de granos finos, granos subredondeados.
22.00	30.48	Lapillis	Lapilli a cenizas finas a gruesas de pómez con basalto, materiales endurecidos o compactados. Probablemente se trate de Lahar. Capacidad acuífera de baja a nula.
30.48	36.00	Cenizas	Polvo volcánico con inclusión de cenizas de basalto y pómez. Conjunto de materiales en proceso de consolidación. Capacidad acuífera muy baja o nula.
36.00	61.00	Lapillis	Lapilli y ceniza de pómez con basalto, granos subredondeados. Capacidad acuífera muy baja o nula.
61.00	82.31	Lapillis	Lapilli fino y cenizas gruesas a finas de pómez, porcentaje de basalto muy bajo, granos subredondeados. Capacidad acuífera buena o excelente.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
82.31	85.36	Suelo	Suelo fósil en la parte superior del estrato. Lapilli fino de basalto en proceso de descomposición. Capacidad acuífera muy baja.
85.36	107.62	Sedimentos Lacustres	Sedimentos lacustres. Polvo volcánico. Lapilli, cenizas descompuestas a arcillas. Limas sedimentos aluvionales, arenas y gravas descompuestas a arcillas. Capacidad acuífera de baja a nula.

Columna Litológica del pozo Export Salva Nº 1 Lourdes

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	12.20	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 40' color gris. Estructura semicompacta y textura arenosa, consiste en cenizas y algunas piedras de andesita englobadas en una matriz de lodo volcánico endurecido. La muestra de perforación es de granos angulosos subangulosos y subredondeados de superficies recientes y antiguas con tamaño de: arena gruesa, 0/20'; arena muy gruesa con alguna grava fina, 30/40'.
12.20	27.44	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 50' color gris. Estructura suelta y textura clásica. están constituidos por cenizas, piedras, bombas y bloques de andesita-basáltica. La muestra de perforación es de granos subangulosos y angulosos con subredondeados de superficies antiguas y recientes y tamaño d: arena mediana y fina, 40/50'; arena gruesa y mediana, 60/70'; arena mediana 70/90'.
27.44	45.73	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 60' color café grisáceo. Estructura suelta y textura arenosa. Está formada por cenizas, piedras, bombas y algunos bloques de andesita englobadas en una matriz de ceniza fina y polvo volcánico. La muestra de perforación es de granos angulosos y subredondeados de superficies recientes y meteorizadas con tamaño de: arena fina, 90/100'; arena mediana, 100/120'; arena fina y muy fina, 120/150'.
45.73	58.00	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 10' color gris oscuro y negro. Estructura suelta y textura clástica. Consisten en cenizas, piedras, bombas y bloques de basalto-andesítico. La muestra de perforación es de granos subredondeados, angulosos y subangulosos de superficies antiguas y recientes con tamaño de: arena muy fina, 150/170'; arena mediana y fina 170/180'; arena fina, 180/190'.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
58.00	70.12	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 40' color café. Estructura semicompacta y textura arenosa. Está constituida por cenizas, piedras, bombas y bloques de andesita englobadas en una matriz de lodo volcánico endurecido. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados de superficies recientes y meteorizadas con tamaño de: arena fina, 190/210'; arena mediana y gruesa, 210/230'.
70.12	91.46	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 70' color gris. Estructura suelta y textura clásica. Consiste en cenizas, piedras, bombas y bloques de andesita. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados de superficies recientes y antiguos con tamaño de: arena fina, 230/240'; arena mediana y fina, 240/270'; arena fina, 270/280'; arena gruesa con fina, 280/300'.
91.46	106.70	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial (fluvial). Esp, 50' color vario. Estructura suelta y textura clásica. Consisten en canto rodado, gravas, arenas y bloque de variado tamaño y diversa petrografía (andesita, basalto pómez, toba fundida, etc.). La muestra de perforación es de granos subangulosos y angulosos de superficies recientes y antiguas con tamaño de: 300/320'; arena gruesa, 320/340'; arena fina y mediana, 340/350'.
106.70	128.04	Fluviales	Horizonte estratificado. Esp, 70' color gris a negro. Estructura semicompacta y suelta, textura arenosa a limosa. Esta constituido por capas de cenizas y tobas ambas de delgado espesor, las cenizas son de variado tamaño y presentan uniformidad por capa, existiendo alternamiento con las tobas que son de polvo volcánico o ceniza fina. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos de superficies recientes y antiguas en una entremezcla de arena mediana, gruesa y fina.
128.04	141.76	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 45' color gris oscuro. Estructura suelta y textura clástica. están formados por cenizas, piedras, bombas y bloques de basalto. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados de superficies recientes y antiguas con tamaño de: arena gruesa, 420/430'; arena mediana, 430/440'; arena fina, 440/465'.
141.76	152.40	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial (eluvial). Esp, 35' color negro verdoso. Estructura masuda y textura limo arcillosa. Está constituido por materiales de diferentes procedencia u origen depositados en un medio húmedo (zona pantanosa). La muestra de perforación es una entremezcla de arcilla, limos y arena muy fina con materia orgánica.

Columna Litológica del pozo Finca Colombia Pozo No 3

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	15.70	Lavas	Lava. Color gris claro. Estructura escoriácea laminar y compacta, textura granuda y microgranuda. Consiste en una capa de andesita-basáltica.
15.70	25.91	Lavas	Lava. Color gris oscuro. Estructura escoriácea maciza y textura granuda. Consiste en una capa de basalto escoriáceo; en la parte superior presenta un horizonte quemado, color rojizo por acción del material sobreyacente.
25.91	36.58	Lavas	Lava andesítica-basáltica, color gris claro.
36.58	41.15	Tobas	Toba dacítica, color crema
41.15	46.34	Lavas	Lava andesítica, color gris oscuro
46.34	57.92	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvional fluvial, color gris.
57.92	83.53	Lavas	Lava andesítica, color gris claro.
83.53	88.41	Toba Aglomerada	Toba Aglomerada.
88.41	91.46	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvional fluvial, color gris claro.
91.46	97.56	Toba Lítica	Toba lítica, color gris claro.
97.56	102.13	Sedimentos Aluvionales	Sedimento Aluvional, color gris claro.
102.13	118.90	Toba Lítica	Toba lítica, color café claro.
118.90	120.40	Piroclastos	piroclastos.
120.40	152.44	Toba Aglomerada	Toba Aglomerada, color café claro.

Columna Litológica del pozo Finca Santa Cruz

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.10	Piroclastos	Piroclastos. Lapillis y cenizas finas a medias andesíticas, mezcladas con polvo volcánico color café claro.
6.10	15.24	Lavas	Bloque de lava andesítica, subredondeados escoriáceos, mezclados con polvo volcánico color café claro. Porosidad: buena. Permeabilidad: alta a media
15.24	33.53	Tobas	Toba color café, piroclastos medios a grueso andesíticos, cementados con una matriz de polvo volcánico color café. Porosidad: buena; permeabilidad: media a baja.
33.53	51.82	Piroclastos	Piroclastos, lapillis y cenizas medios a gruesos de pómez, mezclados con lapillis y cenizas finas andesíticos con inclusión de vidrio volcánico e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad: buena; permeabilidad: media a baja.
51.82	54.87	Piroclastos	Piroclastos, lapillis y cenizas andesíticas mezcladas con polvo volcánico. Porosidad buena; permeabilidad: media a baja.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
54.87	91.46	Tobas	Toba color café, piroclasticos medios a gruesos andesíticos, cementados con una matriz de polvo volcánico color café. Porosidad: buena; permeabilidad: media a baja.
91.46	97.56	Piroclastos	Piroclastos retrabajados, arenas medias a finas andesíticas en descomposición a limos y arcillas de mediana plasticidad, color café rojizo. Porosidad: media; permeabilidad: media a baja.
97.56	118.90	Piroclastos	Piroclastos retrabajados, arenas gruesas a medias andesíticas con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad: buena; permeabilidad: alta a media.
118.90	128.04	Piroclastos	Piroclastos retrabajados, arenas medias andesíticas mezcladas con lapillis gruesos de pómez y vidrio volcánico, con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico color café claro. Porosidad buena; permeabilidad: alta a media.
128.04	137.20	Tobas	Estratos de limos y arcillas, color café rojizo, mediana plasticidad por la descomposición de piroclasticos finos. Porosidad: baja; permeabilidad: baja a nula.
137.20	143.29	Piroclastos	Piroclastos retrabajados, arenas finas a medias andesíticas con lapillis finos de pómez en descomposición a limos color rojizo. Porosidad: media; permeabilidad: media a baja.
143.29	167.70	Piroclastos	Piroclastos retrabajados, lapillis y cenizas gruesas a medias de pómez mezcladas con arenas medias a finas andesíticas, con inclusión de vidrio volcánico e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad: buena; permeabilidad: alta a media.

Columna Litológica del pozo Hacienda Belén, Pozo Exploratorio No 8

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	16.77	Lapillis	Lapilli fino a medio, escoraceo y cenizas de carácter andesítico con lapilli y cenizas medianas de pómez.
16.77	39.63	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales (Fluviatiles) canto rodado, grava y arena fina a medias de carácter basáltico con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad buena.
39.63	62.50	Lapillis	Lapilli y ceniza fina a medias de carácter basáltico con lapilli y cenizas medianas de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad media a buena.

Columna Litológica del pozo Hacienda Chanmico, Cantón Chanmico, Pozo No 1

Profundidad 1		Litología	Descripción
0.00	2.13	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales (Piroclastos retrabajados) cenizas finas a gruesas y lapilli. Permeabilidad buena.
2.13	17.68	Cenizas	Cenizas finas a gruesas compactadas de carácter basáltico. Permeabilidad media a buena.
17.68	22.25	Cenizas	Cenizas finas a gruesas y lapilli fino a medio de carácter basáltico. Permeabilidad alta
22.25	29.26	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales (fluviales), Piroclastos retrabajados, arenas y gravas con intercalación de estratos delgados de arenisca. Permeabilidad media.
29.26	34.14	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales (fluviales), Piroclastos retrabajados, arenas, gravas y arenisca. Permeabilidad media a buena.
34.14	42.68	Cenizas	Cenizas finas a gruesas, lapilli fino a medio y escoria de carácter basáltico con intercalación de arenisca. Permeabilidad alta.
42.68	45.12	Toba Lítica	Toba lítica con intercalación de arenisca. Permeabilidad media.

Columna Litológica del pozo Hacienda El Tigre, Pozo Exploratorio No 4

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	2.13	Lapillis	Lapilli y cenizas finas a medias a pómez, con lapilli y cenizas finas de carácter andesítico e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad media.
2.13	4.57	Lapillis	Lapilli y cenizas finas a medias de pómez, con lapilli y cenizas finas de carácter andesítico é inclusión de raíces y vegetales en descomposición a materia orgánica. Permeabilidad baja.
4.57	27.43	Lapillis	Lapilli y cenizas finas a medias de pómez, con lapilli y cenizas finas a medias de carácter andesítica intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a arcillas y limas. Permeabilidad media a buena.
27.43	29.57	Lapillis	Lapilli y cenizas finas a medias de pómez, con lapilli y ceniza fina a medias de carácter andesítico, con inclusión de raíces y tejidos vegetales en descomposición a materia orgánica. Permeabilidad buena

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
29.57	32.01	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales (Piroclastos retrabajados) lapilli y cenizas medianas de pómez con lapilli y cenizas finas a medias de carácter andesítico e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad
32.01	45.73	Lapillis	Lapilli y cenizas finas de pómez, con lapilli y cenizas finas de carácter andesítico, con inclusión de raíces y tejidos vegetales en descomposición a materia orgánica é intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Permeabilidad media.
45.73	52.43	Lapillis	Lapilli y cenizas finas de carácter basáltico, con lapilli y cenizas finas de pómez é intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Permeabilidad media.
52.43	57.01	Tobas	Toba: Polvo volcánico con cenizas finas de pómez é inclusión de cenizas finas de carácter andesítico. Permeabilidad baja.
57.01	66.15	Lapillis	Lapilli y cenizas finas a medias de carácter andesítico con lapilli y cenizas finas a medias de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcilla. Permeabilidad media.
66.15	68.60	Cenizas	Cenizas finas de carácter andesítico, con cenizas finas a medias de pómez. Permeabilidad buena
68.60	79.87	Lapillis	Lapilli y cenizas medianas de pómez, con lapilli y cenizas finas de carácter andesítico e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcilla. Permeabilidad media a buena.
79.87	82.31	Cenizas	Cenizas finas de carácter andesítico con cenizas finas a medias de pómez. Permeabilidad media a buena.
82.31	86.89	Lapillis	Lapilli y cenizas medianas de pómez con lapillli y cenizas medias a finas de carácter andesítico e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcilla. Permeabilidad buena.
86.89	89.02	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales (fluviotiles) cantos rodados, gravas y arena finas a medias de carácter andesítico con intercalaciones de estratos delgados de polvo volcánico. Permeabilidad buena.
89.02	93.60	Lapillis	Lapilli y cenizas medianas de pómez con lapilli y cenizas finas a medias de carácter andesítico. Permeabilidad buena
93.60	100.60	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales (piroclasticos retrabajados) lapilli y cenizas finas a medias de carácter andesítico con lapilli y cenizas finas de pómez. Permeabilidad buena.

Columna Litológica del pozo Hacienda La Isla, Proyecto zona Norte, Pozo No 11-6

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	3.00	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales, color gris (Piroclastos retrabajados) arena fina a gruesa, petrografía básica.
3.00	14.00	Toba Lítica	Toba brechada a lítica, color gris oscuro a claro, lapilli grueso a fino, con intercalación de escoria en matriz de cenizas volcánicas compactadas, carácter petrográfico básico entre 9 - 11 m. lapilli fino a grueso de pómez. Permeabilidad de baja a alta.
14.00	27.00	Sedimentos Aluvionales	Lapilli grueso a fino color gris con intercalación (15 - 18) de sedimentos aluvionales (Piroclastos retrabajados) arena y grava fina a media, intercalación de lentes arcillosos, cenizas y lapilli fino a media de pómez. Permeabilidad de alta a baja.
27.00	42.00	Piroclastos	Lapilli y cenizas a gruesas de pómez, color blanco, con intercalación de lentes de arcilla. Entre 30 - 36 m. permeabilidad alta.
42.00	58.00	Piroclastos	Ceniza y lapilli fino a grueso, color gris, carácter petrográfico básico, con intercalación de lapilli fino de pómez. Entre 45 - 49 m. arcilla color café claro. Permeabilidad baja en los lentes arcillosos, siendo esta media a alta en los otros materiales.
58.00	82.00	Piroclastos	Ceniza fina a gruesa, color gris carácter petrográfico básico (basáltico - andesítico) con intercalación de lentes arcillosos. Permeabilidad de baja a media.
82.00	97.50	Piroclastos	Ceniza y lapilli fino a grueso, color gris, carácter petrográfico básico, con intercalación de lapilli fino a medio de pómez, color blanco y lentes arcillosos. Permeabilidad de alta a baja.

Columna Litológica del pozo Hacienda Los Laureles, Pozo Exploratorio No 1 (S2.1/66)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	9.00	Arenas	Arenoso por descomposición de polvo, ceniza fina, con lapilli de pómez. De descomposición petrográfica variada. Permeabilidad baja a media.
9.00	12.00	Arcillas	Arcilla por descomposición de polvo y ceniza volcánica fina. Permeabilidad nula.
12.00	18.00	Tobas	Toba de ceniza de grano fino a medio, en descomposición a limos y arcilla. Permeabilidad baja.
18.00	21.00	Horizonte Estratificado	Horizontes estratificado: Lapilli grueso a medio y cenizas medianas de pómez en capas alternadas con delgados estratos de polvo volcánico y cenizas de carácter basáltico-andesitico. Permeabilidad media a buena.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
21.00	48.00	Horizonte Estratificado	Horizontes estratificado: Lapilli grueso a medio y cenizas medianas de pómez en capas alternadas con delgados estratos de polvo volcánico y cenizas de carácter basáltico-andesitico. Permeabilidad media a buena.
48.00	57.00	Lapillis	Lapilli y cenizas medianas de pómez y basalto con intercalaciones de estratos delgados de polvo volcánico. Permeabilidad media a buena.
57.00	63.00	Cenizas	Polvo volcánico con inclusión de cenizas y lapilli fino a medio de carácter basáltico. Permeabilidad media a baja.
63.00	66.00	Toba Lítica	Toba lítica: Polvo volcánico con cenizas finas a medias cementadas, e inclusión de lapilli de carácter basáltico. Permeabilidad media.
66.00	75.00	Cenizas	Polvo volcánico con inclusiones de cenizas y lapilli fino a medio de carácter basáltico. Permeabilidad media.
75.00	85.00	Lapillis	Lapilli grueso de carácter basáltico con cenizas y lapilli de pómez. Permeabilidad buena.
85.00	105.00	Lapillis	Lapilli medio a fino y cenizas de carácter basáltico con cenizas y lapilli de pómez. Permeabilidad buena.

Columna Litológica del pozo Hacienda Nueva, Cantón Cuyagualo

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	3.00	Lapillis	Lapilli y cenizas finas a medias de pómez, con lapilli y cenizas finas de carácter basaltico e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad media a buena.
3.00	9.00	Lapillis	Lapilli y cenizas finas a medias de carácter basaltico, con lapilli y cenizas medianas de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad buena.
9.00	18.00	Piroclastos	Material efusivo (Piroclastos) escoria mediana a gruesa, con lapilli y cenizas finas a medias de carácter basaltico e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad buena.
18.00	27.00	Escorias	Escoria media a gruesa, con lapilli y cenizas finas a medias de pómez y de carácter basaltico, e inclusión de raíces y tejidos vegetales en descomposición a materia orgánica y estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad buena.
27.00	39.00	Cenizas	Lapilli y cenizas finas a medias de carácter basáltico, con lapilli y cenizas medias gruesas de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad buena.

Columna Litológica del pozo Hacienda San Fernando, Ctón. Ateos, Pozo Exploratorio Nº 5 (D-3/66)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	5.20	Arcillas	Polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas, con intercalación de cenizas y lapilli fino de pómez. Permeabilidad media a buena.
5.20	6.10	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales (Fluviatiles) canto rodado, gravas y arenas medianas con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Permeabilidad media a buena
6.10	27.43	Escorias	Materia Orgánica: por descomposición de raíces y tejidos vegetales, y acción desintegradora causada por distintos microorganismos. Con conclusión de cenizos y lapilli fina de pómez. Permeabilidad baja.
27.43	33.53	Cenizas	Cenizas y lapilli medianos de pómez con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad media a buena.
33.53	45.73	Cenizas	Cenizas y lapilli finos de carácter andesítico, con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad media a buena.
45.73	61.00	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales (fluviatiles) canto rodado, gravas y arenas con lapilli fino de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Permeabilidad media.
61.00	67.07	Tobas	Toba: polvo volcánico con cenizas finas e inclusión de lapilli de pómez. Permeabilidad baja
67.07	85.36	Cenizas	Cenizas y lapilli medianos de pómez con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Permeabilidad media a buena.
85.36	93.90	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales (Fluviátiles), canto rodado, gravas y arenas de carácter andesítico con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Permeabilidad media a buena.
93.90	106.70	Cenizas	Cenizas y lapillis finos a medios de pómez con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Permeabilidad buena.

Columna Litológica del pozo Hacienda San Rafael, Pozo Exploratorio Nº 6 (S2-2/66)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	3.00	Arcillas	Arcilla: por descomposición de polvo y cenizas volcánicas con inclusión de lapilli y cenizas de tamaño petrografía variada. Permeabilidad baja.
3.00	6.00	Piroclastos	Material efusivo (Piroclastos) escarea, lapilli y cenizas medianas de carácter basáltico. Permeabilidad buena.
6.00	15.00	Horizonte Estratificado	Horizonte estratificado toba de arena fina en capas alternadas con estratos delgados de lapilli y cenizas medianas de carácter basaltico, parcialmente descompuestos a limes y arcillas. Permeabilidad media
15.00	30.00	Cenizas	Polvo volcánico con intercalación y lapilli y ceniza fina a media de carácter basáltico. Permeabilidad media a baja.
30.00	45.00	Arcillas	Arcilla: por descomposición de polvo y ceniza volcánicas, intercalada con estratos delgados de polvo volcánico. Permeabilidad baja a nula.
45.00	66.00	Cenizas	Polvo volcánico, en descomposición a limo y arcillas, con intercalación de cenizas y lapilli fino de composición petrográfica variada. Permeabilidad media a baja.
66.00	72.00	Arcillas	Arcilla: Por descomposición de polvo y cenizas volcánicas. Permeabilidad nula.
72.00	75.00	Tobas	Toba: Polvo volcánico y cenizas finas a medias cementada. Permeabilidad baja.
75.00	81.00	Cenizas	Polvo volcánico con intercalación de cenizas y lapilli fino a medio de carácter basáltico. Permeabilidad buena.
81.00	99.00	Lapillis	Lapilli grueso y cenizas de pómez, con cenizas y lapilli medianos de carácter basaltico. Permeabilidad buena.
99.00	105.00	Cenizas	Grueso y cenizas de carácter basáltico, con cenizas y lapilli medianos de pómez. Permeabilidad buena.

Columna Litológica del pozo Hda. Copapayo, Potrero Pitalito, Pozo Exploratorio No 2 (D-4/66)

Profundidad 1	Profundidad 2	Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	3.65	Suelo	Suelo por meteorización en la parte superior del estrato, polvo volcánico con inclusión de lapilli y cenizas finas de petrografía variada. Permeabilidad baja.
3.65	6.10	Lapillis	Lapilli y cenizas medianas de pómez parcialmente descompuestos, con inclusión de lapilli y cenizas finas a medias de petrográfìa variada. Permeabilidad media a buena.
6.10	11.58	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvionales (Fluviatiles) cantos rodados, gravas y arenas de carácter andesítico, con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcilla. Permeabilidad media a buena.
11.58	24.39	Horizonte Estratificado	Horizonte estratificado: lapilli grueso a mediano y cenizas medianas de pómez con capaz alternas de lapilli y cenizas finas a medias de carácter andesilica y estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad media a
24.34	33.53	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales (Fluviátiles) cantos rodados, gravas y arenas medianas de carácter andesítico, con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad buena.
33.53	45.12	Lapillis	Lapilli y cenizas finas a medias de carácter andesitica y Lapilli medianos de pómez e intercalación de estratos delgados de polvos volcánicos en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad buena a media.
45.12	48.78	Lapillis	Lapilli y cenizas finas de carácter andesítico, y lapilli y cenizas de pómez è intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Permeabilidad media
48.78	54.87	Lapillis	Lapilli y cenizas medias a gruesas de pómez, con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcilla. Permeabilidad media a buena.
54.87	61.00	Lapillis	Lapilli y cenizas medianas de pómez, con lapilli y cenizas medias a finas de carácter andesítico e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad buena a media.
61.00	67.07	Lapillis	Lapilli y cenizas medias de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición de limos a arcillas. Permeabilidad buena.
67.07	88.41	Lapillis	Lapilli y cenizas finas a medio de carácter andesítico, con lapilli y cenizas medianas de pómez. Permeabilidad buena.

Profundidad 1	Profundidad 2	Litología	Descripción
Desde	Hasta		
88.41	100.60	Lapillis	Lapilli y cenizas medianas de carácter andesítico, con lapilli y cenizas medio a grueso de pómez. Permeabilidad buena.
100.60	106.70	Lapillis	Lapilli y cenizas finas de carácter andesítico, con lapilli y cenizas finas de pómez. Permeabilidad buena.

Columna Litológica del pozo I.C.R D-2/65 Sitio del Niño I.C.R #1

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.10	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvionales, ceniza de basalto incluidas en polvo volcánico. Buena permeabilidad.
6.10	9.14	Arcillas	Polvo volcánico descompuesto a arcilla con cenizas finas de basalto incluida. Permeabilidad nula
9.14	12.20	Lahar	Lahaar. Avalancha fría de lodo con inclusión de toda clase de material. Permeabilidad baja.
12.20	15.24	Lapillis	Lapilli y Cenizas de pómez. Buena permeabilidad.
15.24	24.39	Cenizas	Cenizas gruesas de basalto al fondo del estrato lapilli. Buena a alta permeabilidad.
24.39	30.48	Cenizas	Cenizas finas de basalto superficialmente meteorizados. Buena permeabilidad.
30.48	36.58	Cenizas	Cenizas de pómez. Buena permeabilidad.
36.58	45.73	Cenizas	Polvo volcánico
45.73	73.17	Lapillis	Lapilli y cenizas
73.17	85.37	Sedimentos Lacustres	Sedimento lacustres
85.37	100.60	Arcillas	Limos y arcillas lacustres material impermeable

Columna Litológica del pozo Industrias Lido, San Andrés 1

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.00	Arenas	Arena fina, arcillosa con cierto contenido de materia orgánica.
6.00	16.00	Arenas	Arena gruesa a mediana con pómez, color gris claro. Permeabilidad media a alta.
16.00	26.00	Arenas	Arena gravosa, color café claro. Alta permeabilidad.
26.00	32.00	Arenas	Arena fina, arcillosa. Permeabilidad baja a media.
32.00	38.00	Arenas	Arena fina con menos arcilla que la anterior. Permeabilidad media a baja.
38.00	57.00	Arenas	Alternancia de estratos areno-gravosos y delgadas capas de limos y arcillas. Permeabilidad media a alta.
57.00	62.00	Arcillas	Estrato arcillo-limoso, color gris oscuro. Baja permeabilidad.

Columna Litológica del pozo Las Flores Pozo No 1

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	9.14	Piroclastos	Piroclastos de basalto, fragmentos, lapilli y cenizas, textura escoriácea, estructura suelta, color gris oscura a negra.
9.14	31.40	Lavas Andesitica y Basáltica	Lava andesítica basáltica, textura porfirítica, estructura laminar, color gris.
31.40	48.78	Lavas Andesitica y Basáltica	Lava andesítica basáltica, textura porfirítica, estructura escoriácea a masiva, color gris claro.
48.78	134.10	Piroclastos	Piroclastos de andesita: fragmentos, lapilli y cenizas, textura escoriácea a masiva, estructura suelta, color gris amarillento.

Columna Litológica del pozo Las Flores Pozo No 2

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	1.82	Fluviales	Arena fina con grava, suelta, color gris. Mediana permeabilidad.
1.82	18.29	Lavas	Lava color gris, estructura afanítica, textura masiva, permeabilidad alta secundaria.
18.29	21.34	Fluviales	Horizonte de cocimiento constituido por arena gruesa y fina, color gris y café rojizo. Mala permeabilidad.
21.34	61.59	Lavas Andesitica y Basáltica	Lava color gris de carácter andesítico y estructura afanítica, textura masiva. Permeabilidad secundaria.
61.59	94.51	Lavas	Bloques de lava escoriáceos de color gris, sueltos, alta permeabilidad.

Columna Litológica del pozo Las Flores Pozo No 3

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	4.90	Lavas	Lava andesitica, gris oscura, escoriácea, suelta, alta posibilidad de infiltración
4.90	18.90	Lavas	Lava andesítica, gris claro, muy dura y compacta
18.90	22.30	Lavas	Lava descompuesta, color rojizo.
22.30	23.50	Lavas	Lava descompuesta, color café.
23.50	35.10	Lavas	Lava andesítica, color gris, dura.
35.10	42.70	Lavas	Lava andesítica color gris-café, con algunos estratos ligeramente descompuesto.
42.70	61.00	Lavas	Lava andesítica, color gris, dura.
61.00	73.20	Lavas	Ceniza volcánica arenosa y grava color café, compuesta de fragmentos de lava andesítica. Posiblemente escoriácea en parte meteorizados. Material muy suelto, alta permeabilidad.
73.20	109.80	Lavas	Ceniza volcánica arenosa y grava color gris, compuesta de fragmentos de lava andesítica. Posiblemente escoriácea en parte meteorizados. Material muy suelto, alta permeabilidad.
109.80	115.90	Lavas	Lava.

Columna Litológica del pozo Las Flores Pozo No 3-A

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	3.04	Piroclastos	Piroclastos de basalto, fragmentos de lapilli y cenizas, textura escoriácea y estructura suelta, color gris oscuro y negro.
3.04	18.29	Lavas Andesitica y Basáltica	Lava andesítica, textura masiva, estructura compactada, color gris claro.
18.29	30.48	Piroclastos	Piroclastos de basalto, fragmentos, lapilli y ceniza, textura escoriácea, estructura suelta, color gris claro a negro.
30.48	73.17	Piroclastos	Piroclastos de basalto, fragmentos, lapilli y ceniza, textura masiva, estructura suelta son bloques.
73.17	85.36	Lavas Andesitica y Basáltica	lava andesítica-basáltica, textura porfirítica, estructura laminar, color gris.
85.36	103.65	Lavas Andesitica y Basáltica	Lava andesítica, textura porfirítica, estructura escoriácea y masiva, color gris claro
103.65	109.76	Piroclastos	Piroclastos de andesita, textura escoriácea y masiva, estructura suelta. Fragmentos, lapilli y cenizas, color café rojizo (amarillento).

Columna Litológica del pozo Las Flores Pozo No 4

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	5.79	Piroclastos	Piroclastos de basalto, fragmentos de lapilli y cenizas, textura escoriácea y estructura suelta, color gris oscuro y negro.
5.79	18.29	Toba Lítica	Toba lítica cenizas medianas finas cementadas por polvos volcánicos, textura arcillo - terrosa y estructura compacta. Color café claro.
18.29	34.75	Piroclastos	Piroclastos de basalto, fragmentos, lapilli y ceniza, textura escoriácea, estructura suelta, color negro.
34.75	60.97	Piroclastos	Piroclastos de basalto, fragmentos, lapilli y ceniza, textura masiva, estructura suelta son bloques.
60.97	99.08	Lavas	lava andesítica-basáltica, textura porfirítica, estructura escoriácea y masiva, color gris claro.

Columna Litológica del pozo Las Mercedes

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.10	Lavas Andesitica y Basáltica	Lava basáltica, color gris oscuro, muy dura, compacta.
6.10	24.39	Lavas Andesitica y Basáltica	Ceniza volcánica arenosa gruesa y grava, compuesta de fragmentos de lava basáltica (diámetros de 6 - 2 m.m.) buena permeabilidad.
24.39	54.90	Lavas	Ceniza volcánica arcillo - arenosa con fragmentos de lava, baja permeabilidad.
54.90	73.17	Lavas	Arcilla grisácea compacta, probable fase sedimentaria. Impermeable.
73.17	118.90	Lavas Andesitica y Basáltica	Arena y grava de lava basáltica escoriácea, color gris oscuro (diámetro de 6 - 2 mm.) regular permeabilidad.
118.90	134.14	Lavas	Arena volcánica, arcillosa baja permeabilidad.
134.14	158.53	Lavas Andesitica y Basáltica	Arena volcánica gruesa de lava basáltica (diámetro de 2 - 0.6 mm.) regular permeabilidad.
158.53	225.60	Lavas Andesitica y Basáltica	Arena volcánica de lava basáltica regular permeabilidad.
225.60	305.00	Lavas	Arena volcánica mediana y fina, color gris oscuro muy arcillosa. Baja permeabilidad.

Columna Litológica del pozo Los Izotes 1, Quezaltepeque

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	3.04	Depósitos Coluviales	Cobertura superficial compuesta por sedimentos coluviales sueltos, consistente en productos piroclasticos retrabajados, la muestra recuperada se clasifica como una muestra pumítica bien gradad "SW", color gris claro con fragmentos blanquecinos y pigmentación café claro sus dimensiones varían entre 1/4'; a lo que retiene el tamiz No.10. Buena permeabilidad.
3.04	6.10	Depósitos Sedimentarios	Sedimento residual, limo arcilloso arenoso color gris, de alta plasticidad, índice plástico mayor de 20. Contiene 20% de arena fina, símbolo "MH". Estrato impermeable.
6.10	15.24	Lavas	Lava en bloques, roca ígnea extrusiva, color gris claro con pigmentación café y amarillenta, estructura masiva y fracturada, carácter intermedio andesítico basáltico, presenta niveles de alteración parcial (oxidación). y diaclasadas por enfriamiento (fisuras) textura granitoidea, dura, tenaz y abrasiva. Los recortes de perforación son mezclas de grava hasta de 1/2"y arena gruesa, sus partículas presentan formas variadas formas todas con bordes esquinados, angulosos y caras planas. Buena permeabilidad fisural

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
15.24	82.31	Sedimentos Aluvionales	Fuerte paquete (gran espesor) de sedimentos aluviales; consistentes en arenas con granulometría y coloración variable. Conteniendo partículas redondeadas y subredondeadas. Los diferentes horizontes se describen así: NIVEL 50´ a 60´. Arena fina mal graduada color gris con 95% arena y 5% finos ligeramente plástico "SP" 60' 70' color café rojizo conteniendo arena media.70' 80' cambia café oscuro.80' 110' color gris oscuro 110' 120' color gris café con pigmentos café rojizo y amarillento.120' 230' color café claro conteniendo mas cristales de cuarzo. 230' 270' color oscuro. Buena permeabilidad.
82.31	88.41	Depósitos Coluviales	Sedimento coluvial, arena gruesa, media y fina. Buena gradación, símbolo "SW", color gris con partículas café rojizo y pigmentación amarilla. partículas con formas subredondeadas. Buena permeabilidad.
88.41	119.00	Lavas	Lava escoreacea color gris oscuro, roca ígnea extrusiva, carácter intermedio basaltico - andesítico, estructura granitoidea soldada, textura áspera y vesiculada, dura y abrasiva. La muestra de perforación consiste en partículas subredondeadas y subangulosas sus dimensiones varían entre 3/4" y 1/8". Estrato con buena permeabilidad
119.00	164.63	Depósitos Coluviales	Sedimento coluvial de gran espesor color gris café predominante y, algunos niveles de color café en la base del estrato. Las muestras recuperadas de la perforación consisten en arenas arcillosas, variando el contenido de arena media y fina entre 70% y 55%. Plasticidad media. Formación impermeable.

Columna Litológica del pozo Lourdes 1 Colón

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	16.00	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: lapilli y cenizas finas a medias andesíticas, mezcladas con lapillis de pómez en forma estratificada.
16.00	30.00	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias a finas andesíticas, con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico a inclusión de vidrio volcánico.
30.00	48.00	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: lapillis y cenizas a medias a finas, de carácter andesítica mezclados con lapillis gruesos de pómez é inclusión de polvo volcánico.
48.00	68.00	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: cantos rodados, gravas y arenas medias a gruesas, andesítico con intercalación de estratos de limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
68.00	90.00	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias a finas andesíticas con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico é inclusión de lapillis gruesos de pómez. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
90.00	106.00	Depósitos Fluvio Lacustres	Depósitos fluvio-lacustres: arenas finas a medias andesíticas estratificadas con polvo volcánico color café y lapillis de pómez. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
106.00	156.00	Depósitos Fluvio Lacustres	Deposito fluvio-lacustres: arenas finas a medias andesíticas estratificadas con limos y arcillas. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
156.00	201.17	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias andesíticas con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico color café. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Columna Litológica del pozo Lourdes 2 Colón

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.10	Sedimentos Eluviales	Cobertura superficial, sedimentos eluviales formados por la acumulación de materiales volcánicos de tipo Piroclastos, particularmente retrabajados. Consistentes en arenas y limos en proporciones variables pero predominando la fracción granular que retiene la malla No.30. Clasificándose como arena media 80% y 20% de limo ligeramente plástico "SM" color gris claro con gravillas de pómez. Buena permeabilidad.
6.10	24.39	Sedimentos Fluviales	Sedimentos fluviales producto de la acción abrasiva de corrientes superficiales de agua sobre afloramientos rocosos, fraccionándola a tamaños menores en escala descendente: guijarros, gravas, arenas. Los recortes de perforación consisten en arena media mal gradada 90%, "SP".Buena permeabilidad, color gris, y pigmentación café.
24.39	36.58	Lavas	Horizonte de lava escoriacea color gris oscuro, textura granitoidea, estructura semicompacta muy vesiculada y áspera, esponjosa, muy abrasiva. Los recortes de perforación se clasifican como arena gruesa más gradada ¨SP¨ color gris con pigmentos café rojizo. Sus partículas son subredondeadas. Muy permeables.
36.58	51.82	Sedimentos Clásticos	Sedimentos clásticos de tipo fluvio lacustre, materiales granulares, estructura suelta y granulometría variable entre 1/8¨ y malla No. 30. Las muestras de perforación corresponden a una mezcla de 50% de arena gruesa y el resto arena media y fina color gris café. Partículas subredondeadas y predominan las redonda. Buena permeabilidad.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
51.82	85.36	Tobas	Estratificación caótica, materiales de avalancha combinados con suelo residuales de grano fino. Mezcla de suelos arenosos y limosos en menor proporción "SM+ML". La muestra recuperadas presentan partículas subredondeadas predominantemente, bastante permeables.
85.36	137.20	Sedimentos Fluviales	Grueso paquete de sedimentos de origen fluvial intercalado con productos Piroclastos de proyección eólica retrabajados. Estructura suelta los primeros y semicompacta los últimos. La muestra recuperadas consistes en materiales de granulometría fina y media. Sin plasticidad. Arenas finas y medias mal gradadas "SP". Con partículas redondas. Buena permeabilidad.
137.20	182.88	Sedimentos Eluviales	Potente estrato constituido por sedimentos eluviales, acumulación de suelos residuales de pie de monte parcialmente alterados, alterando con lentes de ceniza volcánica de poco espesor. La muestras recuperadas se clasifican como arena media 70% y fina 30%. Sin cohesión o muy poca, color gris con pigmentación amarillenta, conteniendo fragmentos cuarcíferos. Las formas de las partículas varía de subredondeada a redondeada con 10% de fracciones subangulosas. Buena permeabilidad primaria.

Columna Litológica del pozo Milagro de la Roca

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	3.00	Lavas	Bloques de lava, color gris, carácter petrográfica básico basáltico-andesítico.
3.00	24.00	Lavas	Lava densa, color gris, afanítica, carácter petrográfico básico basáltico-andesítico, porosidad y permeabilidad baja.
24.00	43.00	Lavas	Lava laminar, Carácter petrográfico básico, basáltico-andesítico, parte superior escoriáceo, porosidad alta a baja. Permeabilidad alta a media
43.00	55.00	Lavas	Lava escoriácea, lapilli grueso y bloques color negro a roja, carácter petrográfico básico, basáltico-andesítico, porosidad y permeabilidad alta
55.00	67.00	Lavas	Lava color gris afanítica, carácter petrográfico básico, porosidad y permeabilidad baja.
67.00	84.00	Lavas	Lava laminar afanítica, carácter petrográfico básico, porosidad baja, permeabilidad alta a muy alta.
84.00	88.00	Escorias	Escorias volcánica, color roja a negra, lapilli grueso a fino, carácter petrográfico basáltico-andesítico. Porosidad y permeabilidad alta.

Columna Litológica del pozo Molsa

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.10	Piroclastos	Depósitos Piroclastos aluviales arcilloso: esta formación está compuesta por piroclastos aluviales arcillosos medianos y pequeños con descomposición petrográfica diversa (escoria roja y gris, pómez, andesita, basalto), con bajo contenido de arcilla, etc. La muestra de perforación se aprecia como arenas finas y gruesas de forma redondeada y subangulosa, en una matriz arcillosa de color café claro. La zona presenta características de alta permeabilidad y alta transmisividad. Zona suave y estable para perforar con bentonita.
6.10	18.29	Piroclastos	Arcilla con piroclastos aluviales: esta formación está compuesta principalmente por arcillas con pequeño contenido de arena. La muestra de perforación se visualiza como una mezcla pastosa con baja plasticidad con moderado contenido de arena, la muestra se visualiza con una coloración café claro. La zona presenta características de baja transitividad y baja permeabilidad. La formación es suave y estable para perforar con bentonita.
18.29	67.07	Piroclastos	Pómez: esta formación está compuesta por piroclastos de caída principalmente por pómez. La muestra de perforación se visualiza como arena de pómez. La zona presenta características de alta transitividad y alta permeabilidad. La formación es suave y estable para perforar con bentonita.
67.07	79.26	Depósitos Sedimentarios	Pómez con sedimento arcilloso: esta formación esta compuesta por pómez, en una matriz de sedimento arcilloso. La muestra de perforación se aprecia como una mezcla de arcilla con arenas finas y arcillas. La zona presenta características de alta permeabilidad y alta transmisividad. Zona suave y estable para perforar con bentonita
79.26	97.56	Toba Aglomerada	Toba aglomerada: formación compuesta por tobas aglomeradas y poco compactas, compuestas principalmente por cenizas compactar, fragmentos de escoria, andesita, basaltos, pómez. La muestra de perforación se visualiza como arenas finas y gruesas, angulosas, subangulosas, y redondeadas, con coloración variable La zona presenta características de alta permeabilidad y alta transmisividad. Zona semidura y estable para perforar con bentonita.

Columna Litológica del pozo Parque Industrial, El Rinconcito, Zapotitán

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	12.20	Piroclastos	Piroclastos: color gris. Estructura suelta, textura clástica. Consisten en piedra caliza, cenizas y bloques de basalto-andesitico.
12.20	15.24	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Estructura semicompacta y textura arenosa. Está constituida por cenizas y piedras de basalto englobadas en una matriz de lodo volcánico endurecido.
15.24	39.02	Piroclastos	Piroclastos. Estructura suelta y textura clástica. Consisten en arenas, piedras. Los materiales de perforación son de granos subangulosos, subredondeados y angulosos, de superficies antiguas a recientes, con tamaños de arena media y gruesa.
39.02	42.07	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Color gris. Estructura compacta y textura arenosa. Está constituida por cenizas y piedras de andesita englobadas en una matriz de ceniza fina y lodo volcánico endurecido.
42.07	54.26	Piroclastos	Piroclastos: color gris oscuro. Estructura suelta y textura clástica. Consisten en arenas, piedras, bloques y bombas de basalto porfirítico. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados, de superficies recientes.
54.26	63.41	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial (fluvial). Color gris. Estructura suelta y textura clástica. Están constituidos por canto rodado, gravas, arenas y bloques de diverso tamaño y petrografía correspondiente a basalto, andesita, pómez, toba fundida, etc.
63.41	66.46	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Color amarillento. Estructura semicompacta y textura arenosa. Consisten en cenizas, piedras y bombas de andesita, englobados en una matriz de ceniza muy fina y polvo volcánico.
66.46	79.87	Piroclastos	Piroclastos: color gris oscuro. Estructura suelta y textura clástica. Consisten en piedras, cenizas, bloques y bombas basalto andesíticas y escoriáceas. La muestra de perforación es de granos angulosos y subangulosos con subredondeados.

Columna Litológica del pozo 4150, Comunidad La Primavera

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	15.24	Rocas negras y rojas	Roca negra y roja.
15.24	36.58	Basalto	Basalto gris.
36.58	45.73	Arenas	Arena fina roja.
45.73	61.00	Rocas negras y rojas	Roca roja y arena.
61.00	122.00	Rocas negras y rojas	roca negra y arena.
122.00	152.43	Arenas	Arena fina blanca.

Columna Litológica del pozo D-2/66 Proyecto Exploratorio de Zapotitán, Pozo #5

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	1.00	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvionales (Fluviatiles) Canto rodado, gramas. Arenas medianas, intercalaciones, de delgados estratos de limos. Permeabilidad media a buena.
1.00	9.14	Sedimentos Lacustres	Sedimento Lacustres: limo arcilloso por descomposición de polvo y cenizas volcánicas. Permeabilidad baja a nula.
9.14	12.20	Arcillas	Arcillas por descomposición de polvo y cenizas volcánicas. Permeabilidad nula.
12.20	36.58	Cenizas	Cenizas y Lapilli medianos de pómez, con estratos delgados de polvo volcánico descompuesto a arcilla y limos (60' prof.) Permeabilidad media a buena.
36.58	43.29	Toba Lítica	Toba lítica. Polvo volcánico con cenizas finas a medias è inclusión de lapilli de pómez. Permeabilidad baja.
43.29	106.70	Cenizas	Cenizas y Lapilli medianos de pómez con intercalaciones de estratos delgados de polvo volcánico (226’ y 316' prof.). Permeabilidad media.

Columna Litológica del Pozo D-4/64 San Andrés # 3

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	3.04	Cenizas	Polvo volcánico con inclusión de ceniza fina a gruesa de basalto. Permeabilidad baja a mediana.
3.04	6.10	Cenizas	Ceniza fina a gruesa de basalto sobre pequeña capa de toba de polvo volcánico con ceniza fina. Permeabilidad buena en la ceniza, nula en la toba.
6.10	12.20	Cenizas	Ceniza gruesa y lapilli de pómez. Granos descompuestos. Formación acuífera superficial.
12.20	21.34	Cenizas	Estrato de ceniza de basalto, granos descompuestos superficialmente, bajo porcentaje de polvo volcánico. Formación acuífera.
21.34	24.39	Tobas	Toba de polvo volcánico con inclusión de cenizas. Material impermeable.
24.39	39.63	Cenizas	Ceniza fina a mediana con polvo volcánico sedimentos lacustres. Limo con inclusión de ceniza de basalto. Formación acuífera (120-130) arenisca pobremente cementada.
39.63	51.82	Cenizas	Ceniza y lapilli de pómez. Formación acuífera a 150. Estrato de polvo volcánico impermeable.
51.82	67.07	Cenizas	Estrato de cenizas finas a medianas de pómez y lapilli de idéntica clase. Formación acuífera de 210 a 220, cenizas gruesas, lapilli fino de pómez. Formación acuífera sobre delgada capa de polvo volcánico.

Columna Litológica del Pozo Nº 1, Urbanización San Francisco, San Andrés

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	12.20	Toba Aglomerada	Toba Aglomerada. Esp, 40' color café claro. Estructura semicompacta textura arenosa. Consiste en piedra y cenizas de pómez fibroso y vesículas englobadas en una matriz de polvo volcánico. La muestra de perforación es de granos subangulosos y angulosos con subredondeados de superficies recientes y antiguas con tamaño de arena fina y mediana.
12.20	15.24	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 10' color blanco. Estructura suelta y textura clástica. Son cenizas con piedras de pómez vesículas de diverso tamaño. La muestra de perforación es de granos subangulosos y angulosos de superficies recientes y meteorizadas con tamaño de arena gruesa a fina.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
15.24	27.43	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 40' color café. Estructura semicompacta y textura arenosa. Está constituida por cenizas y piedras de pómez fibroso y vesículas englobados en una matriz de lodo volcánico. La muestra de perforación es de granos subangulosos y anguloso de superficie meteorizadas y recientes con tamaño de arena fina a mediana 50/80'; arena mediana 80/90'.
27.43	42.68	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 50' color gris claro y blanco. Estructura suelta y textura clástica. Consiste en cenizas y piedras de pómez fibroso y vesicular. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados de superficies recientes y antigua con tamaño correspondiente a: arena muy fina a fina, 90/120'; arena fina, 120/130'; arena mediana y gruesa 130/140'.
42.68	50.30	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 25' color café rojizo. Estructura semicompacta y textura arenosa. Está formada por cenizas y piedras de andesita y dacita englobadas en una matriz de polvo volcánico y ceniza muy fina. La muestra de perforación es de granos angulosos y subangulosos de superficies recientes y antiguas con tamaños de: arena mediana y gruesa, 40/150'; arena fina, 150/160'; arena mediana, 160/165'.
50.30	59.45	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial fluvial. Esp, 30' color gris. Estructura suelta y textura clástica. Está constituido por gravas, arenas y cantos rodados de variado tamaño y diversa petrografía (andesita, dacita, basalto, pómez). La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados, de superficies recientes y antiguas y de tamaños correspondientes a: arena gruesa y mediana, 165/170'; arena fina y mediana, 170/180'; arena gruesa y fina, 180/195'.
59.45	64.02	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 15' color gris. Estructura suelta y textura clástica. Consiste en cenizas y piedras de dacita-andesita maciza. La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados con superficies recientes y antiguas de tamaño correspondiente a: arena mediana, 195/200'; arena fina y media, 200/210'.
64.02	76.21	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial fluvial. Esp, 40' policromo. Estructura suelta y textura clástica. Está constituido por cantos rodados, gravas, arenas de variado tamaño y diferente petrografía (pómez, andesita, dacita, basalto). La muestra de perforación es de granos angulosos, subangulosos y subredondeados con superficies recientes y antiguas de tamaño correspondiente a: arena mediana y fina, 210/220'; arena mediana 220/230'; arena fina, 230/240'; arena fina y mediana, 240/250'.

Columna Litológica del Pozo Nº 12, Puente Aquino

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.10	Lavas	Arena y grava pumítica, color blancuzco, alta permeabilidad.
6.10	21.34	Lavas	Ceniza volcánica arenosa mediana y gruesa, fragmentos angulares de lava andesitica y dacítica buena permeabilidad.
21.34	33.53	Tobas	Toba cristalina, bien consolidada dura, color gris. Baja permeabilidad.
33.53	58.00	Lavas	Ceniza volcánica arcillosa, arenosa mediana y fina. Color grisáceo. Baja permeabilidad.
58.00	158.53	Lavas	Ceniza volcánica, ligeramente descompuesta, arenosa mediana y gruesa con grava. Fragmentos de lava andesítica y talvez pumítica, limo - arcillosa, color café claro, muy baja permeabilidad.
158.53	241.00	Lavas	Ceniza volcánica un poco descompuesta areno - gravosa, conteniendo fragmentos de lava andesítica y pumítica, color gris claro, baja permeabilidad.
241.00	274.39	Lavas	Arena volcánica gruesa y grava compuesta de fragmentos sub - angulares de lava andesítica basáltica, color gris buena permeabilidad.
274.39	311.00	Lavas	Arena volcánica mediana y gruesa, arcillosa, color gris oscuro, baja permeabilidad.

Columna Litológica del Pozo S1-1/66-ICR (Pozo Nº 3), Hda Sitio del Niño

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.00	Lapillis	Lapilli y cenizas finas a medias de carácter andesítico con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Permeabilidad media a buena.
6.00	9.00	Cenizas	Bloque y cenizas medianas de carácter andesítico con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Permeabilidad buena.
9.00	12.00	Tobas	Toba: polvo volcánico con cenizas finas a medias de carácter andesítico. Permeabilidad baja.
12.00	18.00	Cenizas	Bloques y cenizas medianas de carácter basaltico, con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Permeabilidad buena.
18.00	39.00	Lapillis	Lapilli y cenizas medianas de carácter andesítico, con lapilli y cenizas finas de pómez, e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad media a buena.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
39.00	42.00	Toba Lítica	Toba lítica: polvo volcánico en descomposición a arcillas y limos con cenizas finas de carácter andesítico e inclusión de lapilli fino de pómez. Permeabilidad media a buena.
42.00	45.00	Toba Lítica	Toba Lítica: Polvo volcánico en descomposición a arcillas y limos con cenizas finas de carácter andesítico. Permeabilidad baja.
45.00	48.00	Lapillis	Lapilli y cenizas medianas de carácter andesítico con lapilli y cenizas finas de pómez. Permeabilidad buena.
48.00	54.00	Lapillis	Lapilli y cenizas medianas de carácter basaltico con lapillis y cenizas finas de pómez e intercalación de estratos de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad media a buena.
54.00	60.00	Lapillis	Lapilli y cenizas finas a medias de carácter andesítico con lapilli y cenizas finas de pómez e intercalación de estratos delgados de limos y arcillas. Permeabilidad media a buena.

Columna Litológica del Pozo S1-6/66 Hacienda Sitio del Niño I.C.R. Nº 2

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	3.00	Cenizas	Cenizas finas a medias de carácter basáltico con inclusiones de polvo volcánico, lapilli de basalto, materia orgánica, permeabilidad baja.
3.00	6.00	Cenizas	Horizonte estratificado, polvo volcánico con inclusiones de cenizas de carácter basaltico; lapilli de basalto. Permeabilidad baja.
6.00	9.00	Tobas	Toba, polvo volcánico cementado, con inclusiones de ceniza de carácter basaltico. Permeabilidad baja.
9.00	12.00	Cenizas	Horizonte estratificado; polvo volcánico, cenizas finas a medias gran proporción, con inclusiones de materia orgánica. Permeabilidad baja.
12.00	24.00	Lapillis	Lapilli grueso de basalto, cenizas finas a medias de carácter basáltico; escasa presencia de escoria; permeabilidad buena.
24.00	27.00	Arcillas	Horizonte estratificado, estrato de arcilla con lapilli de basalto incluido. Permeabilidad baja.
27.00	33.00	Lapillis	Lapilli fina a media de carácter basaltico; cenizas finas a medias también basálticas; materia orgánica; permeabilidad media.
33.00	36.00	Cenizas	Cenizas de pómez, breves inclusiones de ceniza y lapilli de basalto; exiguo porcentaje de escoria, permeabilidad buena.
36.00	39.00	Sedimentos Fluviales	Sedimentos fluviatiles arena media a gruesa basáltica. Permeabilidad buena.
39.00	45.00	Sedimentos Fluviales	Sedimentos fluviatiles, arenas gruesas media a natural, basálticos, Piroclastos retrabajados medios a gruesos. Permeabilidad buena.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
45.00	51.00	Lapillis	Lapilli medio a grueso de pómez. Cenizas finas a medias de pómez. Permeabilidad buena.
51.00	60.00	Cenizas	Polvo volcánico descompuesto a arcilla con inclusiones de lapilli y cenizas de basalto. Permeabilidad baja.
60.00	66.00	Cenizas	Horizonte estratificado, polvo volcánico en descomposición a arcilla; inclusiones de ceniza finas a medias de naturaleza basáltica, permeabilidad baja.
66.00	72.00	Cenizas	Polvo volcánico, descompuesto a arcilla, con intercalaciones de ceniza basáltica finas a medias; presencia de materia orgánica en proceso de quilificación. Permeabilidad baja.

Columna Litológica del pozo Proyecto La Herradura 1 Quintas Ecuestres El Rinconcito Km. 28

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	9.14	Toba Aglomerada	Toba aglomerada: color gris predominante y café claro, roca de origen mixto A) fracción gruesa constituida por fragmentos de roca ígnea preexistente y por B) matriz cementante con granulometría fina, principalmente ceniza y arena fina volcánica en caliente
9.14	33.53	Lavas	Lava escoriacea color gris, roca ígnea extrusiva, carácter intermedio andesítico, basáltico, textura granitoidea, microcristalina, poco vesiculada, áspera, tenaz, dura y muy abrasiva. La muestra recuperada consiste en arena gruesa y media (60% - 40%) con
33.53	39.63	Toba Lítica	Toba lítica color café amarillento, predominante en la muestra correspondiente al nivel 110', de 110' a 130' es color gris, roca detrítica integrada por fragmentos lávicos. Preexistentes producto de erupciones volcánicas muy explosivas y asociados con la
39.63	45.73	Cenizas	Intercalación de un horizonte asociado a depósitos de onda (explosión volcánica por alto contenido gaseoso "surge".) La muestra recuperada consiste en una arena media 80% y 20% gruesa, color gris, sus partículas tienen formas cúbicas, piramidales y rectan
45.73	61.00	Tobas	Toba brechada, roca ígnea extrusiva, compuesta por una matriz cinerítica (arenosa) de grano fino, posteriormente fracturada por esfuerzos de tensión, permitiendo la salida de flujos lávicos en forma de intercalaciones andesíticas. Los recortes de perforac

Columna Litológica del pozo San Francisco, Quezaltepeque

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	31.10	Piroclastos	Piroclastos.
31.10	43.00	Lavas	Lava.
43.00	64.30	Piroclastos	Piroclastos.
64.30	79.90	Sedimentos Aluvionales	Sedimento Aluvional.
79.90	86.90	Piroclastos	Piroclastos.
86.90	93.30	Sedimentos Aluvionales	Sedimento Aluvional.
93.30	95.70	Toba Lítica	Toba Lítica
95.70	102.10	Sedimentos Aluvionales	Sedimento Aluvional.
102.10	122.00	Piroclastos	Piroclastos.

Columna Litológica del pozo Urbanización Agua Fría, Lourdes

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	18.29	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 60' color café claro amarillo. Estructura semicompacta y textura arenosa. Está constituida por cenizas, piedras, bombas de andesita englobadas en una matriz de polvo volcánico y ceniza fina. La muestra de perforación es de granos angulosos y subangulosos con superficies antiguas y recientes al tamaño de arena fina.
18.29	30.48	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial (fluvial). Esp, 40' color vario. Estructura suelta y textura clásica. Consiste en cantos rodados, gravas, arenas y boques de variado tamaño y de andesita, basalto, toba, pómez, etc. La muestra de perforación es de granos subangulosos, angulosos de superficies antiguas y recientes de tamaño de: arena mediana 60/80'; arena muy fina 80/90'; arena fina 90/100'.
30.48	45.73	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 50' color gris. Estructura suelta y textura clásica. Consiste en cenizas, piedras, bombas y bloques de andesita maciza y escoriácea. La muestra de perforación es de granos subangulosos y angulosos de superficies antiguas y recientes con tamaño correspondiente a: arena mediana, gruesa y fina, 100/120'; arena fina 120/140'; arena fina 140/150'.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
45.73	64.02	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 60' color gris oscuro. Estructura suelta y textura clástica. Están constituidos por cenizas, piedras, bloques y bombas de basalto denso. La muestra de perforación es de granos angulosos y subangulosos a subredondeados de superficies recientes y antiguas con tamaños de: arena mediana y fina; 150'/160'; arena fina 160/170'; arena mediana y fina 170/190'; arena mediana 190/200'; arena muy fina 200/210'.
64.02	70.12	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 20' color gris café. Estructura semicompacta y textura limo-arenosa. Está constituida por cenizas, piedras y bombas de andesita-basáltica. Incluidas en una matriz de lodo volcánico endurecido. La muestra de perforación es de granos subangulosos, subredondeados y angulosos de superficies meteorizadas y recientes con tamaño de arena fina y mediana con limos
70.12	79.26	Piroclastos	Piroclastos. Esp, 30' color gris. Estructura suelta y textura clásica. Consiste en cenizas, piedras, bombas y bloques de andesita-basáltica. La muestra de perforación es de granos subredondeados, subangulosos y angulosos de superficies antiguas y recientes con tamaño de: arena fina y mediana, 230/240'; arena mediana 240/250'; arena fina, 250/260'.
79.26	123.47	Lavas	Lava. Esp, 145' color gris. Estructura diaclasada y textura microcristalina. Consiste de cinco capas o cubiertas de andesita laminar separadas por sendos horizontes de cocimiento (quemados). La muestra de perforación es de granos angulosos y subangulosos de superficies recientes y antiguas con tamaño correspondiente a: arena mediana y fina 260/270';arena fina, 270/290`; arena fina y mediana 290/310'; arena mediana 310/320'; arena fina 320/360'; arena mediana y fina 360/370'; arena fina 370/380'; arena mediana 380/390';arena fina 390/400'; arena fina a gruesa 400/405'.
123.47	137.20	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 45' color gris crema. Estructura semicompactada y textura arenosa. Está constituida por cenizas, piedras y bombas con algunos bloques de andesina englobados en una matriz de polvo volcánico y ceniza fina. La muestra de perforación de granos subangulosos y angulosos con superficies recientes y meteorizadas al tamaño de: arena fina, 405/410'; arena mediana fina con gruesa 410/440'; arena fina con mediana 440/450'.
137.20	155.48	Piroclastos	Piroclastos. Esp 60' color gris claro y café. Estructura suelta y textura clásica. Consisten en cenizas, piedras, bombas y bloques de andesita densa y escoriácea meteorizados superficialmente. La muestra de perforación es de granos subangulosos, subredondeados y angulosos con superficies meteorizadas y recientes al tamaño que corresponde a: arena mediana y fina, 450/460'; arena fina con gruesa, 460/470'; arena fina, 470/490'; arena fina y mediana 490/510'.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
155.48	164.60	Toba Aglomerada	Toba aglomerada. Esp, 30' color café. Estructura semicompacta y textura arenosa. Está constituida por cenizas, piedras, bombas y bloques de andesita densa englobadas en una matriz de lodo volcánico endurecido. La muestra de perforación consiste de granos subangulosos y angulosos de superficies meteorizadas y recientes con tamaño de: arena mediana y gruesa, 510/530'; arena mediana y fina 530/540'.
164.60	176.78	Piroclastos	Piroclastos. Esp 40' color gris oscuro. Estructura suelta y textura clásica. Consisten en cenizas, piedras, bloques y bombas de andesita-basáltica densa y escoriácea. La muestra de perforación es de componentes angulosos, subangulosos y subredondeados con superficies recientes y antiguas y meteorizadas con tamaño de: arena mediana y gruesa, 540/550'; arena fina y mediana, 550/570'; arena fina, 570/580'.
176.78	185.93	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial (fluvial). Esp. 30'. Color variado. Estructura suelta y textura clásica. Consiste en gravas, arenas y boques con cantos rodados de diversa medida y petrográficamente de andesita, basalto, toba, etc. La muestra de perforación es de granos subangulosos, subangulosos y subredondeados con superficies recientes y antiguas al tamaño de: arena mediana con fina, 580/590'; arena fina, 590/600'; arena fina con mediana, 600/610'.

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 10

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	12.19	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas finas a medias andesíticas con inclusión se lapillis grueso de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico color café. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
12.19	25.41	Piroclastos	Piroclasticos: lapillis y cenizas medias a gruesas andesíticas con inclusión de lapillis medio de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico color café. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.
25.41	39.62	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas finas a medias andesíticas, con inclusión de lapillis medios de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
39.62	44.20	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: gravas y arenas gruesas a medias andesíticas, con inclusión de lapillis gruesos de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
44.20	76.20	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas finas a medias andesíticas con inclusión de lapillis medios de pómez e intercalación de estratos delgados de limos y arcillas. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
76.20	99.06	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: cantos rodados gravas y arenas gruesas a medias andesíticas e intercalación de estratos delgados de limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 3

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.00	Suelo	Suelo arcilloso por descomposición de polvo y cenizas volcánicas con intercalación de lapilli y cenizas finas de pómez y otros agregados de composición petrográfica variada. Permeabilidad media a baja.
6.00	21.00	Arcillas	Lapilli y cenizas finas a medias de pómez, con lapilli y cenizas finas de composición petrográfica con intercalaciones de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcillas. Permeabilidad media.
21.00	27.00	Lapillis	Lapilli y cenizas finas a medias de pómez, con lapilli y cenizas finas a medias de carácter andesítica intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a arcillas y limas. Permeabilidad media a buena.
27.00	30.00	Cenizas	Polvo volcánico con inclusión de lapilli y cenizas de pómez. Permeabilidad baja.
30.00	39.00	Lapillis	Lapilli y cenizas de pómez medianas, con lapilli y cenizas finas a medias de carácter andesítico e intercalación de estratos delgados de arcilla y limos. Permeabilidad media.
39.00	57.00	Lapillis	Lapilli y cenizas medianas de pómez, con lapilli y cenizas medianas de carácter basáltica e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico en descomposición a limos y arcilla. Permeabilidad media a buena.
57.00	81.00	Lapillis	Lapilli medio grueso y cenizas finas medias de carácter basáltico con lapilli y cenizas finas a medias de pómez e intercalación de estratos delgados de arcillas y limas. Permeabilidad buena.
81.00	87.00	Lapillis	Lapilli medio a grueso y cenizas medianas de pómez con estratos delgados de arcillas y limas. Permeabilidad buena.

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 8

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	3.04	Sedimentos Eluviales	Sedimento Eluvial (arcilla, limo, lacustre).
3.04	6.10	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial fluvial (canto rodado, grava, arenas de pómez, andesita o basalto).
6.10	9.14	Sedimentos Eluviales	Sedimento eluvial (arcilla, limo, lacustre).
9.14	12.20	Toba Aglomerada	Toba aglomerada (pómez o andesita).
12.20	21.34	Toba Aglomerada	Toba aglomerada (pómez o andesita).
21.34	33.53	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial fluvial (canto rodado, grava, arenas de pómez, andesita o basalto).
33.53	36.60	Piroclastos	Agregado o breccia (andesita o basalto).
36.60	45.73	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial fluvial (canto rodado, grava, arenas de pómez, andesita o basalto).
45.73	54.90	Toba Aglomerada	Toba aglomerada (pómez o andesita).
54.90	64.02	Piroclastos	Agregado o breccia (andesita o basalto).
64.02	70.12	Piroclastos	Piroclastos (basalto, andesita o pómez).
70.12	88.41	Tobas	Agregado o breccia (andesita o basalto).
88.41	97.56	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial fluvial (canto rodado, grava, arenas de pómez, andesita o basalto)

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 9

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	15.24	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial fluvial (canto rodado, grava, arenas de pómez, andesita o basalto).
15.24	21.34	Toba Aglomerada	Toba aglomerada (pómez o andesita).
21.34	24.39	Piroclastos	Piroclastos (basalto, andesita o pómez)
24.39	27.43	Piroclastos	Agregado o breccia (andesita o basalto).
27.43	33.53	Toba Aglomerada	Toba aglomerada (pómez o andesita).
33.53	39.63	Piroclastos	Piroclastos (basalto, andesita o pómez).
39.63	45.73	Piroclastos	Agregado o breccia (andesita o basalto).
45.73	51.82	Piroclastos	Piroclastos (basalto, andesita o pómez).
51.82	62.50	Piroclastos	Agregado o breccia (andesita o basalto).
62.50	70.12	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial fluvial (canto rodado, grava, arenas de pómez, andesita o basalto).

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
70.12	74.70	Toba Aglomerada	Toba aglomerada (pómez o andesita).
74.70	91.46	Sedimentos Aluvionales	Sedimento aluvial fluvial (canto rodado, grava, arenas de pómez, andesita o basalto).
91.46	94.51	Sedimentos Eluviales	Sedimento eluvial (arcilla, limo, lacustre).
94.51	97.56	Sedimentos Aluvionales	sedimento aluvial fluvial (canto rodado, grava, arenas de pómez, andesita o basalto).

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 10 (NUEVO)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	15.24	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas finas a medias andesíticas con inclusión se lapillis grueso de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico color café. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
15.24	42.67	Piroclastos	Piroclastos: Lapillis y cenizas medias a gruesas andesíticas, con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.
42.67	54.86	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias a finas andesíticas con inclusión de lapillis medios de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad media a baja
54.86	60.96	Piroclastos	Piroclastos: Lapillis y cenizas finas a medias andesíticas, con inclusión de lapillis gruesos de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
60.96	73.15	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: cantos rodados gravas y arenas gruesas a medias andesíticas, con inclusión de lapillis gruesos de pómez. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
73.15	109.73	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: gravas y arenas finas a medias andesíticas con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 11 (NUEVO)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	12.19	piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas finas a medias andesíticas con inclusión se lapillis grueso de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico color café. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
12.19	25.41	piroclastos	Piroclastos: Lapillis y cenizas medias a gruesas andesíticas, con inclusión de lapillis medio de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico color café. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.
25.41	39.62	piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas finas a medias andesíticas con inclusión se lapillis medios de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
39.62	44.20	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: gravas y arenas gruesas a medias andesíticas con inclusión de lapillis gruesos de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
44.20	76.20	piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas finas a medias andesíticas con inclusión se lapillis medios de pómez e intercalación de estratos delgados de limos y arcillas. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
76.20	99.06	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: cantos rodados gravas y arenas gruesas a medias andesíticas e intercalación de estratos delgados de limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 13 (NUEVO)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	18.29	Piroclastos	Piroclastos: cenizas y lapillis medias andesíticas, escoriáceas con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico color café. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.
18.29	24.38	Tobas	Toba color café: Piroclastos finos a medios andesíticos, cementados con una matriz de polvo volcánico color café. Porosidad baja, permeabilidad media a baja.
24.38	42.67	Piroclastos	Piroclastos: cenizas y lapillis medias andesíticas, con inclusión de lapillis gruesos de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico color café. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
42.67	48.77	Toba Lítica	Toba lítica: Piroclastos finos a medios de petrografía variada, cementados con una matriz de arena fina y limos. Porosidad baja, permeabilidad media a baja.
48.77	60.96	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias a finas andesíticas con inclusión de lapillis medianos de pómez, e intercalación de estratos delgados de limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
60.96	76.20	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: cantos rodados gravas medias, y arenas andesíticas finas con intercalación de estratos delgados de limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 14 (NUEVO)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	12.19	Piroclastos	Piroclasticos retrabajados: arenas finas a medias andesíticas con inclusión de lapillis grueso de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico color café. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
12.19	42.67	Piroclastos	Piroclastos: Lapillis y cenizas finas a medias andesíticas con intercalación de estratos delgados de limos. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.
42.67	67.02	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias a finas andesíticas con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico color café. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
67.02	73.15	Piroclastos	Piroclastos: Lapillis y cenizas finas a medias andesíticas, con intercalación de estratos delgados polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.
73.15	79.25	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas gruesas a medias andesíticas con intercalación de estratos delgados de limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
79.25	85.34	Piroclastos	Piroclastos: Lapillis y cenizas medias a finas andesíticas, con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.
85.34	91.44	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas finas a medias andesíticas con intercalación de estratos delgados de lapillis medio de pómez y de limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 2 (NUEVO)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	18.29	Piroclastos	Piroclastos: cenizas y lapillis finas a medias andesíticos, con inclusión de lapillis grueso de pómez en intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.
18.29	36.58	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: cenizas y lapillis medias a finas andesíticas con inclusión de arenas cuarciticas y lapillis grueso de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
36.58	48.77	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: cantos rodados gravas y arenas medias a finas andesíticas con intercalación de estratos delgados a limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
48.77	73.15	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias a finas andesíticas con inclusión de lapillis medio de pómez parcial oxidación e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
73.15	82.30	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: gravas y arenas gruesas a medias andesíticas, con intercalación de estratos de limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
82.30	100.58	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias andesíticas con inclusión de arenas cuarcíticas, bombas y lapillis de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 20 (NUEVO)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	9.14	Piroclastos	Piroclastos: cenizas y lapillis medias a finas andesíticos, e intercalación de estratos delgados de polvo volcánicos. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.
9.14	13.72	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: cenizas y lapillis medias a gruesas andesíticas con inclusión de lapillis grueso de pómez, e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico color café. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
13.72	41.15	Piroclastos	Piroclastos: cenizas y lapillis medias andesíticas, con inclusión de lapillis gruesos de pómez y arenas cuarcíticas e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico, parcial oxidación. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
41.15	59.44	Piroclastos	Piroclastos: cenizas y lapillis finas andesíticas con inclusión de lapillis medio de pómez, e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
59.44	86.87	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias a finas andesíticas con inclusión de lapillis medio de pómez, e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
86.87	91.44	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: gravas y arenas gruesas a medias andesíticas, con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
91.44	96.01	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias a finas andesíticas e intercalación de estratos delgados de limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
96.01	100.58	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: cantos rodados, gravas y arenas medias a finas e intercalación de estratos delgados de limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 21 (NUEVO)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.00	Tobas	Toba color café: lapillis y cenizas medias a gruesas andesíticas y pumititas, cementados con polvo volcánico color café.
6.00	18.20	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: cenizas y lapillis medias a finas andesíticos con inclusión de lapillis grueso de pómez, e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico color café. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
18.20	24.38	Piroclastos	Piroclastos: cenizas y lapillis medias a finas andesíticas, e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.
24.38	39.62	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: arenas y gavas medias a finas andesíticas con inclusión de lapillis gruesos de pómez y arenas cuarcíticas e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico, parcial oxidación. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
39.62	67.05	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias a finas andesíticas, mezcladas con arenas cuarcíticas e inclusión de lapillis medio de pómez, e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico, parcial oxidación. Porosidad buena, permeabilidad alta a media

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
67.05	73.15	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: gravas y arenas gruesas a medias andesíticas, con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Parcial oxidación. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
73.15	91.44	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias a finas andesíticas con inclusión de arena cuarcíticas y lapillis gruesos de pómez, e intercalación de estratos delgados de limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
91.44	100.60	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: cantos rodados, gravas y arenas medias a finas andesíticas con inclusión de arenas cuarcíticas y lapillis grueso de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico y limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 22 (NUEVO)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.10	Tobas	Toba color café: Piroclastos finos a medios andesíticos con inclusión de lapillis medios de pómez, cementados con una matriz de polvo volcánico color café. Porosidad media, permeabilidad media a baja.
6.10	30.48	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: cenizas y lapillis medias a finas andesíticas con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
30.48	42.67	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: cantos rodados gravas y arenas gruesas a medias andesíticas, con inclusión de arenas cuarcíticas, parcial oxidación e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
42.67	54.86	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias a finas andesíticas con inclusión de lapillis grueso de pómez e intercalación de estratos delgados de limos, mediana plasticidad (62.48 - 67.06 m. de limos). Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
54.86	61.00	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: gravas y arenas gruesas a medias andesíticas, con intercalación de estratos de limos de mediana plasticidad (59.44 - 60.96 m. de limos) Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
61.00	67.06	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias andesíticas con inclusión de lapillis grueso de pómez e intercalación de estratos delgados de limos, mediana plasticidad (62.48 - 67.06 m. de limos). Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
67.06	79.25	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: gravas y arenas medias andesíticas, con inclusión de arenas cuarcíticas e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
79.25	97.54	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arena gruesas a medias andesíticas con inclusión de lapillis mediano a fino de pómez e intercalación de estratos delgados de limos de baja plasticidad. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
97.54	100.60	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: gravas y arenas gruesas a medias andesíticas con intercalación de estratos de baja plasticidad. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 3 (NUEVO)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	18.29	Piroclastos	Piroclasticos retrabajados: cenizas y lapillis medias a finas, con inclusión de escoria volcánica y polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
18.29	36.58	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: cantos rodados gravas y arenas gruesas a medias andesíticas a basálticas, parcial oxidación. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
36.58	57.91	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias a finas andesíticas con inclusión de lapillis medio a fino de pómez e intercalación de estratos delgados de limos y arcillas. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
57.91	64.00	Tobas	Estrato de arcilla color gris oscuro, alta plasticidad. Porosidad buena, permeabilidad baja a nula.
64.00	73.15	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: gravas y arenas gruesas a medias andesíticas, con intercalación de estratos delgados de limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
73.15	109.73	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas gruesas a medias andesíticas con intercalación de estratos delgados de limos de baja plasticidad. Porosidad buena, permeabilidad media.

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 8 (NUEVO)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	9.14	Piroclastos	Piroclastos: cenizas y lapillis finas a medias andesíticos, con inclusión de lapillis grueso de pómez o. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.
9.14	16.76	Tobas	Toba color café: Piroclastos finos a medios andesíticos, cementados con una matriz de polvo volcánico color café. Porosidad baja, permeabilidad media a baja.
16.76	30.48	Piroclastos	Piroclastos: cenizas y lapillis finas a medias andesíticas con inclusión de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.
30.48	39.62	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias a finas andesíticas con inclusión de lapillis medio de pómez parcial oxidación, e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
39.62	53.30	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: gravas y arenas gruesas a medias andesíticas, con inclusión de lapillis grueso de pómez e intercalación de estratos de limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
53.30	74.68	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias andesíticas con inclusión de lapillis de pómez e intercalación de estratos de limos. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
74.68	103.63	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: gravas y arenas medias a finas andesíticas, con intercalación de estratos de limos y arcillas color gris oscuro, alta plasticidad. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Columna Litológica del ZAPOTITAN, POZO Nº 9 (NUEVO)

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	12.19	Piroclastos	Piroclastos: lapilli y cenizas finas andesíticas, en descomposición a limos y arcillas, mediana plasticidad color negro. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.
12.19	21.34	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: cenizas y lapillis medias a finas andesíticas con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
21.34	24.38	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: cantos rodados gravas y arenas gruesas a medias andesíticas, con intercalación de estratos delgados del polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
24.38	48.77	Tobas	Toba color café: Piroclastos finos a medios andesíticos cementados con una matriz de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad media a baja.
48.77	73.15	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias a gruesas andesíticas con inclusión de lapillis grueso de pómez e intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
73.15	79.25	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: cantos rodados gravas y arenas gruesas a medias andesíticas, con intercalación de estratos de limos de mediana plasticidad. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
79.25	97.54	Piroclastos	Piroclastos retrabajados: arenas medias andesíticas con intercalación de estratos delgados de polvo volcánico. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.
97.54	109.73	Sedimentos Aluvionales	Sedimentos aluvionales: gravas y arenas gruesas a medias andesíticas e intercalación de estratos delgados de limos y arcillas. Porosidad buena, permeabilidad alta a media.

Columna Litológica del Pozo Zona Industrial Lourdes 1 Sitio del Niño

Profundidad 1		Litología	Descripción
Desde	Hasta		
0.00	6.10	Arenas	Sedimentos areno-limosos, pumíticos con alto contenido de materia orgánica, color café oscuro. Permeabilidad media a baja.
6.10	18.29	Arenas	Sedimentos de arena fina a mediana, subredondeados, con delgadas capas arcillosas, color café oscuro. Permeabilidad media a abaja.
18.29	30.48	Arenas	Sedimentos arenosos de granulometría fina, color café oscuro. Permeabilidad media.
30.48	45.73	Arenas	Sedimentos de arena fina a mediana, subredondeados con delgadas capas arcillosas, color café oscuro. Permeabilidad media a baja.
45.73	48.78	Arenas	Sedimentos arenosos de granulometría fina, color café oscuro. Permeabilidad media.
48.78	60.96	Arenas	Sedimentos arenosos de granulometría fina a gruesa, subredondeados, color café oscuro, estratos de consistencia mediana. Permeabilidad media.

ANEXO Nº 7

INVENTARIO DE POZOS PERFORADOS

Inventario de pozos perforados. Zapotitán y Sitio del Niño.

Nº	Nombre del pozo	Coordenadas Lambert		Elevación	Profundidad
		Este	Norte	msnm	m
1	Albergue Provisional Ciudad Arce	453373.00	301219.00	531.1	97.56
2	Albergue Tzu Chi Sacacoyo	452636.12	289823.13	487.9	152.40
3	American Industrial Park 1	454800.00	299200.00	462.2	80.80
4	American Industrial Park 2	454800.00	295500.00	455.5	96.01
5	Armenia Nº 2	446750.00	292475.00	543.9	87.17
6	Armenia Nº 4	446850.00	292500.00	545.4	90.53
7	Autodromo El Jabalí	465100.00	298725.00	497.0	91.44
8	Avícola Salvadoreña Canton San Andrés	455720.17	298853.17	450.8	121.92
9	Banco de Semillas, Canton San Andres1	457900.00	296600.00	451.8	60.96
10	Banco de Semillas, Canton San Andres2	458350.00	296525.00	454.0	60.05
11	Banco de Semillas, Canton San Andres3	458100.00	296125.00	455.4	73.15
12	Beneficio Pasatiempo, Canton Lourdes	460800.00	290600.00	549.4	96.62
13	Beneficio San Andrés	459850.00	294700.00	474.5	53.34
14	Cantón Chanmico	461887.30	296460.93	464.9	64.00
15	Cantón Chanmico, San Juan Opico	462337.09	298012.13	464.6	67.00
16	Cantón El Guineo	443450.00	304100.00	818.1	67.72
17	Canton El Salitre, Nejapa 4 O Borja Wright Nº 1	473700.00	299350.00	461.0	91.44
18	Canton Joya De Cerén	460850.00	300000.00	459.8	75.00
19	Canton La Joyita	451000.00	301000.00	507.0	43.00
20	Canton Las Aradas	440500.00	307800.00	768.9	74.18
21	Canton Lourdes1	461100.00	289350.00	570.3	160.00
22	Canton Lourdes2	461175.00	289350.00	571.4	110.00
23	Canton Planes De La Laguna	438350.00	303550.00	759.5	60.96
24	Cantón Primavera Oriente	468800.00	299800.00	490.2	140.24
25	Cantón San Andrés	455993.31	299466.40	457.6	76.00
26	Cantón San Pedro Oriente	462100.00	307250.00	518.0	71.10
27	Cantón Santa Teresa	467500.00	306600.00	469.9	80.00
28	Cantón y Caserío Masajapa	463650.00	306850.00	518.5	60.59
29	Cartotécnica San Andrés	460225.00	293375.00	494.6	93.29
30	Caserío Curazao	452600.00	287500.00	522.3	58.52
31	Caserío Curazao, Canton Las Flores	452500.00	287275.00	536.4	45.92
32	Centa, Canton San Andrés, Nº 1	457400.00	297650.00	457.9	80.00
33	Centa, Canton San Andrés, Nº 2	456300.00	298500.00	463.2	53.49
34	Centa, Las Doscientas, Pozo No.2	458451.00	295206.00	461.4	99.10
35	Colonia Quezaltepec	466825.00	284550.00	898.4	201.17
36	Colonia Sitio Del Niño (Col. Jazmín)	460222.33	295824.24	461.7	78.00
37	Complejo Ecuestre COSSAL Valle De Zapotitán	458772.29	296290.52	456.3	59.76

Nº	Nombre del pozo	Coordenadas Lambert		Elevación	Profundidad
		Este	Norte	msnm	m
38	Complejo Lourdes 1 Colon	460658.44	287860.88	583.5	214.88
39	Comunidad Tzuchi, Chanmico	463453.10	297113.20	481.2	123.50
40	Cuartel Batallón Atlacatl. Pozo 1	459579.80	294365.70	475.4	66.46
41	DURAFLEX # 4 (Hanes Brand)	461824.97	299012.22	455.9	64.02
42	Duraflex (Hanes Brand)	461824.97	299012.22	455.9	97.56
43	El Castañito, Canton Conacaste	474250.00	298300.00	480.7	50.00
44	El Pital Lourdes 1 Colon	458585.82	290476.74	516.9	195.10
45	El Playón, Autódromo El Jabalí	465110.37	298847.19	511.7	137.20
46	Escuela Nacional De Agricultura (D-1/64)	456200.00	298200.00	476.2	107.62
47	Export Salva Nº 1 Lourdes	461322.13	290100.00	562.2	152.40
48	Fabrica Adoc, Planta De Hule, Canton Ateos	453075.00	290225.00	485.2	88.39
49	Fabrica De Textiles San Andres1	458150.00	297000.00	451.6	60.96
50	Fabrica De Textiles San Andres2	457875.00	297175.00	449.9	80.47
51	Fabrica La Favorita	468375.00	283350.00	913.8	261.41
52	Finca Colombia Pozo No 1	467286.63	300316.32	456.6	98.17
53	Finca Colombia Pozo No 3	467286.63	300316.32	456.6	152.44
54	Finca Colombia, Canton Primavera2	467700.00	300000.00	469.8	79.25
55	Finca Corral Blanco, Valle Zapotitán, Ctón. Lourdes	460650.00	292850.00	508.3	59.44
56	Finca Santa Cruz	470604.00	301999.40	410.9	167.68
57	Granja Demostrativa, Canton Zapotitán	455675.00	294150.00	458.1	110.95
58	Granja Tecpan, Canton Zapotitán, Pozo Nº 4	456575.00	296200.00	455.0	111.86
59	Grupo De Caballería	458775.00	296125.00	457.1	75.00
60	Hacienda Belén, Pozo Exploratorio Nº 8	459125.00	293000.00	487.8	60.96
61	Hacienda Chanmico, Canton Chanmico, Pozo Nº 1	463600.00	297300.00	491.0	47.55
62	Hacienda Colombia Pozo No 2	467286.63	300316.32	456.6	79.27
63	Hacienda El Remolino, Pozo Exploratorio Nº 3	452650.00	295450.00	452.1	86.60
64	Hacienda El Rodeo, Pozo Exploratorio Nº 7	455150.00	293225.00	460.7	96.01
65	Hacienda El Tigre, Pozo Exploratorio Nº 4	452925.00	294000.00	458.8	97.54
66	Hacienda La Isla, Proyecto Zona Norte, Pozo Nº 11-5	463650.00	302650.00	420.1	91.50
67	Hacienda La Isla, Proyecto Zona Norte, Pozo Nº 11-6	462675.00	302950.00	428.4	97.60
68	Hacienda Los Laureles, Pozo Exploratorio Nº 1 (S2-1/66)	450450.00	296800.00	464.3	106.80
69	Hacienda Nueva, Cantón Cuyagualo	457850.00	289700.00	518.5	64.87
70	Hacienda San Fernando, Ctón. Ateos, Pozo Exploratorio Nº 5 (D-3/66)	453000.00	291450.00	462.5	107.90

Nº	Nombre del pozo	Coordenadas Lambert		Elevación	Profundidad
		Este	Norte	msnm	m
71	Hacienda San Rafael, Pozo Exploratorio Nº 6 (S2-2/66)	456675.00	296100.00	455.1	106.68
72	Hacienda Sitio Del Niño	459725.00	295475.00	464.2	59.98
73	Hacienda Sitio Del Niño Nº 2	460500.00	296875.00	452.2	71.32
74	Hacienda Sitio Del Niño, Canton Sitio Del Niño	460650.00	295075.00	470.4	60.96
75	Hda. Copapayo, Potrero Pitalito, Pozo Exploratorio Nº 2 (D-4/66)	449650.00	292775.00	475.2	106.68
76	Hilandería Salvadoreña, S. A., Zapotitan1	457925.00	297150.00	450.0	108.51
77	Hilandería Salvadoreña, S. A., Zapotitan2	458175.00	297350.00	449.9	25.91
78	I.C.R D-2/65 Sitio Del Niño I.C.R #1	459944.00	295700.00	462.4	100.60
79	Industrias Lido San Andrés 1	458780.00	296480.00	455.3	61.00
80	Ingenio Chanmico, Canton Chanmico, Pozo Nº 1	461800.00	296200.00	469.5	20.00
81	Ingenio Chanmico, Canton Chanmico, Pozo Nº 2	461800.00	296300.00	467.3	20.00
82	Ingenio Chanmico, Canton Chanmico, Pozo Nº 3	461700.00	296200.00	468.6	20.00
83	Ira, Canton Joya De Cerén	461550.00	300650.00	441.4	65.53
84	Izalco Jockey Club, Canton Lourdes	460300.00	291525.00	523.3	85.04
85	Kilómetro 26 Carretera A Santa Ana, Canton Lourdes	460325.00	291450.00	525.0	55.47
86	Las Flores Pozo N° 1	462600.00	301425.00	443.7	135.15
87	Las Flores Pozo N° 2	462950.00	301050.00	454.4	124.36
88	Las Flores Pozo N° 3	463075.00	300450.00	459.7	94.49
89	Las Flores Pozo N° 3-A	462743.14	300519.11	457.0	110.03
90	Las Flores Pozo N° 3-O	463150.00	300400.00	466.7	124.36
91	Las Flores Pozo N° 4	462350.00	300175.00	448.1	95.10
92	Las Flores Pozo Nº 11-7	461900.00	301950.00	442.8	100.89
93	Las Mercedes	468831.59	303940.57	387.4	304.88
94	Los Izotes 1 Quezaltepeque	471700.00	301875.00	422.5	123.80
95	Lourdes 1 Colón	460107.34	291746.57	519.4	170.69
96	Lourdes 2 Colón	459790.38	288424.56	561.6	214.88
97	Mataderos De El Salvador, Canton Galera Quemada	473275.00	299550.00	463.7	78.64
98	Mataderos De El Salvador, Canton Galera Quemada_1	473150.00	299400.00	469.9	76.20
99	Milagro De La Roca	465712.00	299163.00	500.2	85.66
100	Molsa	455239.69	299583.23	476.0	97.56
101	Nuevo San Juan. Pozo 1	460754.93	304412.45	419.8	59.45
102	Observatorio Las Flores	462524.79	303211.37	431.1	115.85
103	Parque Industrial El Rinconcito Zapotitán	458563.62	297129.57	452.4	79.87
104	Planta De Bombeo Las Moras, Canton Las Moras	461200.00	289325.00	572.5	157.00
105	Planta De Bombeo Tres Ceibas	448383.00	293280.00	491.6	85.36

Nº	Nombre del pozo	Coordenadas Lambert		Elevación	Profundidad
		Este	Norte	msnm	m
	(Tercer Pozo Marzo 2000)				
106	Planta El Señor, Pozo Nº 1	470800.00	300300.00	459.2	45.72
107	Planta El Señor, Pozo Nº 2	470625.00	300150.00	457.7	124.05
108	Planta El Señor, Pozo Nº 3	470750.00	300100.00	466.1	124.00
109	Planta Sitio El Niño Kimberly Clark De C.A. Pozo Nº 3	460750.00	297725.00	442.3	107.29
110	Planta Sitio El Niño, Kimberly Clark De C.A.1	460425.00	297675.00	451.4	91.44
111	Planta Sitio El Niño, Kimberly Clark De C.A.2	460650.00	297700.00	443.6	78.03
112	Pozo 4150, Comunidad La Primavera	468757.43	299493.82	500.8	152.43
113	Pozo D-2/66 Proyecto Exploratorio De Zapotitán, Pozo #5	452432.00	291831.00	458.3	106.70
114	Pozo D-4/64 San Andrés # 3	458880.00	295740.00	460.0	76.52
115	Pozo Nº 1, Urbanización San Francisco, San Andrés	455753.77	298130.06	476.9	76.21
116	Pozo Nº 12, Puente Aquino	470273.54	304492.02	381.9	311.00
117	Pozo S1-1/66-Icr (Pozo Nº 3), Hda Sitio Del Niño	460169.00	294423.00	479.0	60.96
118	Pozo S1-6/66 Hacienda Sitio Del Niño I.C.R. Nº 2	460319.00	296376.00	456.7	72.00
119	Proyecto La Herradura 1 Quintas Ecuestres El Rinconcito Km. 28	460665.33	294803.34	474.8	61.00
120	Regimiento De Artillería, Canton San Nicolás, Nº 1	460950.00	302000.00	459.8	76.00
121	Regimiento De Artillería, Canton San Nicolás, Pozo Nº2	460800.00	302100.00	456.8	76.81
122	San Francisco, Pozo Nº 4	470350.00	300750.00	443.1	137.16
123	San Francisco, Pozo Nº 5	470650.00	300900.00	439.6	122.53
124	San Francisco, Quezaltepeque	470400.00	301500.00	423.5	119.80
125	San Matías	465575.00	307200.00	442.6	61.57
126	Sitio El Cambio, Canton Galera Quemada	472600.00	299650.00	476.3	204.22
127	Sitio El Cambio, Canton Galera Quemada, Nejapa Nº 7	473025.00	299700.00	466.1	252.37
128	Tabacalera De El Salvador, Canton Entre Ríos	457100.00	290625.00	497.0	32.92
129	Terrenos Del Castaño, Pozo Nº 2	474475.00	299200.00	442.6	109.73
130	Urbanización Agua Fría, Lourdes	460600.00	287900.00	581.9	182.88
131	Valle De Zapotitán, El Veintiuno	454400.00	294575.00	456.7	24.38
132	Zapotitán, Antes Pozo Nº 18	458100.00	294250.00	468.4	102.11
133	Zapotitán, Pozo Nº 10	456200.00	291325.00	482.2	111.25
134	Zapotitán, Pozo Nº 11	453575.00	291450.00	463.3	109.73
135	Zapotitán, Pozo Nº 12	456425.00	291575.00	481.3	92.96
136	Zapotitán, Pozo Nº 13	456600.00	291900.00	480.3	82.30
137	Zapotitán, Pozo Nº 14	456700.00	292250.00	475.7	103.63
138	Zapotitán, Pozo Nº 15	457075.00	292350.00	475.2	108.20
139	Zapotitán, Pozo Nº 16	458000.00	293375.00	473.1	103.63
140	Zapotitán, Pozo Nº 17	458350.00	293950.00	470.9	106.68

Nº	Nombre del pozo	Coordenadas Lambert		Elevación	Profundidad
		Este	Norte	msnm	m
141	Zapotitán, Pozo Nº 18-A	458125.00	294200.00	469.3	119.96
142	Zapotitán, Pozo Nº 19	457800.00	295675.00	456.9	107.59
143	Zapotitán, Pozo Nº 2	453175.00	293100.00	465.8	118.87
144	Zapotitán, Pozo Nº 20	453275.00	292000.00	462.3	121.01
145	Zapotitán, Pozo Nº 21	455750.00	291875.00	464.6	102.41
146	Zapotitán, Pozo Nº 3	456200.00	294100.00	458.3	106.38
147	Zapotitán, Pozo Nº 8	455675.00	291100.00	480.4	100.58
148	Zapotitán, Pozo Nº 9	455525.00	291375.00	478.0	91.14
149	Zapotitán, Pozo No.10 (Nuevo)	456050.00	291300.00	482.3	99.72
150	Zapotitán, Pozo No.11 (Nuevo)	453950.00	291400.00	468.7	99.06
151	Zapotitán, Pozo No.13 (Nuevo)	456850.00	292000.00	479.1	61.10
152	Zapotitán, Pozo No.14 (Nuevo)	456800.00	292250.00	475.8	72.00
153	Zapotitán, Pozo No.15 (Nuevo)	457450.00	292500.00	475.2	81.72
154	Zapotitán, Pozo No.16 (Nuevo)	458000.00	293200.00	473.1	99.72
155	Zapotitán, Pozo No.18 (Nuevo)	457844.18	294445.15	461.1	99.72
156	Zapotitán, Pozo No.2 (Nuevo)	453200.00	293250.00	463.7	100.58
157	Zapotitán, Pozo No.20 (Nuevo)	453300.00	291980.00	462.2	99.31
158	Zapotitán, Pozo No.21 (Nuevo)	455950.00	292000.00	463.6	102.73
159	Zapotitán, Pozo No.22 (Nuevo)	455470.00	293500.00	462.3	99.61
160	Zapotitán, Pozo No.3 (Nuevo)	455700.00	294100.00	458.3	109.73
161	Zapotitán, Pozo No.8 (Nuevo)	455800.00	291125.00	481.6	103.63
162	Zapotitán, Pozo No.9 (Nuevo)	455500.00	291500.00	477.7	109.73
163	Zona Industrial Lourdes 1 Sitio Del Niño	460200.00	292100.00	514.6	60.96

ANEXO Nº 8

INVENTARIO DE POZOS EXCAVADOS

Inventario de pozos excavados en la Cuenca del Río Sucio

No.	X m	Y m	Z msnm	Propietario	Cantón	Municipio	Fecha de inventario	Prof. al agua m	Nivel Freático msnm
1	444803.00	292449.00	557.24	N.D.	Azacualpa	Armenia	N.D.	32.14	525.10
2	442319.00	293207.00	638.59	N.D.	Azacualpa	Armenia	N.D.	33.70	604.89
3	441550.00	293396.00	676.96	N.D.	Azacualpa	Armenia	N.D.	65.00	611.96
4	441631.00	293035.00	680.64	N.D.	Azacualpa	Armenia	N.D.	24.26	656.38
5	445428.00	291360.00	583.55	N.D.	El Cerro	Armenia	N.D.	30.00	553.55
6	444817.00	296716.00	572.71	N.D.	El Rosario	Armenia	N.D.	59.90	512.81
7	444856.05	296654.95	569.07	N.D.	El Rosario	Armenia	N.D.	47.60	521.47
8	445224.40	294423.19	590.46	N.D.	El Rosario	Armenia	N.D.	74.30	516.16
9	444822.90	296319.45	578.48	N.D.	El Rosario	Armenia	N.D.	61.40	517.08
10	445055.00	296791.00	550.86	N.D.	El Rosario	Armenia	N.D.	38.50	512.36
11	445130.00	295250.00	595.73	Cecilia Cabrera	El Rosario	Armenia	13/04/1970	17.11	578.62
12	447300.00	294200.00	518.27	Guirola Suces	El Rosario	Armenia	14/04/1970	34.57	483.70
13	443124.00	292382.00	629.04	N.D.	La Puerta	Armenia	N.D.	22.00	607.04
14	444240.00	292976.00	560.07	N.D.	Las Crucitas	Armenia	N.D.	33.50	526.57
15	444950.00	293600.00	586.78	Héctor Fuentes	Las Crucitas	Armenia	14/04/1970	67.46	519.32
16	448335.56	293706.34	495.11	Ernesto Godoy	Las tres Ceibas	Armenia	15/08/2006	3.94	491.17
17	448304.72	293303.85	493.70	Mario Luis Velasco	Las tres Ceibas	Armenia	24/08/2006	11.90	481.80
18	447889.40	292920.55	514.63	María Martha Díaz	Las tres Ceibas	Armenia	24/08/2006	5.77	508.86
19	448839.00	292380.00	482.81	N.D.	Las tres Ceibas	Armenia	N.D.	4.21	478.60
20	450725.00	292961.00	467.29	N.D.	Las tres Ceibas	Armenia	N.D.	3.60	463.69
21	448945.00	292494.00	501.86	N.D.	Las tres Ceibas	Armenia	N.D.	6.59	495.27
22	446425.00	292066.00	519.01	N.D.	Las tres Ceibas	Armenia	N.D.	9.52	509.49
23	447213.00	292411.00	524.33	N.D.	Las tres Ceibas	Armenia	N.D.	18.37	505.96
24	448516.00	292360.00	489.44	N.D.	Las tres Ceibas	Armenia	N.D.	4.35	485.09
25	448383.00	293280.00	491.76	N.D.	Las tres Ceibas	Armenia	N.D.	3.63	488.13
26	448561.00	292442.00	488.64	Reina Rodríguez	Las tres Ceibas	Armenia	14/08/2006	3.90	484.74
27	449036.00	292112.00	480.52	N. Galindo	Las tres Ceibas	Armenia	13/04/1970	8.02	472.50
28	448442.00	292385.00	489.47	Ignacio Flores	Las tres Ceibas	Armenia	13/04/1970	2.46	487.01
29	448561.00	292442.00	488.64	Reina Rodríguez	Las tres Ceibas	Armenia	01/05/2005	4.00	484.64

No.	X m	Y m	Z msnm	Propietario	Cantón	Municipio	Fecha de inventario	Prof. al agua m	Nivel Freático msnm
30	449357.87	292665.67	483.02	Fam Martínez	Las tres Ceibas	Armenia	21/04/2008	9.10	473.92
31	450382.88	291419.13	467.92	Fam Barraza	Las tres Ceibas	Armenia	21/04/2008	8.50	459.42
32	449778.45	294229.00	464.12	Fam Zapata	Las tres Ceibas	Armenia	21/04/2008	6.10	458.02
33	444068.00	295190.00	598.41	N.D.	Los Mangos	Armenia	N.D.	60.20	538.21
34	443800.00	295292.00	608.18	Roberto Zelaya Lozano	Los Mangos	Armenia	14/08/2006	17.70	590.48
35	443800.05	295292.19	608.18	Arturo Meza	Los Mangos	Armenia	01/05/2005	24.10	584.08
36	443800.00	295292.00	608.18	Cantón Los Mangos	Los Mangos	Armenia	01/05/2005	20.00	588.18
37	457518.91	301273.86	538.45	Luis Alonso Alas	Las Lomas	Ciudad Arce	31/07/2010	2.66	535.79
38	456081.50	300117.73	477.02	Ricardo Reyes Alberto	San Andrés	Ciudad Arce	14/02/2004	19.09	457.93
39	456077.05	301039.63	470.00	Gilberto Molina	San Andrés	Ciudad Arce	14/02/2004	6.12	463.88
40	456245.46	301180.71	493.37	Felícito Rivas	San Andrés	Ciudad Arce	14/02/2004	18.08	475.29
41	456285.42	299939.15	461.30	Juan Francisco Guardado	San Andrés	Ciudad Arce	02/10/2009	4.31	456.99
42	456002.77	299736.81	479.96	Julio César Aldana	San Andrés	Ciudad Arce	31/07/2010	8.96	471.00
43	456200.00	299500.00	455.63	Francisco Dueñas T.	San Andrés	Ciudad Arce	15/04/1970	9.10	446.53
44	454541.34	302105.53	498.99	Cruz Molina	Santa Lucia	Ciudad Arce	31/01/2004	2.93	496.06
45	454583.19	301994.83	485.86	Marta García	Santa Lucia	Ciudad Arce	31/01/2004	4.34	481.52
46	454543.98	301896.56	492.18	Víctor Manuel Salguero	Santa Lucia	Ciudad Arce	31/01/2004	13.61	478.57
47	454519.95	301893.53	494.88	José Salvador Molina	Santa Lucia	Ciudad Arce	31/01/2004	14.05	480.83
48	454336.74	301878.49	520.77	Juan Antonio Molina	Santa Lucia	Ciudad Arce	31/01/2004	18.84	501.93
49	454279.79	301936.98	519.03	José Francisco Flores	Santa Lucia	Ciudad Arce	31/01/2004	28.56	490.47
50	454643.42	302096.13	513.74	Ladrillera	Santa Lucia	Ciudad Arce	31/01/2004	7.90	505.84
51	454439.46	300516.97	520.01	Edwin Gutiérrez	Santa Lucia	Ciudad Arce	14/02/2004	20.24	499.77
52	454448.06	300283.41	500.11	José Antonio Martínez	Santa Lucia	Ciudad Arce	14/02/2004	16.87	483.24
53	454624.85	300058.77	501.97	Sara Isabel Sorto	Santa Lucia	Ciudad Arce	14/02/2004	9.17	492.80
54	454729.77	303398.94	495.87	Julio Orellana	Santa Rosa	Ciudad Arce	31/01/2004	12.25	483.62
55	455087.72	303751.71	528.72	Heriberta Orellana	Santa Rosa	Ciudad Arce	31/01/2004	29.53	499.19
56	454726.54	303266.80	495.99	Jorge Alberto Martínez	Santa Rosa	Ciudad Arce	31/01/2004	7.74	488.25
57	454681.38	303196.20	499.68	Juan Antonio Laínez	Santa Rosa	Ciudad Arce	31/01/2004	11.85	487.83
58	455422.44	297568.27	460.64	Familia Rivas	Veracruz	Ciudad Arce	15/04/2008	4.42	456.22
59	456245.57	294106.69	456.90	Fam. Inés Mojica	Veracruz	Ciudad Arce	24/04/2008	1.00	455.90

No.	X m	Y m	Z msnm	Propietario	Cantón	Municipio	Fecha de inventario	Prof. al agua m	Nivel Freático msnm
60	457228.69	294621.31	462.45	Fam. Sánchez	Veracruz	Ciudad Arce	24/04/2008	0.70	461.75
61	456421.92	297170.16	449.97	Familia Flores	Veracruz	Ciudad Arce	24/04/2008	5.40	444.57
62	457631.00	296483.00	452.77	Gumersindo Meléndez Portillo	Veracruz	Ciudad Arce	15/08/2006	2.17	450.60
63	457328.00	296046.00	454.11	Cristina Alarcón de Rivera	Veracruz	Ciudad Arce	15/08/2006	2.29	451.82
64	456310.00	295932.00	456.21	María Estebana Parillas	Veracruz	Ciudad Arce	15/08/2006	1.18	455.03
65	455578.00	296930.00	451.48	Ángel Santos Hernández	Veracruz	Ciudad Arce	15/08/2006	4.52	446.96
66	455406.00	295596.00	452.69	Rosibel Haydee de Monterrosa	Veracruz	Ciudad Arce	15/08/2006	1.13	451.56
67	455299.00	294182.00	458.49	Amadeo González	Veracruz	Ciudad Arce	15/08/2006	0.36	458.13
68	455298.00	294096.00	458.54	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	0.65	457.89
69	457652.00	296394.00	453.09	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	3.40	449.69
70	457291.00	295870.00	454.59	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	1.99	452.60
71	456505.00	294825.00	459.06	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	2.46	456.60
72	455938.00	297383.00	457.08	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	2.50	454.58
73	455923.00	295839.00	456.11	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	3.33	452.78
74	455938.00	297383.00	457.08	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	2.66	454.42
75	455824.00	296853.00	452.31	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	2.66	449.65
76	456531.00	298406.00	462.07	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	8.64	453.43
77	454523.00	298120.00	492.56	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	32.63	459.93
78	454141.00	297330.00	470.54	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	15.62	454.92
79	453431.00	296925.00	459.40	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	4.85	454.55
80	453618.00	297806.00	495.02	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	23.47	471.55
81	452911.00	297754.00	510.00	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	34.40	475.60
82	452744.00	297777.00	503.97	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	27.60	476.37
83	453073.00	297413.00	488.49	N.D.	Veracruz	Ciudad Arce	N.D.	17.77	470.72
84	457692.17	296464.04	452.64	Sara María Fernández	Veracruz	Ciudad Arce	31/07/2010	1.43	451.21
85	456250.00	294480.00	455.38	Rosa del Carmen Rodríguez	Veracruz	Ciudad Arce	01/05/2005	1.45	453.93
86	457250.00	295740.00	455.31	Marta Alicia Jiménez	Veracruz	Ciudad Arce	01/05/2005	1.07	454.24
87	457360.92	296608.75	451.48	Alfonso Días	Veracruz	Ciudad Arce	01/05/2005	3.11	448.37
88	456450.58	297113.05	450.15	Elia Etelvina Valle Calderón	Veracruz	Ciudad Arce	01/05/2005	4.94	445.21
89	453115.49	297418.67	492.00	Familia Márquez	Veracruz	Ciudad Arce	27/03/2008	19.00	473.00

No.	X m	Y m	Z msnm	Propietario	Cantón	Municipio	Fecha de inventario	Prof. al agua m	Nivel Freático msnm
90	454078.13	298277.39	502.16	Familia Pérez	Veracruz	Ciudad Arce	27/03/2008	28.60	473.56
91	453957.94	298246.88	507.21	Familia Argumedo	Veracruz	Ciudad Arce	27/03/2008	40.00	467.21
92	455334.96	295601.70	453.55	Familia Torres	Veracruz	Ciudad Arce	31/03/2008	1.50	452.05
93	452181.00	294711.00	457.80	Macario de Jesús Rivera	Zapotitán	Ciudad Arce	15/08/2006	1.12	456.68
94	450725.00	296414.00	456.65	Margoth Aldana	Zapotitán	Ciudad Arce	15/08/2006	1.48	455.17
95	451864.00	293695.00	451.86	Coffee/Rice Mill (Bfo. del Rey)	Zapotitán	Ciudad Arce	15/08/2006	0.64	451.22
96	452454.00	296104.00	459.75	Deisy Carolina Aguilar	Zapotitán	Ciudad Arce	15/08/2006	1.02	458.73
97	454305.00	293965.00	458.29	Loyda Abigail González	Zapotitán	Ciudad Arce	15/08/2006	0.95	457.34
98	453849.00	293753.00	459.50	N.D.	Zapotitán	Ciudad Arce	N.D.	2.30	457.20
99	454253.00	296411.00	451.76	N.D.	Zapotitán	Ciudad Arce	N.D.	4.95	446.81
100	452427.00	297244.00	479.75	N.D.	Zapotitán	Ciudad Arce	N.D.	18.31	461.44
101	451904.00	297634.00	484.35	N.D.	Zapotitán	Ciudad Arce	N.D.	15.22	469.13
102	451908.00	297206.00	478.96	N.D.	Zapotitán	Ciudad Arce	N.D.	8.46	470.50
103	451980.00	296697.00	469.02	N.D.	Zapotitán	Ciudad Arce	N.D.	2.19	466.83
104	450727.00	296421.00	456.65	N.D.	Zapotitán	Ciudad Arce	N.D.	1.40	455.25
105	449637.00	295992.00	459.55	N.D.	Zapotitán	Ciudad Arce	N.D.	0.66	458.89
106	451337.68	297557.15	486.02	Vivero Fruto de la Vida	Zapotitán	Ciudad Arce	01/05/2005	15.77	470.25
107	452485.36	296104.58	459.23	Sra. Martínez	Zapotitán	Ciudad Arce	01/05/2005	1.50	457.73
108	452182.43	294706.93	457.80	Macario Rivera	Zapotitán	Ciudad Arce	01/05/2005	1.20	456.60
109	449434.83	295163.85	455.82	Andrés Abrego	Zapotitán	Ciudad Arce	01/05/2005	0.95	454.87
110	454300.00	294340.00	457.64	UNAM	Zapotitán	Ciudad Arce	01/05/2005	1.50	456.14
111	450300.00	295540.00	455.57	UTLA	Zapotitán	Ciudad Arce	01/05/2005	0.84	454.73
112	450240.00	295600.00	455.44	UTLA	Zapotitán	Ciudad Arce	01/05/2005	0.77	454.67
113	450850.00	295400.00	454.59	Abel Mejía, Rosa Lilia de Mejía	Zapotitán	Ciudad Arce	01/05/2005	1.31	453.28
114	450850.00	295100.00	453.04	Lidia Salazar	Zapotitán	Ciudad Arce	01/05/2005	0.71	452.33
115	449620.00	295760.00	456.81	Juan Escobar Pineda	Zapotitán	Ciudad Arce	01/05/2005	1.15	455.66
116	449500.00	295680.00	459.89	Vitalino Escobar	Zapotitán	Ciudad Arce	01/05/2005	1.33	458.56
117	455299.88	297113.05	450.64	Mauricio Escobar	Zapotitán	Ciudad Arce	01/05/2005	2.55	448.09
118	450893.78	297883.72	510.02	Familia Hernández Pineda	Zapotitán	Ciudad Arce	27/03/2008	27.40	482.62
119	454400.15	293513.70	460.76	Familia Carpio	Zapotitán	Ciudad Arce	27/03/2008	2.30	458.46

No.	X m	Y m	Z msnm	Propietario	Cantón	Municipio	Fecha de inventario	Prof. al agua m	Nivel Freático msnm
120	454255.20	296494.75	450.78	Familia Abrego	Zapotitán	Ciudad Arce	31/03/2008	4.80	445.98
121	454976.91	296985.17	450.99	Familia Romero	Zapotitán	Ciudad Arce	31/03/2008	2.10	448.89
122	455180.91	293358.69	460.30	Familia Pimentel	Zapotitán	Ciudad Arce	01/04/2008	1.48	458.82
123	452988.74	293762.05	459.93	Familia González	Zapotitán	Ciudad Arce	02/04/2008	3.20	456.73
124	450071.71	296772.87	463.62	Fam Gutiérrez	Zapotitán	Ciudad Arce	21/04/2008	1.00	462.62
125	450450.00	300100.00	545.01	Artemia Valladares	El Tinteral	Coatepeque	15/04/1970	12.49	532.52
126	458833.00	289657.00	523.25	Nela Gasteazoro	Cuyagualo	Colón	14/04/1970	30.55	492.70
127	458180.19	290446.66	512.65	Lucas López	El Limón	Colón	24/08/2006	17.12	495.53
128	458369.00	290580.00	512.32	N.D.	El Limón	Colón	N.D.	17.23	495.09
129	458952.00	290850.00	514.51	N.D.	El Limón	Colón	N.D.	20.74	493.77
130	457906.00	290334.00	502.29	N.D.	El Limón	Colón	N.D.	13.60	488.69
131	458073.00	290216.00	511.01	Juan Fernandez	El Limón	Colón	14/04/1970	16.31	494.70
132	458369.68	290580.37	512.32	Alfonso Guardado	El Limón	Colón	26/04/2002	17.83	494.49
133	458952.33	290850.48	514.51	José Rosemberg Sandoval	El Limón	Colón	26/04/2002	21.24	493.27
134	455659.94	292420.61	469.92	Fam. Rodríguez	Entre Ríos	Colón	24/04/2008	2.50	467.42
135	455710.83	292312.97	469.98	Fam. Rodríguez	Entre Ríos	Colón	24/04/2008	2.50	467.48
136	455797.48	292039.33	463.59	Fam. Mojica	Entre Ríos	Colón	24/04/2008	3.60	459.99
137	456182.64	292413.58	473.09	Fam. Gutiérrez	Entre Ríos	Colón	24/04/2008	2.10	470.99
138	455937.61	293182.24	465.92	Fam. Acosta	Entre Ríos	Colón	24/04/2008	2.20	463.72
139	456385.41	293307.48	463.98	Fam. Meléndez	Entre Ríos	Colón	24/04/2008	1.20	462.78
140	456507.67	292763.35	469.15	Fam. Ramos	Entre Ríos	Colón	24/04/2008	1.30	467.85
141	457494.33	293582.21	468.19	Fam. Henríquez	Entre Ríos	Colón	24/04/2008	1.20	466.99
142	457014.89	294305.15	461.86	Fam. Martínez	Entre Ríos	Colón	24/04/2008	1.46	460.40
143	455256.00	292855.00	460.23	Carlota Zeledón de Rodríguez	Entre Ríos	Colón	15/08/2006	1.34	458.89
144	455768.00	292082.00	468.72	María Elena Escobar	Entre Ríos	Colón	15/08/2006	1.92	466.80
145	456186.00	292329.00	473.85	N.D.	Entre Ríos	Colón	N.D.	1.96	471.89
146	455915.00	292037.00	460.15	N.D.	Entre Ríos	Colón	N.D.	2.93	457.22
147	456195.00	291479.00	481.88	N.D.	Entre Ríos	Colón	N.D.	2.61	479.27
148	455952.68	291439.83	481.59	Víctor Manuel Niño	Entre Ríos	Colón	01/05/2005	2.52	479.07
149	457838.17	294442.08	461.11	Miguel Martel	Entre Ríos	Colón	01/05/2005	1.96	459.15

No.	X m	Y m	Z msnm	Propietario	Cantón	Municipio	Fecha de inventario	Prof. al agua m	Nivel Freático msnm
150	454517.19	291731.17	466.76	Familia Sánchez	Entre Ríos	Colón	31/03/2008	2.70	464.06
151	456815.00	291178.00	490.00	N.D.	Hacienda Nueva	Colón	N.D.	3.60	486.40
152	457122.00	290533.00	497.95	Manuel Vieytez	Hacienda Nueva	Colón	14/04/1970	7.84	490.11
153	456320.00	290225.00	490.08	Roberto Trabanino	Hacienda Nueva	Colón	13/04/1970	4.25	485.83
154	455846.68	290378.80	480.84	Sr. Antonio Cornejo	Hacienda Nueva	Colón	01/05/2005	1.17	479.67
155	459520.00	290936.00	522.45	N.D.	Lourdes	Colón	N.D.	27.00	495.45
156	459706.00	290454.00	533.02	N.D.	Lourdes	Colón	N.D.	35.90	497.12
157	459896.00	290789.00	529.92	N.D.	Lourdes	Colón	N.D.	31.46	498.46
158	461000.00	290591.00	551.72	Quiñones Meza Suces	Lourdes	Colón	15/04/1970	49.92	501.80
159	459520.27	290936.25	522.45	Gerardina de Alberto	Lourdes	Colón	26/04/2002	27.60	494.85
160	459628.93	291262.43	518.22	Ursula Santamaría	Lourdes	Colón	26/04/2002	23.68	494.54
161	459706.99	290454.73	533.02	Granja La Primera	Lourdes	Colón	26/04/2002	36.22	496.80
162	459896.78	290790.01	529.92	María Cleofes Jiménez Dimas	Lourdes	Colón	26/04/2002	32.16	497.76
163	449352.00	295818.00	462.34	Ernestina Salinas	La Presa	El Congo	15/08/2006	1.13	461.21
164	452642.00	283403.00	982.33	N.D.	Juan Higinio	Jayaque	N.D.	4.02	978.31
165	452642.46	283403.11	982.33	Helena Shuriato	Juan Higinio	Jayaque	19/04/2002	4.02	978.31
166	454973.00	288251.00	502.76	N.D.	La Labor	Jayaque	N.D.	20.20	482.56
167	453470.00	288700.00	498.68	N.D.	Las Flores	Jayaque	N.D.	10.98	487.70
168	453250.00	288120.00	508.45	N.D.	Las Flores	Jayaque	N.D.	23.25	485.20
169	452350.00	287370.00	533.73	N.D.	Las Flores	Jayaque	N.D.	12.55	521.18
170	453333.00	288675.00	497.16	N.D.	Las Flores	Jayaque	N.D.	12.56	484.60
171	453161.00	288105.00	509.00	N.D.	Las Flores	Jayaque	N.D.	24.03	484.97
172	453984.00	288850.00	494.03	Compañía El Granjero	Las Flores	Jayaque	13/04/1970	12.25	481.78
173	452987.00	288235.00	503.61	Rodolfo Cabrera	Las Flores	Jayaque	13/04/1970	16.92	486.69
174	453120.00	289450.00	487.13	N.D.	Las Flores	Jayaque	N.D.	3.95	483.18
175	454050.00	289250.00	484.42	N.D.	Las Flores	Jayaque	N.D.	3.40	481.02
176	468830.00	301900.00	416.29	María Virginia de Franco	El Puente	Quezaltepeque	19/07/1988	1.97	414.32
177	469740.00	302020.00	416.80	Lucía Rodas	El Puente	Quezaltepeque	19/07/1988	4.31	412.49
178	469727.19	302028.10	419.00	Juan Carlos Cativo	El Puente	Quezaltepeque	23/05/2009	5.13	413.87
179	468982.56	302118.09	410.00	Isabel Navarrete	El Puente	Quezaltepeque	23/05/2009	3.00	407.00

No.	X m	Y m	Z msnm	Propietario	Cantón	Municipio	Fecha de inventario	Prof. al agua m	Nivel Freático msnm
180	470340.00	300750.00	442.85	Tila Figueroa	El Señor	Quezaltepeque	19/07/1988	10.90	431.95
181	469340.00	299840.00	471.62	José Hueso	El Señor	Quezaltepeque	19/07/1988	8.84	462.78
182	470790.00	300080.00	467.83	Las Tumbias	El Señor	Quezaltepeque	20/04/2007	40.40	427.43
183	472463.53	308306.29	369.98	N.D.	Las Mercedes	Quezaltepeque	02/04/2004	9.70	360.28
184	471765.78	309938.81	331.91	N.D.	Las Mercedes	Quezaltepeque	02/04/2004	7.20	324.71
185	471360.00	303959.00	390.01	Edith Esther Hernández	Platanillos	Quezaltepeque	21/08/2006	3.15	386.86
186	469586.16	304692.56	386.97	N.D.	Sitio de los Nejapa	Quezaltepeque	13/04/2004	13.40	373.57
187	469465.88	304545.19	382.89	N.D.	Sitio de los Nejapa	Quezaltepeque	18/03/2004	20.50	362.39
188	469577.00	304695.00	387.38	Domingo Flamenco	Sitio de los Nejapa	Quezaltepeque	18/08/2006	13.15	374.23
189	471405.80	312907.75	338.90	N.D.	Tacachico	Quezaltepeque	02/04/2004	7.59	331.31
190	471618.21	312256.03	350.00	N.D.	Tacachico	Quezaltepeque	02/02/2004	2.82	347.18
191	471593.90	311988.70	356.61	N.D.	Tacachico	Quezaltepeque	02/04/2004	12.10	344.51
192	452989.00	291348.00	465.54	Geribal Omar Gutiérrez	Ateos	Sacacoyo	15/08/2006	2.64	462.90
193	453081.00	291466.00	463.58	Roxana Maribel Guardado	Ateos	Sacacoyo	15/08/2006	2.95	460.63
194	453280.00	290367.00	488.56	N.D.	Ateos	Sacacoyo	N.D.	8.76	479.80
195	455736.00	289917.00	488.23	N.D.	Ateos	Sacacoyo	N.D.	7.10	481.13
196	455169.00	290244.00	476.76	N.D.	Ateos	Sacacoyo	N.D.	1.00	475.76
197	453013.00	291314.00	468.32	N.D.	Ateos	Sacacoyo	N.D.	2.41	465.91
198	453109.00	292528.00	467.18	N.D.	Ateos	Sacacoyo	N.D.	4.08	463.10
199	453765.00	291191.00	467.80	N.D.	Ateos	Sacacoyo	N.D.	4.13	463.67
200	451512.00	291300.00	469.36	N.D.	Ateos	Sacacoyo	N.D.	7.62	461.74
201	452571.00	291171.00	464.06	N.D.	Ateos	Sacacoyo	N.D.	1.59	462.47
202	453425.00	291309.00	468.47	NUPLAN	Ateos	Sacacoyo	14/08/2006	4.38	464.09
203	454355.00	289260.00	487.35	Compañía El Granjero	Ateos	Sacacoyo	13/04/1970	4.01	483.34
204	453400.00	291223.00	472.24	Daglio y Co.	Ateos	Sacacoyo	13/04/1970	5.16	467.08
205	453106.77	292581.81	465.39	Marcos Cisneros	Ateos	Sacacoyo	01/05/2005	5.82	459.57
206	453280.63	290367.76	488.55	Miguel Ángel Benítez	Ateos	Sacacoyo	19/04/2002	8.76	479.79
207	450351.00	291232.00	483.30	Francisca R. De Mendoza	La Montañita	Sacacoyo	13/04/1970	13.39	469.91
208	451040.00	291240.00	486.61	Rafael Cortes	La Montañita	Sacacoyo	13/04/1970	9.36	477.25
209	461600.00	300160.00	435.51	José Funes	Agua Escondida	San Juan Opico	19/07/1988	18.75	416.76

No.	X m	Y m	Z msnm	Propietario	Cantón	Municipio	Fecha de inventario	Prof. al agua m	Nivel Freático msnm
210	461600.00	299750.00	450.42	Agua Escondida Calle a Opico	Agua Escondida	San Juan Opico	20/04/2007	24.00	426.42
211	463320.30	303044.29	430.00	Familia Iraheta	Agua Escondida	San Juan Opico	15/04/2008	20.00	410.00
212	461344.73	299208.90	435.22	Familia Gudel	Agua Escondida	San Juan Opico	24/04/2008	5.01	430.21
213	461507.96	299918.60	432.27	Saúl Cuellar	Agua Escondida	San Juan Opico	28/03/2003	31.40	400.87
214	461507.96	299918.60	432.27	N.D.	Agua Escondida	San Juan Opico	N.D.	31.40	400.87
215	463557.37	302933.33	426.71	José Antonio Balea	Agua Escondida	San Juan Opico	02/10/2009	9.13	417.58
216	463617.17	302751.94	420.30	Miguel Ángel Sosa	Agua Escondida	San Juan Opico	31/07/2010	5.64	414.66
217	460908.63	302786.60	425.84	Jorge Alberto Montoya	Agua Escondida	San Juan Opico	31/07/2010	11.80	414.04
218	459707.54	302825.31	436.03	Jesús Miranda Sosa	Agua Escondida	San Juan Opico	31/07/2010	16.17	419.86
219	461432.55	299697.46	438.41	Familia Santamaría	Agua Escondida	San Juan Opico	14/04/2008	23.00	415.41
220	462965.20	298293.95	479.00	Familia Murillo	Cantón El Matazano	San Juan Opico	14/04/2008	N. D.	N. D.
221	461700.00	296660.00	460.76	N.D.	Chanmico	San Juan Opico	19/07/1988	9.62	451.14
222	461979.40	297837.50	455.42	Nuevo Sitio, Calle Vieja	Chanmico	San Juan Opico	20/04/2007	20.60	434.82
223	460705.00	295224.90	469.39	Cerca Laguna Chanmico	Chanmico	San Juan Opico	20/04/2007	8.40	460.99
224	459774.16	295419.30	465.16	Lisandro Calderón	Chanmico	San Juan Opico	28/03/2003	4.44	460.72
225	459774.16	295419.30	465.16	N.D.	Chanmico	San Juan Opico	N.D.	4.44	460.72
226	461648.71	297610.58	451.46	Ángela Olga Espinoza	Chanmico	San Juan Opico	14/03/2009	14.90	436.56
227	461587.08	296556.63	459.89	Basilia Velásquez	Chanmico	San Juan Opico	31/07/2010	11.18	448.71
228	459681.58	295769.76	461.20	Ismael Monzón	Chanmico	San Juan Opico	31/07/2010	11.56	449.64
229	459866.33	296755.90	452.54	Yolanda Pérez	Chanmico	San Juan Opico	31/07/2010	6.13	446.41
230	461516.00	296143.00	465.92	CAISA	Chanmico	San Juan Opico	17/04/1970	11.83	454.09
231	459950.00	296035.00	459.07	I.C.R., Taller del I.C.R.	Chanmico	San Juan Opico	17/04/1970	7.78	451.29
232	461331.21	296175.96	459.46	Fam. Mina	Chanmico	San Juan Opico	25/04/2008	7.00	452.46
233	459764.52	306660.34	528.06	N.D.	Chanstusnene	San Juan Opico	19/03/2004	11.81	516.25
234	461522.00	300951.00	424.91	Teresa de Jesús Sánchez	Joya de Cerén	San Juan Opico	04/03/2005	18.34	406.57
235	461135.95	300177.29	451.17	María Alejandra López	Joya de Cerén	San Juan Opico	02/10/2009	22.35	428.82
236	461160.09	300257.15	451.62	Arturo Vásquez	Joya de Cerén	San Juan Opico	02/10/2009	22.89	428.73
237	461566.36	300825.05	426.13	Francisco Ayala	Joya de Cerén	San Juan Opico	31/07/2010	27.80	398.33
238	461301.21	300238.50	443.65	Presentación de La Paz Pineda	Joya de Cerén	San Juan Opico	31/07/2010	11.00	432.65
239	459770.00	299880.00	506.82	Visitación Santa Maria	Joya de Cerén	San Juan Opico	17/04/1970	22.45	484.37

No.	X m	Y m	Z msnm	Propietario	Cantón	Municipio	Fecha de inventario	Prof. al agua m	Nivel Freático msnm
240	461569.36	300825.05	426.13	Familia Ayala	Joya de Cerén	San Juan Opico	11/04/2008	30.00	396.13
241	459184.72	298797.43	461.82	Familia Abrego	Joya de Cerén	San Juan Opico	14/04/2008	15.00	446.82
242	455036.96	303920.82	530.83	Rosa Berta Rodríguez	La Nueva Encarnación	San Juan Opico	31/01/2004	30.94	499.89
243	454980.14	304053.05	526.21	Osmín Ayala	La Nueva Encarnación	San Juan Opico	31/01/2004	17.19	509.02
244	455613.30	303806.12	529.86	Rina Vda. De Molina	La Nueva Encarnación	San Juan Opico	31/01/2004	21.85	508.01
245	456437.14	304453.13	514.10	Salvador Ayala	La Nueva Encarnación	San Juan Opico	31/01/2004	16.00	498.10
246	455823.26	303673.63	526.57	Carlos Armando Villalobos	La Nueva Encarnación	San Juan Opico	31/01/2004	28.65	497.92
247	460749.00	292376.00	512.63	N.D.	Las Delicias	San Juan Opico	N.D.	13.47	499.16
248	460559.26	292206.83	519.08	Arturo Meza Hill	Las Delicias	San Juan Opico	31/07/2010	20.65	498.43
249	460417.49	293798.85	490.00	Manuel Antonio Hernández z	Las Delicias	San Juan Opico	31/07/2010	1.06	488.94
250	460267.00	293483.00	494.63	Castelli, Fabrica Cartotecnica	Las Delicias	San Juan Opico	15/04/1970	5.72	488.91
251	461675.05	293068.67	522.17	Caserío Areneras	Las Delicias	San Juan Opico	25/04/2008	21.34	500.83
252	460890.00	302860.00	424.46	Rafael Solís	San Pedro Oriente	San Juan Opico	19/07/1988	13.99	410.47
253	461907.23	305956.46	521.75	N.D.	San Pedro Oriente	San Juan Opico	19/03/2004	1.66	520.09
254	461916.00	306042.00	522.40	Carlos Alberto Torres	San Pedro Oriente	San Juan Opico	29/08/2005	0.72	521.68
255	461041.76	303459.39	421.09	Manuel Lemus	San Pedro Oriente	San Juan Opico	31/07/2010	3.42	417.67
256	461442.73	304534.35	445.56	Isidro Ernesto Ávila	San Pedro Oriente	San Juan Opico	31/07/2010	0.99	444.57
257	461442.73	304534.35	445.56	Familia Navarro	San Pedro Oriente	San Juan Opico	15/04/2008	4.57	440.99
258	461140.00	297560.00	443.69	Mariana de Castro Flores	Sitio del Niño	San Juan Opico	19/07/1988	9.62	434.07
259	461880.00	297880.00	452.61	Mercedes García	Sitio del Niño	San Juan Opico	19/07/1988	11.20	441.41
260	461140.00	298150.00	436.83	Pablo F. Mendoza	Sitio del Niño	San Juan Opico	19/07/1988	12.69	424.14
261	461390.00	298900.00	441.23	Martín Avalos	Sitio del Niño	San Juan Opico	19/07/1988	13.16	428.07
262	461420.00	299080.00	439.21	Rafael Hernández Dimas	Sitio del Niño	San Juan Opico	19/07/1988	15.49	423.72
263	460140.70	297422.30	451.01	Chanmico,Calle El Arco	Sitio del Niño	San Juan Opico	20/04/2007	9.30	441.71
264	460993.40	297261.20	444.72	Fábrica INDISA, San Juan Opico	Sitio del Niño	San Juan Opico	20/04/2007	7.00	437.72
265	460948.90	297584.00	442.12	Entra a Calle Arco	Sitio del Niño	San Juan Opico	20/04/2007	7.30	434.82
266	461027.20	297734.40	440.00	C.E.C Sitio del Niño	Sitio del Niño	San Juan Opico	20/04/2007	6.90	433.10
267	460383.50	297099.30	450.44	Planta Tropigás Pozo1	Sitio del Niño	San Juan Opico	20/04/2007	6.70	443.74
268	460554.60	297080.60	450.11	Planta Tropigás Pozo2	Sitio del Niño	San Juan Opico	20/04/2007	6.60	443.51
269	459806.16	296694.54	452.09	Iglesia Profética Promesa de	Sitio del Niño	San Juan Opico	15/04/2008	3.68	448.41

No.	X m	Y m	Z msnm	Propietario	Cantón	Municipio	Fecha de inventario	Prof. al agua m	Nivel Freático msnm
				Dios					
270	458071.01	295397.40	459.19	Fam. Avalos	Sitio del Niño	San Juan Opico	24/04/2008	1.96	457.23
271	460360.23	296831.36	453.00	Guadalupe Peñate	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	6.28	446.72
272	460615.70	296539.65	452.74	Victoria Geronima	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	4.89	447.85
273	460494.52	296254.05	457.27	Gilberto Alfonso	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	5.15	452.12
274	460037.04	296435.44	456.21	Rina I. Brizuela	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	7.17	449.04
275	460312.40	296187.95	458.50	Ignacio Quintanilla	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	7.66	450.84
276	460312.25	296090.23	459.35	Porfirio Echeverría	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	7.00	452.35
277	459976.89	295993.02	459.63	Eduardo E. Sánchez	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	8.38	451.25
278	460346.17	295881.83	461.16	Blanca E. Alfaro	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	7.21	453.95
279	459882.98	295864.10	460.21	Antonio Urquilla	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	9.76	450.45
280	460757.28	296021.33	460.22	Marta dC. Guerra	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	5.25	454.97
281	461020.65	297387.18	443.62	Margarita Romero	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	9.66	433.96
282	460958.00	297669.38	440.58	Maria Teresa Rodríguez	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	7.32	433.26
283	460210.31	297784.83	450.23	Rufino Ayala	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	11.63	438.60
284	460162.97	297465.92	450.74	Irma Estrada	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	10.62	440.12
285	460099.18	298172.19	450.14	Norberta Hernández	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	8.15	441.99
286	460173.16	298232.93	450.41	Rosendo Ayala	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	7.96	442.45
287	459800.15	296691.47	452.00	N.D.	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	3.78	448.22
288	459818.23	296728.32	452.03	N.D.	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	4.10	447.93
289	459996.35	297318.06	451.21	Claudia Maria Evangelista	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	4.85	446.36
290	460050.46	297348.71	451.33	Manuel Dionisio Chávez	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	6.12	445.21
291	459842.28	296743.65	452.35	Casa abandonada	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	4.76	447.59
292	459854.32	296759.00	452.41	Ángela Carrillo	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	4.95	447.46
293	459806.14	296679.17	452.29	José Eduardo Gamez	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	3.23	449.06
294	459782.06	296648.48	452.29	Rene Gamez	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	3.19	449.10
295	459737.13	296722.30	450.70	Hugo Salvador Gamez García	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	2.05	448.65
296	459743.35	296863.65	450.50	Gregorio Fuentes	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	2.60	447.90
297	459788.55	296955.77	451.03	Casa abandonada	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	4.20	446.83
298	460533.30	296874.73	452.06	Mauricio Siliezar	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	4.58	447.48

No.	X m	Y m	Z msnm	Propietario	Cantón	Municipio	Fecha de inventario	Prof. al agua m	Nivel Freático msnm
299	460524.27	296856.31	452.27	Maria Ángela Cartagena	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	4.67	447.60
300	460740.42	296788.37	450.88	Emilio González	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	4.93	445.95
301	460551.38	296908.51	451.75	Iglesia Apostoles y Profetas	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	4.93	446.82
302	460509.20	296825.60	452.58	Rafael Alfaro	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	4.66	447.92
303	459652.29	296249.19	457.02	Elmer García	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	8.37	448.65
304	459561.89	296061.88	459.40	Samuel López	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	9.15	450.25
305	459330.84	296209.74	457.65	Rómulo Chavarria	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	7.90	449.75
306	458767.44	297018.83	451.39	Rosa Elba Pleitez	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	3.00	448.39
307	458833.84	297221.54	450.23	Hernán García - Alquila	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	2.76	447.47
308	459013.93	297144.43	450.21	Ana Gloria Gonzáles de Avalos	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	3.62	446.59
309	458509.96	297535.50	450.95	Josefa Lina González	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2009	6.65	444.30
310	457777.00	297192.00	449.87	Evangelina Díaz Mejía	Sitio del Niño	San Juan Opico	15/08/2006	5.76	444.11
311	461059.37	297172.02	449.10	Pedro Jacobo Ramírez	Sitio del Niño	San Juan Opico	28/03/2003	11.40	437.70
312	460987.83	297534.74	442.24	Carmen López	Sitio del Niño	San Juan Opico	28/03/2003	10.83	431.41
313	461059.37	297172.02	449.10	N.D.	Sitio del Niño	San Juan Opico	N.D.	11.40	437.70
314	460987.83	297534.74	442.24	N.D.	Sitio del Niño	San Juan Opico	N.D.	10.83	431.41
315	459537.57	295877.54	459.76	Mario Sandoval	Sitio del Niño	San Juan Opico	18/12/2008	9.85	449.91
316	459546.89	296074.20	459.71	Sandra Nohemy Alas	Sitio del Niño	San Juan Opico	22/12/2008	8.91	450.80
317	459829.06	295963.13	459.79	Delia García	Sitio del Niño	San Juan Opico	22/12/2008	8.47	451.32
318	459850.44	296190.50	458.00	Marta Elsa Quijano	Sitio del Niño	San Juan Opico	22/12/2008	7.80	450.20
319	459661.34	296276.84	457.00	Francisco Mejía Coto	Sitio del Niño	San Juan Opico	22/12/2008	6.87	450.13
320	459967.90	296396.21	456.33	Luis Alonso Andrade	Sitio del Niño	San Juan Opico	22/12/2008	7.11	449.22
321	459760.82	296507.16	454.78	Francisco Aquino	Sitio del Niño	San Juan Opico	22/12/2008	5.42	449.36
322	460961.02	297679.21	440.13	Pastor de Jesús Flores	Sitio del Niño	San Juan Opico	31/07/2010	7.22	432.91
323	461574.10	297930.28	452.28	Julio Antonio Guardado	Sitio del Niño	San Juan Opico	31/07/2010	19.34	432.94
324	461250.69	298579.16	440.45	María Magdalena Sánchez	Sitio del Niño	San Juan Opico	31/07/2010	8.24	432.21
325	458678.00	297436.90	450.97	Porfirio Moreno Morales	Sitio del Niño	San Juan Opico	31/07/2010	4.90	446.07
326	459205.73	298785.10	461.50	Oscar Cardoza	Sitio del Niño	San Juan Opico	31/07/2010	16.55	444.95
327	461035.00	297605.00	441.57	Francisco Dueñas T.	Sitio del Niño	San Juan Opico	17/04/1970	5.75	435.82
328	458380.00	296126.00	456.06	M.A.G.	Sitio del Niño	San Juan Opico	15/04/1970	7.01	449.05

No.	X m	Y m	Z msnm	Propietario	Cantón	Municipio	Fecha de inventario	Prof. al agua m	Nivel Freático msnm
329	458647.17	296936.05	452.62	Catalina Serrano	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2005	6.50	446.12
330	458600.00	296950.00	452.78	Catalina de Serrano	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2005	3.34	449.44
331	458650.00	296900.00	452.90	Arnoldo Rodas	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2005	3.50	449.40
332	458655.00	296900.00	452.87	Teresa Hernández	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2005	3.73	449.14
333	458680.00	297200.00	451.17	Rosa de Moreno	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2005	4.37	446.80
334	458050.00	297000.00	450.89	Josefa López	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2005	2.60	448.29
335	458370.42	297669.63	450.29	Don Apolincrio Meneses	Sitio del Niño	San Juan Opico	01/05/2005	5.16	445.13
336	458863.04	296696.01	453.91	Familia Romero	Sitio del Niño	San Juan Opico	14/04/2008	12.00	441.91
337	460955.00	297670.00	440.58	Familia Cubías	Sitio del Niño	San Juan Opico	14/04/2008	8.23	432.35
338	463327.56	306065.05	513.57	N.D.	El Jicaro	San Matías	19/03/2004	0.96	512.61
339	466227.24	305501.83	492.25	N.D.	El Jicaro	San Matías	19/03/2004	10.65	481.60
340	465410.04	305121.85	536.06	N.D.	El Jicaro	San Matías	19/03/2004	2.40	533.66
341	469834.42	311628.07	334.52	N.D.	El Jocote	San Matías	02/04/2004	5.00	329.52
342	469764.16	310577.18	331.07	N.D.	El Jocote	San Matías	18/03/2004	7.48	323.59
343	470030.45	309814.76	341.09	N.D.	El Jocote	San Matías	18/03/2004	9.30	331.79
344	469847.50	309962.47	339.10	MINED,C. E. Ctón. El Jocote	El Jocote	San Matías	18/08/2006	5.84	333.26
345	470677.78	314140.84	315.33	N.D.	San Pedro Las Flores	San Matías	02/04/2004	6.05	309.28
346	468755.14	312778.66	339.61	N.D.	San Pedro Las Flores	San Matías	18/03/2004	7.83	331.78
347	468797.02	312658.76	338.15	N.D.	San Pedro Las Flores	San Matías	18/03/2004	5.45	332.70
348	470545.75	314177.87	313.98	N.D.	San Pedro Las Flores	San Matías	18/03/2004	5.65	308.33
349	452650.00	289380.00	490.24	N.D.	Los Alpes/ El Zope	Tepecoyo	N.D.	10.92	479.32

ANEXO Nº 9

INVENTARIO DE MANANTIALES

Inventario de manantiales dentro de la Cuenca del Río Sucio

No.	X m	Y m	Z msnm	Propietario	Lugar	Cantón	Municipio	Fecha de inventario
1	442071.00	293784.00	626.67	N.D.	Centinela 1 (Río Pito)	Azacualpa	Armenia	04/10/2001
2	442431.67	293749.04	640.98	N.D.	Centinela 2	Azacualpa	Armenia	01/01/1968
3	442611.96	293203.62	609.29	N.D.	Centinela 3	Azacualpa	Armenia	01/01/1968
4	447825.00	295575.00	500.50	N.D.	Manantiales y rio Paso Hondo 1	El Rosario	Armenia	04/10/2001
5	445981.00	294210.00	576.81	N.D.	El Ujushtal (Santa Teresa)	El Rosario	Armenia	04/10/2001
6	448045.38	292806.54	499.69	Mireille Sunsin	Man. Sunsin	Las tres Ceibas	Armenia	01/05/2005
7	443396.00	293156.00	610.10	N.D.	San Ricardo	Valle Nuevo	Armenia	04/10/2001
8	455033.56	301951.03	487.63	Cantón Santa Rosa	Manantial Río Amayo	Santa Lucia	Ciudad Arce	N.D.
9	454709.35	302019.19	507.98	Cantón Santa Rosa	Manantial Los Chorros	Santa Lucia	Ciudad Arce	N.D.
10	455136.53	302454.82	486.37	Cantón Santa Rosa	Manantial Santa Rosa	Santa Rosa	Ciudad Arce	N.D.
11	451354.41	299318.72	473.19	AGUA CALIENTE	N.D.	Zapotitán	Ciudad Arce	31/05/1988
12	451401.20	299403.90	474.15	ND	Termos del Río	Zapotitán	Ciudad Arce	01/05/2005
13	450715.52	297324.78	468.44	Alicia Jiménez	Man. Naranjo	Zapotitán	Ciudad Arce	01/05/2005
14	450718.73	297432.32	471.60	Nacimiento El Chorrito	N.D.	Zapotitán	Ciudad Arce	01/07/2008
15	450755.62	299469.65	513.19	Nacimiento El Chorrón	N.D.	El Tinteral	Coatepeque	N.D.
16	450661.00	303271.00	540.40	LA JOYA	N.D.	La Joya	Coatepeque	31/05/1988
17	465325.00	286000.00	724.81	LOS CHORROS	N.D.	El Manguito	Colón	31/05/1988
18	448556.00	296963.00	484.48	N.D.	Tata Matias	La Presa	El Congo	04/10/2001
19	447936.00	296963.00	500.01	N.D.	El Chupadero	La Presa	El Congo	04/10/2001
20	448985.00	295927.00	466.77	N.D.	Paso Hondo 2	La Presa	El Congo	04/10/2001
21	472378.54	315912.13	328.18	N.D.	La Joya	El Tronador	El Paisnal	16/03/2004
22	452642.29	286283.10	644.70	Nacimiento El Tanque	Sacacoyo	Las Minas	Jayaque	19/04/2002
23	468626.07	302834.53	393.88	N.D.	La Toma	El Puente	Quezaltepeque	13/04/2004
24	468700.00	302875.00	391.62	LA TOMA	N.D.	El Puente	Quezaltepeque	25/05/1988
25	468657.00	303182.00	391.00	CAFECO S.A. de C:V:	N.D.	El Puente	Quezaltepeque	04/03/2005
26	471750.00	304200.00	401.02	PLATANILLOS	N.D.	Platanillos	Quezaltepeque	25/05/1988
27	464850.00	302125.00	431.42	SAN LORENZO (Z.N.)	N.D.	Primavera	Quezaltepeque	20/05/1988
28	464600.00	302425.00	419.70	LA ISLA	N.D.	Primavera	Quezaltepeque	30/05/1988
29	471703.14	310304.57	338.16	N.D.	Hda. Rancho	Tacachico	Quezaltepeque	02/04/2004
30	464475.00	302950.00	411.02	EL JUTE	N.D.	Agua Escondida	San Juan Opico	31/05/1988

No.	X m	Y m	Z msnm	Propietario	Lugar	Cantón	Municipio	Fecha de inventario
31	465200.00	293750.00	828.77	El Jabalincito	N.D.	El Jabali	San Juan Opico	01/12/1961
32	461850.00	303175.00	422.51	EL CHORRERON	N.D.	San Pedro Oriente	San Juan Opico	31/05/1988
33	470085.81	313563.79	324.91	N.D.	Hda. Quemado	San Pedro Las Flores	San Matias	18/03/2004
34	470587.84	314236.21	321.14	N.D.	Had. Quemado	San Pedro Las Flores	San Matias	18/03/2004

ANEXO Nº 10

MONITOREO DE NIVELES FREATICOS, ACUIFERO EL PLAYON.

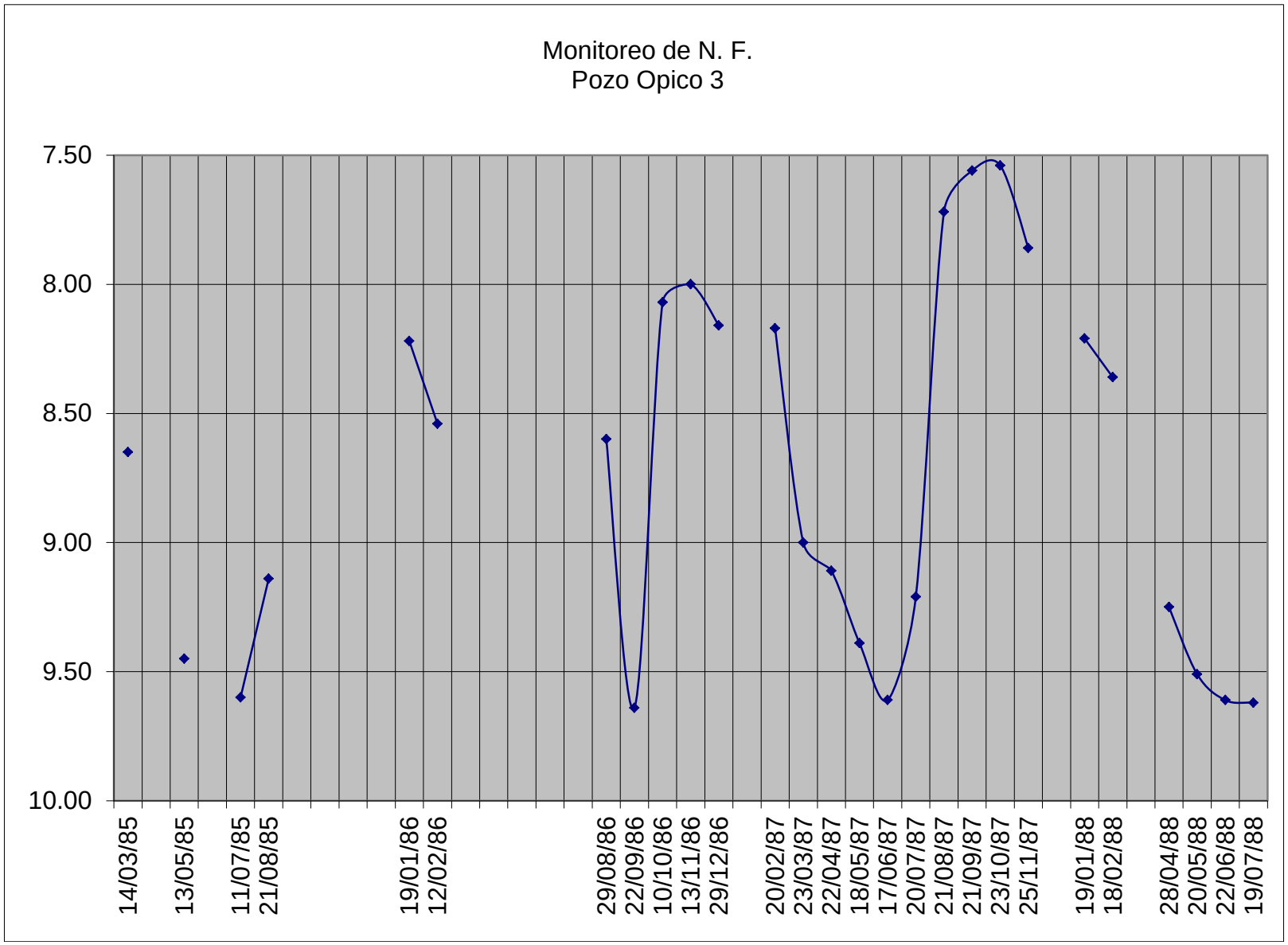
PERÍODO 1985-1988.

Datos de Monitoreo del nivel freático en el acuífero Opico-El Playón. Pozo Nº 3.

Pozo #	Fecha de Inventario	Propietario	Coordenadas		Elevación msnm	Fecha	N. F.
			Este	Norte			
3	19/07/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	14/03/85	8.65
3	20/07/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	13/05/85	9.45
3	21/07/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	11/07/85	9.60
3	22/07/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	21/08/85	9.14
3	23/07/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	19/01/86	8.22
3	24/07/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	12/02/86	8.54
3	25/07/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	29/08/86	8.60
3	26/07/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	22/09/86	9.64
3	27/07/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	10/10/86	8.07
3	28/07/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	13/11/86	8.00
3	29/07/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	29/12/86	8.16
3	30/07/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	20/02/87	8.17
3	31/07/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	23/03/87	9.00
3	01/08/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	22/04/87	9.11
3	02/08/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	18/05/87	9.39
3	03/08/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	17/06/87	9.61
3	04/08/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	20/07/87	9.21
3	05/08/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	21/08/87	7.72
3	06/08/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	21/09/87	7.56
3	07/08/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	23/10/87	7.54
3	08/08/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	25/11/87	7.86
3	09/08/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	19/01/88	8.21
3	10/08/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	18/02/88	8.36
3	11/08/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	28/04/88	9.25
3	12/08/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	20/05/88	9.51
3	13/08/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	22/06/88	9.61
3	14/08/1988	N.D.	461700.00	296660.00	460.76	19/07/88	9.62

Estadísticas de la variación del nivel freático

Columna1	
Media	8.73333333
Error típico	0.13748867
Mediana	8.65
Desviación estándar	0.71441208
Varianza de la muestra	0.51038462
Rango	2.1
Mínimo	7.54
Máximo	9.64
Suma	235.8
Cuenta	27

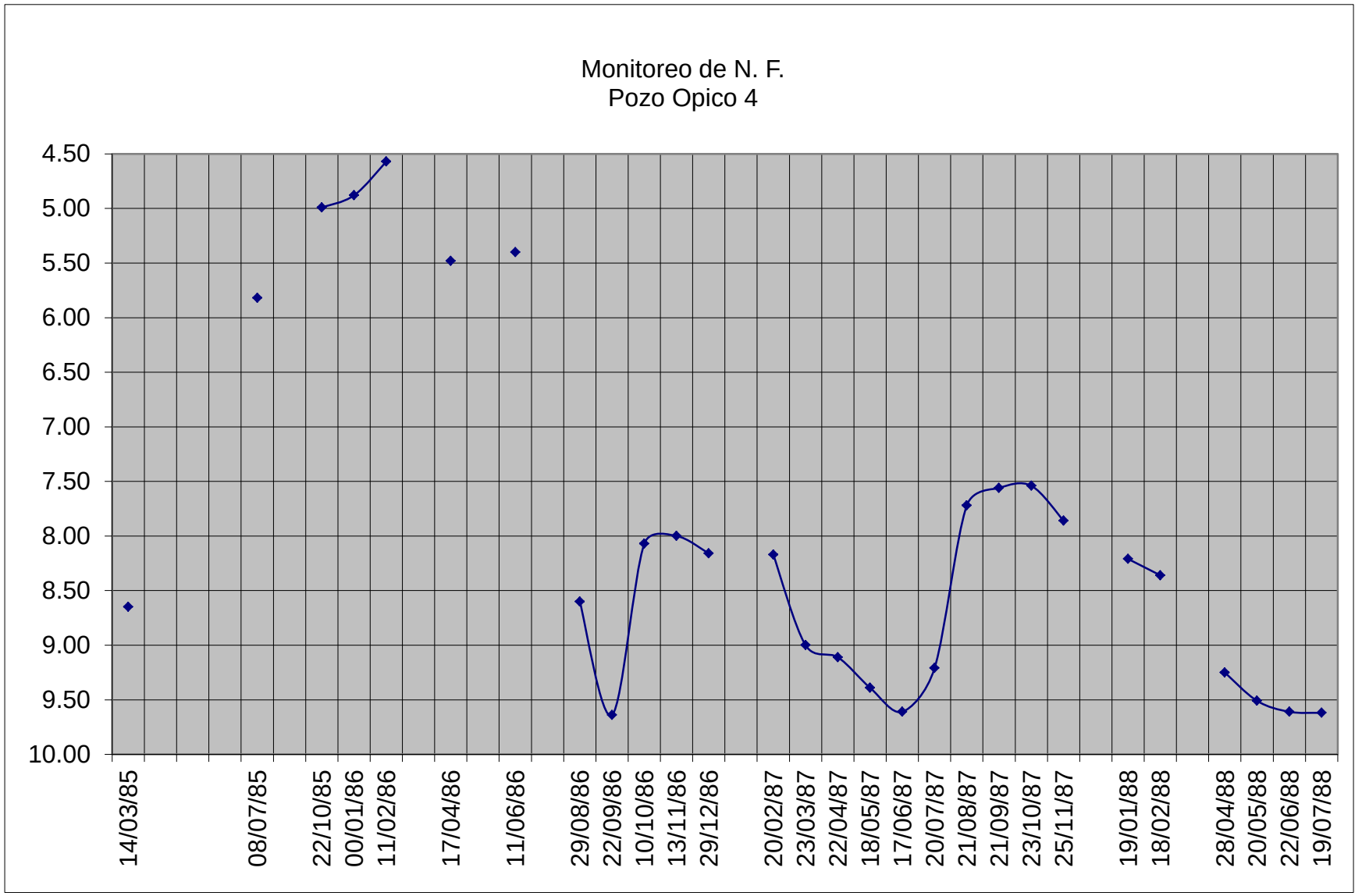

Monitoreo de N. F.
Pozo Opico 3
7.50
8.00
8.50
9.00
9.50
10.00
14/03/85
13/05/85
11/07/85
21/08/85
19/01/86
12/02/86
29/08/86
22/09/86
10/10/86
13/11/86
29/12/86
20/02/87
23/03/87
22/04/87
18/05/87
17/06/87
20/07/87
21/08/87
21/09/87
23/10/87
25/11/87
19/01/88
18/02/88
28/04/88
20/05/88
22/06/88
19/07/88

Datos de Monitoreo del nivel freático en el acuífero Opico-El Playón. Pozo Nº 4

Pozo #	Fecha de Inventario	Propietario	Coordenadas		Elevación msnm	Fecha	N. F.
			Este	Norte			
4	19/07/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	14/03/85	8.65
4	20/07/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	08/07/85	5.82
4	21/07/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	16/08/85	4.88
4	23/07/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	22/10/85	4.99
4	24/07/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	00/01/86	4.88
4	25/07/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	11/02/86	4.57
4	26/07/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	17/04/86	5.48
4	27/07/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	11/06/86	5.40
4	28/07/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	29/08/86	8.60
4	29/07/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	22/09/86	9.64
4	30/07/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	10/10/86	8.07
4	31/07/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	13/11/86	8.00
4	01/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	29/12/86	8.16
4	02/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	20/02/87	8.17
4	03/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	23/03/87	9.00
4	04/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	22/04/87	9.11
4	05/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	18/05/87	9.39
4	06/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	17/06/87	9.61
4	07/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	20/07/87	9.21
4	08/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	21/08/87	7.72
4	09/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	21/09/87	7.56
4	10/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	23/10/87	7.54
4	11/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	25/11/87	7.86
4	12/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	19/01/88	8.21
4	13/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	18/02/88	8.36
4	14/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	28/04/88	9.25
4	15/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	20/05/88	9.51
4	16/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	22/06/88	9.61
4	17/08/1988	Mariana de Castro Flores	461140.00	297560.00	443.69	19/07/88	9.62

Estadísticas de la variación del nivel freático

Columna1	
Media	7.82310345
Error típico	0.31139488
Mediana	8.17
Desviación estándar	1.67691277
Varianza de la muestra	2.81203645
Rango	5.07
Mínimo	4.57
Máximo	9.64
Suma	226.87
Cuenta	29

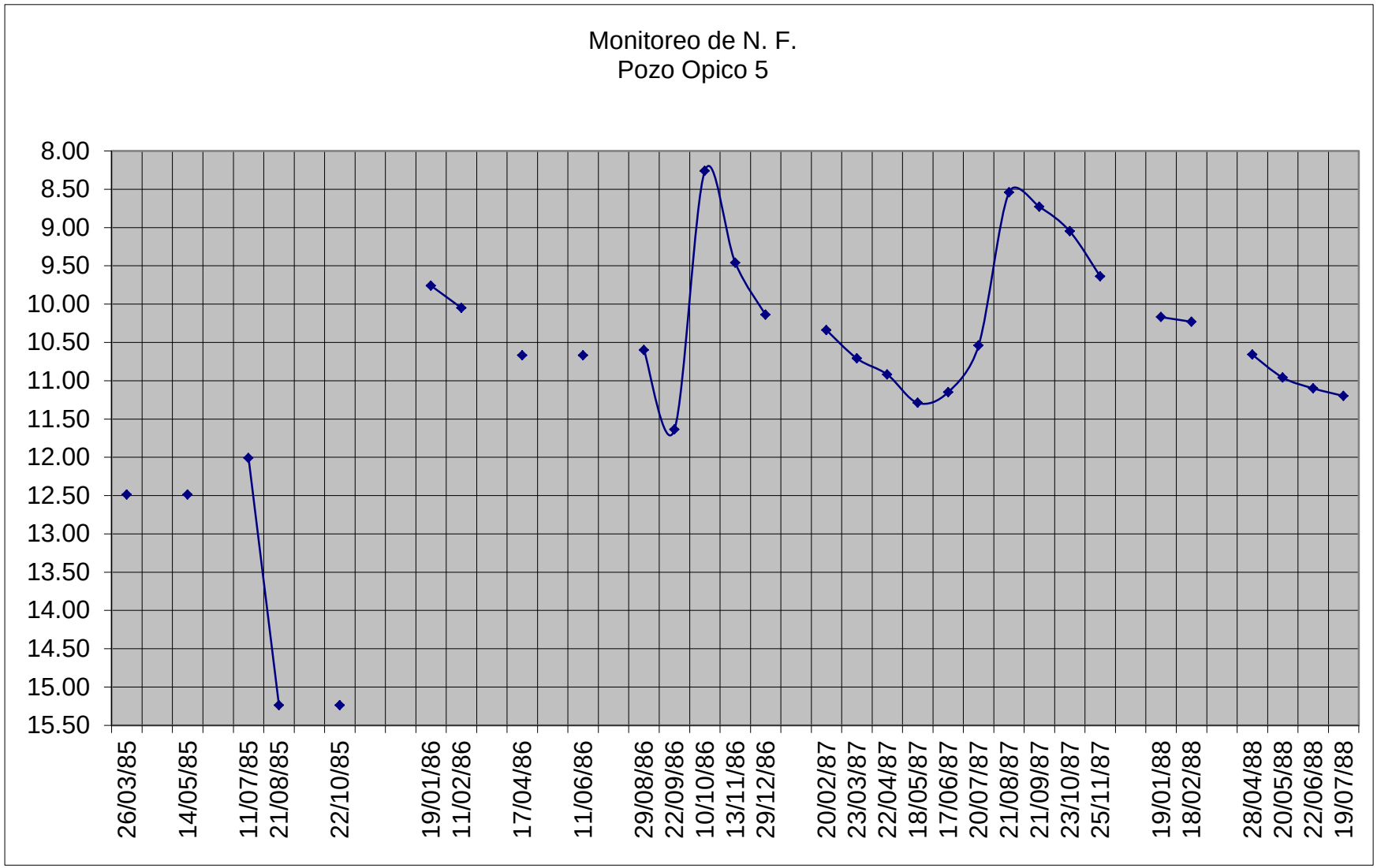

Monitoreo de N. F.
Pozo Opico 4
4.50
5.00
5.50
6.00
6.50
7.00
7.50
8.00
8.50
9.00
9.50
10.00
14/03/85
08/07/85
22/10/85
00/01/86
11/02/86
17/04/86
11/06/86
29/08/86
22/09/86
10/10/86
13/11/86
29/12/86
20/02/87
23/03/87
22/04/87
18/05/87
17/06/87
20/07/87
21/08/87
21/09/87
23/10/87
25/11/87
19/01/88
18/02/88
28/04/88
20/05/88
22/06/88
19/07/88

Datos de Monitoreo del nivel freático en el acuífero Opico-El Playón. Pozo Nº 5

Pozo #	Fecha de Inventario	Propietario	Coordenadas		Elevación msnm	Fecha	N. F.
			Este	Norte			
5	19/07/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	26/03/85	12.49
5	20/07/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	14/05/85	12.49
5	21/07/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	11/07/85	12.01
5	22/07/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	21/08/85	15.24
5	23/07/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	22/10/85	15.24
5	24/07/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	19/01/86	9.76
5	25/07/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	11/02/86	10.05
5	26/07/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	17/04/86	10.67
5	27/07/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	11/06/86	10.67
5	28/07/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	29/08/86	10.60
5	29/07/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	22/09/86	11.64
5	30/07/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	10/10/86	8.26
5	31/07/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	13/11/86	9.46
5	01/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	29/12/86	10.14
5	02/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	20/02/87	10.34
5	03/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	23/03/87	10.71
5	04/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	22/04/87	10.92
5	05/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	18/05/87	11.29
5	06/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	17/06/87	11.15
5	07/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	20/07/87	10.54
5	08/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	21/08/87	8.54
5	09/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	21/09/87	8.73
5	10/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	23/10/87	9.05
5	11/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	25/11/87	9.64
5	12/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	19/01/88	10.17
5	13/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	18/02/88	10.23
5	14/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	28/04/88	10.66
5	15/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	20/05/88	10.96
5	16/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	22/06/88	11.10
5	17/08/1988	Mercedes García	461880.00	297880.00	452.61	19/07/88	11.20

Estadísticas de la variación del nivel freático

Columna1	
Media	10.7983333
Error típico	0.29004878
Mediana	10.665
Desviación estándar	1.5886626
Varianza de la muestra	2.52384885
Rango	6.98
Mínimo	8.26
Máximo	15.24
Suma	323.95
Cuenta	30

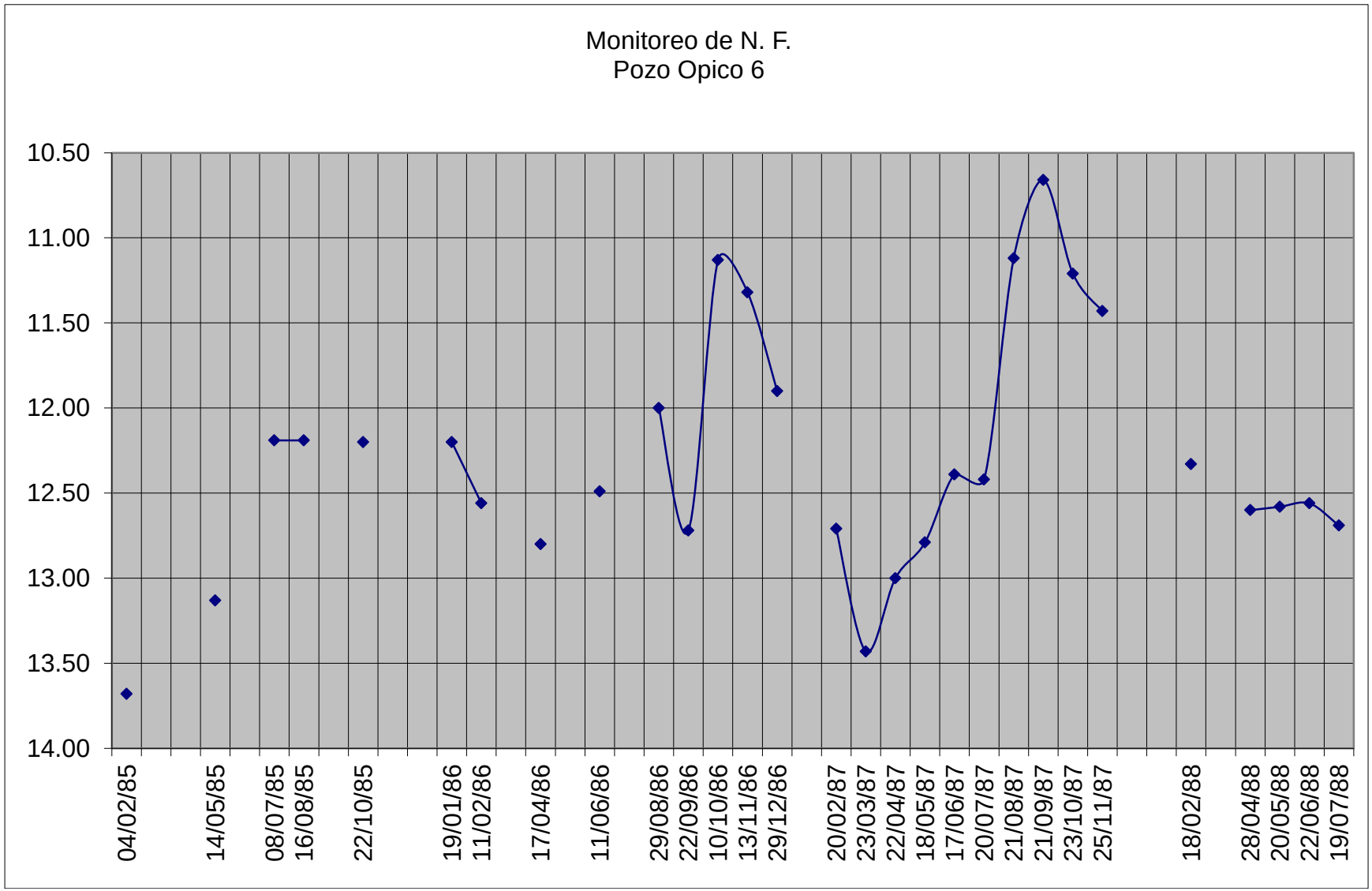

Monitoreo de N. F.
Pozo Opico 5
8.00
8.50
9.00
9.50
10.00
10.50
11.00
11.50
12.00
12.50
13.00
13.50
14.00
14.50
15.00
15.50
26/03/85
14/05/85
11/07/85
21/08/85
22/10/85
19/01/86
11/02/86
17/04/86
11/06/86
29/08/86
22/09/86
10/10/86
13/11/86
29/12/86
20/02/87
23/03/87
22/04/87
18/05/87
17/06/87
20/07/87
21/08/87
21/09/87
23/10/87
25/11/87
19/01/88
18/02/88
28/04/88
20/05/88
22/06/88
19/07/88

Datos de Monitoreo del nivel freático en el acuífero Opico-El Playón. Pozo Nº 6

Pozo #	Fecha de Inventario	Propietario	Coordenadas		Elevación msnm	Fecha	N. F.
			Este	Norte			
6	19/07/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	04/02/85	13.68
6	20/07/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	14/05/85	13.13
6	21/07/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	08/07/85	12.19
6	22/07/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	16/08/85	12.19
6	23/07/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	22/10/85	12.20
6	24/07/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	19/01/86	12.20
6	25/07/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	11/02/86	12.56
6	26/07/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	17/04/86	12.80
6	27/07/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	11/06/86	12.49
6	28/07/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	29/08/86	12.00
6	29/07/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	22/09/86	12.72
6	30/07/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	10/10/86	11.13
6	31/07/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	13/11/86	11.32
6	01/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	29/12/86	11.90
6	02/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	20/02/87	12.71
6	03/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	23/03/87	13.43
6	04/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	22/04/87	13.00
6	05/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	18/05/87	12.79
6	06/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	17/06/87	12.39
6	07/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	20/07/87	12.42
6	08/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	21/08/87	11.12
6	09/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	21/09/87	10.66
6	10/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	23/10/87	11.21
6	11/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	25/11/87	11.43
6	12/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	18/02/88	12.33
6	13/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	28/04/88	12.60
6	14/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	20/05/88	12.58
6	15/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	22/06/88	12.56
6	16/08/1988	Pablo F. Mendoza	461140.00	298150.00	436.83	19/07/88	12.69

Estadísticas de la variación del nivel freático

Columna1	
Media	12.2906897
Error típico	0.13297462
Mediana	12.42
Desviación estándar	0.71609023
Varianza de la muestra	0.51278522
Rango	3.02
Mínimo	10.66
Máximo	13.68
Suma	356.43
Cuenta	29

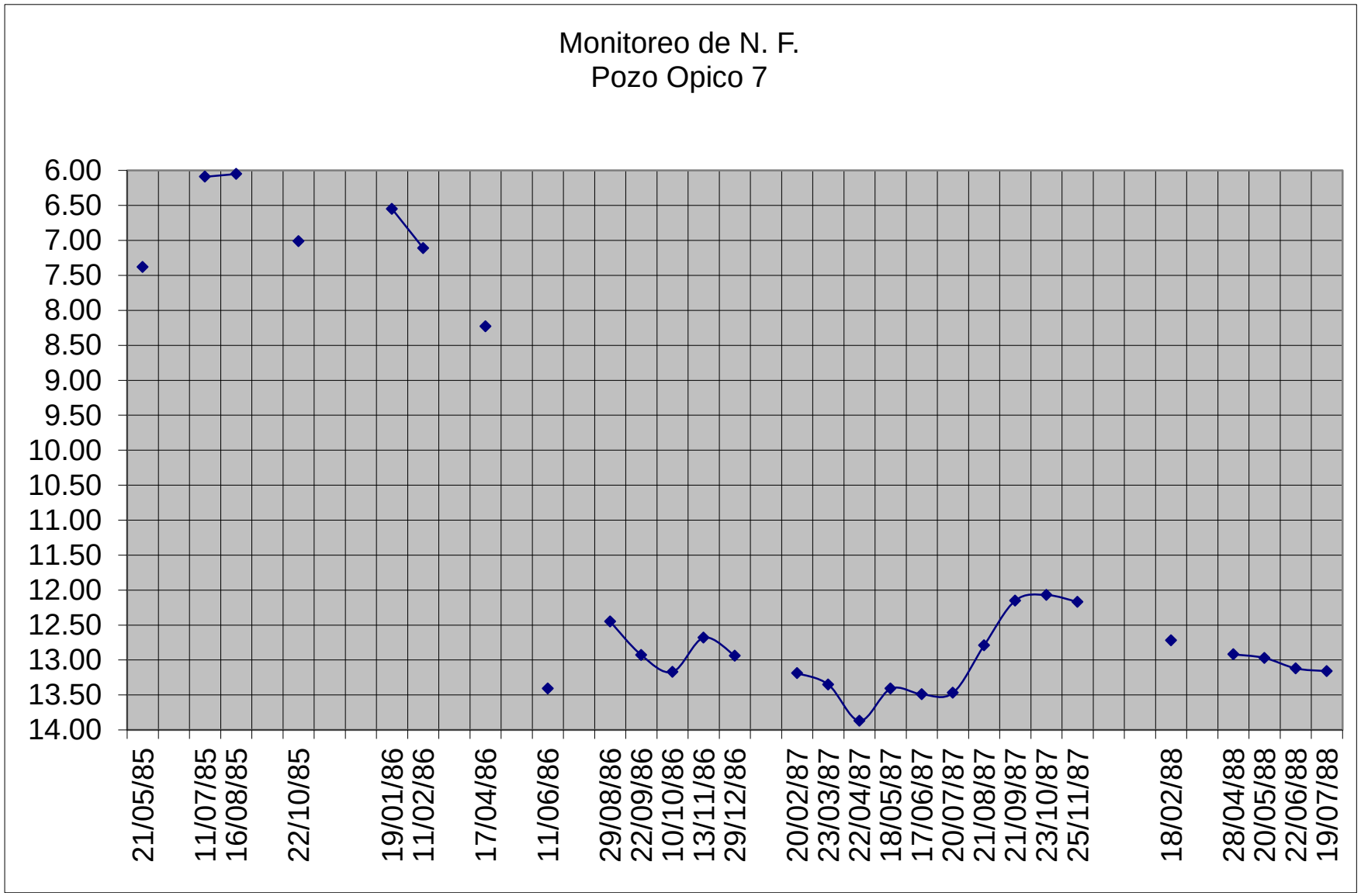

Monitoreo de N. F.
Pozo Opico 6
10.50
11.00
11.50
12.00
12.50
13.00
13.50
14.00
04/02/85
14/05/85
08/07/85
16/08/85
22/10/85
19/01/86
11/02/86
17/04/86
11/06/86
29/08/86
22/09/86
10/10/86
13/11/86
29/12/86
20/02/87
23/03/87
22/04/87
18/05/87
17/06/87
20/07/87
21/08/87
21/09/87
23/10/87
25/11/87
18/02/88
28/04/88
20/05/88
22/06/88
19/07/88

Datos de Monitoreo del nivel freático en el acuífero Opico-El Playón. Pozo Nº 7

Pozo #	Fecha de Inventario	Propietario	Coordenadas		Elevación msnm	Fecha	N. F.
			Este	Norte			
7	19/07/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	21/05/85	7.38
7	20/07/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	11/07/85	6.09
7	21/07/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	16/08/85	6.05
7	22/07/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	22/10/85	7.01
7	23/07/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	19/01/86	6.55
7	24/07/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	11/02/86	7.11
7	25/07/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	17/04/86	8.23
7	26/07/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	11/06/86	13.41
7	27/07/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	29/08/86	12.45
7	28/07/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	22/09/86	12.93
7	29/07/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	10/10/86	13.17
7	30/07/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	13/11/86	12.68
7	31/07/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	29/12/86	12.94
7	01/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	20/02/87	13.19
7	02/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	23/03/87	13.35
7	03/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	22/04/87	13.87
7	04/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	18/05/87	13.41
7	05/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	17/06/87	13.49
7	06/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	20/07/87	13.47
7	07/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	21/08/87	12.79
7	08/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	21/09/87	12.15
7	09/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	23/10/87	12.07
7	10/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	25/11/87	12.17
7	11/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	18/02/88	12.72
7	12/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	28/04/88	12.92
7	13/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	20/05/88	12.97
7	14/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	22/06/88	13.12
7	15/08/1988	Martín Avalos	461390.00	298900.00	441.23	19/07/88	13.16

Estadísticas de la variación del nivel freático

Columna1	
Media	11.4589286
Error típico	0.51520077
Mediana	12.855
Desviación estándar	2.72618624
Varianza de la muestra	7.4320914
Rango	7.82
Mínimo	6.05
Máximo	13.87
Suma	320.85
Cuenta	28

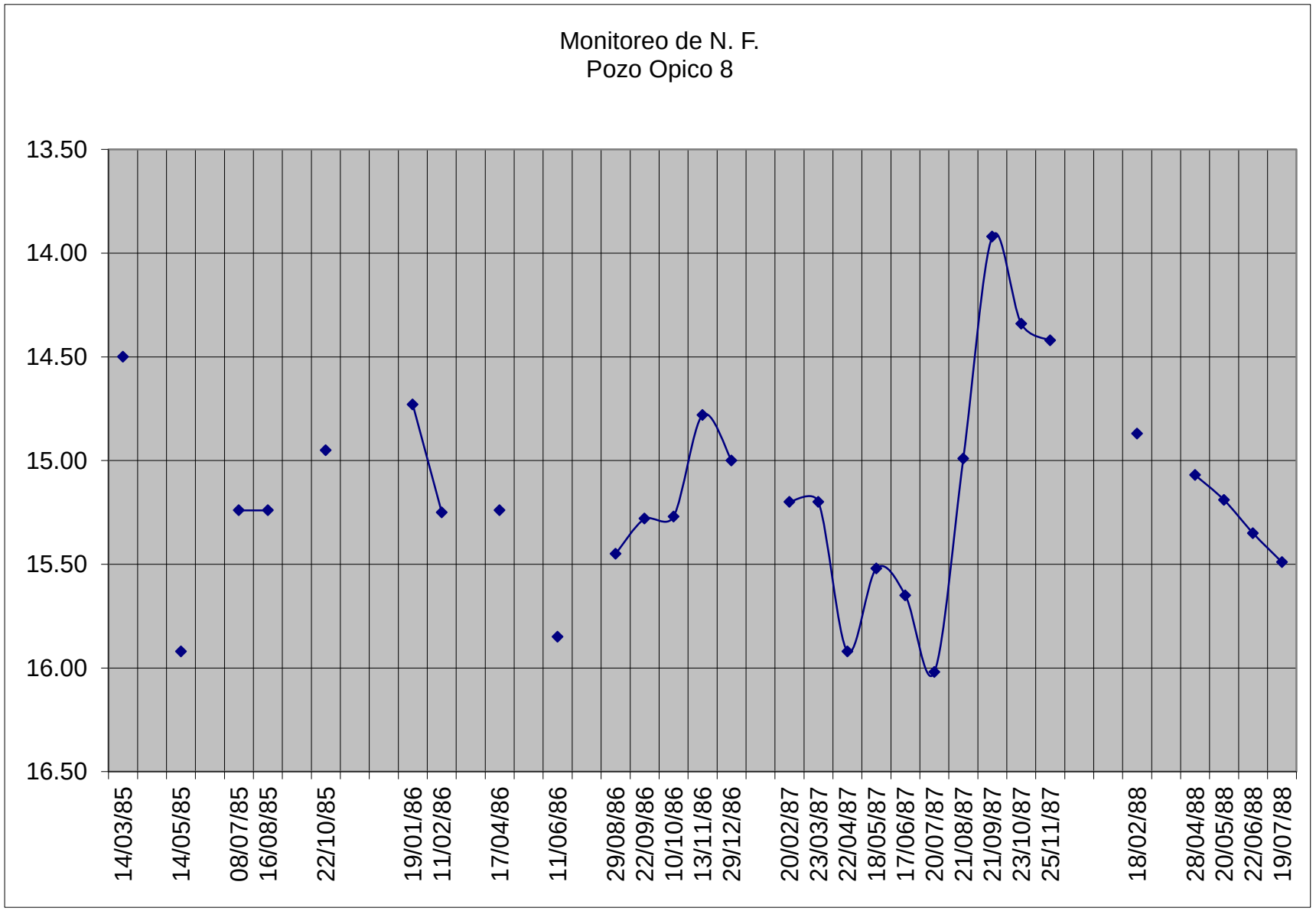

Monitoreo de N. F.
Pozo Opico 7
6.00
6.50
7.00
7.50
8.00
8.50
9.00
9.50
10.00
10.50
11.00
11.50
12.00
12.50
13.00
13.50
14.00
21/05/85
11/07/85
16/08/85
22/10/85
19/01/86
11/02/86
17/04/86
11/06/86
29/08/86
22/09/86
10/10/86
13/11/86
29/12/86
20/02/87
23/03/87
22/04/87
18/05/87
17/06/87
20/07/87
21/08/87
21/09/87
23/10/87
25/11/87
18/02/88
28/04/88
20/05/88
22/06/88
19/07/88

Datos de Monitoreo del nivel freático en el acuífero Opico-El Playón. Pozo Nº 8

Pozo #	Fecha de Inventario	Propietario	Coordenadas		Elevación msnm	Fecha	N. F.
			Este	Norte			
8	19/07/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	14/03/85	14.50
8	20/07/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	14/05/85	15.92
8	21/07/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	08/07/85	15.24
8	22/07/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	16/08/85	15.24
8	23/07/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	22/10/85	14.95
8	24/07/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	19/01/86	14.73
8	25/07/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	11/02/86	15.25
8	26/07/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	17/04/86	15.24
8	27/07/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	11/06/86	15.85
8	28/07/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	29/08/86	15.45
8	29/07/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	22/09/86	15.28
8	30/07/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	10/10/86	15.27
8	31/07/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	13/11/86	14.78
8	01/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	29/12/86	15.00
8	02/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	20/02/87	15.20
8	03/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	23/03/87	15.20
8	04/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	22/04/87	15.92
8	05/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	18/05/87	15.52
8	06/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	17/06/87	15.65
8	07/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	20/07/87	16.02
8	08/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	21/08/87	14.99
8	09/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	21/09/87	13.92
8	10/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	23/10/87	14.34
8	11/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	25/11/87	14.42
8	12/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	18/02/88	14.87
8	13/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	28/04/88	15.07
8	14/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	20/05/88	15.19
8	15/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	22/06/88	15.35
8	16/08/1988	Rafael Hernández Dimas	461420.00	299080.00	439.21	19/07/88	15.49

Estadísticas de la variación del nivel freático

Columna1	
Media	15.1672414
Error típico	0.09110284
Mediana	15.24
Desviación estándar	0.49060383
Varianza de la muestra	0.24069212
Rango	2.1
Mínimo	13.92
Máximo	16.02
Suma	439.85
Cuenta	29

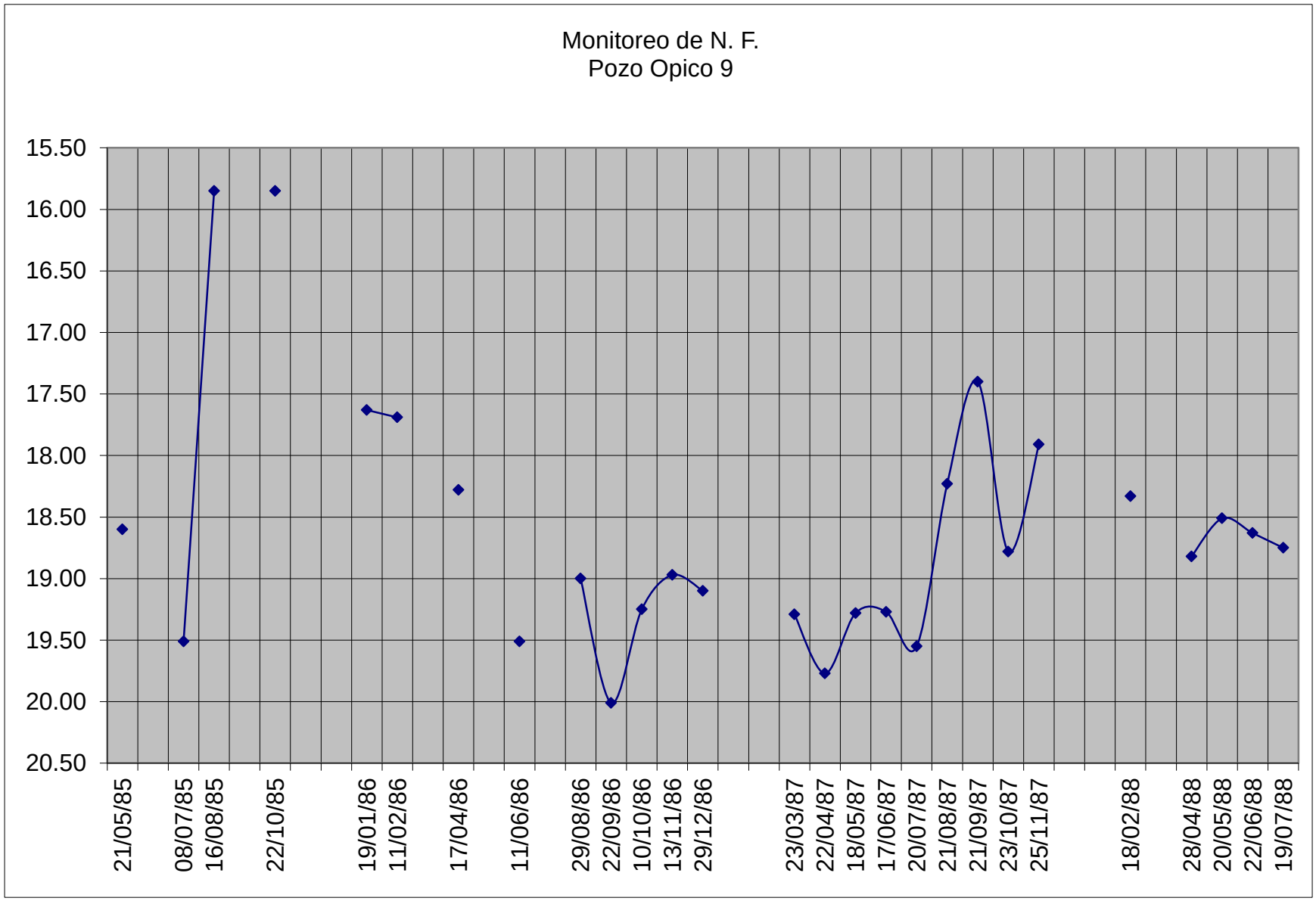

Monitoreo de N. F.
Pozo Opico 8
13.50
14.00
14.50
15.00
15.50
16.00
16.50
14/03/85
14/05/85
08/07/85
16/08/85
22/10/85
19/01/86
11/02/86
17/04/86
11/06/86
29/08/86
22/09/86
10/10/86
13/11/86
29/12/86
20/02/87
23/03/87
22/04/87
18/05/87
17/06/87
20/07/87
21/08/87
21/09/87
23/10/87
25/11/87
18/02/88
28/04/88
20/05/88
22/06/88
19/07/88

Datos de Monitoreo del nivel freático en el acuífero Opico-El Playón. Pozo Nº 9

Pozo #	Fecha de Inventario	Propietario	Coordenadas		Elevación msnm	Fecha	N. F.
			Este	Norte			
9	19/07/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	21/05/85	18.60
9	20/07/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	08/07/85	19.51
9	21/07/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	16/08/85	15.85
9	22/07/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	22/10/85	15.85
9	23/07/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	19/01/86	17.63
9	24/07/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	11/02/86	17.69
9	25/07/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	17/04/86	18.28
9	26/07/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	11/06/86	19.51
9	27/07/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	29/08/86	19.00
9	28/07/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	22/09/86	20.01
9	29/07/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	10/10/86	19.25
9	30/07/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	13/11/86	18.97
9	31/07/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	29/12/86	19.10
9	01/08/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	23/03/87	19.29
9	02/08/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	22/04/87	19.77
9	03/08/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	18/05/87	19.28
9	04/08/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	17/06/87	19.27
9	05/08/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	20/07/87	19.55
9	06/08/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	21/08/87	18.23
9	07/08/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	21/09/87	17.40
9	08/08/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	23/10/87	18.78
9	09/08/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	25/11/87	17.91
9	10/08/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	18/02/88	18.33
9	11/08/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	28/04/88	18.82
9	12/08/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	20/05/88	18.51
9	13/08/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	22/06/88	18.63
9	14/08/1988	José Funes	461600.00	300160.00	435.51	19/07/88	18.75

Estadísticas de la variación del nivel freático

Columna1	
Media	18.5840741
Error típico	0.1979246
Mediana	18.78
Desviación estándar	1.0284464
Varianza de la muestra	1.05770199
Rango	4.16
Mínimo	15.85
Máximo	20.01
Suma	501.77
Cuenta	27

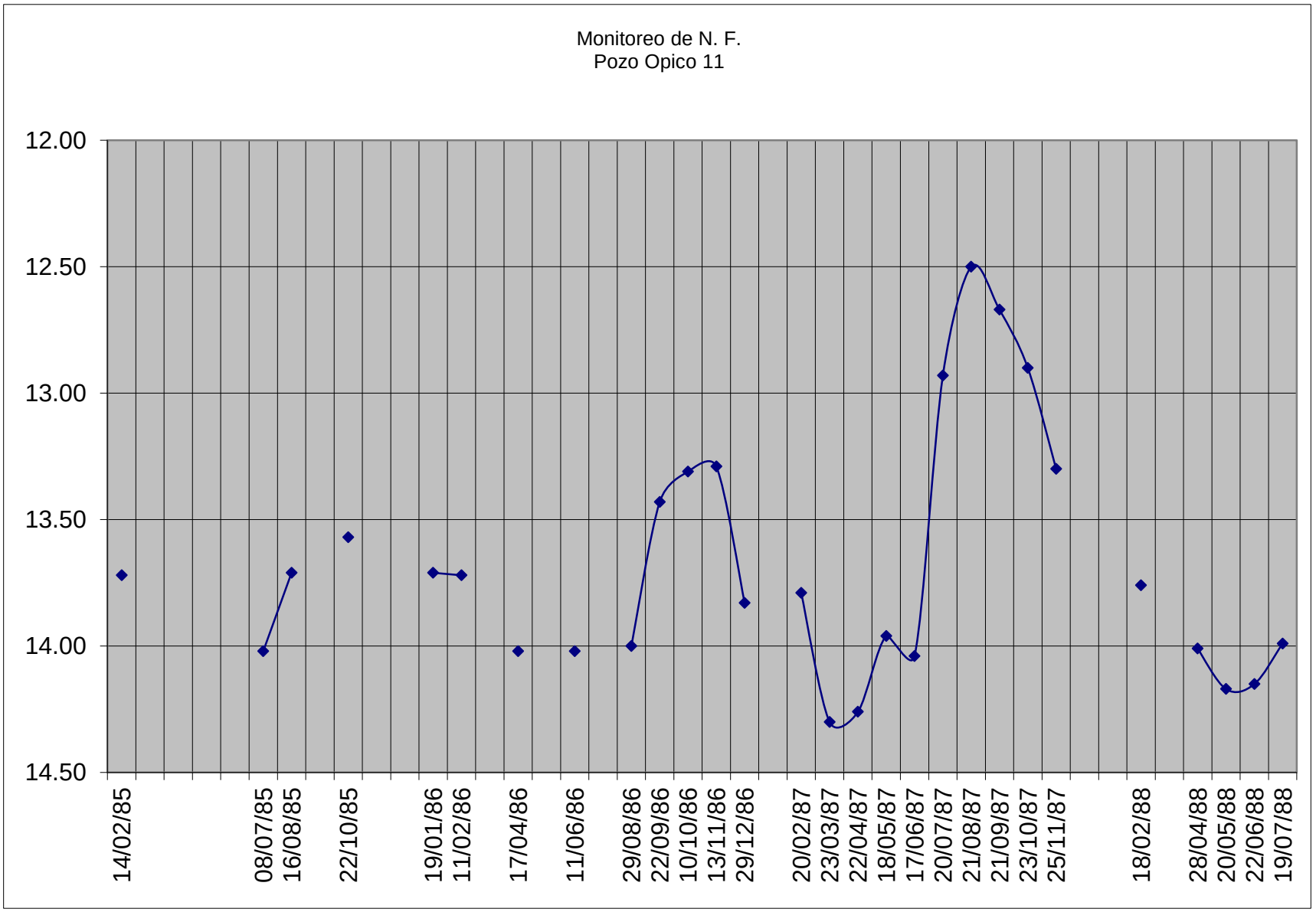

Monitoreo de N. F.
Pozo Opico 9
15.50
16.00
16.50
17.00
17.50
18.00
18.50
19.00
19.50
20.00
20.50
21/05/85
08/07/85
16/08/85
22/10/85
19/01/86
11/02/86
17/04/86
11/06/86
29/08/86
22/09/86
10/10/86
13/11/86
29/12/86
23/03/87
22/04/87
18/05/87
17/06/87
20/07/87
21/08/87
21/09/87
23/10/87
25/11/87
18/02/88
28/04/88
20/05/88
22/06/88
19/07/88

Datos de Monitoreo del nivel freático en el acuífero Opico-El Playón. Pozo Nº 11

Pozo #	Fecha de Inventario	Propietario	Coordenadas		Elevación msnm	Fecha	N. F.
			Este	Norte			
11	19/07/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	14/02/85	13.72
11	20/07/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	08/07/85	14.02
11	21/07/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	16/08/85	13.71
11	22/07/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	22/10/85	13.57
11	23/07/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	19/01/86	13.71
11	24/07/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	11/02/86	13.72
11	25/07/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	17/04/86	14.02
11	26/07/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	11/06/86	14.02
11	27/07/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	29/08/86	14.00
11	28/07/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	22/09/86	13.43
11	29/07/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	10/10/86	13.31
11	30/07/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	13/11/86	13.29
11	31/07/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	29/12/86	13.83
11	01/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	20/02/87	13.79
11	02/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	23/03/87	14.30
11	03/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	22/04/87	14.26
11	04/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	18/05/87	13.96
11	05/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	17/06/87	14.04
11	06/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	20/07/87	12.93
11	07/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	21/08/87	12.50
11	08/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	21/09/87	12.67
11	09/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	23/10/87	12.90
11	10/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	25/11/87	13.30
11	11/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	18/02/88	13.76
11	12/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	28/04/88	14.01
11	13/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	20/05/88	14.17
11	14/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	22/06/88	14.15
11	15/08/1988	Rafael Solís	460890.00	302860.00	424.46	19/07/88	13.99

Estadísticas de la variación del nivel freático

Columna1	
Media	13.6814286
Error típico	0.09042333
Mediana	13.775
Desviación estándar	0.47847531
Varianza de la muestra	0.22893862
Rango	1.8
Mínimo	12.5
Máximo	14.3
Suma	383.08
Cuenta	28

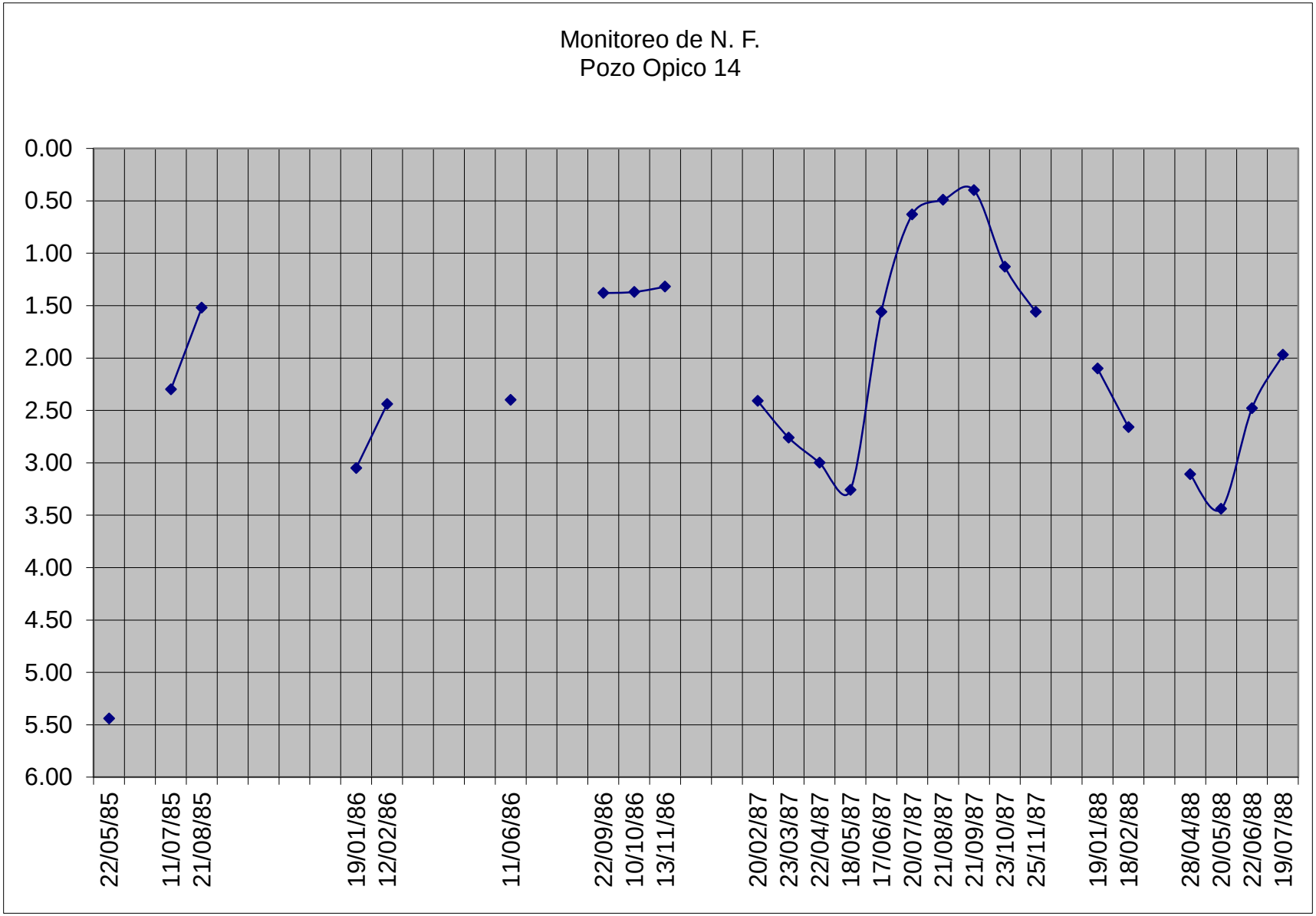

Monitoreo de N. F.
Pozo Opico 11
12.00
12.50
13.00
13.50
14.00
14.50
14/02/85
08/07/85
16/08/85
22/10/85
19/01/86
11/02/86
17/04/86
11/06/86
29/08/86
22/09/86
10/10/86
13/11/86
29/12/86
20/02/87
23/03/87
22/04/87
18/05/87
17/06/87
20/07/87
21/08/87
21/09/87
23/10/87
25/11/87
18/02/88
28/04/88
20/05/88
22/06/88
19/07/88

Datos de Monitoreo del nivel freático en el acuífero Opico-El Playón. Pozo Nº 14

Pozo #	Fecha de Inventario	Propietario	Coordenadas		Elevación msnm	Fecha	N. F.
			Este	Norte			
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	22/05/85	5.44
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	11/07/85	2.30
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	19/01/86	3.05
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	12/02/86	2.44
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	11/06/86	2.40
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	22/09/86	1.38
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	10/10/86	1.37
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	13/11/86	1.32
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	20/02/87	2.41
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	23/03/87	2.76
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	22/04/87	3.00
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	18/05/87	3.26
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	17/06/87	1.56
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	20/07/87	0.63
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	21/08/87	0.49
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	21/09/87	0.40
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	23/10/87	1.13
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	25/11/87	1.56
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	19/01/88	2.10
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	18/02/88	2.66
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	28/04/88	3.11
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	20/05/88	3.44
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	22/06/88	2.48
14	19/07/1988	María Virginia de Franco	468830.00	301900.00	416.29	19/07/88	1.97

Estadísticas de la variación del nivel freático

Columna1	
Media	2.1672
Error típico	0.22110293
Mediana	2.3
Desviación estándar	1.10551466
Varianza de la muestra	1.22216267
Rango	5.04
Mínimo	0.4
Máximo	5.44
Suma	54.18
Cuenta	25

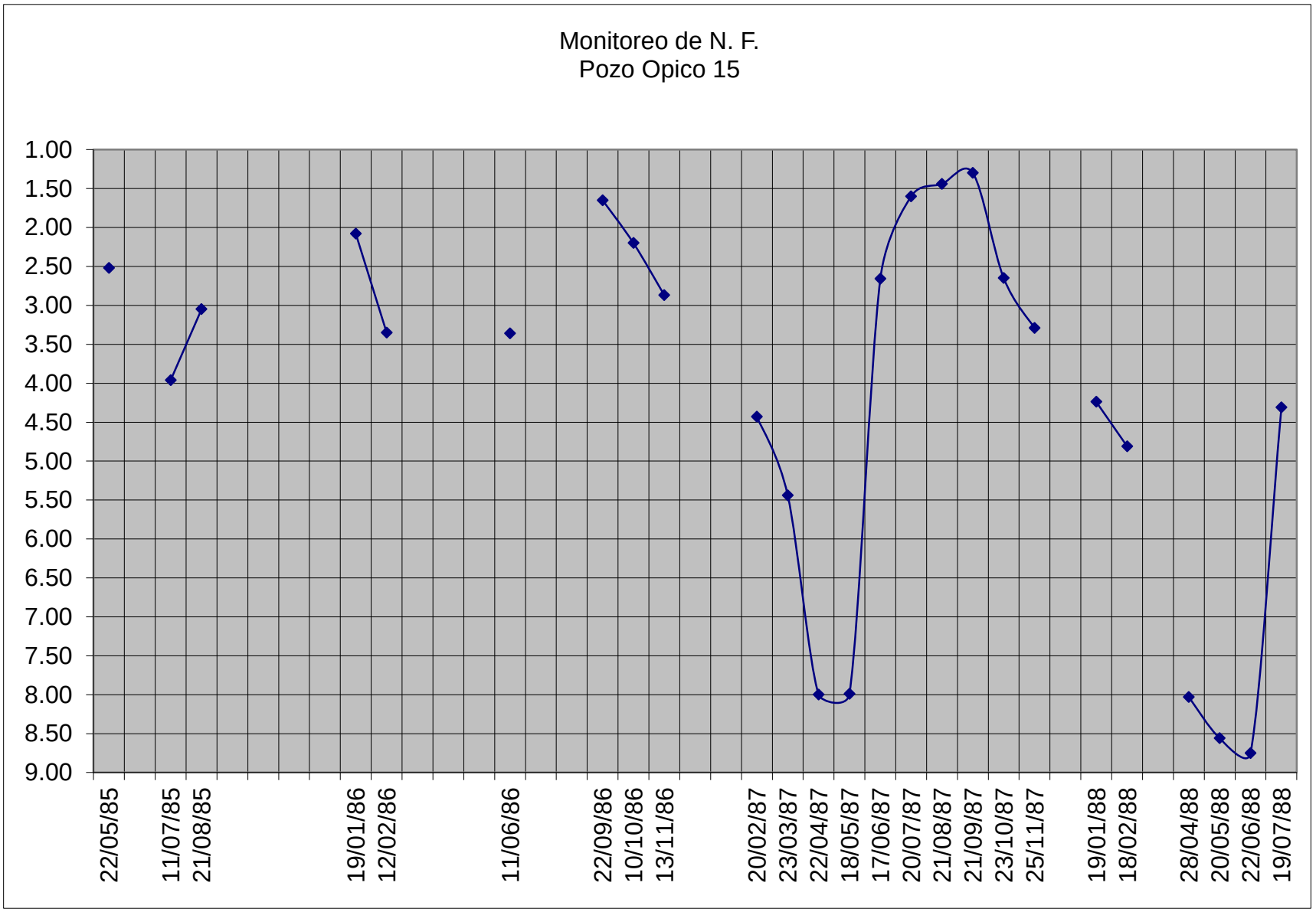

Monitoreo de N. F.
Pozo Opico 14
0.00
0.50
1.00
1.50
2.00
2.50
3.00
3.50
4.00
4.50
5.00
5.50
6.00
22/05/85
11/07/85
21/08/85
19/01/86
12/02/86
11/06/86
22/09/86
10/10/86
13/11/86
20/02/87
23/03/87
22/04/87
18/05/87
17/06/87
20/07/87
21/08/87
21/09/87
23/10/87
25/11/87
19/01/88
18/02/88
28/04/88
20/05/88
22/06/88
19/07/88

Datos de Monitoreo del nivel freático en el acuífero Opico-El Playón. Pozo Nº 15

Pozo #	Fecha de Inventario	Propietario	Coordenadas		Elevación msnm	Fecha	N. F.
			Este	Norte			
15	19/07/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	22/05/85	2.52
15	20/07/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	11/07/85	3.96
15	21/07/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	21/08/85	3.05
15	22/07/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	19/01/86	2.08
15	23/07/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	12/02/86	3.35
15	24/07/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	11/06/86	3.36
15	25/07/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	22/09/86	1.65
15	26/07/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	10/10/86	2.20
15	27/07/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	13/11/86	2.87
15	28/07/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	20/02/87	4.43
15	29/07/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	23/03/87	5.44
15	30/07/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	22/04/87	8.00
15	31/07/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	18/05/87	7.99
15	01/08/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	17/06/87	2.66
15	02/08/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	20/07/87	1.60
15	03/08/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	21/08/87	1.44
15	04/08/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	21/09/87	1.30
15	05/08/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	23/10/87	2.65
15	06/08/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	25/11/87	3.29
15	07/08/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	19/01/88	4.24
15	08/08/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	18/02/88	4.81
15	09/08/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	28/04/88	8.03
15	10/08/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	20/05/88	8.56
15	11/08/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	22/06/88	8.75
15	12/08/1988	Lucía Rodas	469740.00	302020.00	416.80	19/07/88	4.31

Estadísticas de la variación del nivel freático

Columna1	
Media	4.1016
Error típico	0.47557953
Mediana	3.35
Desviación estándar	2.37789767
Varianza de la muestra	5.65439733
Rango	7.45
Mínimo	1.3
Máximo	8.75
Suma	102.54
Cuenta	25

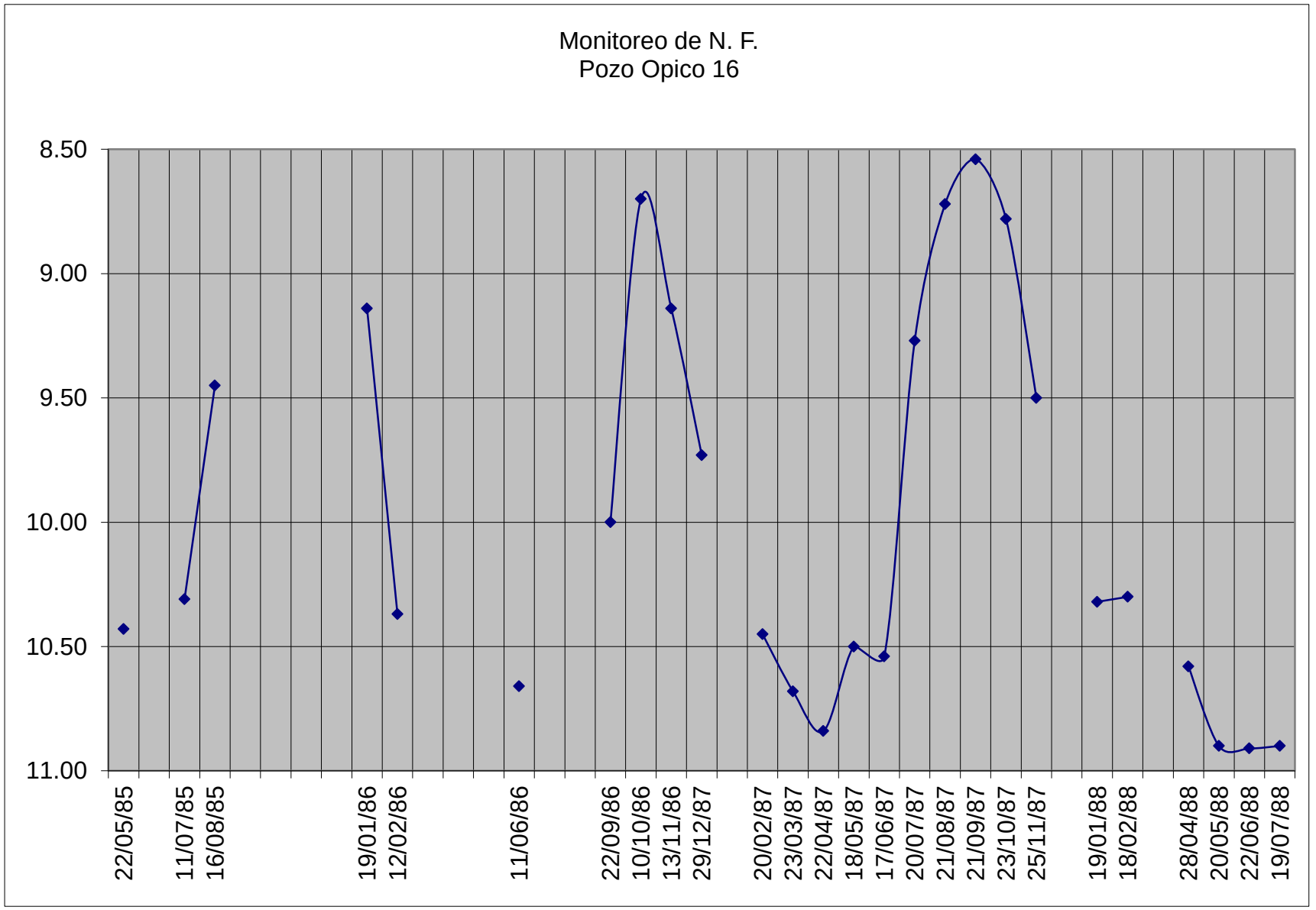

Monitoreo de N. F.
Pozo Opico 15
1.00
1.50
2.00
2.50
3.00
3.50
4.00
4.50
5.00
5.50
6.00
6.50
7.00
7.50
8.00
8.50
9.00
22/05/85
11/07/85
21/08/85
19/01/86
12/02/86
11/06/86
22/09/86
10/10/86
13/11/86
20/02/87
23/03/87
22/04/87
18/05/87
17/06/87
20/07/87
21/08/87
21/09/87
23/10/87
25/11/87
19/01/88
18/02/88
28/04/88
20/05/88
22/06/88
19/07/88

Datos de Monitoreo del nivel freático en el acuífero Opico-El Playón. Pozo Nº 16

Pozo #	Fecha de Inventario	Propietario	Coordenadas		Elevación msnm	Fecha	N. F.
			Este	Norte			
16	19/07/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	22/05/85	10.43
16	20/07/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	11/07/85	10.31
16	21/07/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	16/08/85	9.45
16	22/07/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	19/01/86	9.14
16	23/07/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	12/02/86	10.37
16	24/07/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	11/06/86	10.66
16	25/07/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	22/09/86	10.00
16	26/07/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	10/10/86	8.70
16	27/07/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	13/11/86	9.14
16	28/07/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	29/12/87	9.73
16	29/07/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	20/02/87	10.45
16	30/07/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	23/03/87	10.68
16	31/07/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	22/04/87	10.84
16	01/08/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	18/05/87	10.50
16	02/08/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	17/06/87	10.54
16	03/08/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	20/07/87	9.27
16	04/08/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	21/08/87	8.72
16	05/08/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	21/09/87	8.54
16	06/08/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	23/10/87	8.78
16	07/08/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	25/11/87	9.50
16	08/08/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	19/01/88	10.32
16	09/08/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	18/02/88	10.30
16	10/08/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	28/04/88	10.58
16	11/08/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	20/05/88	10.90
16	12/08/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	22/06/88	10.91
16	13/08/1988	Tila Figueroa	470340.00	300750.00	442.85	19/07/88	10.90

Estadísticas de la variación del nivel freático

Columna1	
Media	9.98692308
Error típico	0.15354255
Mediana	10.315
Desviación estándar	0.78291644
Varianza de la muestra	0.61295815
Rango	2.37
Mínimo	8.54
Máximo	10.91
Suma	259.66
Cuenta	26

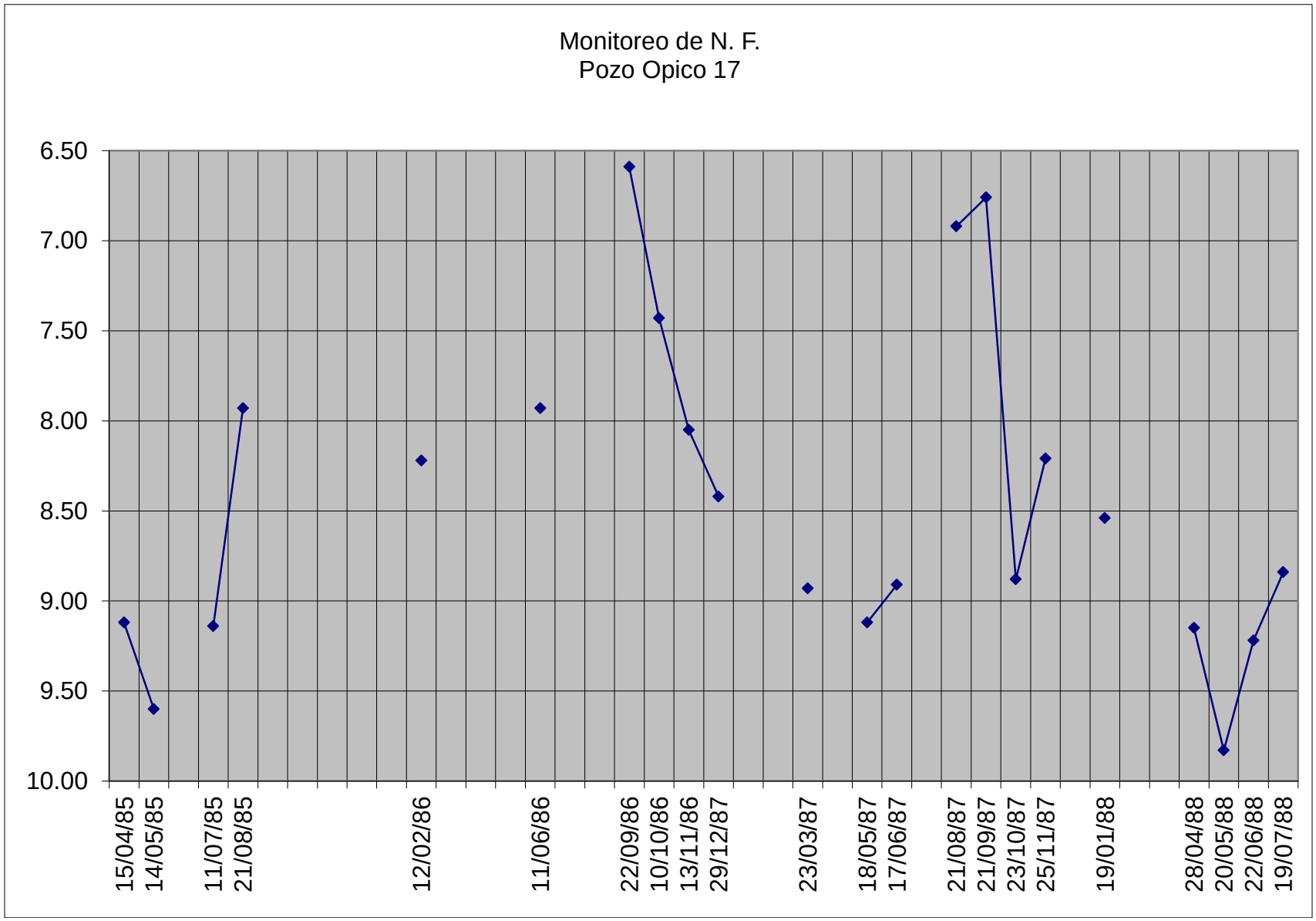

Monitoreo de N. F.
Pozo Opico 16
8.50
9.00
9.50
10.00
10.50
11.00
22/05/85
11/07/85
16/08/85
19/01/86
12/02/86
11/06/86
22/09/86
10/10/86
13/11/86
29/12/87
20/02/87
23/03/87
22/04/87
18/05/87
17/06/87
20/07/87
21/08/87
21/09/87
23/10/87
25/11/87
19/01/88
18/02/88
28/04/88
20/05/88
22/06/88
19/07/88

Datos de Monitoreo del nivel freático en el acuífero Opico-El Playón. Pozo Nº 17

Pozo #	Fecha de Inventario	Propietario	Coordenadas		Elevación msnm	Fecha	N. F.
			Este	Norte			
17	19/07/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	15/04/85	9.12
17	20/07/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	14/05/85	9.60
17	21/07/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	11/07/85	9.14
17	22/07/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	21/08/85	7.93
17	23/07/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	12/02/86	8.22
17	24/07/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	11/06/86	7.93
17	25/07/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	22/09/86	6.59
17	26/07/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	10/10/86	7.43
17	27/07/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	13/11/86	8.05
17	28/07/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	29/12/87	8.42
17	29/07/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	23/03/87	8.93
17	30/07/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	18/05/87	9.12
17	31/07/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	17/06/87	8.91
17	01/08/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	21/08/87	6.92
17	02/08/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	21/09/87	6.76
17	03/08/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	23/10/87	8.88
17	04/08/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	25/11/87	8.21
17	05/08/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	19/01/88	8.54
17	06/08/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	28/04/88	9.15
17	07/08/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	20/05/88	9.83
17	08/08/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	22/06/88	9.22
17	09/08/1988	José Huezo	469340.00	299840.00	471.62	19/07/88	8.84

Estadísticas de la variación del nivel freático

Columna1	
Media	8.44272727
Error típico	0.19170479
Mediana	8.69
Desviación estándar	0.89917519
Varianza de la muestra	0.80851602
Rango	3.24
Mínimo	6.59
Máximo	9.83
Suma	185.74
Cuenta	22


Monitoreo de N. F.
Pozo Opico 17
6.50
7.00
7.50
8.00
8.50
9.00
9.50
10.00
15/04/85
14/05/85
11/07/85
21/08/85
12/02/86
11/06/86
22/09/86
10/10/86
13/11/86
29/12/87
23/03/87
18/05/87
17/06/87
21/08/87
21/09/87
23/10/87
25/11/87
19/01/88
28/04/88
20/05/88
22/06/88
19/07/88

ANEXO Nº 11

DISEÑO DE POZOS PERFORADOS

Diseño del pozo Albergue Provisional Ciudad Arce

Diámetro	Profundidad (m)		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2540	0.00	60.97	Ciega
0.2540	60.97	73.17	Rejilla
0.2540	73.17	79.00	Ciega
0.2540	79.00	94.51	Rejilla
0.2540	94.51	97.56	Ciega

Diseño del pozo Albergue Tzu Chi Sacacoyo

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	54.90	Ciega
0.3048	54.90	61.00	Rejilla
0.3048	61.00	104.00	Ciega
0.3048	104.00	128.40	Rejilla
0.3048	128.40	134.50	Ciega
0.3048	134.50	152.40	Rejilla

Diseño del pozo American Industrial Park 2

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2540	0.00	64.02	Ciega
0.2540	64.02	91.46	Rejilla
0.2540	91.46	96.01	Ciega

Diseño del pozo Armenia N 2

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	24.40	Ciega
0.3048	24.40	57.90	Rejilla
0.3048	57.90	70.10	Ciega
0.3048	70.10	86.90	Rejilla
0.3048	86.90	87.20	Ciega

Diseño del pozo Armenia N 4

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2540	0.00	36.60	Ciega
0.2540	36.60	86.90	Rejilla
0.2540	86.90	88.40	Ciega

Diseño del pozo Avícola Salvadoreña Canton San Andrés

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2540	0.00	88.40	Ciega
0.2540	88.40	121.92	Rejilla

Diseño del pozo Banco de Semillas, Cantón San Andrés

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.4064	0.00	44.00	Ciega
0.4064	44.00	72.00	Rejilla
0.4064	72.00	73.20	Ciega

Diseño del pozo Beneficio Pasatiempo, Cantón Lourdes

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	58.50	Ciega
0.3048	58.50	95.10	Rejilla
0.3048	95.10	96.60	Ciega

Diseño del pozo Cantón El Guineo

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	**0.00**	**49.50**	**Ciega**
0.2032	49.50	61.70	Rejilla
0.2032	61.70	67.70	Ciega

Diseño del pozo Cantón Joyas de Cerén

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.1524	0.00	52.50	Ciega
0.1524	52.50	74.00	Rejilla
0.1524	74.00	75.00	Ciega

Diseño del pozo Cantón La Joyita

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.1524	0.00	25.00	Ciega
0.1524	25.00	42.20	Rejilla
0.1524	42.20	43.00	Ciega

Diseño del pozo Cantón Las Aradas

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	61.10	Ciega
0.2032	61.10	73.30	Rejilla

Diseño del pozo Cantón Planes de la Laguna

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2540	0.00	20.10	Ciega
0.2540	20.10	27.40	Rejilla
0.2540	27.40	31.10	Ciega
0.2540	31.10	45.70	Rejilla
0.2540	45.70	48.20	Ciega
0.2540	48.20	60.40	Rejilla
0.2540	60.40	61.00	Ciega

Diseño del pozo Cantón San Andrés

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	37.00	Ciega
0.2032	37.00	43.10	Rejilla
0.2032	43.10	51.85	Ciega
0.2032	51.85	64.05	Rejilla
0.2032	64.05	75.70	Ciega
0.2032	75.70	76.00	Rejilla

Diseño del pozo Cantón y Caserío Masajapa

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	42.09	Ciega
0.2032	42.09	59.61	Rejilla
0.2032	59.61	60.59	Ciega

Diseño del pozo Cartotécnica San Andrés

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	51.22	Ciega
0.3048	51.22	89.63	Rejilla
0.3048	89.63	91.77	Ciega

Diseño del pozo Caserío Curazao, Cantón Las Flores

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.1524	0.00	22.80	Ciega
0.1524	22.80	44.10	Rejilla
0.1524	44.10	45.60	Ciega

Diseño del pozo CENTA, Cantón San Andrés N 2

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.4064	**0.00**	**34.30**	**Ciega**
0.4064	34.30	52.70	Rejilla
0.4064	52.70	53.50	Ciega

Diseño del pozo Colonia Quezaltepec

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3556	0.00	138.70	Ciega
0.3556	138.70	150.90	Rejilla
0.3556	150.90	158.50	Ciega
0.3556	158.50	164.60	Rejilla
0.3556	164.60	170.70	Ciega
0.3556	170.70	176.80	Rejilla
0.3556	176.80	181.40	Ciega
0.3556	181.40	192.00	Rejilla
0.3556	192.00	201.20	Ciega

Diseño del pozo Colonia Sitio del Niño (Col. Jazmín)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	24.00	Ciega
0.2032	24.00	54.00	Rejilla
0.2032	54.00	60.00	Ciega
0.2032	60.00	75.00	Rejilla
0.2032	75.00	78.00	Ciega

Diseño del pozo Complejo Ecuestre COSSAL, Valle de Zapotitán

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	24.39	Ciega
0.2032	24.39	36.59	Rejilla
0.2032	36.59	45.73	Ciega
0.2032	45.73	57.93	Rejilla
0.2032	57.93	59.76	Ciega

Diseño del pozo Complejo Lourdes 1 Colón

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	97.54	Ciega
0.3048	97.54	115.82	Rejilla
0.3048	115.82	134.11	Ciega
0.3048	134.11	182.88	Rejilla
0.3048	182.88	188.98	Ciega
0.3048	188.98	201.17	Rejilla
0.3048	201.17	207.26	Ciega
0.3048	207.26	213.36	Rejilla
0.3048	213.36	214.88	Ciega

Diseño del pozo DURAFLEX # 4 (Hanes Brand)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	51.82	Ciega
0.3048	51.80	64.02	Rejilla
0.3048	64.02	70.12	Ciega
0.3048	70.12	76.21	Rejilla
0.3048	76.21	82.31	Ciega
0.3048	82.31	99.69	Rejilla

Diseño del pozo DURAFLEX (Hanes Brand)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	30.48	Ciega
0.3048	30.48	36.58	Rejilla
0.3048	36.58	42.68	Ciega
0.3048	42.68	48.78	Rejilla
0.3048	48.78	54.87	Ciega
0.3048	54.87	67.07	Rejilla
0.3848	67.07	79.28	Ciega
0.3048	79.28	91.46	Rejilla

Diseño del pozo El Playón, Autódromo El Jabalí

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3556	0.00	76.21	Ciega
0.3556	76.21	86.90	Rejilla
0.3556	86.90	137.20	Ciega

Diseño del pozo Fábrica ADOC, Planta de Hule, Cantón Ateos

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2540	0.00	46.30	Ciega
0.2540	46.30	67.70	Rejilla
0.2540	67.70	73.20	Ciega
0.2540	73.20	88.40	Rejilla

Diseño del pozo Fábrica de Textiles, San Andrés 2

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	32.60	Ciega
0.3048	32.60	39.90	Rejilla
0.3048	39.90	43.60	Ciega
0.3048	43.60	54.60	Rejilla
0.3048	54.60	58.20	Ciega
0.3048	58.20	61.90	Rejilla
0.3048	61.90	69.20	Ciega
0.3048	69.20	80.20	Rejilla
0.3048	80.20	81.70	Ciega

Diseño del pozo Fábrica La Favorita

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	189.30	Ciega
0.2032	189.30	216.10	Rejilla
0.2032	216.10	216.40	Ciega

Diseño del pozo Finca Colombia Pozo No 3

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
	0.00	42.70	Ciega
	42.70	97.60	Rejilla
	97.60	152.44	Ciega

Diseño del pozo Finca Corral Blanco, Valle Zapotitán, Ctón Lourdes

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	29.90	Ciega
0.2032	29.90	57.30	Rejilla
0.2032	57.30	58.80	Ciega

Diseño del pozo Finca Santa Cruz

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2540	0.00	73.15	Ciega
0.2540	73.15	85.34	Rejilla
0.2540	85.34	97.54	Ciega
0.2540	97.54	121.92	Rejilla
0.2540	121.92	141.73	Ciega
0.2540	141.73	166.12	Rejilla
0.2540	166.12	167.68	Ciega

Diseño del pozo Granja Demostrativa, Cantón Zapotitán

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.4064	0.00	14.00	Ciega
0.4064	14.00	29.30	Rejilla
0.4064	29.30	69.50	Ciega
0.4064	69.50	93.30	Rejilla
0.4064	93.30	97.80	Ciega
0.4064	97.80	105.50	Rejilla
0.4064	105.50	111.30	Ciega

Diseño del pozo Granja Tecpan, Cantón Zapotitán, Pozo No 4

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	41.20	Ciega
0.3048	41.20	44.20	Rejilla
0.3048	44.20	75.30	Ciega
0.3048	75.30	78.30	Rejilla
0.3048	78.30	88.70	Ciega
0.3048	88.70	93.60	Rejilla
0.3048	93.60	108.20	Ciega
0.3048	108.20	109.70	Rejilla
0.3048	109.70	111.30	Ciega

Diseño del pozo Hacienda Belén, Pozo Exploratorio No 8

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.4064	0.00	9.10	Ciega
0.4064	9.10	30.50	Rejilla
0.4064	30.50	36.60	Ciega
0.4064	36.60	61.00	Rejilla

Diseño del pozo Hacienda Chanmico, Ctón. Chanmico, Pozo No 1

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.4064	0.00	22.00	Ciega
0.4064	22.00	47.60	Rejilla

Diseño del pozo Hacienda El Remolino, Pozo Exploratorio No 3

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	18.30	Ciega
0.3048	18.30	30.50	Rejilla
0.3048	30.50	48.80	Ciega
0.3048	48.80	61.00	Rejilla
0.3048	61.00	73.20	Ciega
0.3048	73.20	79.30	Rejilla
0.3048	79.30	86.60	Ciega

Diseño del pozo Hacienda El Rodeo, Pozo Exploratorio No 7

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	36.60	Ciega
0.3048	36.60	48.80	Rejilla
0.3048	48.80	58.50	Ciega
0.3048	58.50	89.00	Rejilla
0.3048	89.00	96.00	Ciega

Diseño del pozo Hacienda El Tigre, Pozo Exploratorio No 4

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.4064	0.00	30.50	Ciega
0.4064	30.50	36.60	Rejilla
0.4064	36.60	48.80	Ciega
0.4064	48.80	54.90	Rejilla
0.4064	54.90	61.00	Ciega
0.4064	61.00	79.20	Rejilla
0.4064	79.20	85.30	Ciega
0.4064	85.30	97.50	Rejilla

Diseño del pozo Hda. La Isla, Proyecto zona Norte, Pozo No 11-6

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.1016	0.00	25.00	Ciega
0.1016	25.00	30.48	Rejilla
0.1016	30.48	45.73	Ciega
0.1016	45.73	52.74	Rejilla
0.1016	52.74	67.07	Ciega
0.1016	67.07	75.00	Rejilla
0.1016	75.00	86.00	Ciega
0.1016	86.00	97.56	Rejilla

Diseño del pozo Hda. Los Laureles, Pozo Exploratorio N 1 (S2.1/66)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.4064	0.00	41.50	Ciega
0.4064	41.50	56.70	Rejilla
0.4064	56.70	86.60	Ciega
0.4064	86.60	102.40	Rejilla
0.4064	102.40	105.50	Ciega

Diseño del pozo Hacienda Nueva, Cantón Cuyagualo

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	45.90	Ciega
0.2032	45.90	64.30	Rejilla
0.2032	64.30	64.90	Ciega

Diseño del pozo Hacienda San Fernando, Ctón. Ateos, Pozo Exploratorio Nº 5 (D-3/66)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.4064	0.00	68.90	Ciega
0.4064	68.90	78.00	Rejilla
0.4064	78.00	89.00	Ciega
0.4064	89.00	100.60	Rejilla
0.4064	100.60	107.90	Ciega

Diseño del pozo Hda. San Rafael, Pozo Exploratorio Nº 6 (S2-2/66)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	42.70	Ciega
0.3048	42.70	61.00	Rejilla
0.3048	61.00	85.30	Ciega
0.3048	85.30	96.00	Rejilla
0.3048	96.00	106.70	Ciega

Diseño del pozo Hacienda Sitio Del Niño

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.4064	0.00	31.00	Ciega
0.4064	31.00	33.00	Rejilla
0.4064	33.00	39.00	Ciega
0.4064	39.00	47.00	Rejilla
0.4064	47.00	51.00	Ciega
0.4064	51.00	59.00	Rejilla
0.4064	59.00	60.00	Ciega

Diseño del pozo Hda. Copapayo, Potrero Pitalito, Pozo Exploratorio No 2 (D-4/66)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	21.30	Ciega
0.3048	21.30	33.50	Rejilla
0.3048	33.50	82.30	Ciega
0.3048	82.30	100.60	Rejilla
0.3048	100.60	106.70	Ciega

Diseño del pozo Hilandería Salvadoreña, S. A., Zapotitán

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2540	0.00	19.50	Ciega
0.2540	19.50	26.80	Rejilla
0.2540	26.80	41.50	Ciega
0.2540	41.50	70.70	Rejilla
0.2540	70.70	89.00	Ciega
0.2540	89.00	103.60	Rejilla
0.2540	103.00	108.50	Ciega
0.3048	0.00	10.40	Ciega
0.3048	10.40	25.00	Rejilla
0.3048	25.00	26.00	Ciega

Diseño del pozo Industrias Lido, San Andrés 1

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	22.86	Ciega
0.2032	22.86	27.43	Rejilla
0.2032	27.43	33.53	Ciega
0.2032	33.53	56.40	Rejilla
0.2032	56.40	61.00	Ciega

Diseño del pozo Ira. Cantón Joya de Cerén

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	25.60	Ciega
0.2032	25.60	36.60	Rejilla
0.2032	36.60	40.80	Ciega
0.2032	40.80	51.80	Rejilla
0.2032	51.80	53.30	Ciega

Diseño del pozo Izalco Jockey Club, Cantón Lourdes

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2540	0.00	54.60	Ciega
0.2540	54.60	80.20	Rejilla
0.2540	80.20	85.00	Ciega

Diseño del pozo KM. 26 Carretera a Santa Ana, Ctón Lourdes

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	29.00	Ciega
0.2032	29.00	53.30	Rejilla
0.2032	53.30	55.50	Ciega

Diseño del pozo Las Flores Pozo No 1

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3556	0.00	32.90	Ciega
0.3556	32.90	131.70	Rejilla
0.3556	131.70	134.70	Ciega

Diseño del pozo Las Flores Pozo No 2

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3556	0.00	61.00	Ciega
0.3556	61.00	96.03	Rejilla
0.3556	96.00	124.40	Ciega

Diseño del pozo Las Flores Pozo No 3

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3556	0.00	61.00	Ciega
0.3556	61.00	93.90	Rejilla
0.3556	93.90	124.97	Ciega

Diseño del pozo Las Flores Pozo No 3-A

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.4064	0.00	56.40	Ciega
0.4064	56.40	70.10	Rejilla
0.4064	70.10	79.30	Ciega
0.4064	79.30	91.40	Rejilla
0.4064	91.40	97.50	Ciega
0.4064	97.50	108.20	Rejilla
0.4064	108.20	110.00	Ciega

Diseño del pozo Las Flores Pozo No 3-O

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.4064	0.00	61.10	Ciega
0.4064	61.10	73.30	Rejilla
0.4064	73.30	103.80	Ciega
0.4064	103.80	123.60	Rejilla
0.4064	123.60	124.40	Ciega

Diseño del pozo Las Flores Pozo No 4

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.4064	0.00	70.10	Ciega
0.4064	70.10	95.10	Rejilla

Diseño del pozo Las Flores Pozo No 11-7

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.4064	0.00	37.00	Ciega
0.4064	37.00	48.50	Rejilla
0.4064	48.50	64.00	Ciega
0.4064	64.00	71.00	Rejilla
0.4064	71.00	83.00	Ciega

Diseño del pozo Las Mercedes

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.1524	0.00	102.00	Ciega
0.1524	102.00	121.00	Rejilla
0.1524	121.00	138.00	Ciega
0.1524	138.00	160.00	Rejilla
0.1524	160.00	170.00	Ciega
0.1524	170.00	195.00	Rejilla

Diseño del pozo Los Izotes 1, Quezaltepeque

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	51.82	Ciega
0.3048	51.82	79.26	Rejilla
0.3048	79.26	85.36	Ciega
0.3048	85.36	115.85	Rejilla
0.3048	115.85	125.00	Ciega

Diseño del pozo Lourdes 1 Colón

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3556	0.00	87.00	Ciega
0.3556	87.00	129.70	Rejilla
0.3556	129.70	141.70	Ciega
0.3556	141.70	153.80	Rejilla
0.3556	153.80	170.69	Ciega

Diseño del pozo Lourdes 2 Colón

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	91.46	Ciega
0.3048	91.46	152.43	Rejilla
0.3048	152.43	176.82	Ciega
0.3048	176.82	182.92	Rejilla
0.3048	182.92	189.02	Ciega
0.3048	189.02	195.12	Rejilla
0.3048	195.12	201.21	Ciega
0.3048	201.21	213.41	Rejilla
0.3048	213.41	214.88	Ciega

Diseño del pozo Milagro de la Roca

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	72.46	Ciega
0.2032	72.46	84.66	Rejilla
0.2032	84.66	85.66	Rejilla

Diseño del pozo Parque Industrial, El Rinconcito, Zapotitán

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2540	0.00	33.53	Ciega
0.2540	33.53	36.58	Rejilla
0.2540	36.58	39.63	Ciega
0.2540	39.63	45.73	Rejilla
0.2540	45.73	48.78	Ciega
0.2540	48.78	54.87	Rejilla
0.2540	54.87	57.92	Ciega
0.2540	57.92	64.02	Rejilla
0.2540	64.02	67.07	Ciega
0.2540	67.07	73.17	Rejilla
0.2540	73.17	76.21	Ciega
0.2540	76.21	79.26	Rejilla

Diseño del pozo Planta Sitio El Niño, Kimberly Clark de C.A., Pozo No 3

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	32.90	Ciega
0.3048	32.90	40.20	Rejilla
0.3048	40.20	52.40	Ciega
0.3048	52.40	67.10	Rejilla
0.3048	67.10	79.30	Ciega
0.3048	79.30	86.60	Rejilla
0.3048	86.60	92.70	Ciega
0.3048	92.70	104.90	Rejilla
0.3048	104.90	107.30	Ciega

Diseño del pozo Planta Sitio El Niño, Kimberly Clark de C.A.1

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	33.50	Ciega
0.3048	33.40	51.80	Rejilla
0.3048	51.80	67.70	Ciega
0.3048	67.70	89.60	Rejilla
0.3048	89.60	91.40	Ciega

Diseño del pozo Planta Sitio El Niño, Kimberly Clark de C.A.2

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	28.70	Ciega
0.3048	28.70	50.60	Rejilla
0.3048	50.60	68.90	Ciega
0.3048	68.90	76.20	Rejilla
0.3048	76.20	78.00	Ciega

Diseño del Pozo No 12, Puente Aquino

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.1542	0.00	60.00	Ciega
0.1524	60.00	106.70	Rejilla

Diseño del pozo Proyecto La Herradura 1 Quintas Ecuestres El Rinconcito Km 28

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	30.48	Ciega
0.2032	30.48	54.87	Rejilla
0.2032	54.87	61.00	Ciega

Diseño del pozo Regimiento de Artillería, Cantón San Nicolás, Pozo No 2

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	44.80	Ciega
0.2032	44.80	75.30	Rejilla
0.2032	75.30	76.80	Ciega

Diseño del pozo San Francisco, Pozo No 5

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3556	0.00	28.40	Ciega
0.3556	28.40	40.50	Rejilla
0.3556	40.50	49.70	Ciega
0.3556	49.70	55.80	Rejilla
0.3556	55.80	61.90	Ciega

Diseño del pozo San Matías

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	32.60	Ciega
0.2032	32.60	61.60	Rejilla

Diseño del pozo Tabacalera de El Salvador, Cantón Entre Ríos

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2540	0.00	21.30	Ciega
0.2540	21.30	30.50	Rejilla
0.2540	30.50	30.80	Ciega

Diseño del pozo Terrenos del Castaño, Pozo No 2

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.4064	0.00	18.30	Ciega
0.4064	18.30	48.80	Rejilla
0.4064	48.80	54.90	Ciega

Diseño del pozo Urbanización Agua Fría, Lourdes

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	106.68	Ciega
0.3048	106.68	182.88	Rejilla

Diseño del pozo Valle Zapotitán, El Veintiuno

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.1524	0.00	12.20	Ciega
0.1524	12.20	24.40	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, Antes pozo No 18

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	56.70	Ciega
0.3048	56.70	59.70	Rejilla
0.3048	59.70	67.10	Ciega
0.3048	67.10	70.10	Rejilla
0.3048	70.10	96.00	Ciega
0.3048	96.00	99.10	Rejilla
0.2038	99.10	102.10	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 10

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	31.40	Ciega
0.3048	31.40	34.40	Rejilla
0.3048	34.40	39.60	Ciega
0.3048	39.60	42.70	Rejilla
0.3048	42.70	50.00	Ciega
0.3048	50.00	51.50	Rejilla
0.3048	51.50	105.80	Ciega
0.3048	105.80	108.80	Rejilla
0.3048	108.80	111.30	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 11

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	18.30	Ciega
0.2032	18.30	24.40	Rejilla
0.2032	24.40	30.50	Ciega
0.2032	30.50	54.90	Rejilla
0.2032	54.90	61.00	Ciega
0.2032	61.00	67.10	Rejilla
0.2038	67.10	85.30	Ciega
0.2032	85.30	109.70	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 12

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	42.70	Ciega
0.3048	42.70	45.70	Rejilla
0.3048	45.70	56.40	Ciega
0.3048	56.40	57.90	Rejilla
0.3048	57.90	59.40	Ciega
0.3048	59.40	62.50	Rejilla
0.3048	62.50	86.90	Ciega
0.3048	86.90	89.90	Rejilla
0.3048	89.90	93.00	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 13

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	45.70	Ciega
0.3048	45.70	47.20	Rejilla
0.3048	47.20	50.30	Ciega
0.3048	50.30	53.30	Rejilla
0.3048	53.30	71.60	Ciega
0.3048	71.60	74.70	Rejilla
0.3048	74.70	76.20	Ciega
0.3048	76.20	77.70	Rejilla
0.3048	77.70	82.30	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 14

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	49.40	Ciega
0.3048	49.40	52.40	Rejilla
0.3048	52.40	67.10	Ciega
0.3048	67.10	70.10	Rejilla
0.3048	70.10	97.50	Ciega
0.3048	97.50	100.60	Rejilla
0.3048	100.60	103.60	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 15

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	51.80	Ciega
0.3048	51.80	54.90	Rejilla
0.3048	54.90	62.20	Ciega
0.3048	62.20	63.70	Rejilla
0.3048	63.70	67.10	Ciega
0.3048	67.10	70.10	Rejilla
0.3048	70.10	102.10	Ciega
0.3048	102.10	105.20	Rejilla
0.3048	105.20	108.20	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 16

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	51.50	Ciega
0.3048	51.50	54.60	Rejilla
0.3048	54.60	61.90	Ciega
0.3048	61.90	64.90	Rejilla
0.3048	64.90	82.30	Ciega
0.3048	82.30	84.40	Rejilla
0.3048	84.40	99.70	Ciega
0.3048	99.70	100.60	Rejilla
0.3048	100.60	103.60	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 17

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	56.40	Ciega
0.3048	56.40	59.40	Rejilla
0.3048	59.40	62.50	Ciega
0.3048	62.50	65.50	Rejilla
0.3048	65.50	87.20	Ciega
0.3048	87.20	90.20	Rejilla
0.3048	90.20	102.10	Ciega
0.3048	102.10	103.60	Rejilla
0.3048	103.60	106.70	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 18-A

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	46.10	Ciega
0.3048	46.10	52.80	Rejilla
0.3048	52.80	70.60	Ciega
0.3048	70.60	78.60	Rejilla
0.3048	78.60	92.50	Ciega
0.3048	92.50	95.60	Rejilla
0.3048	95.60	107.80	Ciega
0.3048	107.80	120.00	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 19

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	65.20	Ciega
0.3048	65.20	68.30	Rejilla
0.3048	68.30	75.60	Ciega
0.3048	75.60	78.60	Rejilla
0.3048	78.60	103.00	Ciega
0.3048	103.00	104.50	Rejilla
0.3048	104.50	107.60	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 2

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	80.80	Ciega
0.3048	80.80	82.30	Rejilla
0.3048	82.30	96.00	Ciega
0.3048	96.00	99.10	Rejilla
0.2038	99.10	108.20	Ciega
0.3048	108.20	112.80	Rejilla
0.3048	112.80	118.90	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 20

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	58.80	Ciega
0.3048	58.80	60.40	Rejilla
0.3048	60.40	76.20	Ciega
0.3048	76.20	79.20	Rejilla
0.3048	79.20	90.50	Ciega
0.3048	90.50	93.60	Rejilla
0.3048	93.60	99.70	Ciega
0.3048	99.70	101.20	Rejilla
0.3048	101.20	121.00	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 21

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	42.10	Ciega
0.3048	42.10	56.70	Rejilla
0.3048	56.70	67.40	Ciega
0.3048	67.40	82.00	Rejilla
0.3048	82.00	88.10	Ciega
0.3048	88.10	99.10	Rejilla
0.3048	99.10	100.30	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 3

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	73.50	Ciega
0.3048	73.50	75.00	Rejilla
0.3048	75.00	82.30	Ciega
0.3048	82.30	85.30	Rejilla
0.3048	85.30	89.90	Ciega
0.3048	89.90	91.40	Rejilla
0.3048	91.40	98.80	Ciega
0.3048	98.80	101.80	Rejilla
0.3048	101.80	106.40	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 8

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	25.90	Ciega
0.3048	25.90	32.00	Rejilla
0.3048	32.00	68.60	Ciega
0.3048	68.60	71.60	Rejilla
0.3048	71.60	91.40	Ciega
0.3048	91.40	93.00	Rejilla
0.3048	93.00	100.60	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 9

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	33.50	Ciega
0.3048	33.50	36.60	Rejilla
0.3048	36.60	67.10	Ciega
0.3048	67.10	70.10	Rejilla
0.3048	70.10	84.70	Ciega
0.3048	84.70	89.30	Rejilla
0.3048	89.30	91.40	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 10 (Nuevo)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	28.75	Ciega
0.3048	28.75	62.23	Rejilla
0.3048	62.23	75.71	Ciega
0.3048	75.71	99.72	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 11 (Nuevo)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	40.14	Ciega
0.3048	40.14	46.01	Rejilla
0.3048	46.01	63.62	Ciega
0.3048	63.62	99.06	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 13 (Nuevo)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	19.50	Ciega
0.3048	19.48	37.09	Rejilla
0.3048	37.09	42.96	Ciega
0.3048	42.96	61.10	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 14 (Nuevo)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	6.90	Ciega
0.3048	6.90	24.50	Rejilla
0.3048	24.51	36.25	Ciega
0.3048	36.25	72.00	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 15 (Nuevo)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	22.80	Ciega
0.3048	22.80	34.54	Rejilla
0.3048	34.54	46.28	Ciega
0.3048	46.28	81.72	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 16 (Nuevo)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	46.36	Ciega
0.3048	46.36	52.23	Rejilla
0.3048	52.23	63.97	Ciega
0.3048	63.97	99.72	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 18 (Nuevo)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	28.75	Ciega
0.3048	28.75	46.36	Rejilla
0.3048	46.36	63.97	Ciega
0.3048	63.97	99.72	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 2 (Nuevo)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	40.39	Ciega
0.3048	40.40	58.00	Rejilla
0.3048	58.00	75.60	Rejilla
0.3048	75.60	99.60	Ciega

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 20 (Nuevo)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	45.96	Ciega
0.3048	45.96	69.44	Rejilla
0.3048	69.44	81.18	Ciega
0.3048	81.20	99.30	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 21 (Nuevo)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	41.33	Ciega
0.3048	41.33	53.51	Rejilla
0.3048	53.50	71.80	Ciega
0.3048	71.80	102.70	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 22 (Nuevo)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	40.39	Ciega
0.3048	40.39	52.13	Rejilla
0.3048	52.13	69.74	Ciega
0.3048	69.70	99.60	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 3 (Nuevo)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	21.08	Ciega
0.3048	21.08	32.82	Rejilla
0.3048	32.80	50.43	Ciega
0.3048	50.40	80.30	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 8 (Nuevo)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	28.65	Ciega
0.3048	28.70	34.50	Ciega
0.3048	34.52	52.13	Ciega
0.3048	52.13	99.61	Rejilla

Diseño del pozo Zapotitán, pozo No 9(Nuevo)

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.3048	0.00	28.80	Ciega
0.3028	28.75	46.36	Rejilla
0.3048	46.35	63.94	Ciega
0.3048	63.94	99.72	Rejilla

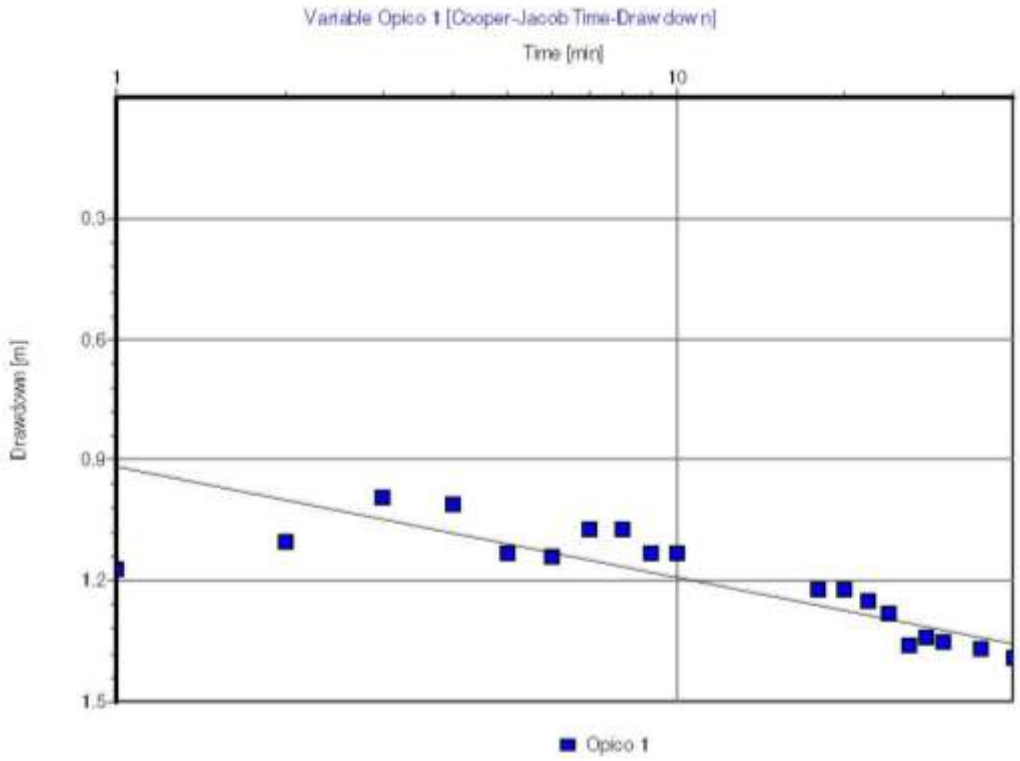
Diseño del pozo Zona Industrial Lourdes 1, Sitio Del Niño

Diámetro	Profundidad 1		Revestimiento
	Desde	Hasta	
0.2032	0.00	35.06	Ciega
0.2032	35.06	60.36	Rejilla
0.2032	60.36	60.96	Ciega

ANEXO Nº 12

REPORTES DE ANÁLISIS DE ENSAYOS DE BOMBEO EN ACUÍFEROS ZAPOTITÁN Y OPICO-EL PLAYÓN

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 1 Number: Client:



Pumping Test: **Variable Opico 1**

Analysis Method: **Cooper-Jacob Time-Drawdown**

Analysis Results:	Transmissivity:	5.13E+3 [m²/d]	Conductivity:	8.86E+1 [m/d]

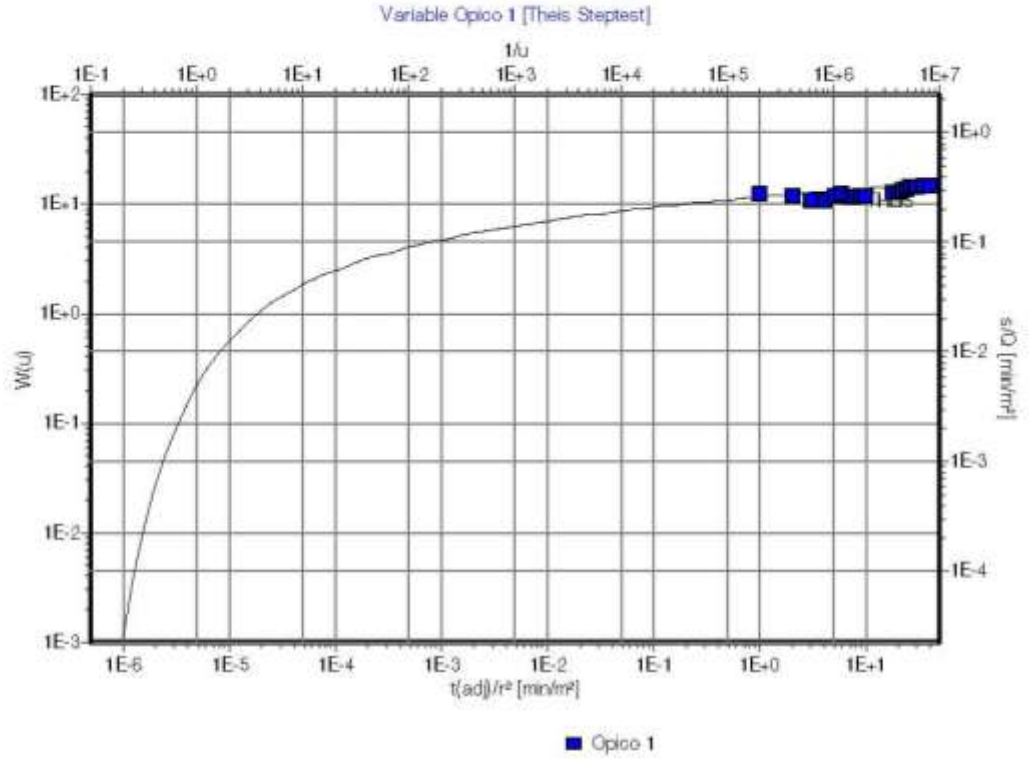
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 1	Aquifer Thickness:	57.91 [m]
	Casing radius:	0.1778 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	57.91 [m]		
	Boring radius:	0.22225 [m]		
	Discharge Rate:	89.272 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 04/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Phillip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 1 Number: Client:



Pumping Test: **Variable Opico 1**

Analysis Method: **Theis Steptest**

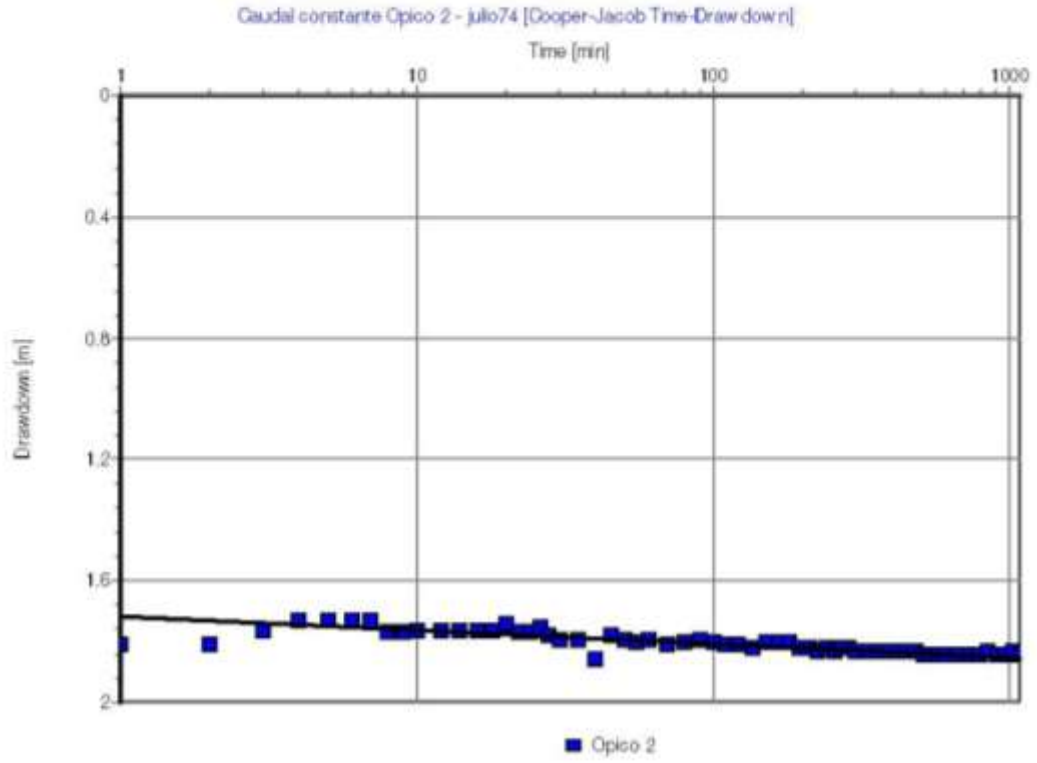
Analysis Results:	Transmissivity:	5.12E+3 [m²/d]	Conductivity:	8.84E+1 [m/d]
	Storativity:	6.96E-5		
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 1	Aquifer Thickness:	57.91 [m]
	Casing radius:	0.1778 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	57.91 [m]		
	Boring radius:	0.22225 [m]		
	Discharge Rate:	89.272 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 04/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 2 Number: Client:



Pumping Test: **Caudal constante Opico 2 - julio74**

Analysis Method: **Cooper-Jacob Time-Drawdown**

Analysis Results:	Transmissivity:	3.62E+4 [m²/d]	Conductivity:	1.03E+3 [m/d]

Test parameters:	Pumping Well:	Opico 2	Aquifer Thickness:	35.03 [m]
	Casing radius:	0.1778 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	35.03 [m]		
	Boring radius:	0.2286 [m]		
	Discharge Rate:	100.95 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 05/04/2011

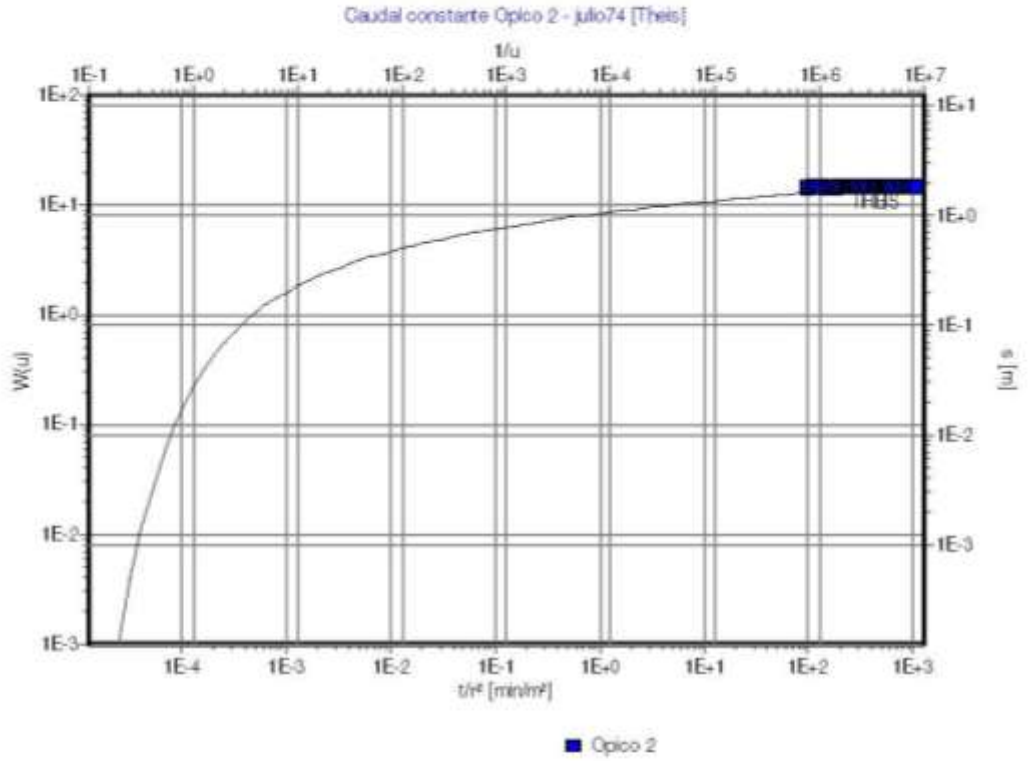
Waterloo Hydrogeologic, Inc.
460 Philip Street - Suite 101
Waterloo, Ontario, Canada
Phone: +1 519 746 1798

Pumping Test Analysis Report

Project: Opico 2

Number:

Client:



Pumping Test: **Caudal constante Opico 2 - julio74**

Analysis Method: **Theis**

Analysis Results:	Transmissivity:	5.62E+3 [m²/d]	Conductivity:	1.61E+2 [m/d]
	Storativity:	2.01E-3		
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 2	Aquifer Thickness:	35.03 [m]
	Casing radius:	0.1778 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	35.03 [m]		
	Boring radius:	0.2286 [m]		
	Discharge Rate:	100.95 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 05/04/2011

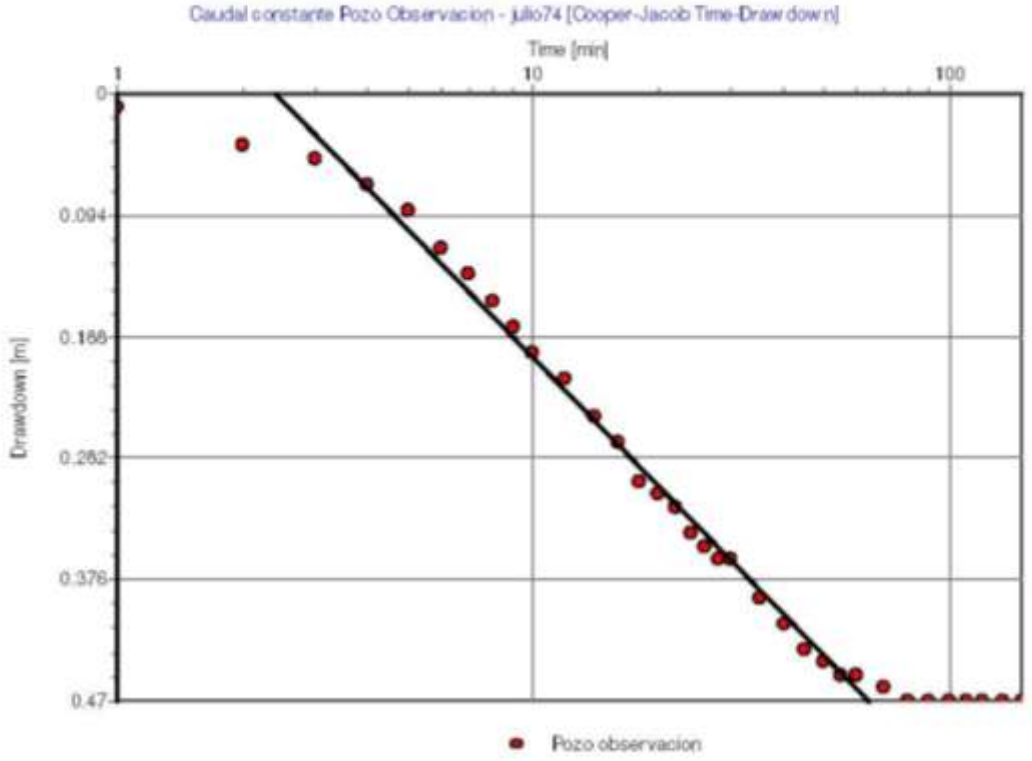
Waterloo Hydrogeologic, Inc.
460 Philip Street - Suite 101
Waterloo, Ontario, Canada
Phone: +1 519 746 1798

Pumping Test Analysis Report

Project: Opico 2

Number:

Client:



Pumping Test: **Caudal constante Pozo Observacion - juli**

Analysis Method: **Cooper-Jacob Time-Drawdown**

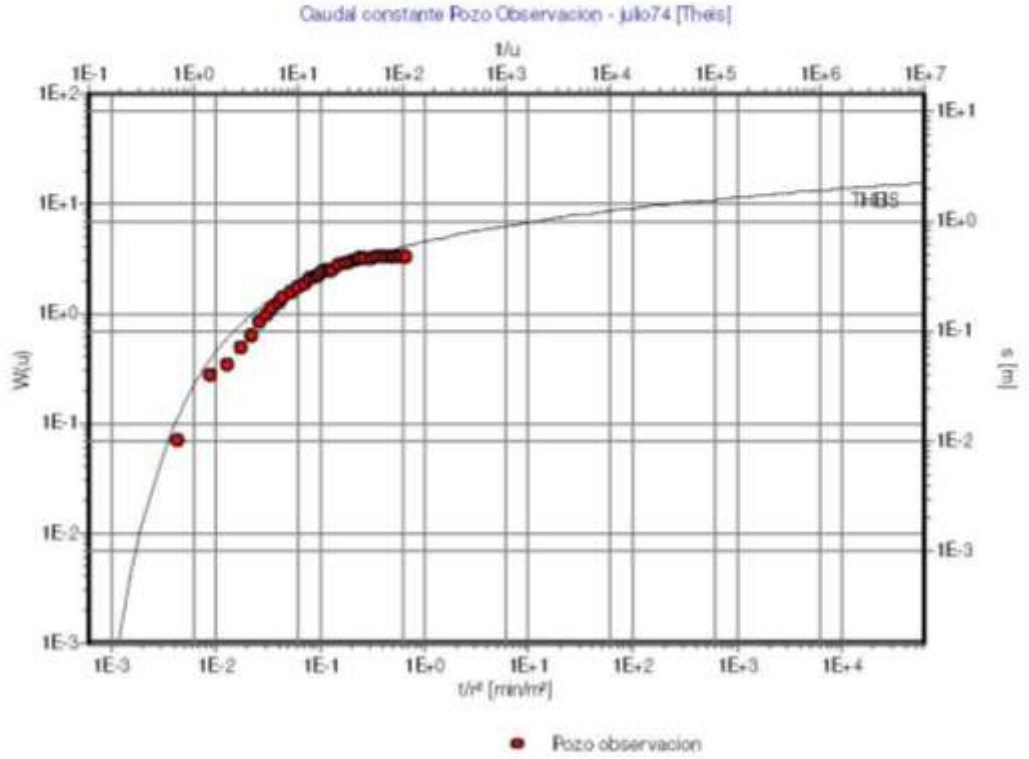
Analysis Results:	Transmissivity:	4.84E+3 [m²/d]	Conductivity:	1.38E+2 [m/d]
	Storativity:	8.12E-2		
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 2	Aquifer Thickness:	35.03 [m]
	Casing radius:	0.1778 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	35.03 [m]		
	Boring radius:	0.2286 [m]		
	Discharge Rate:	100.95 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 05/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 2 Number: Client:



Pumping Test: **Caudal constante Pozo Observacion - juli**

Analysis Method: **Theis**

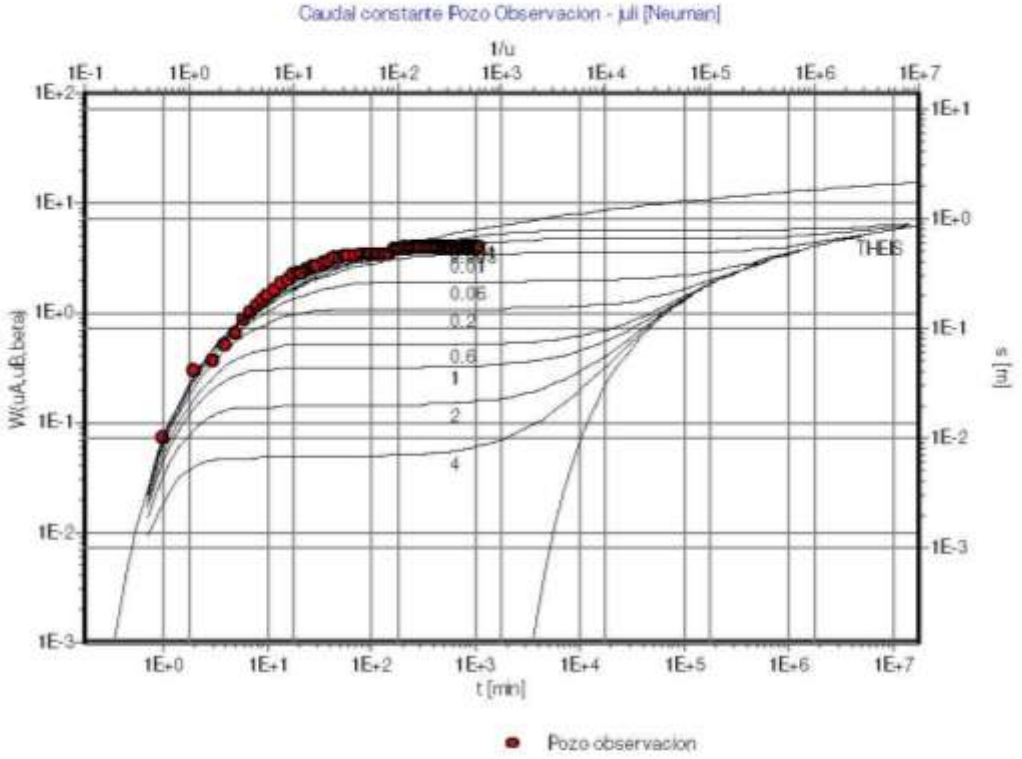
Analysis Results:	Transmissivity:	4.80E+3 [m²/d]	Conductivity:	1.37E+2 [m/d]
	Storativity:	8.16E-2		
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 2	Aquifer Thickness:	35.03 [m]
	Casing radius:	0.1778 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	35.03 [m]		
	Boring radius:	0.2286 [m]		
	Discharge Rate:	100.95 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 05/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 2 Number: Client:



Pumping Test: **Caudal constante Pozo Observacion - juli**

Analysis Method: **Neuman**

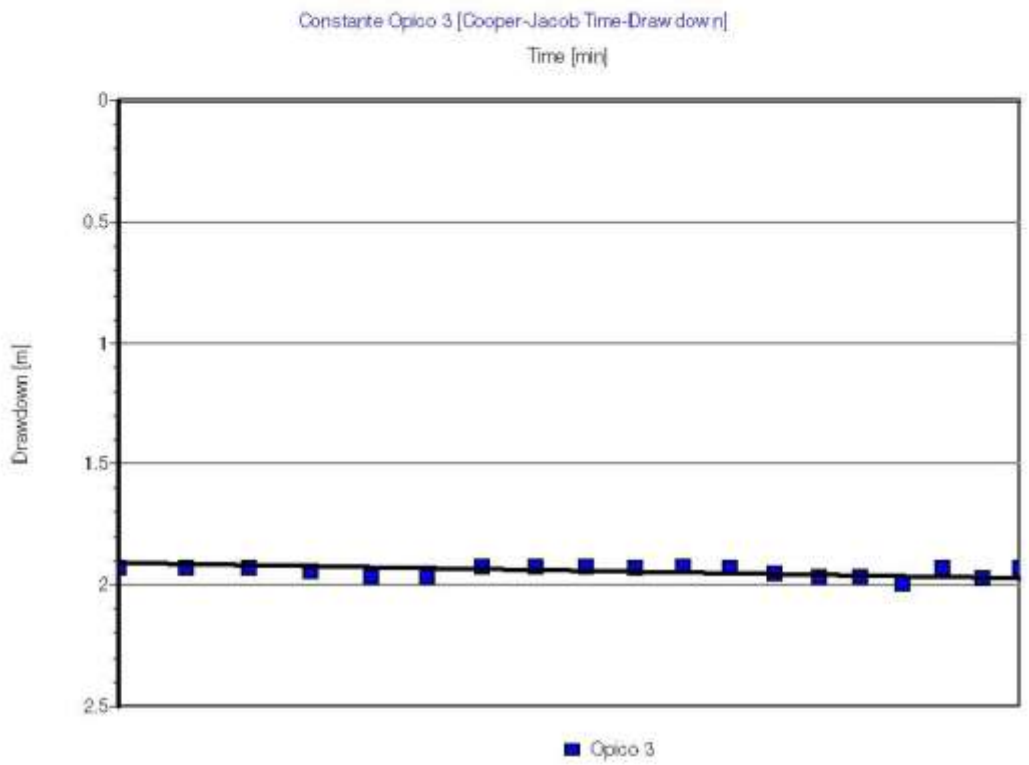
Analysis Results:	Transmissivity:	5.03E+3 [m²/d]	Conductivity:	1.44E+2 [m/d]
	Storativity:	1.10E-1	Specific Yield:	1.10E+3
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 2	Aquifer Thickness:	35.03 [m]
	Casing radius:	0.1778 [m]	Beta:	0.005
	Screen length:	35.03 [m]		
	Boring radius:	0.2286 [m]		
	Discharge Rate:	100.95 [l/s]		
	LOG(Sy/S):	4		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 05/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 3 Number: Client:



Pumping Test: **Constante Opico 3**

Analysis Method: **Cooper-Jacob Time-Drawdown**

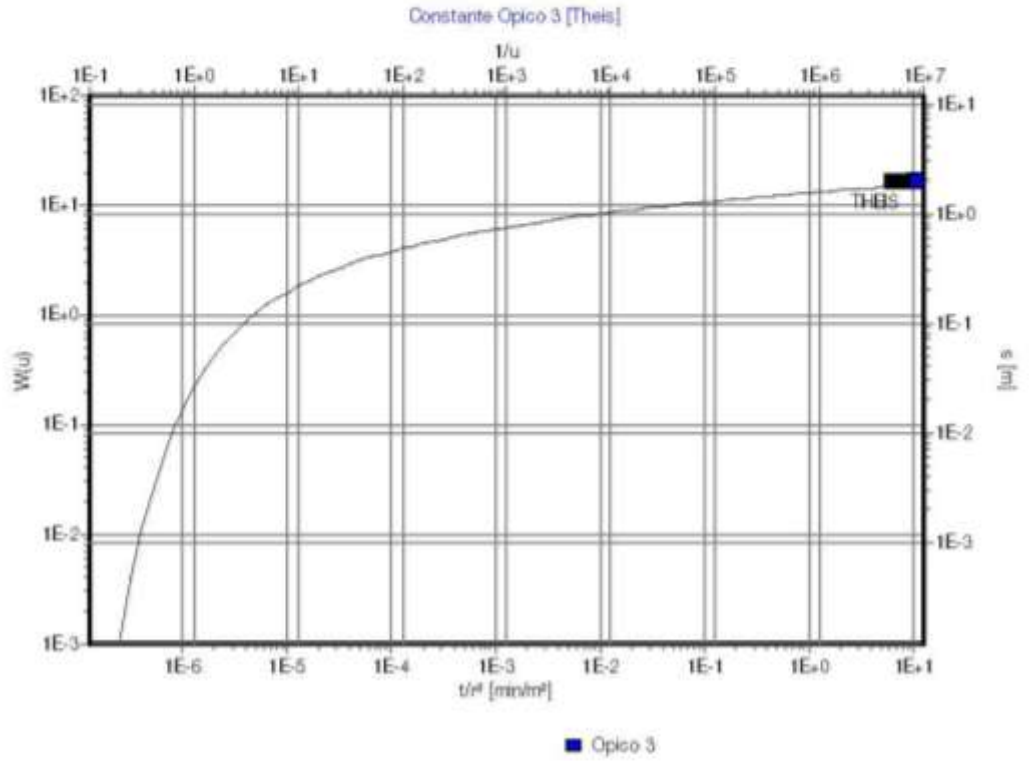
Analysis Results:	Transmissivity:	6.36E+3 [m²/d]	Conductivity:	1.93E+2 [m/d]
	Storativity:	1.57E-6		
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 3-O	Aquifer Thickness:	32.9 [m]
	Casing radius:	0.0508 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	24.38 [m]		
	Boring radius:	0.1143 [m]		
	Discharge Rate:	100.95 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 04/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 3 Number: Client:



Pumping Test: **Constante Opico 3**

Analysis Method: **Theis**

Analysis Results:	Transmissivity:	5.89E+3 [m²/d]	Conductivity:	1.79E+2 [m/d]
	Storativity:	2.09E-5		
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 3-O	Aquifer Thickness:	32.9 [m]
	Casing radius:	0.0508 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	24.38 [m]		
	Boring radius:	0.1143 [m]		
	Discharge Rate:	100.95 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 04/04/2011

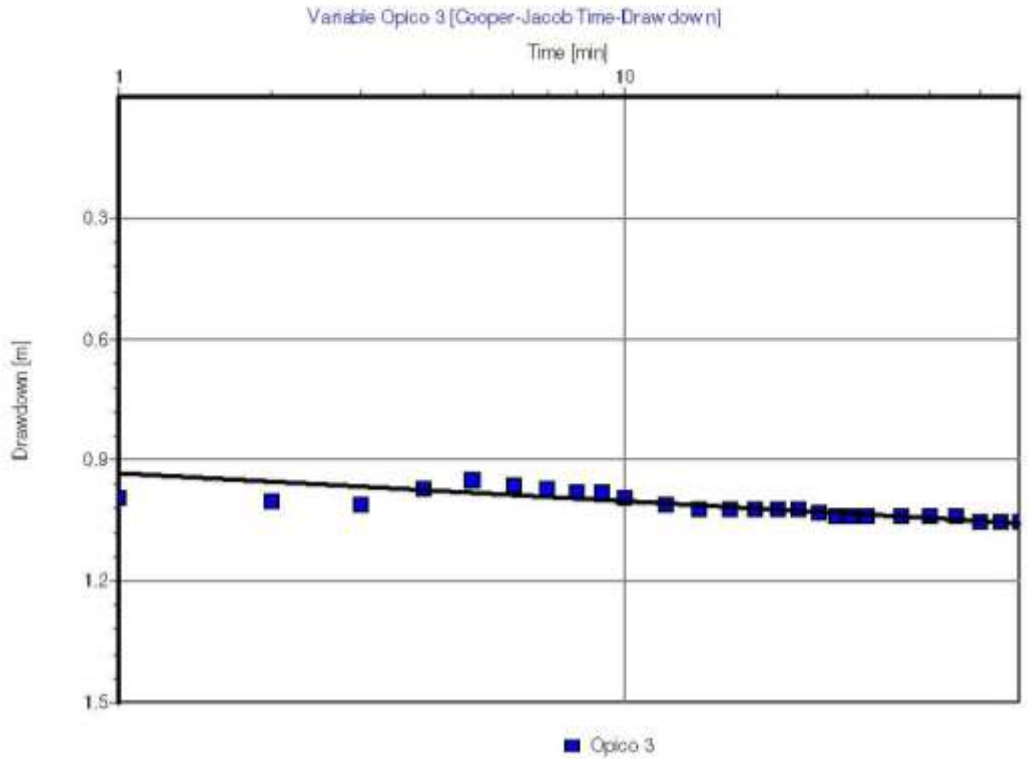
Waterloo Hydrogeologic, Inc.
460 Philip Street - Suite 101
Waterloo, Ontario, Canada
Phone: +1 519 746 1798

Pumping Test Analysis Report

Project: Opico 3

Number:

Client:



Pumping Test: **Variable Opico 3**

Analysis Method: **Cooper-Jacob Time-Drawdown**

Analysis Results:				
	Transmissivity:	1.90E+4 [m²/d]	Conductivity:	5.79E+2 [m/d]

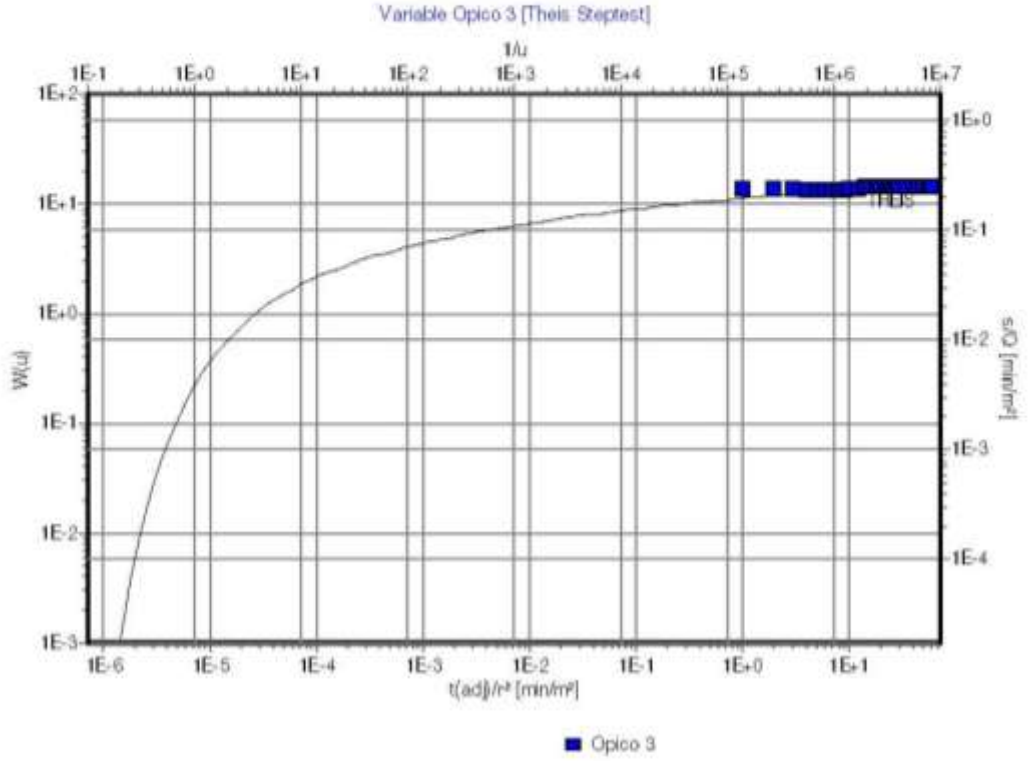
Test parameters:				
	Pumping Well:	Opico 3	Aquifer Thickness:	32.9 [m]
	Casing radius:	0.1778 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	32.9 [m]		
	Boring radius:	0.2286 [m]		
	Discharge Rate:	83.622857 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 04/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Phillip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 3 Number: Client:



Pumping Test: **Variable Opico 3**

Analysis Method: **Theis Steptest**

Analysis Results:	Transmissivity:	6.59E+3 [m²/d]	Conductivity:	2.00E+2 [m/d]
	Storativity:	1.33E-4		

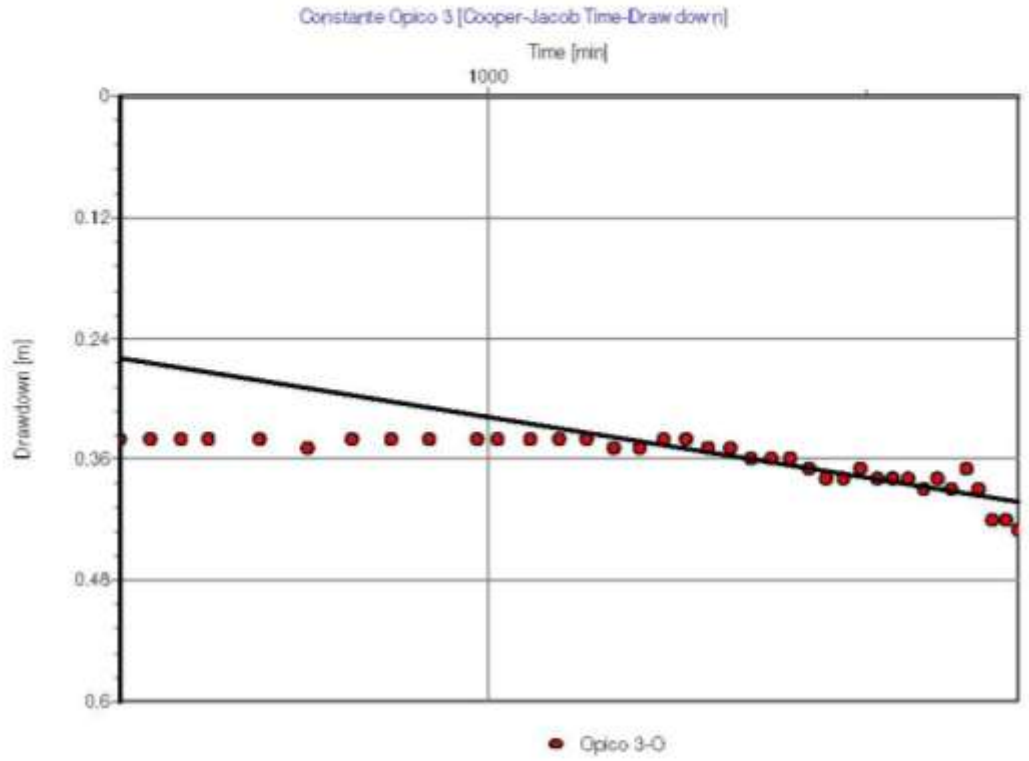
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 3	Aquifer Thickness:	32.9 [m]
	Casing radius:	0.1778 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	32.9 [m]		
	Boring radius:	0.2286 [m]		
	Discharge Rate:	83.822857 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 04/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report**
	Project: Opico 3
	Number:
	Client:



Pumping Test: **Constante Opico 3**

Analysis Method: **Cooper-Jacob Time-Drawdown**

Analysis Results:	Transmissivity:	8.03E+3 [m²/d]	Conductivity:	2.44E+2 [m/d]

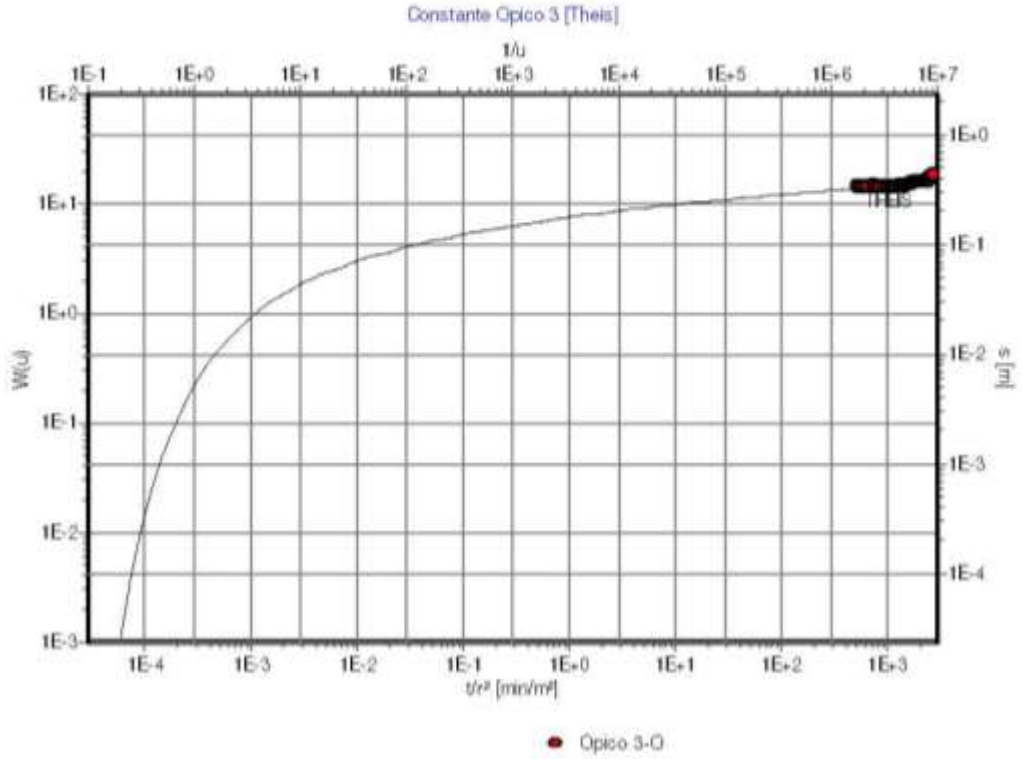
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 3-O	Aquifer Thickness:	32.9 [m]
	Casing radius:	0.0508 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	24.38 [m]		
	Boring radius:	0.1143 [m]		
	Discharge Rate:	100.95 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 04/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 3 Number: Client:



Pumping Test: **Constante Opico 3**

Analysis Method: **Theis**

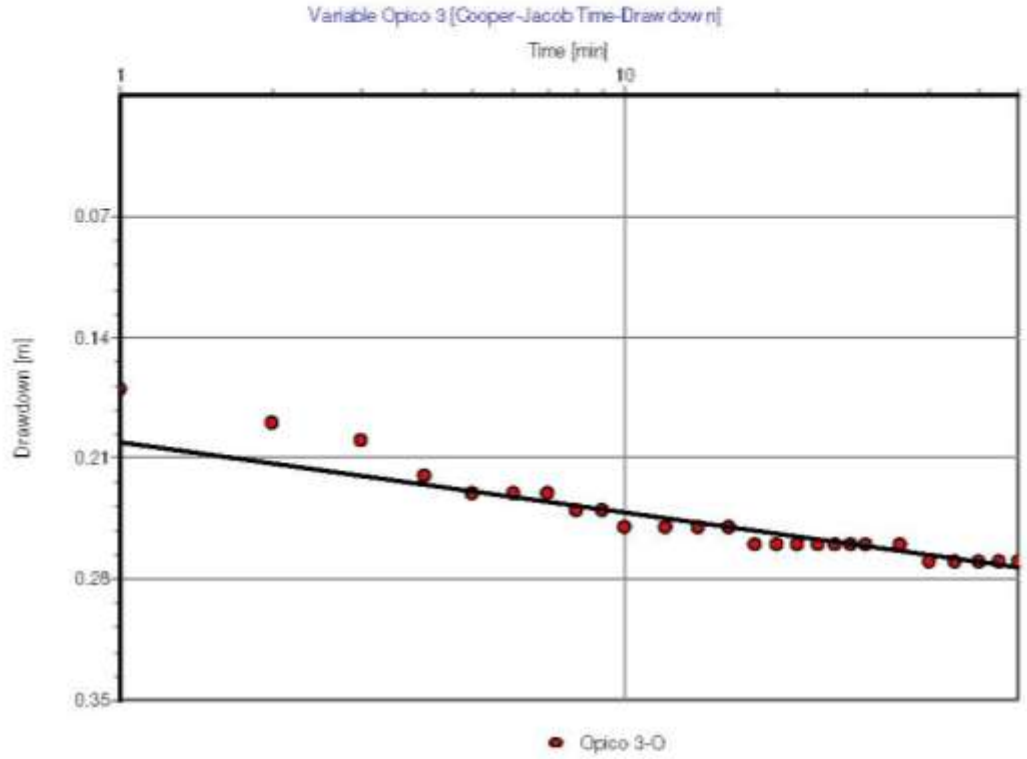
Analysis Results:	Transmissivity:	2.95E+4 [m²/d]	Conductivity:	8.98E+2 [m/d]
	Storativity:	2.37E-2		
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 3-O	Aquifer Thickness:	32.9 [m]
	Casing radius:	0.0508 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	24.38 [m]		
	Boring radius:	0.1143 [m]		
	Discharge Rate:	100.95 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guavera

Evaluation Date: 04/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 3 Number: Client:



Pumping Test: **Variable Opico 3**

Analysis Method: **Cooper-Jacob Time-Drawdown**

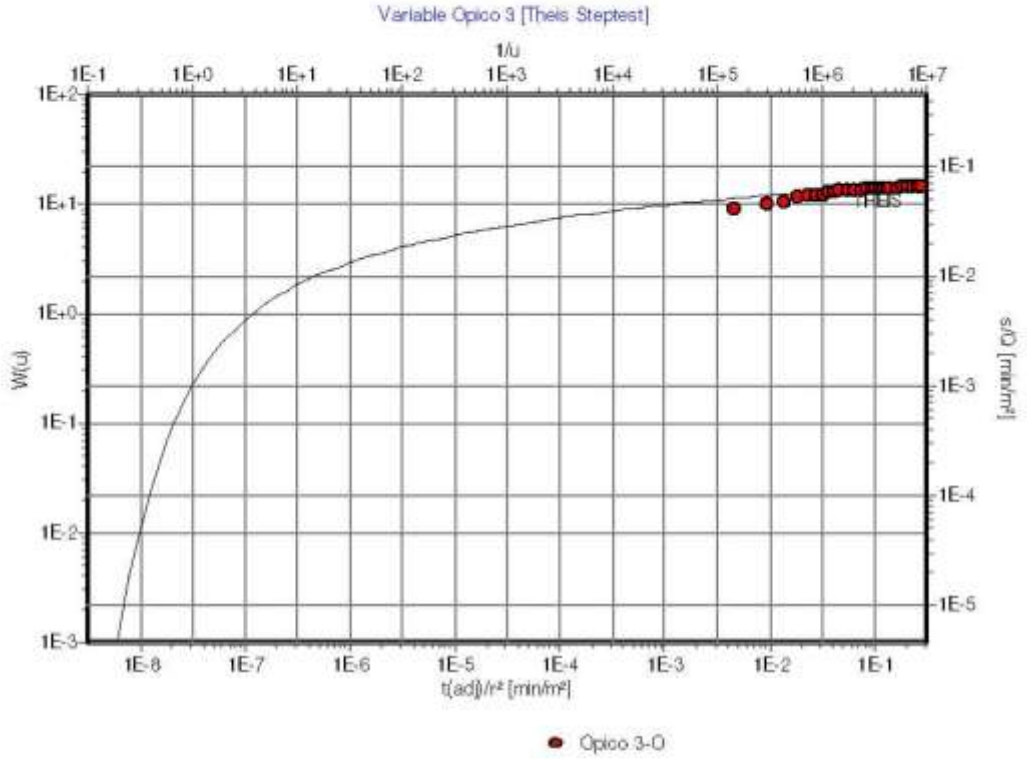
Analysis Results:	Transmissivity:	3.25E+4 [m²/d]	Conductivity:	9.87E+2 [m/d]
	Storativity:	2.86E-6		
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 3	Aquifer Thickness:	32.9 [m]
	Casing radius:	0.1778 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	32.9 [m]		
	Boring radius:	0.2286 [m]		
	Discharge Rate:	83.822857 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 04/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 3 Number: Client:



Pumping Test: **Variable Opico 3**

Analysis Method: **Theis Steptest**

Analysis Results:				
	Transmissivity:	2.51E+4 [m²/d]	Conductivity:	7.64E+2 [m/d]
	Storativity:	2.19E-6		

Test parameters:				
	Pumping Well:	Opico 3	Aquifer Thickness:	32.9 [m]
	Casing radius:	0.1778 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	32.9 [m]		
	Boring radius:	0.2286 [m]		
	Discharge Rate:	83.822857 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 04/04/2011

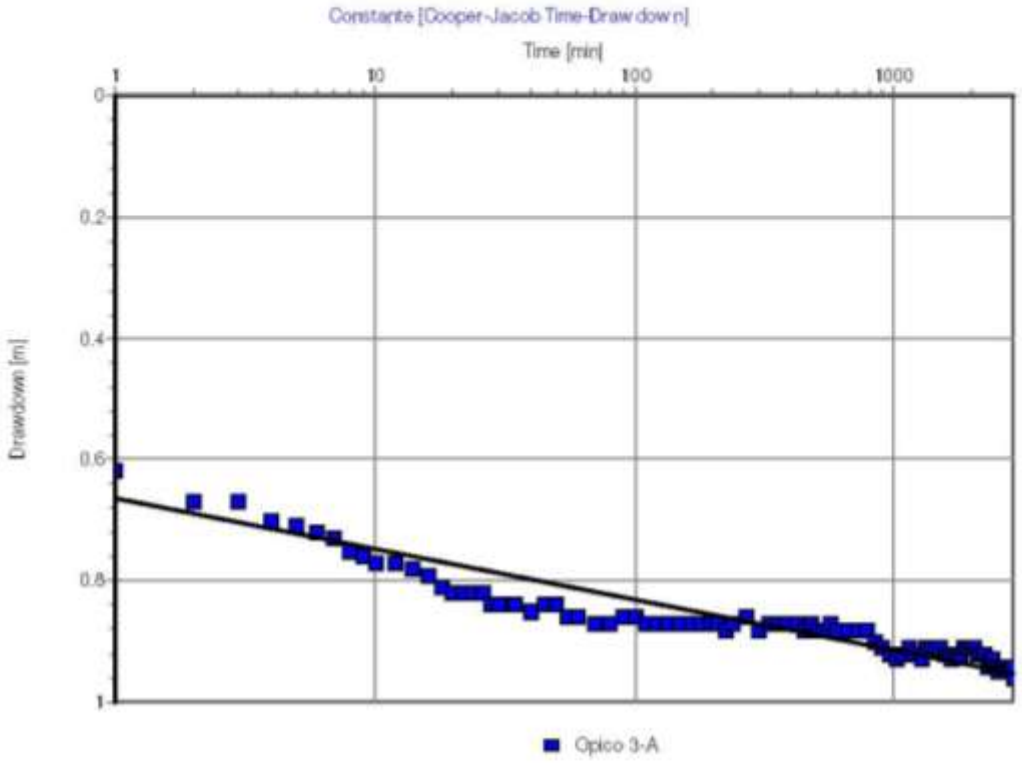
Waterloo Hydrogeologic, Inc.
460 Phillip Street - Suite 101
Waterloo, Ontario, Canada
Phone: +1 519 746 1798

Pumping Test Analysis Report

Project: Opico 3-A

Number:

Client:



Pumping Test: **Constante**

Analysis Method: **Cooper-Jacob Time-Drawdown**

Analysis Results:				
	Transmissivity:	3.00E+4 [m²/d]	Conductivity:	8.22E+2 [m/d]

Test parameters:				
	Pumping Well:	Opico 3-A	Aquifer Thickness:	36.5 [m]
	Casing radius:	0.2032 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	36.5 [m]		
	Boring radius:	0.2794 [m]		
	Discharge Rate:	157.73 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 03/04/2011

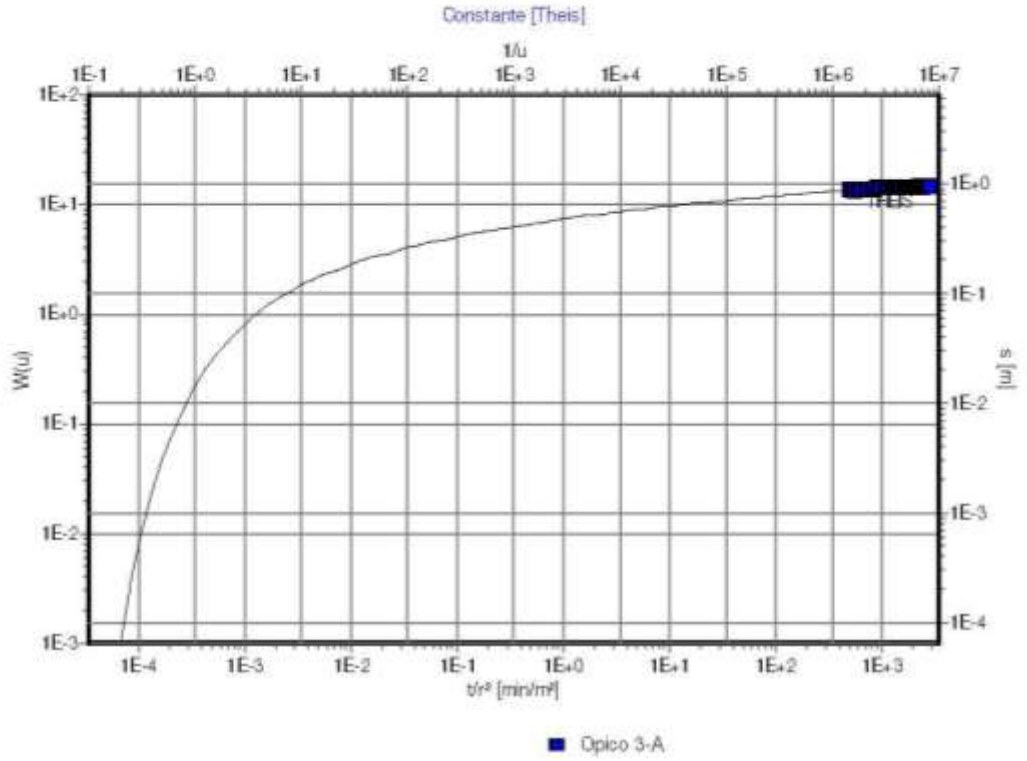
Waterloo Hydrogeologic, Inc.
460 Philip Street - Suite 101
Waterloo, Ontario, Canada
Phone: +1 519 746 1798

Pumping Test Analysis Report

Project: Opico 3-A

Number:

Client:



Pumping Test: **Constante**

Analysis Method: **Theis**

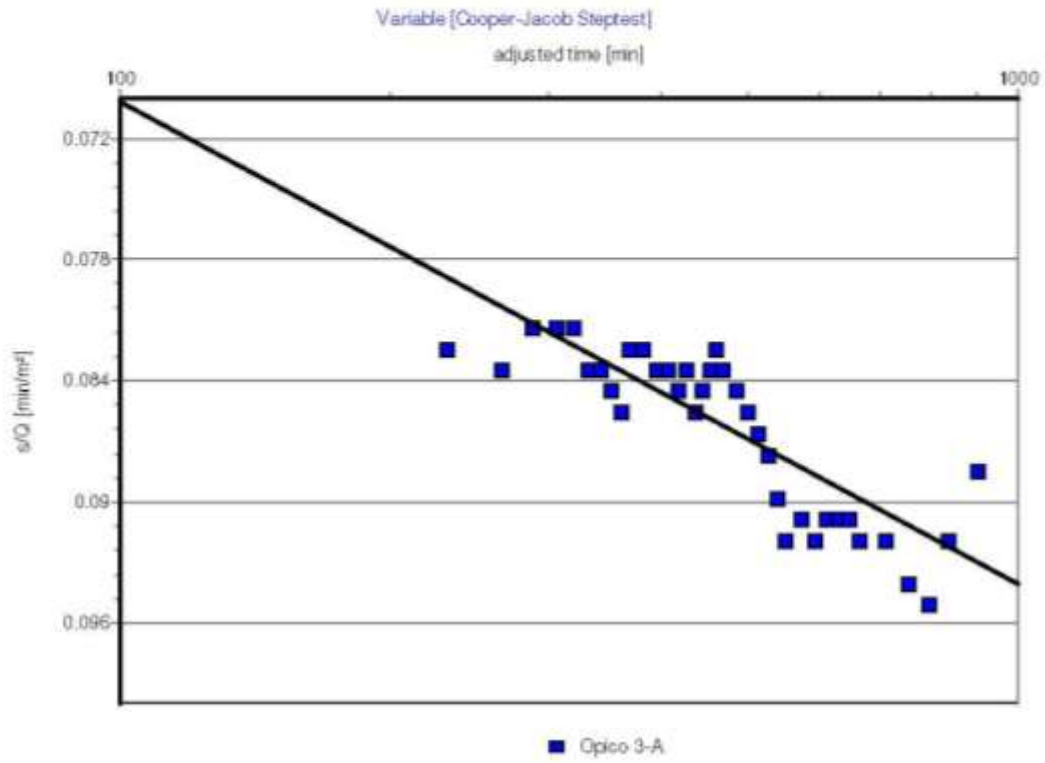
Analysis Results:	Transmissivity:	1.69E+4 [m²/d]	Conductivity:	4.62E+2 [m/d]
	Storativity:	1.62E-2		
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 3-A	Aquifer Thickness:	36.5 [m]
	Casing radius:	0.2032 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	36.5 [m]		
	Boring radius:	0.2794 [m]		
	Discharge Rate:	157.73 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 03/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report**
	Project: Opico 3-A
	Number:
	Client:



Pumping Test: **Variable**

Analysis Method: **Cooper-Jacob Steptest**

Analysis Results:	Transmissivity:	1.10E+4 [m²/d]	Conductivity:	3.02E+2 [m/d]
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 3-A	Aquifer Thickness:	36.5 [m]
	Casing radius:	0.2032 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	36.5 [m]		
	Boring radius:	0.2794 [m]		
	Discharge Rate:	112.90105 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 03/04/2011

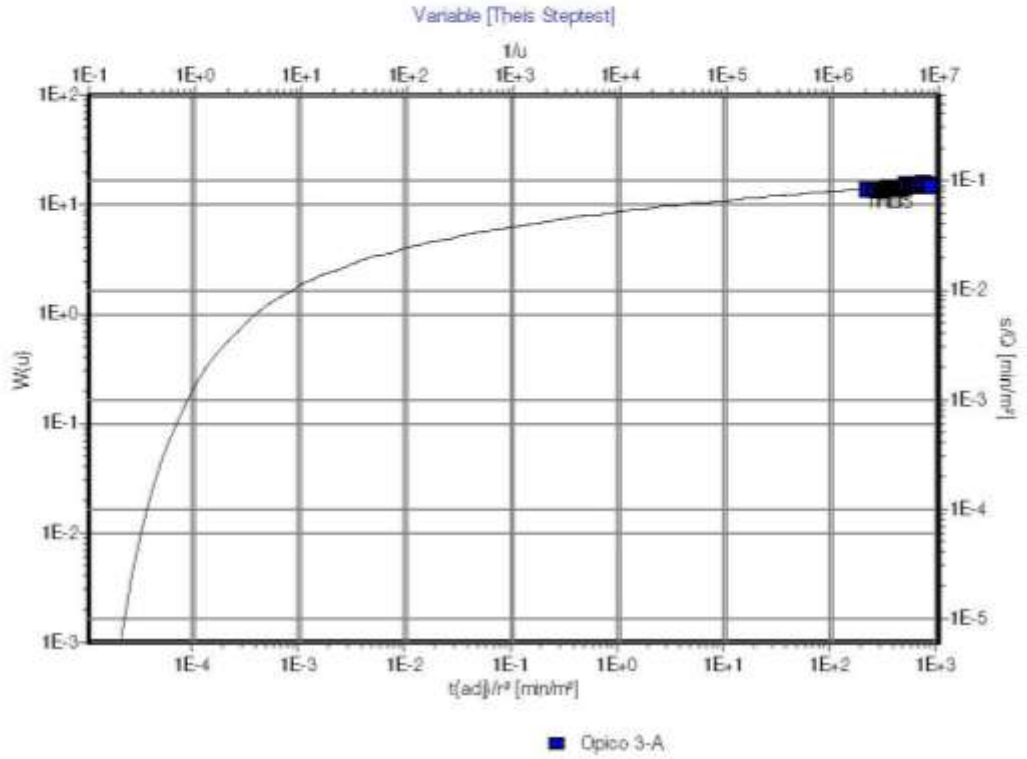
Waterloo Hydrogeologic, Inc.
460 Philip Street - Suite 101
Waterloo, Ontario, Canada
Phone: +1 519 746 1798

Pumping Test Analysis Report

Project: Opico 3-A

Number:

Client:



Pumping Test: **Variable**

Analysis Method: **Theis Steptest**

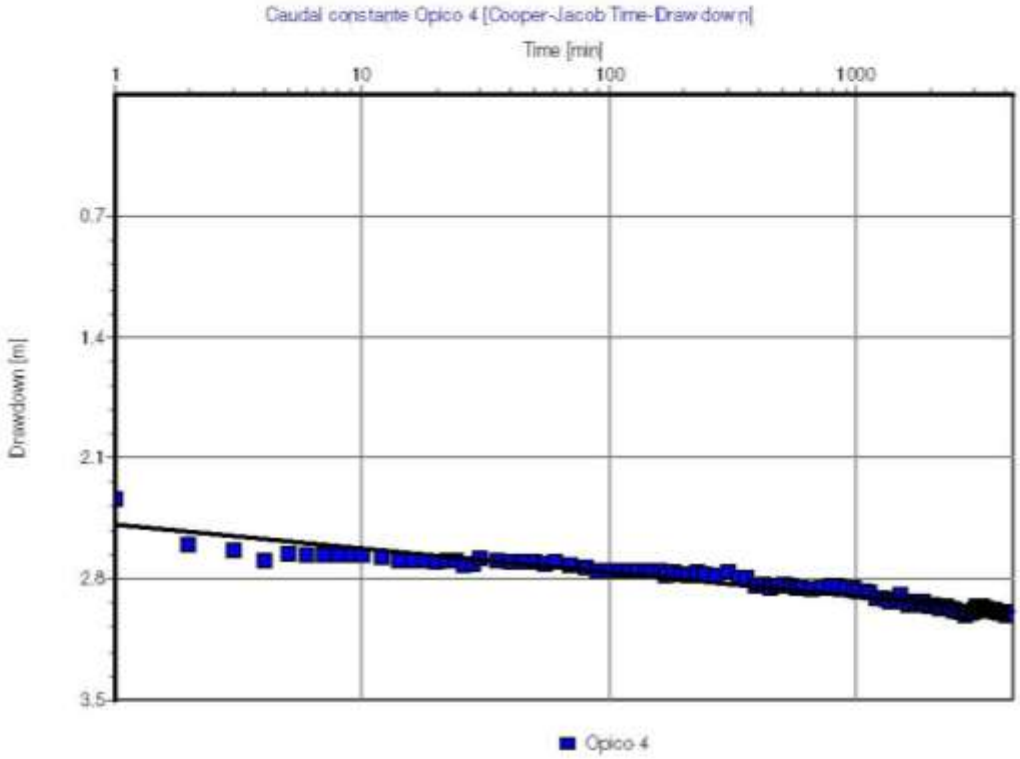
Analysis Results:	Transmissivity:	1.90E+4 [m²/d]	Conductivity:	5.21E+2 [m/d]
	Storativity:	5.79E-3		
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 3-A	Aquifer Thickness:	36.5 [m]
	Casing radius:	0.2032 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	36.5 [m]		
	Boring radius:	0.2794 [m]		
	Discharge Rate:	112.90105 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 03/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report**
	Project: Opico 4
	Number:
	Client:



Pumping Test: **Caudal constante Opico 4**

Analysis Method: **Cooper-Jacob Time-Drawdown**

Analysis Results:	Transmissivity:	1.79E+4 [m²/d]	Conductivity:	7.16E+2 [m/d]

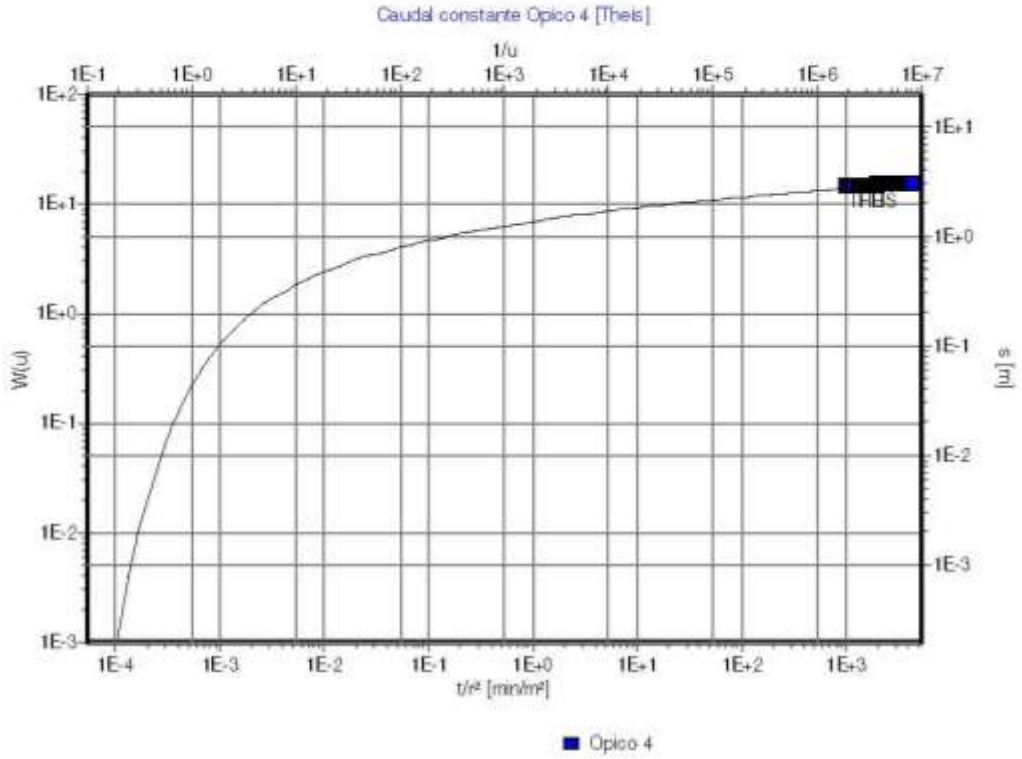
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 4	Aquifer Thickness:	25 [m]
	Casing radius:	0.2032 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	25 [m]		
	Boring radius:	0.2794 [m]		
	Discharge Rate:	157.73 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 05/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 4 Number: Client:



Pumping Test: **Caudal constante Opico 4**

Analysis Method: **Theis**

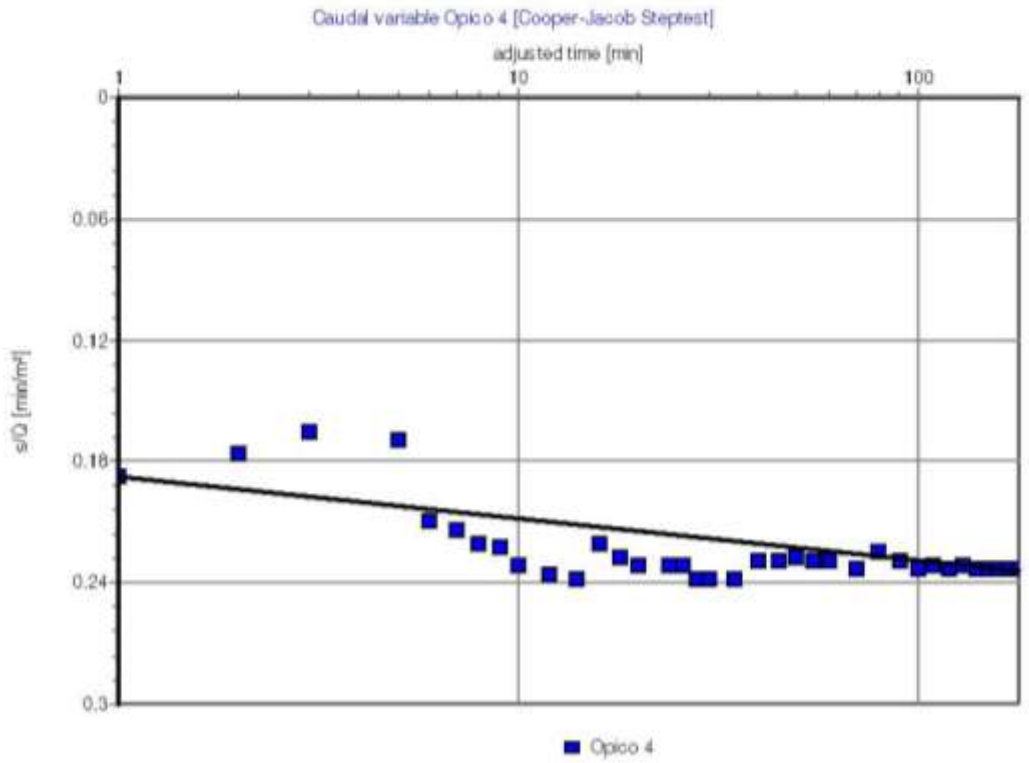
Analysis Results:	Transmissivity:	5.55E+3 [m²/d]	Conductivity:	2.22E+2 [m/d]
	Storativity:	8.28E-3		
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 4	Aquifer Thickness:	25 [m]
	Casing radius:	0.2032 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	25 [m]		
	Boring radius:	0.2794 [m]		
	Discharge Rate:	157.73 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 05/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 4 Number: Client:



Pumping Test: **Caudal variable Opico 4**

Analysis Method: **Cooper-Jacob Steptest**

Analysis Results:	Transmissivity:	1.28E+4 [m²/d]	Conductivity:	5.11E+2 [m/d]

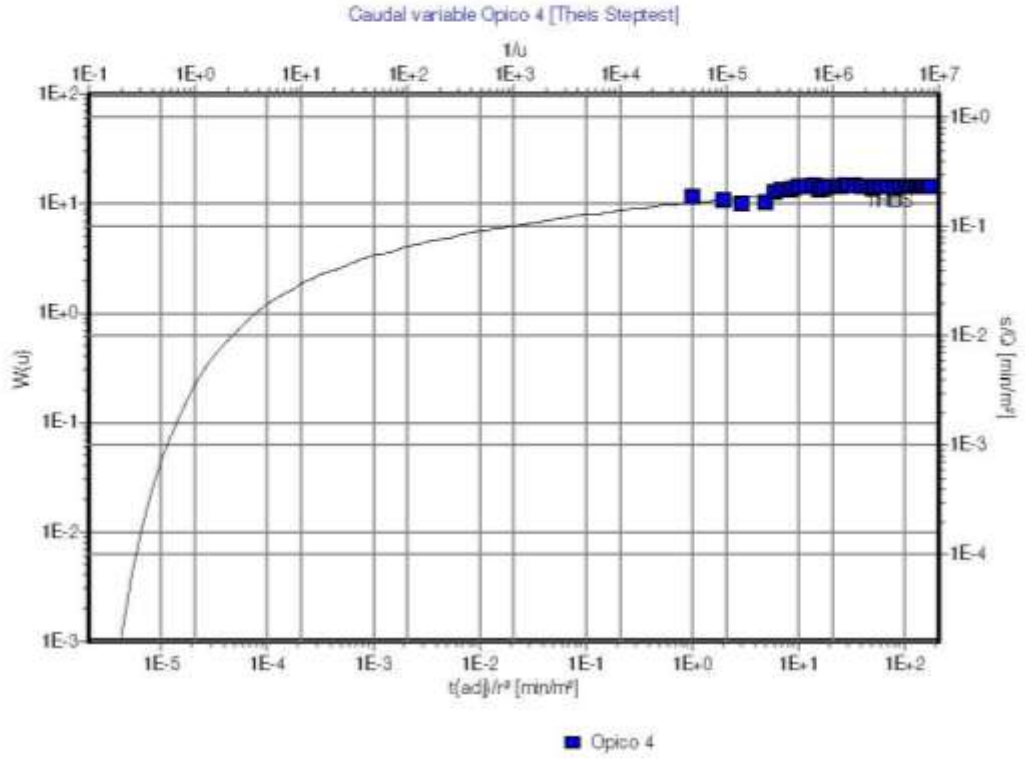
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 4	Aquifer Thickness:	25 [m]
	Casing radius:	0.2032 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	25 [m]		
	Boring radius:	0.2794 [m]		
	Discharge Rate:	115.1425 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 05/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 4 Number: Client:



Pumping Test: **Caudal variable Opico 4**

Analysis Method: **Theis Steptest**

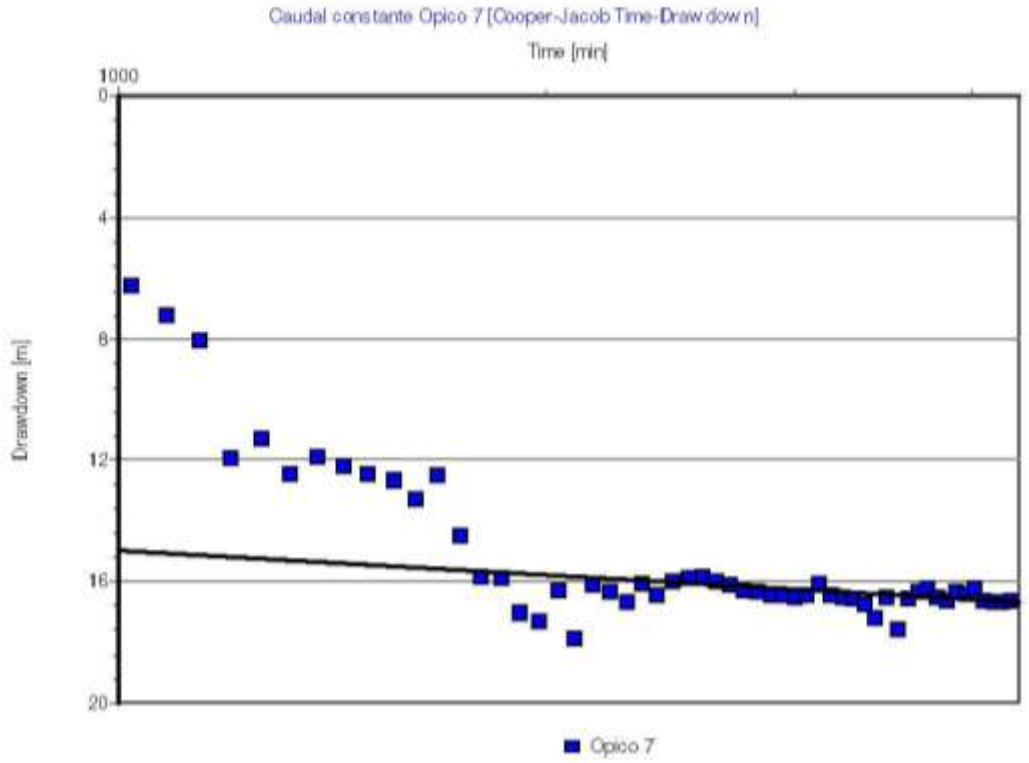
Analysis Results:	Transmissivity:	7.07E+3 [m²/d]	Conductivity:	2.83E+2 [m/d]
	Storativity:	4.20E-4		
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 4	Aquifer Thickness:	25 [m]
	Casing radius:	0.2032 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	25 [m]		
	Boring radius:	0.2794 [m]		
	Discharge Rate:	115.1425 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 05/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report**
	Project: Opico 7
	Number:
	Client:



Pumping Test: **Caudal constante Opico 7**

Analysis Method: **Cooper-Jacob Time-Drawdown**

Analysis Results:	Transmissivity:	5.99E+2 [m²/d]	Conductivity:	1.71E+1 [m/d]

Test parameters:	Pumping Well:	Opico 7	Aquifer Thickness:	35.05 [m]
	Casing radius:	0.2032 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	18.5 [m]		
	Boring radius:	0.2794 [m]		
	Discharge Rate:	100.6 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 05/04/2011

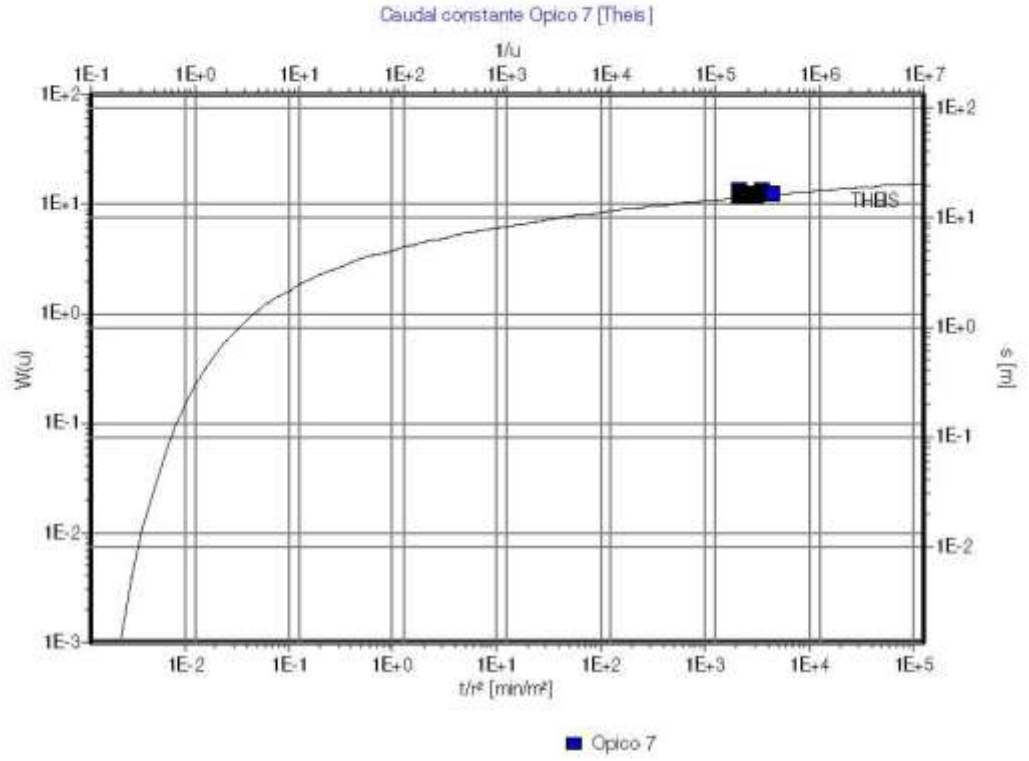
Waterloo Hydrogeologic, Inc.
460 Philip Street - Suite 101
Waterloo, Ontario, Canada
Phone: +1 519 746 1798

Pumping Test Analysis Report

Project: Opico 7

Number:

Client:



Pumping Test: **Caudal constante Opico 7**

Analysis Method: **Theis**

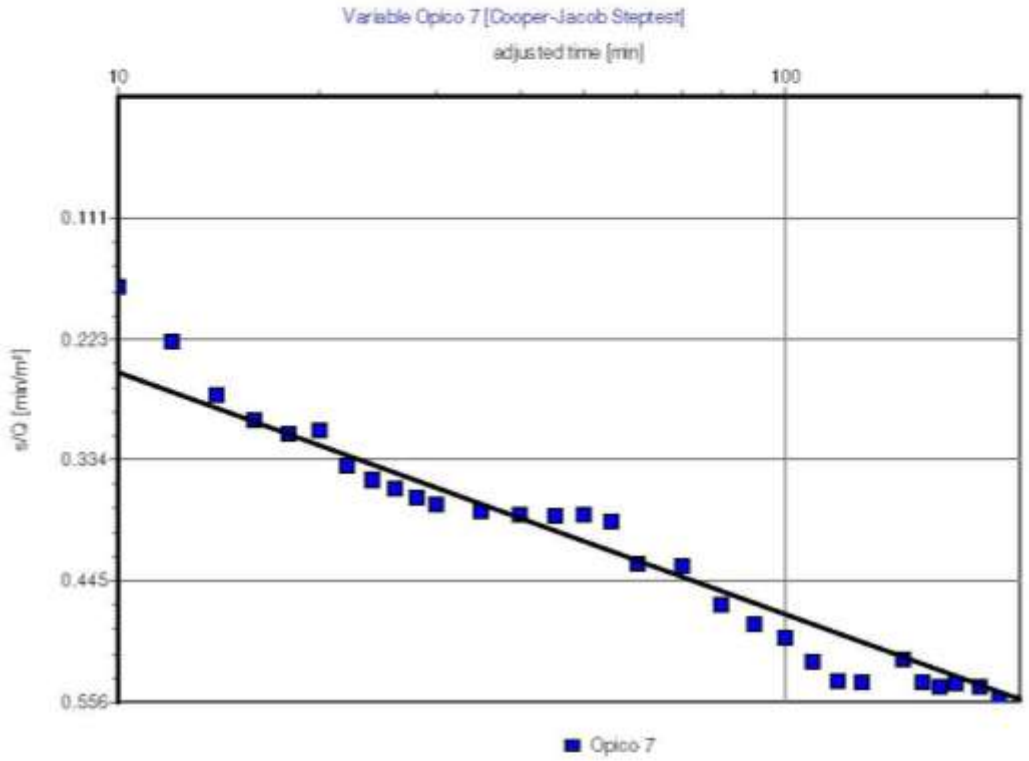
Analysis Results:	Transmissivity:	5.21E+2 [m²/d]	Conductivity:	1.49E+1 [m/d]
	Storativity:	1.83E-2		
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 7	Aquifer Thickness:	35.05 [m]
	Casing radius:	0.2032 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	18.5 [m]		
	Boring radius:	0.2794 [m]		
	Discharge Rate:	100.6 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 05/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report**
	Project: Opico 7
	Number:
	Client:



Pumping Test: **Variable Opico 7**

Analysis Method: **Cooper-Jacob Steptest**

Analysis Results:	Transmissivity:	1.19E+3 [m²/d]	Conductivity:	3.39E+1 [m/d]

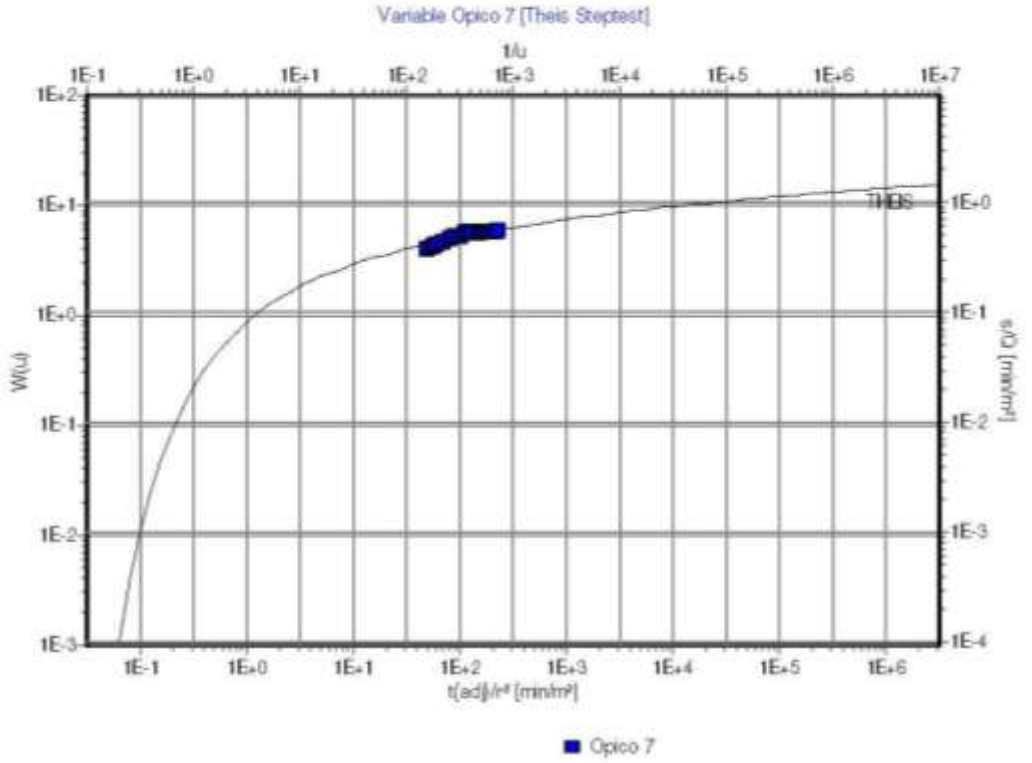
Test parameters:	Pumping Well:	Opico 7	Aquifer Thickness:	35.05 [m]
	Casing radius:	0.2032 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	18.5 [m]		
	Boring radius:	0.2794 [m]		
	Discharge Rate:	111.74164 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 05/04/2011

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 460 Philip Street - Suite 101 Waterloo, Ontario, Canada Phone: +1 519 746 1798	**Pumping Test Analysis Report** Project: Opico 7 Number: Client:



Pumping Test: **Variable Opico 7**

Analysis Method: **Theis Steptest**

Analysis Results:				
	Transmissivity:	1.23E+3 [m²/d]	Conductivity:	3.50E+1 [m/d]
	Storativity:	1.08E+0		

Test parameters:				
	Pumping Well:	Opico 7	Aquifer Thickness:	35.05 [m]
	Casing radius:	0.2032 [m]	Confined Aquifer	
	Screen length:	18.5 [m]		
	Boring radius:	0.2794 [m]		
	Discharge Rate:	111.74164 [l/s]		

Comments:

Evaluated by: Mario Guevara

Evaluation Date: 05/04/2011

ANEXO Nº 13

INFORMACIÓN DE SUELOS DE LA CUENCA DEL RÍO SUCIO

Información detallada de suelos de la cuenca del río Sucio

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 III	Aad	Pertenecen a los grandes grupos Regosol Aluvial y Litosol.	Las capas superficiales de los suelos del primer grupo varían de franco arenosos a areno francosos, con bastante arena máfica. Los estratos inferiores son arenosos, formados de escoria mezclada con ceniza pomicítica o algunos estratos café amarillentos de textura arenosa fina. A mayor profundidad se encuentra en algunas partes un estrato de grava. La capacidad de producción varía de baja a moderada. Los representantes del segundo grupo de suelos son los afloramientos de lava.	El drenaje interno es rápido, el externo, moderado. La permeabilidad es excesiva y la capacidad de retener agua es baja, por lo que desde los primeros meses de la época no lluviosa permanecen bastante secos.
2357 IV	Aad	Pertenecen a los grandes grupos Regosol Aluvial y Litosol.	Las capas superficiales de los suelos del primer grupo varían de franco arenosos a areno francosos, poseen bastante arena máfica. Los estratos inferiores son siempre arenosos formados de escoria mezclada con cenizas volcánicas blancas y algunos estratos café amarillentos, de textura más fina. A mayor profundidad se encuentra en algunas partes un subsuelo de grava. La capacidad de producción es regular. Los representantes del segundo grupo de suelos son los afloramientos de lava.	La permeabilidad es excesiva y la capacidad de retener agua es baja, por lo que en la época no lluviosa permanecen bastante secos.
2357 III	Aea	Pertenecen al gran grupo de los Regosoles Aluviales.	Son suelos francos, friables, de color pardo muy oscuro, hasta una profundidad que varía de 40 a 60 cm, descansando sobre una capa de talpetate de aproximadamente 15 cm de espesor, poroso, de poca consistencia y a veces fracturado, encontrándose en algunas áreas debajo del talpetate un estrato arenoso de ceniza pomicítica de 20 a 40 cm de espesor. El subsuelo es de color pardo gris oscuro a pardo rojizo, de textura franco arcillosa de consistencia plástica y pegajosa a medida que se profundiza.	El drenaje externo e interno son buenos.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 III	Aee	Pertenecen a los grandes grupos de los Regosoles Aluvial y Regosoles.	En las partes bajas de pendientes suaves a moderadas se encuentran suelos semejantes al Aea y en ciertas áreas, intrusiones de Latosoles Arcillo Rojizos semejantes al Ara. En las partes altas onduladas predomina un suelo con horizonte superficial franco de color pardo oscuro y de espesor variable, sobre estratos de gravilla de pómez ligeramente intemperizada, que constituye el suelo Moncagua.	El drenaje externo e interno son moderados.
2357 IV	Ahb	Pertenecen a los grandes grupos Latosol Arcillo Rojizo y Grumosol.	Son más extensos los del primer grupo. La capa superficial de estos suelos hasta 25 cm es de textura franca a franco arcillosa, de estructura granular y de color café oscuro. A partir de 25 cm la textura varía de franco arcillosa a arcillosa, la estructura	El drenaje externo e interno son buenos.
2357 I	Apb	Pertenecen al gran grupo Regosol.	Son suelos jóvenes, provenientes de cenizas volcánicas blancas. Poseen horizontes superficiales hasta profundidades de 50 cm de franco a franco arenoso finos que son de color café grisáceo muy oscuro, con estructura granular y friables. Los estratos inferiores son de color café muy pálido a claro, de estructura ligeramente granular y con texturas de franco arenoso fino, franco limoso y areno francoso, continuando así hasta una profundidad de 2 metros y más. Son suelos permeables, profundos y capaces de dar buenas cosechas.	El drenaje es bueno. En la época no lluviosa los suelos son moderadamente secos, pero en la estación lluviosa mantienen buenas condiciones de humedad.
2357 III	Apb	Pertenecen al gran grupo Regosol.	Son suelos con horizontes superiores de textura franca y franco arenosa fina de color gris oscuro a gris muy oscuro, con una profundidad promedio de 40 cm sobre un subsuelo franco arenoso fino, color gris claro, de estructura masiva. Son friables, permeables, no plásticos, no pegajosos, muy profundos, de alta capacidad de producción y buena capacidad de retención de humedad. Se encuentran en algunos lugares corrientes de lava.	El drenaje externo e interno es moderado. Poseen buena capacidad de retención de humedad.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 IV	Apb	Pertenecen al gran grupo Regosol.	Son suelos con horizontes superiores de textura franca y franco arenosa fina de color gris oscuro a gris muy oscuro, con una profundidad promedio de 40 cm sobre un subsuelo franco arenoso fino, color gris claro, de estructura masiva. Son friables, permeables, no plásticos, no pegajosos, muy profundos, de alta capacidad de producción y buena capacidad de retención de humedad. Se encuentran en algunos lugares corrientes de lava.	El drenaje externo e interno es moderado. Poseen buena capacidad de retención de humedad.
2357 III	Apc	Pertenecen al gran grupo Regosol.	Los horizontes superiores son francos a franco arenosos finos de color café grisáceo muy oscuro, estructura débilmente granular y con espesor variable de 15 a 25 cm. Los estratos inferiores son francos, franco arenosos finos de colores café grisáceos claros con estructura terronosa a ligeramente granular. A profundidades mayores de 1.5 mt se encuentran suelos rojos arcillosos. En resumen, son suelos francos, friables, permeables, no plásticos, no pegajosos y con moderada capacidad de retención de humedad. La capacidad de producción es buena.	El drenaje interno varía de moderado a ligeramente rápido, el externo es moderado. En la época no lluviosa son suelos moderadamente secos.
2357 III	Apf	Pertenecen al gran grupo Regosol.	Son suelos originados de polvos pomicíticos con estratos superficiales friables, de estructura granular fina, de textura franca a franco arenosa fina de colores que varían de negro o café muy oscuro a café grisáceo oscuro hasta una profundidad de 40 cm en los suelos Apopa y de 10-15 cm en los Ilopango. Los horizontes inferiores son por lo general de color gris claro de textura franco arenosa, friables, no plásticos, no pegajosos. Generalmente son suelos profundos. En algunas áreas se encuentra a una profundidad mayor de 1 m un suelo enterrado bien desarrollado de textura franco arcillosa a arcillosa y de color café rojizo, así como estratos de lava que aflora en algunos lugares. En general la capacidad de producción es buena.	El drenaje superficial varía de moderado a rápido y el interno es moderado a bueno.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 I	Aph	Regosoles.	Los horizontes superficiales son de menor espesor que los de la unidad Apb; siempre son francos a franco arenosos finos. Los estratos inferiores son de ceniza blanca, fina, friable, hasta una profundidad que varía de 50 a 100 cm que es donde aparece el suelo rojo arcilloso. En algunas partes este último aflora a la superficie debido a efectos de la erosión. La diferencia con los Apb se debe al suelo enterrado y a que aparecen algunas piedras en la superficie. La capacidad de producción es bastante similar a los Apb.	El drenaje superficial es bueno, el interno es de moderado a lento, pero no se presentan problemas de exceso de humedad.
2357 IV	Api	Pertenecen al gran grupo Regosol.	Los horizontes superficiales de 20-30 cm de espesor son francos y franco arenosos finos, de color café grisáceo oscuro y estructura débilmente granular. Los estratos inferiores son de ceniza blanca, fina, friable, hasta una profundidad de 50 a 125 cm donde se encuentran suelos arcillosos de colores rojizos, estructura en bloques finos, los cuales afloran a la superficie en las partes más erosionadas y diseccionadas. En algunas partes hay afloramientos de lavas y a veces de tobas. La capacidad de producción es de moderada a alta.	El drenaje superficial es bueno y el interno es de moderado a lento. Se mantienen con buena humedad durante la estación lluviosa y aún dentro de la época seca en las partes cóncavas.
2356 IV	Apr	Pertenecen al gran grupo Regosol.	Tienen suelos superficiales francos, de color café grisáceo muy oscuro, estructura débilmente granular y de 20-30 cm de espesor. Las capas inferiores son francas y franco arenosas finas con estructura ligeramente granular a terronosa de color café grisáceo claro variando a café en los depósitos de cenizas más antiguas. Generalmente a profundidades menores de 120 cm se encuentran capas de talpetate semiduro, de no mucho espesor (20-50 cm), por lo regular con fracturas. Cuando está muy superficial puede influir en cierto grado en los cultivos. En resumen, son suelos friables, permeables, con capas de talpetate a profundidades variables y con moderada a alta capacidad de producción.	A causa de la topografía no hay problemas de drenaje pero sí de erosión. En la época no lluviosa, las áreas con talpetate a poca profundidad son un poco más secas que las con talpetate profundo.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2356 IV	Aps	Pertenecen al gran grupo de los Regosoles.	Son suelos francos, friables y con características parecidas a los Apr aunque son menos profundos y de menor calidad que aquellos. El talpetate se encuentra a menos de un metro y el horizonte oscuro superficial es de menor espesor. Existen suelos arcillosos sepultados que a veces afloran en las partes más altas. Las capas inferiores son de gravilla pomicítica, toba y lavas duras. En general son tierras de buena productividad.	El drenaje externo es rápido, y puede causar graves daños por erosión. El interno se ve interferido cuando el talpetate está muy cerca de la superficie.
2357 III	Aps	Pertenecen al gran grupo Regosol.	Los suelos superficiales son francos de color café grisáceo muy oscuro, estructura granular débil y con espesor variable de 20 a 40 cm. Las capas inferiores son francas a franco arenosas finas de color café grisáceo claro. Generalmente a profundidades menores de 120 cm se encuentran capas de talpetate semiduro de 20 a 60 cm de espesor. En los suelos Cuscatlán el talpetate se encuentra a poca profundidad y puede influir en cierto grado en los cultivos. En resumen son suelos friables, permeables, con capas de talpetate a profundidades variables y con moderada a alta capacidad de producción.	A causa de la topografía no hay problemas de drenaje interno, pero sí de erosión. La profundidad a que se encuentra el talpetate determina la capacidad de retención de humedad de estos suelos, pero en general es buena.
2357 III	Ara	Latosoles Arcillo Rojizos.	Son suelos francos, friables, de estructura granular y color café oscuro. Los subsuelos son franco arcillosos, pardo rojizo oscuros, ligeramente plásticos y pegajosos de estructura de bloques. Entre los 70 cm y 1 mt se encuentra un suelo enterrado de textura arcillosa, plástica, pegajosa y de colores pardo grisáceo a gris muy parecidos a los Grumosoles. Las capas inferiores se encuentran a más de 1.5 mt de profundidad, predominando las tobas moderadamente duras y de colores claros. Son suelos con buena capacidad de retención de agua y de permeabilidad lenta principalmente después de un metro de profundidad. Las áreas en que el suelo enterrado arcilloso se encuentra a mayor profundidad, son las mejor drenadas.	El drenaje externo es bueno y el interno es de moderado a pobre.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 I	Atc	Pertenecen principalmente a los grandes grupos Regosol y Litosol.	Comprende esta unidad un conjunto de suelos que se caracterizan los primeros por poseer una capa superior de 20-40 cm de color café oscuro, textura franca y estructura granular, sobre estratos inferiores friables de ceniza volcánica, pomicítica, francosa hasta una profundidad de 60-100 cm y más. Los segundos se caracterizan por tener estratos de toba dura y poco permeable a profundidades de menos de 50 cm. A veces afloran en la superficie estos estratos. También se encuentran algunas intrusiones de un suelo rojo arcilloso similar al Yah. Dentro de la unidad se encuentran asociados formando un solo cuerpo.	El drenaje tanto externo como interno es bueno, no presentan problemas de humedad en la época no lluviosa.
2357 IV	Atc	Pertenecen a los grandes grupos Regosol y Litosol.	Los primeros se caracterizan por poseer un horizonte superficial de unos 30 cm de textura franca a franco arenosa fina, de color café oscuro y estructura granular, sobre estratos inferiores de ceniza volcánica, blanca, fina, de textura franca. Los segundos suelos, se distinguen por su roca madre que es una toba dura poco intemperizada, sobre la cual se encuentra un suelo francoso de poco espesor. En algunas partes hay intrusiones de un suelo de arcilla negra, muy plástica y pegajosa.	El drenaje en su mayor parte es bueno, encontrándose algunos lugares en donde es pobre.
2357 IV	Aza	Pertenecen al gran grupo Latosol Arcillo Rojizo.	Las capas superficiales son de textura franca a franco arcillosa, de color café muy oscuro y de estructura granular. Los subsuelos son arcillosos, con estructura en bloques fuertes y con películas de arcilla, de color café oscuro a café rojizo oscuro, bastante desarrollados y profundos. Las capas inferiores están constituidas por pómez medianamente grueso de texturas arenosas. La productividad es buena.	El drenaje superficial e interno son buenos aunque el suelo es de lenta permeabilidad. Mantienen cierta humedad en la época seca.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 III	Azb	Pertenecen al gran grupo Latosol Arcillo Rojizo.	Son suelos similares a los de la unidad Aza, aunque con menos espesor. Poseen un horizonte superficial de textura franca a franco arcillosa de color café oscuro, de estructura granular. Los subsuelos son arcillosos, de estructura en bloques con películas de arcilla y de color café oscuro a café rojizo oscuro. Las capas inferiores están compuestas de pómez un poco grueso y de cenizas volcánicas a distintas profundidades y de intemperización variable. En general, varían de medianamente profundos a profundos. La producción agrícola es buena. Responden a los fertilizantes a base de nitrógeno y fósforo.	El drenaje tanto externo como interno son buenos. Mantienen un poco de humedad durante la época sin lluvias.
2357 IV	Azb	Pertenecen al gran grupo Latosol Arcillo Rojizo.	Son suelos similares a los de la unidad Aza, aunque de menos espesor. Poseen un horizonte superficial de textura franca a franco arcillosa de color café oscuro, de estructura granular. Los subsuelos son arcillosos, de estructura en bloques que poseen películas de arcilla y de color café oscuro a café rojizo oscuro. Las capas inferiores están compuestas de pómez un poco grueso y de cenizas volcánicas que aparecen, a distintas profundidades y de intemperización variable. En general varían de moderados a profundos. La productividad es buena.	El drenaje, tanto superficial como interno son buenos. Mantienen cierta humedad durante la época seca.
2357 III	Azc	Pertenecen al gran grupo Latosol Arcillo Rojizo.	Los horizontes superficiales de estos suelos son de texturas francas a franco arcillosas, de color café muy oscuro y estructura granular. Los subsuelos son arcillosos con estructura en bloques medianos con películas de arcilla y de color café de oscuro a claro. Las capas inferiores están formadas por capas de bastante espesor de pómez grueso y ceniza volcánica blanca. En las quebradas se encuentran suelos muy poco profundos y pedregosos. La capacidad de producción es moderada. Responden a los fertilizantes a base de nitrógeno y fósforo.	El drenaje tanto externo como interno varían de moderados a rápidos. En la época no lluviosa son áreas un poco secas.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 IV	Azc	Pertenecen al gran grupo Latosol Arcillo Rojizo.	Los horizontes superficiales de estos suelos son de texturas franco a franco arcillosas, de color café muy oscuro y estructura granular. Los subsuelos son arcillosos con estructura en bloques medianos con películas de arcilla y de color café de oscuro a claro. Las capas inferiores están formadas por capas de bastante espesor de pómez grueso y ceniza volcánica blanca. Se consideran en un grado intermedio entre las unidades Azl y Azm. En las quebradas se encuentran afloramientos de suelos similares a la unidad Mjh. La productividad es de moderada a alta.	El drenaje tanto externo como interno varían de moderados a rápidos. En la época no lluviosa son áreas un poco secas, en parte, debido a lo rápido del drenaje interno. Mantienen menos humedad que las de la unidad Azm.
2357 III	Azd	Latosoles Arcillo Rojizos y Litosoles.	Los primeros son los más extensivos del área y muy semejantes a los descritos en las unidades Aza y Azb. Los segundos que ocupan el resto, son afloramientos de lavas máficas esparcidas en forma irregular.	El drenaje externo e interno es moderado.
2357 IV	Azj	Pertenecen a los grandes grupos Latosol Arcillo Rojizo y Litosol.	Los suelos predominantes son de la serie Azacualpa. Tienen horizontes superiores franco arcillosos y arcillosos, de color café muy oscuro. Tienen subsuelos bastante desarrollados, plásticos, pegajosos, de estructura en bloques, con películas de arcilla y colores que varían de café oscuro a café rojizos. Las capas inferiores no muy profundas son de ceniza y pómez sobre lava. En partes se encuentran suelos pedregosos y difíciles de trabajar, desarrollados directamente en lavas oscuras intemperizadas. Tienen perfiles que varían desde los semejantes a los ya descritos, sin piedra, hasta algunos con grandes afloramientos de piedra.	El drenaje tanto externo como interno varía de moderado a rápido. En la época no lluviosa son áreas un poco secas.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 IV	Azl	Pertenecen a los grandes grupos Latosol Arcillo Rojizo y Regosol.	Los primeros tienen suelos superficiales francos, franco arcillosos y a veces ligeramente arenosos, de estructura granular, de color café muy oscuro hasta profundidades de 20-50 cm. Tienen subsuelos arcillosos, plásticos, de color café a café rojizo usualmente oscuro y de estructura en bloques con películas de arcilla. A profundidades de 60-100 cm se encuentran capas inferiores de bastante espesor, de ceniza volcánica fina, estratificada con pómez grueso arenoso, de color café grisáceo claro, son muy porosos y muy friables. Los suelos del segundo grupo tienen suelos superficiales francos o franco arenosos, de colores pardo grisáceos oscuros, que pasan directamente a las capas inferiores arenosas ya descritas, sin que se llegue a presentar el caso de un subsuelo arcilloso. En partes se encuentran algunos afloramientos rocosos, de un suelo similar al de la unidad Mjh. La productividad es moderada.	El drenaje externo es moderado, el interno es rápido. Son tierras que mantienen buena humedad en la época lluviosa; pero que son algo áridas en la época no lluviosa.
2357 IV	Azm	Pertenecen principalmente al gran grupo Latosol Arcillo Rojizo.	Son suelos bastante desarrollados, de color café muy oscuro, franco arcillosos y de estructura granular hasta los primeros 40 cm sobre subsuelos bastante desarrollados, arcillosos, de color café oscuro a veces algo rojizo, estructurados en bloques, fuertes con bastantes películas de arcilla y de bastante espesor. A mayor profundidad se encuentran capas de pómez de intemperización variable, de textura franca a franco arenosa. En general son suelos profundos, fértiles y de alta productividad, diferenciándose de las unidades similares, por tener el perfil desarrollado de mayor espesor.	Son tierras de buen drenaje tanto superficial como interno. Conservan humedad suficiente para café durante la época seca.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 IV	Chlp	Pertenecen al gran grupo Regosol y Grumosol.	Son suelos con una gruesa capa de ceniza volcánica, fina, pomicítica, de un espesor de 40 a 100 cm (siendo ésta, su mayor diferencia con las unidades Pqg y Chla), de textura franca a franca ligeramente arenosa y consistencia friable. El color varía del gris muy oscuro en la capa superior a café pálido en las inferiores. Debajo de esta capa de ceniza se encuentran abruptamente las arcillas acromáticas negras, muy plásticas y muy pegajosas, que son típicas del Grumosol. Esta capa es de bastante espesor y debajo de ella, se encuentran tobas duras completamente impermeables. Son suelos que con buen manejo pueden llegar a dar rendimientos de moderados a altos.	El drenaje es algo pobre, debido tanto a la baja posición topográfica como a las capas de arcilla que se encuentran a no mucha profundidad. Son tierras que pueden inundarse en los períodos de mayor precipitación. En general se mantienen en mejor estado de
2357 III	Chob	Pertenecen al gran grupo de los Regosoles Aluviales.	Los horizontes superiores son de textura franco arenosa, arenosa y franco arcillosa, de color pardo gris a gris oscuro, friables, granulares. Generalmente se encuentran estratificados con materiales de ceniza y pómez volcánico. Los subsuelos son franco arenosos a franco arcillosos, con estratos de arena y grava; de color gris, gris oscuro a gris amarillento. En general son suelos profundos, permeables, con mediano a bajo contenido de materia orgánica, de moderada capacidad de retención de humedad, excepto en las áreas arenosas donde es casi nula.	El drenaje externo e interno varía según la posición y permeabilidad, de bueno a algo pobre. Son áreas secas o húmedas según la estación; ciertas áreas sufren empantanamiento en la época lluviosa.
2356 IV	Chpa	Litosol, Pardo Forestal y Latosol Arcillo Rojizo.	Tienen las mismas características que los Sah excepto que en esta unidad son más comunes los suelos pedregosos con poco o sin ningún desarrollo en sus horizontes. Existe mayor cantidad de afloramiento rocoso en esta unidad, la roca madre y el grado de intemperización de las rocas es igual a Sah.	El drenaje es igual a Sah y por ser estos suelos de menor profundidad que aquellos, retienen menos humedad en la época seca.
2357 III	Chpa	Pertenecen a los grandes grupos Litosol, Latosol Arcillo Rojizo y Latosol Pardo Forestal.	Predominan los suelos poco profundos, franco arcillosos a arcillosos pardos oscuros y pedregosos. En algunas áreas, estos suelos presentan buen desarrollo y roca madre bien intemperizada; así como afloramientos rocosos de considerable magnitud. En poca proporción se presentan suelos como los descritos en la unidad Sac.	El drenaje interno es moderado, el externo varía de moderado a rápido. Por tener estos suelos menor profundidad que los Sah, retienen menor contenido de humedad en la época seca.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 III	Chub	Pertenecen al gran grupo Regosol Aluvial.	Los suelos superficiales presentan texturas francas, franco arcillosas y franco limosas, de color pardo muy oscuro a pardo gris oscuro (con moteos de color café rojizos), friables, con estructura granular a bloques medianos y pequeños; de buena a moderada permeabilidad y buena capacidad de retención de agua. Se encuentra talpetate a una profundidad de 15 a 45 cm de espesor y consistencia variable. Existen también áreas donde el talpetate es muy delgado o ha desaparecido por el constante uso agrícola y solamente se encuentra la segunda capa del talpetate a una profundidad variable de 1 mt a 1.60 mt o más. Algunas de ellas son algo porosas y blandas, pero otras se encuentran cementadas e impermeables. Debajo del talpetate se puede encontrar estratos arenosos o un suelo gris a gris plomo sin moteos.	Son áreas de drenaje pobre; parte de ésta se empantana y el resto permanece muy húmedo durante la época lluviosa, Guardan humedad en la época seca.
2357 III	Cla	Es un complejo de suelos perteneciente al gran grupo Regosol Aluvial.	Los suelos superficiales presentan texturas franco arenosas, franco arenosas finas, francas y franco limosas de color pardo, gris, pardo oscuro a pardo grisáceo oscuro y negro; con estructura pulverulenta, granular o masiva y de consistencia friable; debajo de estos horizonte que tienen un espesor de 20-30 cm se encuentran estratos de talpetate, el cual alcanza un grosor desde 5 a 40 cm y a veces más de 1 mt y se distingue por ser ligeramente friable y permeable en estado húmedo y endurecido en estado seco. En algunas áreas este estrato ha desaparecido por el laboreo. Debajo del talpetate se encuentran estratos arenosos, finos y gruesos, de color pardo, gris, negro o pardo rojizo, friables o endurecidos según la época del año; componen la mayoría de estos estratos polvos volcánicos y escorias máficas. También se encuentran estratos franco arcillosos y arcillosos de color pardo rojizo. A profundidades entre 1 mt y mayores de 2 mt se encuentra talpetate duro, capas franco arenosas pardo oscuras o polvo y escoria de pómez. En general son suelos friables, permeables, de moderada retención de agua, y de moderada a alta capacidad de producción. La productividad agrícola actual es factible de mejorarse por medio del buen manejo de suelos y el uso de riego en la época no lluviosa.	El drenaje en general es bueno, son suelos que durante la época lluviosa permanecen húmedos, pero secan rápidamente al cesar éstas. Se encuentran algunas áreas que se empantanan con el exceso de lluvias.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 III	Cle	Pertenecen al gran grupo Regosol Aluvial.	Los suelos superficiales son de textura franco arenosa fina a franca de color café grisáceo muy oscuro a gris oscuro, pulverulento, a profundidades mayores de 50 cm se encuentra una estratificación dura de talpetate de más de 80 cm de espesor pero también se encuentra en menor espesor y algunas veces muy fracturada. Debajo del talpetate es frecuente encontrar estratos francos y franco arenosos, escoria y polvos volcánicos.	El drenaje externo es moderado y el interno, bueno.
2357 III	Csj	Pertenecen al gran grupo Regosol.	Las capas superiores son francas a franco arenosas con partículas finas a gruesas de talpetate, color café grisáceo muy oscuro, estructura débilmente granular y con espesor promedio de 30 cm. El subsuelo lo constituyen estratificaciones talpetatosas de espesor variable debajo del cual se encuentran polvos volcánicos de diversos colores y escorias. En ciertas áreas el talpetate se encuentra muy profundo y las características son similares a las descritas en la unidad Aps.	El drenaje externo varía de rápido a moderado, el interno está ligeramente restringido por el talpetate.
2357 III	Csl	Pertenecen a los grandes grupos Regosol y Litosol.	El Regosol que es el más extensivo posee generalmente una capa superficial con un espesor promedio de 25 cm de textura franco a franco arenosa, de estructura pulverulenta, de color pardo grisáceo, con partículas gruesas de talpetate y descansando sobre un estrato de talpetate blando, diversidad de materiales volcánicos como cenizas pomicíticas, tobas, escorias máficas y lavas. Los Litosoles presentan características similares a los anteriores pero son más superficiales y con afloramientos de talpetate duro y con espesores de 75 cm a más de 2.00 mt.	El drenaje externo varía de rápido a excesivo, el interno es restringido por el talpetate.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 III	Chub	Pertenecen al gran grupo Regosol Aluvial.	Los suelos superficiales presentan texturas francas, franco arcillosas y franco limosas, de color pardo muy oscuro a pardo gris oscuro (con moteos de color café rojizos), friables, con estructura granular a bloques medianos y pequeños; de buena a moderada permeabilidad y buena capacidad de retención de agua. Se encuentra talpetate a una profundidad de 15 a 45 cm de espesor y consistencia variable. Existen también áreas donde el talpetate es muy delgado o ha desaparecido por el constante uso agrícola y solamente se encuentra la segunda capa del talpetate a una profundidad variable de 1 mt a 1.60 mt o más. Algunas de ellas son algo porosas y blandas, pero otras se encuentran cementadas e impermeables. Debajo del talpetate se puede encontrar estratos arenosos o un suelo gris a gris plomo sin moteos.	Son áreas de drenaje pobre; parte de ésta se empantana y el resto permanece muy húmedo durante la época lluviosa, Guardan humedad en la época seca.
2357 III	Cla	Es un complejo de suelos perteneciente al gran grupo Regosol Aluvial.	Los suelos superficiales presentan texturas franco arenosas, franco arenosas finas, francas y franco limosas de color pardo, gris, pardo oscuro a pardo grisáceo oscuro y negro; con estructura pulverulenta, granular o masiva y de consistencia friable; debajo de estos horizonte que tienen un espesor de 20-30 cm se encuentran estratos de talpetate, el cual alcanza un grosor desde 5 a 40 cm y a veces más de 1 mt y se distingue por ser ligeramente friable y permeable en estado húmedo y endurecido en estado seco. En algunas áreas este estrato ha desaparecido por el laboreo. Debajo del talpetate se encuentran estratos arenosos, finos y gruesos, de color pardo, gris, negro o pardo rojizo, friables o endurecidos según la época del año; componen la mayoría de estos estratos polvos volcánicos y escorias máficas. También se encuentran estratos franco arcillosos y arcillosos de color pardo rojizo. A profundidades entre 1 mt y mayores de 2 mt se encuentra talpetate duro, capas franco arenosas pardo oscuras o polvo y escoria de pómez. En general son suelos friables, permeables, de moderada retención de agua, y de moderada a alta capacidad de producción. La productividad agrícola actual es factible de mejorarse por medio del buen manejo de suelos y el uso de riego en la época no lluviosa.	El drenaje en general es bueno, son suelos que durante la época lluviosa permanecen húmedos, pero secan rápidamente al cesar éstas. Se encuentran algunas áreas que se empantanan con el exceso de lluvias.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 III	Cle	Pertenecen al gran grupo Regosol Aluvial.	Los suelos superficiales son de textura franco arenosa fina a franca de color café grisáceo muy oscuro a gris oscuro, pulverulento, a profundidades mayores de 50 cm se encuentra una estratificación dura de talpetate de más de 80 cm de espesor pero también se encuentra en menor espesor y algunas veces muy fracturada. Debajo del talpetate es frecuente encontrar estratos francos y franco arenosos, escoria y polvos volcánicos.	El drenaje externo es moderado y el interno, bueno.
2357 III	Csj	Pertenecen al gran grupo Regosol.	Las capas superiores son francas a franco arenosas con partículas finas a gruesas de talpetate, color café grisáceo muy oscuro, estructura débilmente granular y con espesor promedio de 30 cm. El subsuelo lo constituyen estratificaciones talpetatosas de espesor variable debajo del cual se encuentran polvos volcánicos de diversos colores y escorias. En ciertas áreas el talpetate se encuentra muy profundo y las características son similares a las descritas en la unidad Aps.	El drenaje externo varía de rápido a moderado, el interno está ligeramente restringido por el talpetate.
2357 III	Csl	Pertenecen a los grandes grupos Regosol y Litosol.	El Regosol que es el más extensivo posee generalmente una capa superficial con un espesor promedio de 25 cm de textura franco a franco arenosa, de estructura pulverulenta, de color pardo grisáceo, con partículas gruesas de talpetate y descansando sobre un estrato de talpetate blando, diversidad de materiales volcánicos como cenizas pomicíticas, tobas, escorias máficas y lavas. Los Litosoles presentan características similares a los anteriores pero son más superficiales y con afloramientos de talpetate duro y con espesores de 75 cm a más de 2.00 mt.	El drenaje externo varía de rápido a excesivo, el interno es restringido por el talpetate.
2357 III	Ete	Latosoles Arcillo Rojizos, Latosol Pardo Forestal y Regosoles.	En general son suelos franco arcillosos y/o francos, oscuros y friables sobre subsuelos arcillosos café rojizos o francos café amarillentos, de estructura en bloques, a veces este subsuelo está reemplazado por una capa gruesa de gravilla de pómez intemperizada. Los suelos que poseen esta capa de pómez a poca profundidad son bastante áridos en la estación seca. La capacidad de producción varía de baja a moderada.	El drenaje externo y el interno son buenos.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 III	Etk	Es una asociación de los grandes grupos Latosol Arcillo Rojizo, Latosol Pardo Forestal y Regosol.	En general son suelos con horizontes superiores franco arcillosos, francos y franco limosos, café oscuros y friables, con subsuelos arcillosos, café rojizos con estructura en bloques angulares o francos, café amarillentos; estando en otras áreas sustituidos por una capa gruesa de gravilla de pómez con poca intemperización o por un estrato de talpetate duro, entre 15 a 50 cm de profundidad y con un espesor de 15 a 40 cm debajo del cual se encuentran estratos franco arcillosos a arcillosos café oscuros a café amarillentos. También se encuentran suelos bastante desarrollados con horizontes superiores franco arcillosos, café oscuros con estructura columnar que presentan concreciones de magnesio y películas de arcilla, con subsuelos arcillosos pardo oscuros, plásticos y pegajosos. En resumen son suelos poco profundos a profundos, de baja a moderada capacidad de producción.	El drenaje externo e interno varía de moderado a algo rápido. Donde la capa de pómez o de talpetate está a poca profundidad, los suelos son bastante áridos en la estación seca.
2357 III	Etn	Pertenecen a los grandes grupos Latosoles Arcillo Rojizos y Latosoles Pardo Forestales.	Predominan en general suelos con horizontes superiores francos y franco arcillosos de color gris muy oscuro a café grisáceo muy oscuro con estructura en bloques angulares moderados y de consistencia ligeramente plástica, ligeramente pegajosos y ligeramente friables; con subsuelos arcillosos café amarillento oscuro a café oscuros de estructura en bloques, consistencia plástica, pegajosa y firme. En la mayoría de estos suelos se encuentran intrusiones de talpetate y de suelos pardo amarillentos originados de pómez. En menor escala se encuentran suelos más desarrollados de texturas franco arcillosas de color pardo oscuros sobre subsuelos arcillosos de estructura prismática fuerte con concreciones de magnesio y películas de arcilla.	El drenaje externo es moderado y el interno varía de moderado a lento.
2357 III	Maa	Pertenecen al gran grupo Litosol o mejor dicho a las tierras sin suelo agrícola.	Se encuentran como grandes afloramientos de piedra y gravilla esparcidas sobre la superficie. Son áreas típicas de lava de colores muy oscuros y sin intemperización.	El drenaje es muy rápido, guardan humedad únicamente en las pocas partes donde se encuentra vegetación y materia orgánica. En general estas áreas son muy secas en todo tiempo.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 IV	Maa	Pertenecen al gran grupo Litosol.	Mejor dicho a las tierras sin suelo agrícola. Se encuentran como grandes afloramientos de piedra y gravillas esparcidas sobre la superficie. Son áreas típicas de pura lava de colores muy oscuros y sin intemperización.	El drenaje es muy rápido, guardan humedad únicamente en las pocas partes donde se encuentra vegetación y materia orgánica. En general estos suelos son bastante secos en todo tiempo.
2357 IV	Mjh	Pertenecen principalmente al gran grupo Litosol.	Son suelos muy pedregosos y pachos. La capa superficial es de 5 a 30 cm de espesor, es de textura franca a franco arcillosa, pedregosa; de estructura granular o en bloques muy finos y de color café oscuro. Cuando hay subsuelos son de poco desarrollo y de poco espesor. Las capas inferiores son de conglomerados volcánicos y en algunas partes de lavas variablemente intemperizadas. Donde están intemperizadas son más o menos rojizas o amarillentas. Se encuentran partes con suelos un poco más desarrollados, moderadamente profundos y similares a los de la unidad Yac. En general son áreas de muy baja productividad y de muy poco valor agrícola.	El drenaje superficial es excesivo y el interno es lento. Son suelos bastante secos en la época no lluviosa.
2357 IV	Opa	Pertenecen al gran grupo Latosol Arcillo Rojizo.	Presentan en los primeros 20 cm suelos francos, friables, de color café oscuro. El segundo horizonte es más arcilloso, plástico, pegajoso y con estructura en bloques angulares. Presentan películas de arcilla y es de un color café rojizo oscuro con manchas de manganeso. El subsuelo más profundo es arcilloso, café oscuro con moteos amarillo rojizos. Está desarrollado en pómez mezclado con materiales piroclásticos, en parte estratificados y fuertemente intemperizados. A profundidades variables se encuentran tobas cementadas. En algunas partes cóncavas se encuentra una delgada capa de ceniza volcánica sobre los suelos anteriormente mencionados. El peligro de erosión es moderado y la productividad varía de moderada a alta. Es un suelo bastante similar al de la unidad Aza, pero de inferior calidad.	El drenaje no es muy bueno, pues los suelos son de lenta permeabilidad lo cual causa que aún en la época seca sean algo húmedos.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 IV	Plr	Pertenecen al gran grupo Regosol Aluvial.	Son suelos muy sueltos, de colores claros variables. Están compuestos de estratos arenosos. La textura varía de las capas superiores a las inferiores, de areno francosas a franco arenosas. A la profundidad de 30 a 60 cm aparece una capa de talpetate duro.	Durante la época no lluviosa permanecen de húmedos a secos. También se incluyen algunas terrazas más altas. Estas pueden llegar a inundarse en las crecidas máximas del río.
2357 III	Pna	Pertenecen a los grandes grupos Regosol Aluvial y Gley Húmico.	Por lo general los horizontes superiores están formados por restos de residuos orgánicos semidescompuestos, con un espesor de 10 a 20 cm, sobre suelos franco limosos, de color gris oscuro con moteos café oscuro y café rojizo y con alta cantidad de materia orgánica; a profundidades menores de 1 m y/o más, se encuentran horizontes Gley de texturas franco limosas y/o arcilla limosas, de color gris muy oscuro a gris olivo claro, masivos, pegajosos y ligeramente plásticos, presentando algunos moteos café oscuro, café rojizo y olivo. Se encuentran aluviones arenosos a profundidades mayores de 2 mt. En general, son suelos friables, ligeramente plásticos y no pegajosos, con alta retención de humedad.	El drenaje externo varía de moderadamente pobre a muy pobre, el interno es muy pobre.
2357 IV	Pqg	Pertenecen al gran grupo Grumosol.	Los suelos más extensos están formados por arcillas de color gris acromático de oscuro a negro, muy plásticos, muy pegajosos cuando húmedos; duros y agrietados cuando están secos. No presentan diferenciación de horizontes. A mayor profundidad se encuentran tobas o talpetates impermeables. En algunas partes de la unidad, las arcillas se encuentran cubiertas por una delgada capa de ceniza volcánica, blanca, fina, pomicítica, de un espesor de 10-40 cm y de textura franca a franco arenosa fina.	El drenaje externo es lento, el interno está restringido por la capa de arcilla a poca profundidad, por lo que en la época de lluvia se encharcan. En la época no lluviosa permanecen bastante secos.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 III	Qea	Pertenecen al gran grupo Regosol.	Los suelos superficiales hasta una profundidad aproximada de 50 cm son franco arenosos finos a gruesos o areno francosos, friables, de color café grisáceo oscuro. Las capas inferiores son francas y franco arenosas estratificadas, de color café oscuro a café, de estructura granular y friables y capas de talpetate de 10 a 25 cm de espesor moderadamente duras a frágiles. A profundidades de 1.50 mt se encuentra un suelo enterrado arcilloso de color café rojizo oscuro.	El drenaje externo es moderado, el interno varía de moderadamente rápido a muy rápido en algunas áreas.
2357 IV	Qea	Pertenecen al gran grupo Regosol.	Los suelos superficiales hasta una profundidad de 50 cm son franco arenosos finos o areno francosos, friables, de color café grisáceo oscuro y con mucha materia orgánica. Las capas inferiores son francas y franco arenosas estratificadas, de color café pálido con moteos gris claro; de estructura masiva y friables; se han originado de cenizas arenosas basálticas. A profundidades de 1.50 a 2 mt, se encuentra un suelo enterrado arcilloso de color café oscuro. Esta unidad es bastante similar a la unidad Apb diferenciándose los suelos, únicamente por ser más estratificados y un poco más arenosos.	El drenaje externo es bueno; el interno está un poco restringido por capas arcillosas a no mucha profundidad. En la estación no lluviosa estas tierras guardan humedad durante bastante tiempo, secándose gradualmente.
2357 III	Sab	Pertenecen al gran grupo Latosol Pardo Forestal.	Son suelos francos, muy oscuros, friables y de estructura granular débil sobre subsuelos francos a franco arcillosos, friables, de color café amarillento estructurados en bloques pequeños débiles. Se encuentran suelos con mayor desarrollo con tendencia hacia los Latosoles Arcillo Rojizos, los que se distinguen por ser suelos de texturas un poco más arcillosos más estructurados y de color pardo oscuro. En general son suelos profundos, friables, permeables, de alta capacidad de retener agua y de buena productividad. Se incluyen pequeñas áreas pedregosas.	El drenaje externo e interno es moderado. Durante la estación lluviosa mantienen óptimo contenido de humedad y lo conservan en los primeros meses de la estación seca.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2356 IV	Sac	Latosol Pardo Forestal.	Son francos, friables y profundos. El horizonte superior es poroso, color café oscuro, de estructura granular débil y con espesor entre 20-50 cm, el subsuelo también es franco a franco arcilloso de color pardo amarillento, estructurado en bloques pequeños y débiles. Existen intrusiones de ceniza blanca friable relativamente reciente que está depositada en la parte superior de estos suelos. La roca madre es ceniza y pómez volcánico bien intemperizados.	No existen problemas de drenaje con estos suelos, son permeables en todos sus horizontes. Tienen alta capacidad de retención de agua y son bastante fértiles.
2357 III	Sac	Pertenecen principalmente al gran grupo Latosol Pardo Forestal.	Son suelos francos, friables y profundos. El horizonte superior es franco, café oscuro, de estructura granular débil y con espesor entre 20-50 cm, el subsuelo es franco a franco arcilloso de color pardo amarillento, estructurado en bloques pequeños y débiles. Existen intrusiones de áreas con ceniza blanca, friable, relativamente reciente que está depositada en la parte superior de estos suelos. La roca madre es ceniza y pómez volcánica bien intemperizada.	El drenaje externo e interno es moderado. Tienen alta capacidad de retención de humedad y son bastante fértiles.
2356 IV	Sah	Latosol Pardo Forestal, Litosol y Latosol Arcillo Rojizo.	El 50% del área y más que todo en las partes de mayor altitud predominan los suelos francos, friables y profundos que tienen las mismas características que los Sac. Los suelos arcillosos color café amarillento son menos profundos, más pedregosos y de menor calidad que los anteriores. El horizonte superficial de pocos cm de espesor es de color café oscuro, franco sobre subsuelo arcilloso café rojizo con poco o ningún desarrollo definido. En estos suelos existen estratos de lavas piroclásticas bien intemperizadas, y representan el 30% del área total de la unidad. Los suelos Latosólicos Arcillo Rojizos se encuentran irregularmente en toda la zona, son medianamente profundos estructurados en bloques fuertes y con algunas películas de arcilla. También presentan rocas intemperizadas en sus horizontes, siendo estas la roca madre de dichos suelos. En resumen son suelos permeables, profundos, algo pedregosos y de buena productividad.	En general, el drenaje de estos suelos permeables es bueno, no son excesivamente húmedos en la estación lluviosa y los suelos más profundos conservan la humedad en la época seca.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 III	Sah	Pertenecen a los grandes grupos Latosol Pardo Forestal y Latosol Arcillo Rojizo.	Son los primeros los más extensivos. Predominan en un 85% los suelos francos, friables y profundos que tienen las mismas características que los descritos en la unidad Sac. Los suelos Latosoles Arcillo Rojizos que constituyen el 15% restante, son medianamente profundos estructurados en bloques fuertes y con algunas películas de arcilla. Los horizontes superiores son franco arcillosos a arcillosos de color pardo rojizo oscuro, con subsuelos arcillosos de color pardo rojizo. Diseminados en toda el área se encuentran algunos afloramientos rocosos.	El drenaje interno es moderado, el externo varía de moderado a rápido, no son excesivamente húmedos en la estación lluviosa y los suelos más profundos conservan buen contenido de humedad en los primeros meses de la estación seca.
2357 III	Sal	Pertenecen a los grandes grupos Latosol Pardo Forestal, Regosol y Litosol.	El Latosol Pardo Forestal es el más extensivo y se caracteriza por presentar suelos francos friables y profundos en los que se distingue un horizonte superior de color café oscuro de estructura granular débil y de 20 a 50 cm de espesor. El subsuelo es franco a franco arcilloso, de color pardo amarillento. La roca madre la forman cenizas y pómez volcánicos intemperizadas. Los Regosoles están representados por suelos francos a franco arcillosos, con estructura de granular a bloques finos y de color café oscuro y de 20 a 40 cm de espesor, descansando sobre un estrato de talpetate medianamente duro y de espesor variable, debajo del cual se encuentra un suelo enterrado de textura franco arcillosa de color pardo rojizo amarillento y con restos de cenizas pomicíticas intemperizadas. Los suelos Litosólicos están representados por suelos poco profundos, a afloramientos rocosos de lavas piroclásticas. En general la capacidad de producción de estos suelos varía de baja a buena.	El drenaje externo es rápido y el interno es moderado.
2357 III	Sat	Están comprendidos en los grandes grupos Latosol Pardo Forestal y Litosol.	En la mayor parte del área predominan los suelos Santa Ana que se caracterizan por ser francos, friables, profundos, presentando las mismas características que los suelos Sac. Los suelos Tecapa son profundos, pedregosos y con afloramientos rocosos de lavas piroclásticas.	El drenaje externo es rápido, el interno es moderado. Los suelos profundos guardan adecuada humedad en la época seca.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 I	Sie	Se encuentra un complejo de suelos arcillosos que pertenecen a los grupos Litosol, Latosol Arcillo Rojizo y Grumosol.	Son más abundantes los dos primeros. Distribuidos en toda el área se encuentran suelos pedregosos y no muy profundos sobre lavas plegadas en forma horizontal fracturadas y poco intemperizadas tanto como afloramientos de las mismas. En áreas donde se presentan suelos desarrollados estos son Latosoles Arcillo Rojizos iguales a los de la unidad Yaa. Los Grumosoles predominan en las partes planas y cóncavas. Son arcillas negras, muy plásticas, muy pegajosas y altamente cohesivas. Usualmente se encuentran piedras. Las capas inferiores están compuestas de tobas claras o lavas no intemperizadas e impermeables.	El drenaje superficial es variable, el interno es lento. Las partes menos inclinadas tienen peligro de permanecer encharcadas durante la época de lluvia. Se presentan bastante secas en la época no lluviosa.
2357 IV	Sie	Se encuentra un complejo de suelos que pertenecen a los grandes grupos Litosol, Latosol Arcillo Rojizo y Grumosol.	Los más abundantes son los dos primeros. Distribuidos en toda el área se encuentran suelos pedregosos, no muy profundos sobre lavas plegadas, fracturadas y poco intemperizadas, así como afloramientos de las mismas. En áreas donde se presentan suelos desarrollados, estos son Latosoles Arcillo Rojizos iguales a los de unidad Yaa. Los Grumosoles predominan en las partes planas o cóncavas. Están formados por arcillas negras, muy plásticas, pegajosas y altamente cohesivas. Usualmente se encuentran piedras. Las capas inferiores están compuestas de tobas claras o lavas no intemperizadas e impermeables.	El drenaje superficial es variable, el interno es lento. Las partes más planas tienen peligro de permanecer encharcadas durante la época de lluvia, siendo bastante secas en la época no lluviosa.
2357 IV	Sif	Pertenecen al gran grupo Litosol y Latosol Arcillo Rojizo.	Predominan los primeros, los cuales son suelos con capas superiores de color café oscuro, francos o franco arcillosos, muy pachos y pedregosos; desarrollados sobre capas inferiores de lavas y conglomerados poco intemperizados. Los segundos son suelos un poco más desarrollados y profundos, que se diferencian de los primeros por tener subsuelos arcillosos, color café rojizo y moderadamente profundos. En general es una unidad con suelos de baja productividad y de poco valor agrícola.	El drenaje superficial es rápido y el interno es lento. En la época no lluviosa son áreas bastante secas.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2356 IV	Sya	Intergrados entre los Regosoles y Latosoles Pardo Forestales. .	Los suelos superficiales de 30 a 60 cm de espesor, son francos y franco limosos con estructura granular fina y de color casi negro. Los subsuelos con texturas semejantes, pero variando a ligeramente más gruesas con profundidad, tienen estructura granular y colores café grisáceos claros, a veces con tonalidades oliváceas y algunos moteos café rojizos, en los estratos más profundos. En resumen, son suelos, profundos, friables, permeables, con buen porcentaje de materia orgánica, buena capacidad de retención de agua y una alta capacidad de producción.	Tanto el drenaje externo como el interno son buenos. El peligro de erosión varía de ligero a moderado. Durante la época seca guardan una adecuada humedad para los cultivos.
2357 III	Sya	Pertenecen al gran grupo Regosol.	El horizonte superior es franco a franco limoso de color pardo grisáceo muy oscuro negro con estructura granular y con espesores de 30-60 cm. Las capas inferiores son francas, franco arenosas finas o franco limosas, con estructura granular débil y de color pardo grisáceo claro con espesor por lo general mayor de 2 mt descansando en algunas áreas sobre un suelo enterrado o estratos de escoria. En resumen, son suelos profundos, francos, friables de buena permeabilidad y capaces de dar buenas cosechas.	El drenaje tanto interno como externo es moderado. Guardan adecuada humedad en los primeros meses de la época no lluviosa.
2357 III	Syk	Pertenecen a los grandes grupos Regosol y Latosol Pardo Forestal.	Los primeros tienen capas superficiales francas, franco limosas, de estructura granular fina y de color pardo grisáceo muy oscuro a negro, con espesores de 30 a 60 cm. Las capas inferiores son franco arenosas finas a gruesas de estructura granular débil y de color pardo grisáceo claro; el espesor es por lo general de más de 2 mt sobre un suelo enterrado. Los segundos tienen estratos superficiales francos con estructura granular y con espesor de 20 a 50 cm; el subsuelo es franco a franco arcilloso de color pardo amarillento, estructurado en bloques pequeños y débiles. Esta unidad presenta intrusiones de suelos con afloramientos rocosos. En resumen, son suelos profundos, friables, con buena capacidad de retención de humedad y de alta capacidad de producción.	El drenaje externo varía de moderado a rápido, el interno es moderado. Guardan buen contenido de humedad durante los primeros meses de la estación seca.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 III	Tla	Pertenecen al gran grupo Regosol Aluvial.	Los horizontes superficiales son de color pardo oscuro de textura franco arcillosa, franca y franco limosa, de estructura granular y friables. Presentan moteos y coloraciones café rojizas en los intersticios radiculares. La profundidad de estos horizontes puede variar desde 50 cm hasta 1.50 mt presentándose estratificados y en algunos casos con estructura de bloques angulares medianos a pequeños, así como un estrato arenoso a profundidades menores de 1 mt. El subsuelo lo forman estratos franco arenosos, francos y franco limosos de color pardo gris oscuro. A profundidades mayores de 1.5 mt se encuentra una capa franco arenosa a franco arcillosa de color gris plomo, sin moteos. Se incluyen suelos con esta última capa a menor profundidad y con horizontes superficiales muy moteados.	El drenaje varía de algo pobre a pobre. Son áreas que se empantanan en la época lluviosa y permanecen húmedos en la estación seca.
2357 IV	Tla	Pertenecen al gran grupo Regosol Aluvial.	Son suelos con la capa superficial de 40 cm franco arcillosa o franco limosa, friable de color café muy oscuro y estructura granular. El subsuelo es de un color café grisáceo oscuro, con moteos. Tiene estructura en pequeños bloques angulares. Los estratos son franco arenosos, francos y franco limosos, friables. En algunos lugares a profundidades de 2 metros y más se observa una capa de color gris claro de textura limosa. En otros se encuentra una capa dura de talpetate a menos de un metro de profundidad.	El drenaje es de algo pobre a pobre. Son áreas que se encharcan en las épocas de mayor precipitación lluviosa y permanecen húmedas en la época seca.
2357 III	Tno	Pertenecen a los grandes grupos Litosol y Regosol.	Los primeros presentan un suelo superficial de unos 20 cm de espesor, de textura franca, de color café a café oscuro, sobre estratos endurecidos de toba u otros materiales piroclásticos. Los Regosoles presentan un horizonte superficial franco, de color pardo muy oscuro a gris muy oscuro, con estructura granular a bloques débiles con subsuelos franco arcillo arenosos o arcillo arenosos, de color pardo oscuro que descansan aproximadamente a 1 mt sobre polvo y gravilla de pómez con ligera intemperización. La capacidad de producción es baja.	El drenaje externo varía de rápido a despacio, el interno es moderado.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 I	Yaa	Pertenecen a los grandes grupos Latosol Arcillo Rojizo y Litosol.	Predominan los suelos bastantes desarrollados. Estos son suelos rojizos, arcillosos, fuertemente desarrollados de estructura en bloques y más o menos pedregosos. Tienen moderada permeabilidad y alta capacidad de retener agua. Los suelos superficiales son franco arcillosos, pedregosos, de color café muy oscuro y de estructura granular. Los subsuelos son arcillosos, pedregosos de color café rojizo y de estructura en bloques con películas de arcilla. A profundidades de 50 a 100 cm se encuentran capas de lavas oscuras y de intemperización variable. En ciertos lugares aparecen bolsas de ceniza volcánica fina.	El drenaje superficial varía de moderado a rápido. El interno es moderado.
2357 IV	Yaa	Pertenecen a los grandes grupos Latosol Arcillo Rojizo y Litosol.	Predominan los suelos bastante desarrollados. Los horizontes superficiales son franco arcillosos, pedregosos, de color café muy oscuro y de estructura granular. Los subsuelos son arcillosos, pedregosos, de color café rojizo y de estructura en bloques con películas de arcilla. Tienen moderada permeabilidad y alta capacidad de retener agua. A profundidades de 50 a 100 cm se encuentran capas de lavas oscuras, de intemperización variable.	El drenaje superficial varía de moderado a rápido. El interno es moderado. Son suelos secos en la estación no lluviosa.
2357 I	Yac	Pertenecen a los grandes grupos de los Latosoles Arcillo Rojizos y Litosoles.	Son suelos arcillosos, rojizos y muy pedregosos que varían desde los superficiales a los moderadamente profundos; son parecidos a los Yab pero con una mayor proporción de suelos muy superficiales sobre capas inferiores de lavas plegadas, fracturadas y poco intemperizadas, encontrándose también afloramientos de rocas.	El drenaje superficial es bueno. Son áreas secas o húmedas según la estación. El peligro de erosión es severo.
2357 III	Yac	Pertenecen a los grandes grupos Latosol Arcillo Rojizo y Litosol.	Son suelos arcillosos, de color rojizo, de estructura en bloques, muy pedregosos y varían de superficiales a moderadamente profundos, sobre capas inferiores de lavas plegadas, fracturadas y poco intemperizadas. Se encuentran bastantes afloramientos rocosos.	El drenaje externo varía de moderado a rápido y el interno es moderado.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 IV	Yac	Pertenecen a los grandes grupos Latosol Arcillo Rojizo y Litosol.	Son suelos arcillosos, de color rojizo, de estructura en bloques; son muy pedregosos y varían de superficiales a moderadamente profundos. Son similares a los Yah pero con una mayor proporción de suelos muy poco profundos, sobre capas inferiores de lavas plegadas, fracturadas y poco intemperizadas. Se encuentran bastantes afloramientos rocosos.	El drenaje es de bueno a excesivo. El peligro de erosión es severo.
2357 I	Yaf	Pertenecen al gran grupo de los Latosoles Arcillo Rojizos y Litosoles.	El primer grupo es el más extenso, tiene suelos moderadamente profundos. Los suelos superficiales son franco arcillosos a arcillosos, de color café oscuro. Los subsuelos son arcillosos, pedregosos, de color café oscuro rojizo, con estructura en bloques de moderados a fuertes. Los segundos corresponden a suelos pachos, pedregosos y con subsuelos de lavas plegadas y poco intemperizadas.	El drenaje es de bueno a excesivo, son tierras generalmente secas en la estación no lluviosa.
2357 IV	Yaf	Pertenecen a los grandes grupos Latosol Arcillo Rojizo y Litosol.	El primer grupo es el más extenso. Tiene suelos moderadamente profundos. Los suelos superficiales son franco arcillosos o arcillosos, de color café oscuro. Los subsuelos son arcillosos, pedregosos, de color café rojizo oscuro, con estructura en bloques, de moderados a fuertes. Los Litosoles son suelos pachos, pedregosos; con subsuelos de lavas plegadas, falladas y poco intemperizadas.	El drenaje es de bueno a excesivo. Son tierras generalmente bastante secas en la estación no lluviosa.
2357 I	Yah	Pertenecen a los grandes grupos Latosol Arcillo Rojizo y Litosol.	Son suelos de color café rojizo oscuro, arcillosos, fuertemente desarrollados, bastante profundos y de estructura en bloques. Los suelos superficiales son franco arcillosos a arcillosos, con afloramientos de piedra y de estructura granular como hasta los 60 cm. Los subsuelos son arcillosos, plásticos, pegajosos, de estructura en bloques fuertes con películas de arcillas y de color café rojizo oscuro a rojizos. A una mayor profundidad se encuentran capas de lavas oscuras, fracturadas y de intemperización variable. La fertilidad es de regular a baja. En algunas partes se encuentran depósitos poco profundos de ceniza volcánica en la superficie.	El drenaje tanto superficial como interno es moderado, son de lenta permeabilidad pero de alta capacidad de retención de agua.

Cuadrante	Código	Tipo de suelo	Textura	Drenaje
2357 IV	Yah	Pertenecen a los grandes grupos Latosol Arcillo Rojizo y Litosol.	Los suelos superficiales son franco arcillosos a arcillosos con afloramientos de piedra y de estructura granular hasta los 60 cm. Los subsuelos son arcillosos, plásticos, pegajosos, de estructura en bloques fuertes, con películas de arcilla y de color café rojizo oscuro a rojizo. A una mayor profundidad, se encuentran capas de lavas oscuras, fracturadas y de intemperización variable. La fertilidad es de regular a baja. En algunas partes se encuentran depósitos poco profundos de ceniza volcánica en la superficie.	El drenaje tanto superficial como interno es moderado. Son tierras de lenta permeabilidad pero de alta capacidad de retención de agua.
2357 III	Zob	Pertenecen al gran grupo Gley Húmico con pequeñas intrusiones de Regosoles Aluviales.	Son suelos de textura franco arcillo limosa, franco arcillosa a arcillo limosa de color pardo muy oscuro, por lo general moteados de color pardo rojizo, hasta una profundidad que puede ser de poco cm a 1.20 mt descansando sobre horizontes Gley no moteados y de color gris muy oscuro; esta capa en pequeñas áreas es de poco espesor y se encuentra sobre material franco arenoso o arenoso de ceniza y pómez volcánico; o bien arena y grava estratificada con talpetate de diferente espesor y consistencia. Por lo general, los suelos no laborados poseen sobre la superficie una capa de detritos vegetales con parches blanquecinos de sales. Algunos de estos suelos tienen sobre su superficie una capa de aluvión de textura franco arenosa. En general, son suelos húmedos de permeabilidad lenta, plásticos y pegajosos.	El drenaje externo e interno es pobre. Son áreas que se empantanan en la época de lluvia y permanecen muy húmedas durante la época seca.

ANEXO Nº 14

BALANCES HÍDRICOS DE UNIDADES GEOLÓGICAS

Unidad Geológica b3 Cordillera del Bálsamo

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
452766	286818	L37	PMC	1971-01	5.9	5.5	9.8	50.0	131.7	316.6	309.2	351.9	303.0	153.7	28.6	5.3	1,671.3	4,628,034.7	0.06
463944	287537	L6	PMC	1971-01	3.1	0.3	14.2	60.5	170.3	275.8	246.1	318.2	295.7	156.6	36.5	11.9	1,589.0	7,587,356.9	0.10
461228	279613	L9	PMC	1971-01	3.6	1.7	11.8	34.0	196.2	342.0	326.9	325.3	428.8	240.1	45.5	7.1	1,963.1	703,669.0	0.01
467628	283675	L29	PMC	1971-01	6.2	0.8	12.8	55.7	163.0	367.3	358.0	395.8	400.6	226.2	28.4	7.8	2,022.6	3,741,887.4	0.05
446639	288304	L1	PMC	1971-01	3.6	2.4	9.2	54.2	141.3	321.9	321.2	340.3	397.8	138.7	33.9	5.2	1,769.6	13,345,637.1	0.18
453120	283498	L17	PMC	1971-01	4.5	3.6	8.5	41.6	153.7	317.7	377.7	354.5	398.8	186.9	43.7	5.9	1,897.2	19,849,333.1	0.27
457267	283307	L30	PMC	1971-01	7.6	1.3	12.3	56.6	168.1	400.7	396.4	397.8	422.3	238.4	33.6	7.1	2,142.0	20,653,287.2	0.28
454572	288658	L38	PMC	1971-01	3.5	5.1	11.5	65.2	142.5	300.4	330.9	364.2	296.3	149.8	30.0	1.8	1,701.3	1,621,157.4	0.02
445385	291810	T18	PMC	1971-01	4.5	0.8	13.4	72.7	121.2	277.7	259.4	337.1	315.7	121.4	33.1	29.7	1,586.6	2,250,873.7	0.03
					5.2	**2.3**	**10.8**	**52.6**	**155.4**	**338.3**	**349.0**	**361.6**	**384.3**	**187.1**	**36.1**	**7.4**	**1,890.0**	**74,381,236.4**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	26,402,490.4	0.35
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	8,508,982.4	0.11
447875	275027	L27	ETC	1971-01	148.9	141.8	160.6	154.5	143.3	130.1	141.7	135.5	120.8	126.6	132.2	142.4	1,678.3	39,469,763.5	0.53
					139.3	**135.2**	**155.6**	**151.8**	**142.9**	**131.2**	**143.2**	**137.9**	**122.9**	**126.9**	**127.3**	**133.3**	**1,647.5**	**74,381,236.4**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA RÍO SUCIO. Efusivas básicas-intermedias, piroclastitas, epiclastitas volcánicas terciarias.

Area = 74,381,236.40 m^2 Espesor: 2 m

Suelos superficiales de textura franco arcilloso-arcilloso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 333.33 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	5.2	2.3	10.8	52.6	155.4	338.3	349.0	361.6	384.3	187.1	36.1	7.4	**1890.0**
Evapotranspiración Potencial	139.3	135.2	155.6	151.8	142.9	131.2	143.2	137.9	122.9	126.9	127.3	133.3	**1647.5**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	5.2	2.3	10.8	52.6	142.9	131.2	143.2	137.9	122.9	126.9	127.3	133.3	**1136.4**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6	219.7	333.3	333.3	333.3	333.3	242.1	116.2	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	134.1	132.9	144.8	99.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**511.0**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.2	223.6	261.4	60.1	0.0	0.0	**637.4**
Escurrimiento Total (Q, mm)	16.1	8.1	4.0	2.0	1.0	0.5	46.6	134.9	198.1	129.1	64.6	32.3	**637.4**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	22.4	21.0	15.2	21.0	26.4	57.5	69.8	75.9	107.6	78.6	29.9	18.0	**543.4**
Escurrimiento Subterráneo	-6.2	-12.9	-11.2	-19.0	-25.4	-57.0	-23.2	58.9	90.5	50.6	34.6	14.3	**94.0**
Escurrimiento Subterráneo	-463,882.7	-960,506.4	-833,054.4	-1,413,434.2	-1,890,353.5	-4,240,157.3	-1,726,400.6	4,383,574.7	6,735,081.3	3,761,669.0	2,576,696.6	1,061,831.4	**6,991,063.8**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	1,664,630.1	1,560,880.1	1,133,241.3	1,563,527.6	1,965,400.2	4,277,680.7	5,191,809.5	5,648,066.6	8,003,514.4	5,844,310.2	2,226,293.0	1,339,663.4	**40,419,017.0**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	1,200,747.4	600,373.7	300,186.8	150,093.4	75,046.7	37,523.4	3,465,408.9	10,031,641.3	14,738,595.7	9,605,979.2	4,802,989.6	2,401,494.8	**47,410,080.9**

Unidad Geológica b3 San Juan Opico

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	6,369,813.2	0.15
444871	304349	A21	PMC	1971-01	3.9	3.9	13.7	47.2	156.3	303.3	313.3	313.7	309.5	147.0	25.7	5.9	1,643.2	9,595,883.8	0.23
456031	298612	L4	PMC	1971-01	3.9	4.0	12.5	52.1	157.5	285.2	323.7	313.9	301.1	152.9	42.0	9.2	1,658.0	25,375,010.7	0.61
					4.0	**3.4**	**13.8**	**49.2**	**151.4**	**282.1**	**311.8**	**322.7**	**293.7**	**159.0**	**37.7**	**8.2**	**1,637.1**	**41,340,707.7**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
438415	317270	A12	ETC	1971-01	136.9	140.7	175.6	181.5	174.3	154.4	166.0	161.9	141.9	145.2	132.9	131.4	1,842.7	24,994.5	0.00
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	41,315,713.2	1.00
					132.9	**137.9**	**172.3**	**176.2**	**171.6**	**150.8**	**158.6**	**156.1**	**139.8**	**138.0**	**126.0**	**126.4**	**1,786.6**	**41,340,707.7**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA RÍO SUCIO. Efusivas básicas-intermedias, piroclastitas, epiclastitas volcánicas terciarias.

Area = 41,340,707.67 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco arcilloso-arcilloso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 100 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.0	3.4	13.8	49.2	151.4	282.1	311.8	322.7	293.7	159.0	37.7	8.2	**1637.1**
Evapotranspiración Potencial	132.9	137.9	172.3	176.2	171.6	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	**1786.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.0	3.4	13.8	49.2	151.4	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	19.9	**1111.0**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	11.7	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	128.9	134.6	158.5	127.0	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	106.5	**675.6**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.3	153.3	166.6	153.9	21.0	0.0	0.0	**526.1**
Escurrimiento Total (Q, mm)	10.0	5.0	2.5	1.3	0.6	16.3	84.5	125.5	139.7	80.4	40.2	20.1	**526.1**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	17.3	30.2	19.4	19.7	25.7	48.0	62.4	67.8	82.2	66.8	31.3	19.9	**490.8**
Escurrimiento Subterráneo	-7.3	-25.2	-16.9	-18.4	-25.1	-31.7	22.1	57.8	57.5	13.6	8.9	0.1	**35.3**
Escurrimiento Subterráneo	-301,180.0	-1,042,553.6	-699,902.0	-761,415.9	-1,037,977.5	-1,310,455.6	913,582.8	2,387,993.3	2,376,770.5	561,214.7	366,400.4	6,057.4	**1,458,534.4**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	716,491.4	1,250,209.3	803,729.9	813,329.8	1,063,934.5	1,982,909.1	2,578,335.0	2,801,170.2	3,399,875.5	2,761,276.0	1,294,845.0	824,565.2	**20,290,670.7**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	415,311.3	207,655.7	103,827.8	51,913.9	25,957.0	672,453.5	3,491,917.8	5,189,163.5	5,776,646.0	3,322,490.7	1,661,245.3	830,622.7	**21,749,205.1**

Unidad Geológica b3 San Matías

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	3,964,664.0	0.27
481812	315544	C8	PMC	1971-01	4.9	3.4	14.8	83.0	197.9	310.8	317.6	333.6	286.8	169.8	42.9	7.0	1,772.6	8,519,749.5	0.59
480537	297292	S17	PMC	1971-01	3.0	2.8	12.2	44.2	149.9	274.5	292.9	320.6	289.6	174.0	37.6	11.4	1,612.6	1,970,103.3	0.14
					4.6	**2.4**	**15.7**	**66.1**	**169.9**	**285.9**	**299.1**	**342.1**	**274.5**	**179.0**	**41.1**	**7.9**	**1,688.2**	**14,454,516.8**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	A±o	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
481812	315544	C8	ETC	1971-01	146.1	144.5	175.3	173.9	167.8	148.5	150.8	150.6	139.3	141.1	134.7	137.3	1,810.1	13,902,239.9	0.96
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	552,276.9	0.04
					145.6	**144.3**	**175.2**	**174.0**	**168.0**	**148.6**	**151.1**	**150.8**	**139.4**	**141.0**	**134.3**	**136.9**	**1,809.2**	**14,454,516.8**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA RÍO SUCIO. Efusivas básicas-intermedias, piroclastitas, epiclastitas volcánicas terciarias.

Area = 14,454,516.82 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco arcilloso-arcilloso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 100 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.6	2.4	15.7	66.1	169.9	285.9	299.1	342.1	274.5	179.0	41.1	7.9	**1688.2**
Evapotranspiración Potencial	145.6	144.3	175.2	174.0	168.0	148.6	151.1	150.8	139.4	141.0	134.3	136.9	**1809.2**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.6	2.4	15.7	66.1	168.0	148.6	151.1	150.8	139.4	141.0	134.3	14.7	**1136.6**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	6.8	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	140.9	141.9	159.5	107.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	122.2	**672.6**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.2	148.0	191.2	135.2	38.0	0.0	0.0	**551.6**
Escurrimiento Total (Q, mm)	10.9	5.4	2.7	1.4	0.7	20.3	83.8	137.5	136.3	87.2	43.6	21.8	**551.6**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	19.9	21.7	22.1	26.4	28.9	48.6	59.8	71.8	76.9	75.2	34.1	19.1	**504.5**
Escurrimiento Subterráneo	-9.0	-16.2	-19.4	-25.1	-28.2	-28.3	24.0	65.7	59.5	12.0	9.5	2.7	**47.1**
Escurrimiento Subterráneo	-130,097.3	-234,446.1	-279,922.1	-362,336.6	-407,561.8	-409,068.1	346,316.8	949,262.9	859,600.4	173,189.1	136,913.7	38,818.0	**680,668.9**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	287,618.7	313,206.8	319,302.5	382,026.8	417,406.9	702,445.0	864,622.1	1,038,400.6	1,111,029.7	1,086,982.6	493,172.1	276,224.9	**7,292,438.8**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	157,521.5	78,760.7	39,380.4	19,690.2	9,845.1	293,376.8	1,210,938.9	1,987,663.6	1,970,630.1	1,260,171.7	630,085.8	315,042.9	**7,973,107.7**

Unidad Geológica b3 San Pablo Tacachico

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468687	333626	G3	PMC	1971-01	4.0	1.5	14.9	58.5	160.3	332.5	275.5	291.2	287.6	172.3	46.7	5.8	1,650.6	1,869,374.1	0.24
481812	315544	C8	PMC	1971-01	4.9	3.4	14.8	83.0	197.9	310.8	317.6	333.6	286.8	169.8	42.9	7.0	1,772.6	5,875,228.7	0.76
					4.7	**3.0**	**14.9**	**77.1**	**188.8**	**316.0**	**307.5**	**323.4**	**287.0**	**170.4**	**43.8**	**6.7**	**1,743.1**	**7,744,602.8**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468687	333626	G03	ETC	1971-01	151.0	156.8	195.6	199.3	190.3	160.5	167.7	166.3	149.5	151.2	142.3	142.5	1,973.0	1,869,374.1	0.24
481812	315544	C8	ETC	1971-01	146.1	144.5	175.3	173.9	167.8	148.5	150.8	150.6	139.3	141.1	134.7	137.3	1,810.1	5,875,228.7	0.76
					147.2	**147.5**	**180.2**	**180.1**	**173.3**	**151.4**	**154.9**	**154.4**	**141.8**	**143.6**	**136.5**	**138.6**	**1,849.4**	**7,744,602.8**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA RÍO SUCIO. Efusivas básicas-intermedias, piroclastitas, epiclastitas volcánicas terciarias.

Area = 7,744,602.84 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco arcilloso-arcilloso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 100 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.7	3.0	14.9	77.1	188.8	316.0	307.5	323.4	287.0	170.4	43.8	6.7	**1743.1**
Evapotranspiración Potencial	147.2	147.5	180.2	180.1	173.3	151.4	154.9	154.4	141.8	143.6	136.5	138.6	**1849.4**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.7	3.0	14.9	77.1	173.3	151.4	154.9	154.4	141.8	143.6	136.5	14.1	**1169.5**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	15.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	7.3	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	142.6	144.5	165.4	103.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	124.5	**679.9**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.2	152.5	169.0	145.2	26.8	0.0	0.0	**573.7**
Escurrimiento Total (Q, mm)	10.4	5.2	2.6	1.3	0.6	40.7	96.3	132.6	138.9	82.9	41.4	20.7	**573.6**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	20.1	26.8	21.0	30.8	32.1	53.7	61.5	67.9	80.4	71.6	36.4	16.3	**518.5**
Escurrimiento Subterráneo	-9.8	-21.6	-18.4	-29.5	-31.5	-13.0	34.8	64.7	58.6	11.3	5.0	4.4	**55.1**
Escurrimiento Subterráneo	-75,554.4	-167,314.2	-142,213.0	-228,837.8	-243,572.5	-100,868.7	269,713.8	501,328.6	453,466.5	87,489.0	38,990.9	34,041.3	**426,669.5**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	155,760.6	207,417.3	162,264.5	238,863.6	248,585.4	416,042.7	476,221.3	525,922.6	622,285.5	554,160.7	281,833.9	126,371.1	**4,015,729.2**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	80,206.2	40,103.1	20,051.6	10,025.8	5,012.9	315,174.1	745,935.0	1,027,251.2	1,075,752.0	641,649.6	320,824.8	160,412.4	**4,442,398.7**

Unidad Geológica c1 Quezaltepeque

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	19,078,567.7	1.00
480537	297292	S17	PMC	1971-01	3.0	2.8	12.2	44.2	149.9	274.5	292.9	320.6	289.6	174.0	37.6	11.4	1,612.6	78,686.4	0.00
					4.9	**0.0**	**19.1**	**40.5**	**119.7**	**238.2**	**262.5**	**370.8**	**240.9**	**201.4**	**38.9**	**8.0**	**1,544.7**	**19,157,254.1**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
481812	315544	C8	ETC	1971-01	146.1	144.5	175.3	173.9	167.8	148.5	150.8	150.6	139.3	141.1	134.7	137.3	1,810.1	361,308.5	0.02
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	18,795,945.6	0.98
					133.2	**138.1**	**172.3**	**176.2**	**171.5**	**150.8**	**158.4**	**156.0**	**139.8**	**138.1**	**126.2**	**126.6**	**1,787.0**	**19,157,254.1**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA RÍO SUCIO. Piroclastos y epiclastitas volcánicas

Area = 19,157,254.10 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura arcilloso a franco arcilloso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 70 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.9	0.0	19.1	40.5	119.7	238.2	262.5	370.8	240.9	201.4	38.9	8.0	**1544.7**
Evapotranspiración Potencial (ETP, mm)	133.2	138.1	172.3	176.2	171.5	150.8	158.4	156.0	139.8	138.1	126.2	126.6	**1787.0**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.9	0.0	19.1	40.5	119.7	150.8	158.4	156.0	139.8	138.1	108.9	8.0	**1044.1**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	128.3	138.1	153.2	135.7	51.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.3	118.7	**742.9**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4	104.0	214.8	101.1	63.3	0.0	0.0	**500.6**
Escurrimiento Total (Q, mm)	11.4	5.7	2.8	1.4	0.7	9.4	56.4	135.6	118.3	90.8	45.4	22.7	**500.6**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	20.9	0.1	27.0	16.2	20.3	40.5	52.5	77.9	67.4	84.6	32.3	19.3	**459.0**
Escurrimiento Subterráneo (I, mm)	-9.5	5.6	-24.2	-14.8	-19.6	-31.1	3.9	57.7	50.9	6.2	13.1	3.4	**41.6**
Escurrimiento Subterráneo (I, m^3/mes)	-182,215.1	106,785.0	-462,842.2	-283,429.6	-376,123.3	-595,608.8	74,298.2	1,105,719.5	975,050.2	119,544.6	251,368.4	64,857.4	**797,404.5**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	399,707.7	1,961.3	517,215.3	310,616.2	389,716.5	775,633.8	1,005,636.5	1,491,562.3	1,292,003.9	1,620,396.2	618,602.0	370,127.8	**8,793,179.4**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	217,492.6	108,746.3	54,373.1	27,186.6	13,593.3	180,025.0	1,079,934.8	2,597,281.9	2,267,054.1	1,739,940.8	869,970.4	434,985.2	**9,590,583.9**

Unidad Geológica c1 San Pablo Tacachico

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468687	333626	G3	PMC	1971-01	4.0	1.5	14.9	58.5	160.3	332.5	275.5	291.2	287.6	172.3	46.7	5.8	1,650.6	5,338,141.8	0.89
481812	315544	C8	PMC	1971-01	4.9	3.4	14.8	83.0	197.9	310.8	317.6	333.6	286.8	169.8	42.9	7.0	1,772.6	676,489.8	0.11
					4.1	**1.7**	**14.9**	**61.3**	**164.5**	**330.0**	**280.3**	**295.9**	**287.5**	**172.0**	**46.2**	**5.9**	**1,664.3**	**6,014,631.6**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468687	333626	G03	ETC	1971-01	151.0	156.8	195.6	199.3	190.3	160.5	167.7	166.3	149.5	151.2	142.3	142.5	1,973.0	5,338,141.8	0.89
481812	315544	C8	ETC	1971-01	146.1	144.5	175.3	173.9	167.8	148.5	150.8	150.6	139.3	141.1	134.7	137.3	1,810.1	676,489.8	0.11
					150.4	**155.4**	**193.3**	**196.5**	**187.8**	**159.1**	**165.8**	**164.5**	**148.4**	**150.1**	**141.5**	**141.9**	**1,954.7**	**6,014,631.6**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA RÍO SUCIO. Piroclastos y epiclastitas volcánicas

Area = 6,014,631.58 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura arcilloso a franco arcilloso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 70 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.1	1.7	14.9	61.3	164.5	330.0	280.3	295.9	287.5	172.0	46.2	5.9	**1664.3**
Evapotranspiración Potencial	150.4	155.4	193.3	196.5	187.8	159.1	165.8	164.5	148.4	150.1	141.5	141.9	**1954.7**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.1	1.7	14.9	61.3	164.5	159.1	165.8	164.5	148.4	150.1	116.2	5.9	**1156.5**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	146.3	153.7	178.4	135.2	23.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.2	136.0	**798.2**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.9	114.4	131.4	139.1	21.9	0.0	0.0	**507.8**
Escurrimiento Total (Q, mm)	9.1	4.5	2.3	1.1	0.6	51.1	82.4	106.9	123.0	72.5	36.2	18.1	**507.8**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	17.5	15.5	21.0	24.5	28.0	56.1	56.1	62.1	80.5	72.2	38.4	14.4	**486.2**
Escurrimiento Subterráneo	-8.5	-11.0	-18.7	-23.4	-27.4	-5.1	26.4	44.8	42.5	0.2	-2.2	3.8	**21.5**
Escurrimiento Subterráneo	-50,839.4	-65,958.0	-112,691.8	-140,569.8	-164,793.2	-30,377.6	158,688.2	269,392.7	255,754.8	1,361.0	-12,978.5	22,611.9	**129,600.4**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	105,314.2	93,195.4	126,310.5	147,379.2	168,197.8	337,447.0	337,139.2	373,795.7	484,140.5	434,437.9	230,878.0	86,337.9	**2,924,573.3**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	54,474.9	27,237.4	13,618.7	6,809.4	3,404.7	307,069.4	495,827.4	643,188.4	739,895.3	435,798.9	217,899.5	108,949.7	**3,054,173.7**

Unidad Geológica c1 Talnique

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
463944	287537	L6	PMC	1971-01	3.1	0.3	14.2	60.5	170.3	275.8	246.1	318.2	295.7	156.6	36.5	11.9	1,589.0	3,054,413.7	0.30
461228	279613	L9	PMC	1971-01	3.6	1.7	11.8	34.0	196.2	342.0	326.9	325.3	428.8	240.1	45.5	7.1	1,963.1	91,585.4	0.01
457267	283307	L30	PMC	1971-01	7.6	1.3	12.3	56.6	168.1	400.7	396.4	397.8	422.3	238.4	33.6	7.1	2,142.0	6,876,293.6	0.69
					6.2	**1.0**	**12.9**	**57.5**	**169.0**	**362.1**	**350.0**	**372.9**	**383.8**	**213.5**	**34.6**	**8.5**	**1,971.9**	**10,022,292.6**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	10,022,292.6	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA RÍO SUCIO. Piroclastos y epiclastitas volcánicas

Area = 10,022,292.59 m^2 Espesor: 2 m

Suelos superficiales de textura arcilloso a franco arcilloso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 233.33 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	6.2	1.0	12.9	57.5	169.0	362.1	350.0	372.9	383.8	213.5	34.6	8.5	**1971.9**
Evapotranspiración Potencial (ETP, mm)	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	**1556.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	6.2	1.0	12.9	57.5	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	**1100.0**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	233.3	233.3	233.3	233.3	233.3	147.4	34.2	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	120.8	123.5	129.9	82.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**456.6**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.3	209.6	237.1	263.2	89.6	0.0	0.0	**837.7**
Escurrimiento Total (Q, mm)	19.3	9.7	4.8	2.4	1.2	20.3	114.3	175.7	219.5	154.5	77.3	38.6	**837.7**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	26.6	8.8	18.2	23.0	28.7	61.6	70.0	78.3	107.5	89.7	28.7	20.8	**561.7**
Escurrimiento Subterráneo (I, mm)	-7.3	0.8	-13.3	-20.6	-27.5	-41.2	44.3	97.4	112.0	64.9	48.6	17.9	**275.9**
Escurrimiento Subterráneo (I, m^3/mes)	-72,959.4	8,322.3	-133,573.2	-206,446.8	-275,825.3	-413,170.8	444,433.5	976,318.0	1,122,634.0	650,059.7	486,832.0	178,963.6	**2,765,587.5**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	266,539.2	88,467.7	181,968.2	230,644.3	287,924.1	616,922.9	701,521.2	784,782.1	1,076,956.5	898,579.0	287,487.3	208,196.0	**5,629,988.4**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	193,579.8	96,789.9	48,395.0	24,197.5	12,098.7	203,752.1	#########	1,761,100.1	2,199,590.5	1,548,638.6	774,319.3	387,159.7	**8,395,575.9**

Unidad Geológica c3 Jayaque

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
452766	286818	L37	PMC	1971-01	5.9	5.5	9.8	50.0	131.7	316.6	309.2	351.9	303.0	153.7	28.6	5.3	1,671.3	3,547,874.1	0.54
453120	283498	L17	PMC	1971-01	4.5	3.6	8.5	41.6	153.7	317.7	377.7	354.5	398.8	186.9	43.7	5.9	1,897.2	2,420,055.7	0.37
457267	283307	L30	PMC	1971-01	7.6	1.3	12.3	56.6	168.1	400.7	396.4	397.8	422.3	238.4	33.6	7.1	2,142.0	532,314.1	0.08
454572	288658	L38	PMC	1971-01	3.5	5.1	11.5	65.2	142.5	300.4	330.9	364.2	296.3	149.8	30.0	1.8	1,701.3	104,265.0	0.02
					5.5	**4.5**	**9.6**	**47.7**	**142.9**	**323.6**	**341.7**	**356.7**	**347.6**	**172.6**	**34.5**	**5.6**	**1,792.5**	**6,604,509.0**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	203,080.0	0.03
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	546,359.2	0.08
447875	275027	L27	ETC	1971-01	148.9	141.8	160.6	154.5	143.3	130.1	141.7	135.5	120.8	126.6	132.2	142.4	1,678.3	5,855,069.7	0.89
					146.9	**141.0**	**161.0**	**155.8**	**145.3**	**131.7**	**143.0**	**137.2**	**122.3**	**127.4**	**131.3**	**140.5**	**1,683.5**	**6,604,509.0**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA RÍO SUCIO. Efusivas andesíticas-basálticas terciarias

Area = 6,604,508.98 m^2 Espesor: 1 m

Suelos superficiales de textura arcilloso a franco arcilloso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 116.67 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	5.5	4.5	9.6	47.7	142.9	323.6	341.7	356.7	347.6	172.6	34.5	5.6	**1792.5**
Evapotranspiración Potencial	146.9	141.0	161.0	155.8	145.3	131.7	143.0	137.2	122.3	127.4	131.3	140.5	**1683.5**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	5.5	4.5	9.6	47.7	142.9	131.7	143.0	137.2	122.3	127.4	131.3	25.5	**1028.7**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	116.7	116.7	116.7	116.7	116.7	19.9	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	141.4	136.5	151.4	108.1	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	114.9	**654.8**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.2	198.6	219.5	225.3	45.2	0.0	0.0	**763.8**
Escurrimiento Total (Q, mm)	15.1	7.6	3.8	1.9	0.9	38.5	118.1	168.8	197.1	121.1	60.6	30.3	**763.7**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	23.7	40.5	13.5	19.1	24.3	55.0	68.3	74.9	97.3	72.5	28.7	13.7	**531.4**
Escurrimiento Subterráneo	-8.6	-32.9	-9.7	-17.2	-23.3	-16.5	49.8	93.9	99.7	48.6	31.9	16.6	**232.3**
Escurrimiento Subterráneo	-56,655.9	-217,485.8	-63,969.9	-113,466.6	-154,192.8	-109,099.4	328,757.6	620,224.5	658,615.1	321,069.7	210,645.0	109,762.5	**1,534,204.0**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	156,637.4	267,476.6	88,965.3	125,964.3	160,441.6	363,279.6	451,307.5	494,768.3	642,810.2	478,782.0	189,280.9	90,200.4	**3,509,914.0**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	99,981.5	49,990.7	24,995.4	12,497.7	6,248.8	254,180.2	780,065.1	1,114,992.8	1,301,425.3	799,851.7	399,925.9	199,962.9	**5,044,118.0**

Unidad Geológica c3 Quezaltepeque

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468687	333626	G3	PMC	1971-01	4.0	1.5	14.9	58.5	160.3	332.5	275.5	291.2	287.6	172.3	46.7	5.8	1,650.6	6,578,282.7	0.08
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	164,599.8	0.00
481812	315544	C8	PMC	1971-01	4.9	3.4	14.8	83.0	197.9	310.8	317.6	333.6	286.8	169.8	42.9	7.0	1,772.6	63,082,737.8	0.81
480537	297292	S17	PMC	1971-01	3.0	2.8	12.2	44.2	149.9	274.5	292.9	320.6	289.6	174.0	37.6	11.4	1,612.6	7,892,232.2	0.10
					4.6	**3.2**	**14.6**	**76.9**	**189.7**	**308.8**	**311.4**	**328.8**	**287.0**	**170.5**	**42.7**	**7.4**	**1,745.5**	**77,717,852.5**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468687	333626	G03	ETC	1971-01	151.0	156.8	195.6	199.3	190.3	160.5	167.7	166.3	149.5	151.2	142.3	142.5	1,973.0	6,578,282.7	0.08
481812	315544	C8	ETC	1971-01	146.1	144.5	175.3	173.9	167.8	148.5	150.8	150.6	139.3	141.1	134.7	137.3	1,810.1	71,020,429.8	0.91
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	119,140.0	0.00
					146.5	**145.6**	**177.0**	**176.1**	**169.7**	**149.5**	**152.3**	**152.0**	**140.2**	**142.0**	**135.3**	**137.7**	**1,823.9**	**77,717,852.5**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA RÍO SUCIO. Efusivas andesíticas-basálticas terciarias

Area = 77,717,852.52 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura arcilloso a franco arcilloso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 70 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.6	3.2	14.6	76.9	189.7	308.8	311.4	328.8	287.0	170.5	42.7	7.4	**1745.5**
Evapotranspiración Potencial	146.5	145.6	177.0	176.1	169.7	149.5	152.3	152.0	140.2	142.0	135.3	137.7	**1823.9**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.6	3.2	14.6	76.9	169.7	149.5	152.3	152.0	140.2	142.0	112.7	7.4	**1125.1**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	19.9	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	141.8	142.4	162.5	99.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.6	130.4	**698.8**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	109.2	159.1	176.8	146.8	28.5	0.0	0.0	**620.5**
Escurrimiento Total (Q, mm)	10.8	5.4	2.7	1.4	0.7	55.3	106.9	141.8	144.3	86.4	43.2	21.6	**620.5**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	19.9	28.8	20.6	30.8	32.2	52.5	62.3	69.0	80.4	71.6	35.4	17.9	**521.4**
Escurrimiento Subterráneo	-9.1	-23.4	-17.9	-29.4	-31.6	2.8	44.6	72.8	64.0	14.8	7.8	3.7	**99.1**
Escurrimiento Subterráneo	-706,898.0	-1,821,464.6	-1,388,550.7	-2,286,176.8	-2,453,497.4	218,569.5	3,465,386.9	5,657,963.5	4,971,432.1	1,151,317.4	603,054.2	289,703.5	**7,700,839.6**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	1,546,379.4	2,241,205.3	1,598,421.0	2,391,112.0	2,505,964.9	4,079,375.2	4,840,617.5	5,366,032.1	6,246,123.0	5,564,533.3	2,754,871.2	1,389,259.2	**40,523,894.0**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	839,481.3	419,740.7	209,870.3	104,935.2	52,467.6	4,297,944.7	8,306,004.4	11,023,995.6	11,217,555.0	6,715,850.7	3,357,925.3	1,678,962.7	**48,224,733.6**

Unidad Geológica Qf Conos de deyección

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
463944	287537	L6	PMC	1971-01	3.1	0.3	14.2	60.5	170.3	275.8	246.1	318.2	295.7	156.6	36.5	11.9	1,589.0	583,185.5	0.25
469536	290480	L18	PMC	1971-01	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	2,129.7	28,108.9	0.01
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	1,705,673.1	0.74
					4.4	**0.1**	**17.9**	**45.6**	**133.0**	**249.2**	**260.0**	**357.8**	**256.6**	**190.7**	**38.4**	**9.1**	**1,562.8**	**2,316,967.5**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	87,094.5	0.04
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	2,229,873.0	0.96
					132.7	**137.4**	**171.2**	**174.9**	**170.1**	**149.9**	**157.9**	**155.3**	**139.0**	**137.5**	**125.8**	**126.2**	**1,777.9**	**2,316,967.5**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Depósitos sedimentarios cuaternarios (Conos de deyección)

Area = 2,316,967.51 m^2 Espesor: 0.3 m

Suelos superficiales de textura franco arenoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 36 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.4	0.1	17.9	45.6	133.0	249.2	260.0	357.8	256.6	190.7	38.4	9.1	**1562.8**
Evapotranspiración Potencial	132.7	137.4	171.2	174.9	170.1	149.9	157.9	155.3	139.0	137.5	125.8	126.2	**1777.9**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.4	0.1	17.9	45.6	133.0	149.9	157.9	155.3	139.0	137.5	74.4	9.1	**1024.0**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	128.3	137.3	153.3	129.3	37.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.4	117.2	**753.9**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	63.3	102.1	202.5	117.5	53.2	0.0	0.0	**538.7**
Escurrimiento Total (Q, mm)	11.2	5.6	2.8	1.4	0.7	32.4	66.9	134.7	126.1	89.7	44.8	22.4	**538.7**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	18.9	1.0	25.2	18.2	22.6	42.4	52.0	75.1	71.8	80.1	31.9	22.0	**461.2**
Escurrimiento Subterráneo	-7.7	4.6	-22.4	-16.8	-21.9	-10.0	14.9	59.6	54.3	9.6	12.9	0.4	**77.5**
Escurrimiento Subterráneo	-17,790.3	10,744.3	-51,837.2	-39,022.5	-50,744.4	-23,181.4	34,512.6	138,009.6	125,762.2	22,173.5	29,966.6	897.4	**179,490.3**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	43,757.5	2,239.2	58,329.0	42,268.4	52,367.4	98,165.5	120,493.1	174,108.8	166,458.0	185,563.9	73,902.1	51,037.0	**1,068,689.9**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	25,967.2	12,983.6	6,491.8	3,245.9	1,622.9	74,984.1	155,005.7	312,118.4	292,220.1	207,737.4	103,868.7	51,934.4	**1,248,180.2**

Unidad Geológica Qf Laguna Chanmico

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	858,700.5	1.00

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	A±o	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	858,700.5	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Depósitos sedimentarios cuaternarios (Sedimentos lacustres)

Area = 858,700.52 m^2 Espesor: 0.5 m

Suelos superficiales de textura franco limoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 87.5 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	**1544.4**
Evapotranspiración Potencial	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	**1786.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	8.3	**1061.7**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.2	87.5	87.5	87.5	87.5	0.4	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	128.1	137.9	153.1	135.7	52.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	118.1	**724.9**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	103.5	214.9	100.9	63.5	0.0	0.0	**482.7**
Escurrimiento Total (Q, mm)	11.3	5.6	2.8	1.4	0.7	0.4	52.1	133.3	117.1	90.3	45.1	22.6	**482.8**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	20.9	0.0	27.0	16.2	20.3	40.5	52.5	77.9	67.4	84.6	32.3	19.3	**458.9**
Escurrimiento Subterráneo	-9.6	5.6	-24.2	-14.8	-19.6	-40.1	-0.3	55.4	49.7	5.7	12.9	3.3	**23.9**
Escurrimiento Subterráneo	-8,253.5	4,845.8	-20,795.6	-12,706.4	-16,844.6	-34,442.1	-283.9	47,580.3	42,691.5	4,860.3	11,034.7	2,822.3	**20,508.9**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	17,945.1	0.0	23,218.5	13,917.8	17,450.3	34,745.0	45,054.9	66,894.7	57,864.2	72,673.0	27,732.0	16,561.0	**394,056.5**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	9,691.7	4,845.8	2,422.9	1,211.5	605.7	302.9	44,770.9	114,475.1	100,555.7	77,533.3	38,766.7	19,383.3	**414,565.5**

Unidad Geológica Qf San Pablo Tacachico

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468687	333626	G3	PMC	1971-01	4.0	1.5	14.9	58.5	160.3	332.5	275.5	291.2	287.6	172.3	46.7	5.8	1,650.6	445,951.5	0.37
481812	315544	C8	PMC	1971-01	4.9	3.4	14.8	83.0	197.9	310.8	317.6	333.6	286.8	169.8	42.9	7.0	1,772.6	774,526.5	0.63
					4.6	**2.7**	**14.9**	**74.1**	**184.1**	**318.7**	**302.2**	**318.1**	**287.1**	**170.7**	**44.3**	**6.6**	**1,728.0**	**1,220,477.9**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468687	333626	G03	ETC	1971-01	151.0	156.8	195.6	199.3	190.3	160.5	167.7	166.3	149.5	151.2	142.3	142.5	1,973.0	445,951.5	0.37
481812	315544	C8	ETC	1971-01	146.1	144.5	175.3	173.9	167.8	148.5	150.8	150.6	139.3	141.1	134.7	137.3	1,810.1	774,526.5	0.63
					147.8	**149.0**	**182.7**	**183.2**	**176.0**	**152.9**	**157.0**	**156.3**	**143.1**	**144.8**	**137.5**	**139.2**	**1,869.6**	**1,220,477.9**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Depósitos sedimentarios cuaternarios

Area = 1,220,477.91 m^2 Espesor: 0.5 m

Suelos superficiales de textura franco arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 75 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.6	2.7	14.9	74.1	184.1	318.7	302.2	318.1	287.1	170.7	44.3	6.6	**1728.0**
Evapotranspiración Potencial	147.8	149.0	182.7	183.2	176.0	152.9	157.0	156.3	143.1	144.8	137.5	139.2	**1869.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.6	2.7	14.9	74.1	176.0	152.9	157.0	156.3	143.1	144.8	119.3	6.6	**1152.2**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	143.3	146.3	167.9	109.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1	132.6	**717.4**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.9	145.2	161.8	144.0	25.9	0.0	0.0	**575.8**
Escurrimiento Total (Q, mm)	10.2	5.1	2.5	1.3	0.6	50.1	97.3	129.6	136.8	81.3	40.7	20.3	**575.8**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	19.6	24.6	21.0	29.6	31.3	54.2	60.4	66.8	80.4	71.7	36.8	15.9	**512.3**
Escurrimiento Subterráneo	-9.4	-19.5	-18.4	-28.4	-30.7	-4.1	36.9	62.8	56.4	9.6	3.9	4.4	**63.4**
Escurrimiento Subterráneo	-11,531.0	-23,840.1	-22,481.3	-34,607.1	-37,431.2	-5,010.5	45,035.7	76,587.7	68,834.3	11,757.9	4,741.6	5,356.5	**77,412.5**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	23,936.8	30,043.1	25,582.8	36,157.8	38,206.6	66,122.9	73,774.4	81,531.2	98,099.9	87,488.9	44,881.8	19,455.2	**625,281.3**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	12,405.8	6,202.9	3,101.5	1,550.7	775.4	61,112.5	118,810.1	158,118.8	166,934.3	99,246.8	49,623.4	24,811.7	**702,693.8**

Unidad Geológica Qf Zapotitán

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
452766	286818	L37	PMC	1971-01	5.9	5.5	9.8	50.0	131.7	316.6	309.2	351.9	303.0	153.7	28.6	5.3	1,671.3	1,902,775.5	0.02
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	11,977,957.0	0.14
455304	294926	L39	PMC	1971-01	7.2	2.6	13.2	57.6	146.4	281.2	282.0	327.1	299.3	152.5	29.4	6.6	1,605.1	30,681,042.1	0.36
444871	304349	A21	PMC	1971-01	3.9	3.9	13.7	47.2	156.3	303.3	313.3	313.7	309.5	147.0	25.7	5.9	1,643.2	2,457.2	0.00
446639	288304	L1	PMC	1971-01	3.6	2.4	9.2	54.2	141.3	321.9	321.2	340.3	397.8	138.7	33.9	5.2	1,769.6	19,698.2	0.00
456031	298612	L4	PMC	1971-01	3.9	4.0	12.5	52.1	157.5	285.2	323.7	313.9	301.1	152.9	42.0	9.2	1,658.0	8,718,300.8	0.10
454036	291240	L20	PMC	1971-01	6.9	1.9	18.2	47.4	138.2	290.3	275.8	322.2	308.6	150.9	28.5	8.1	1,597.1	21,701,265.0	0.25
454572	288658	L38	PMC	1971-01	3.5	5.1	11.5	65.2	142.5	300.4	330.9	364.2	296.3	149.8	30.0	1.8	1,701.3	6,070,680.8	0.07
480537	297292	S17	PMC	1971-01	3.0	2.8	12.2	44.2	149.9	274.5	292.9	320.6	289.6	174.0	37.6	11.4	1,612.6	823,883.0	0.01
445385	291810	T18	PMC	1971-01	4.5	0.8	13.4	72.7	121.2	277.7	259.4	337.1	315.7	121.4	33.1	29.7	1,586.6	4,234,400.9	0.05
					6.0	**2.4**	**15.0**	**53.1**	**139.9**	**279.8**	**285.0**	**334.2**	**294.3**	**157.4**	**32.1**	**8.2**	**1,607.5**	**86,132,460.6**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
481812	315544	C8	ETC	1971-01	146.1	144.5	175.3	173.9	167.8	148.5	150.8	150.6	139.3	141.1	134.7	137.3	1,810.1	390,056.5	0.00
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	85,188,410.5	0.99
447875	275027	L27	ETC	1971-01	148.9	141.8	160.6	154.5	143.3	130.1	141.7	135.5	120.8	126.6	132.2	142.4	1,678.3	553,993.6	0.01
					133.1	**138.0**	**172.2**	**176.1**	**171.3**	**150.7**	**158.4**	**155.9**	**139.6**	**138.0**	**126.1**	**126.6**	**1,786.0**	**86,132,460.6**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Depósitos sedimentarios cuaternarios

Area = 86,132,460.59 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco arenoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 70 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	6.0	2.4	15.0	53.1	139.9	279.8	285.0	334.2	294.3	157.4	32.1	8.2	**1607.5**
Evapotranspiración Potencial	133.1	138.0	172.2	176.1	171.3	150.7	158.4	155.9	139.6	138.0	126.1	126.6	**1786.0**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	6.0	2.4	15.0	53.1	139.9	150.7	158.4	155.9	139.6	138.0	102.1	8.2	**1069.3**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	127.1	135.6	157.2	123.0	31.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0	118.3	**716.6**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.1	126.6	178.3	154.6	19.5	0.0	0.0	**538.1**
Escurrimiento Total (Q, mm)	10.1	5.0	2.5	1.3	0.6	30.2	78.1	128.2	141.4	80.4	40.2	20.1	**538.1**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	25.9	21.3	21.2	21.2	23.8	47.6	57.0	70.2	82.4	66.1	26.6	20.0	**483.3**
Escurrimiento Subterráneo	-15.8	-16.3	-18.6	-20.0	-23.2	-17.4	21.1	58.0	59.0	14.3	13.6	0.1	**54.8**
Escurrimiento Subterráneo	-1,362,866.2	-1,400,712.5	-1,605,944.6	-1,719,826.0	-1,994,909.8	-1,498,409.5	1,814,611.8	4,995,766.8	5,082,897.0	1,233,342.1	1,171,548.6	7,856.6	**4,723,354.3**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	2,229,014.5	1,833,786.6	1,822,481.6	1,828,094.5	2,049,044.0	4,097,154.5	4,909,203.3	6,045,653.8	7,097,039.5	5,695,843.6	2,293,044.3	1,724,439.8	**41,624,800.1**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	866,148.2	433,074.1	216,537.1	108,268.5	54,134.3	2,598,745.0	6,723,815.1	11,041,420.6	12,179,936.5	6,929,185.8	3,464,592.9	1,732,296.4	**46,348,154.4**

Unidad Geológica s2 Campo de pozos Opico

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	7,621,254.9	1.00

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	7,621,254.9	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas andesiticas y basalticas

Area = 7,621,254.94 m^2 Espesor: 0.2 m

Suelos superficiales de textura arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 18.33 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	**1544.4**
Evapotranspiración Potencial	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	**1786.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	57.2	7.9	**992.5**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	128.1	137.9	153.1	135.7	52.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	68.8	118.5	**794.0**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	68.9	103.8	214.9	100.9	63.5	0.0	0.0	**551.9**
Escurrimiento Total (Q, mm)	11.6	5.8	2.9	1.4	0.7	35.1	69.1	142.0	121.4	92.5	46.2	23.1	**551.9**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	20.9	0.0	27.0	16.2	20.3	40.5	52.5	77.9	67.4	84.6	32.3	19.3	**458.9**
Escurrimiento Subterráneo	-9.3	5.8	-24.1	-14.8	-19.6	-5.3	16.6	64.1	54.1	7.8	13.9	3.8	**93.0**
Escurrimiento Subterráneo	-71,184.1	44,042.5	-184,050.6	-112,514.7	-149,372.3	-40,598.8	126,792.8	488,471.8	411,991.9	59,681.9	106,209.0	29,185.6	**708,654.9**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	159,269.0	0.0	206,071.9	123,525.3	154,877.6	308,373.2	399,877.1	593,713.3	513,563.9	644,997.5	246,130.7	146,984.3	**3,497,383.7**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	88,084.9	44,042.5	22,021.2	11,010.6	5,505.3	267,774.4	526,669.9	1,082,185.1	925,555.8	704,679.4	352,339.7	176,169.8	**4,206,038.7**

Unidad Geológica s2 Chanmico

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
463944	287537	L6	PMC	1971-01	3.1	0.3	14.2	60.5	170.3	275.8	246.1	318.2	295.7	156.6	36.5	11.9	1,589.0	3,428,405.4	0.19
469536	290480	L18	PMC	1971-01	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	2,129.7	6,240,246.3	0.35
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	8,131,892.8	0.46
					4.1	**1.3**	**16.3**	**46.4**	**147.8**	**294.3**	**310.4**	**365.3**	**311.1**	**207.0**	**42.2**	**12.2**	**1,758.2**	**17,800,544.5**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	8,931,257.0	0.50
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	8,869,287.5	0.50
					129.9	**131.2**	**157.4**	**158.0**	**152.2**	**138.6**	**149.5**	**145.9**	**130.1**	**130.9**	**123.2**	**124.1**	**1,671.2**	**17,800,544.5**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas andesiticas y basalticas

Area = 17,800,544.51 m^2 Espesor: 0.2 m

Suelos superficiales de textura arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 18.33 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.1	1.3	16.3	46.4	147.8	294.3	310.4	365.3	311.1	207.0	42.2	12.2	**1758.2**
Evapotranspiración Potencial	129.9	131.2	157.4	158.0	152.2	138.6	149.5	145.9	130.1	130.9	123.2	124.1	**1671.2**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.1	1.3	16.3	46.4	147.8	138.6	149.5	145.9	130.1	130.9	60.6	12.2	**983.6**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	125.9	129.9	141.2	111.6	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.7	111.9	**687.6**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	137.3	160.9	219.4	181.0	76.1	0.0	0.0	**774.6**
Escurrimiento Total (Q, mm)	15.6	7.8	3.9	2.0	1.0	69.7	114.8	167.1	174.0	125.0	62.5	31.3	**774.7**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	17.6	11.5	22.9	18.6	25.1	50.0	62.1	76.7	87.1	86.9	35.1	29.6	**523.2**
Escurrimiento Subterráneo	-1.9	-3.7	-19.0	-16.6	-24.1	19.6	52.7	90.4	86.9	38.1	27.5	1.7	**251.5**
Escurrimiento Subterráneo	-34,225.9	-66,202.4	-338,390.7	-295,674.3	-429,788.4	349,652.8	938,277.8	1,608,670.3	1,547,103.6	678,198.7	488,840.3	30,210.4	**4,476,672.4**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	312,455.3	205,317.1	407,948.0	330,453.0	447,177.7	890,488.3	1,104,935.5	1,365,396.8	1,550,485.0	1,547,636.3	624,077.2	526,248.3	**9,312,618.5**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	278,229.4	139,114.7	69,557.3	34,778.7	17,389.3	1,240,141.1	2,043,213.3	2,974,067.1	3,097,588.6	2,225,835.0	1,112,917.5	556,458.8	**13,789,290.9**

Unidad Geológica s2 Colón

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
463944	287537	L6	PMC	1971-01	3.1	0.3	14.2	60.5	170.3	275.8	246.1	318.2	295.7	156.6	36.5	11.9	1,589.0	7,768,464.0	0.50
469536	290480	L18	PMC	1971-01	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	2,129.7	6,171,318.3	0.40
468809	285134	L8	PMC	1971-01	5.2	1.8	11.7	36.4	168.1	321.6	351.5	343.6	357.5	195.6	59.1	8.4	1,860.4	1,539,233.6	0.10
					3.5	**1.7**	**13.7**	**52.4**	**170.8**	**321.0**	**321.2**	**346.8**	**347.9**	**194.5**	**44.0**	**13.9**	**1,831.6**	**15,479,016.0**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	15,479,016.0	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas andesiticas y basalticas

Area = 15,479,015.96 m^2 Espesor: 0.2 m

Suelos superficiales de textura arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 18.33 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	3.5	1.7	13.7	52.4	170.8	321.0	321.2	346.8	347.9	194.5	44.0	13.9	**1831.6**
Evapotranspiración Potencial	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	**1556.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	3.5	1.7	13.7	52.4	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	62.3	13.9	**927.8**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	123.5	122.8	129.0	87.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.2	107.8	**628.8**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	194.5	180.8	211.1	227.4	70.6	0.0	0.0	**903.8**
Escurrimiento Total (Q, mm)	17.0	8.5	4.3	2.1	11.8	102.1	141.5	176.3	201.8	136.2	68.1	34.0	**903.8**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	15.1	15.4	19.3	21.0	29.0	54.6	64.2	72.8	97.4	81.7	36.5	33.8	**540.9**
Escurrimiento Subterráneo	2.0	-6.9	-15.1	-18.8	-17.2	47.6	77.2	103.4	104.4	54.5	31.6	0.2	**362.9**
Escurrimiento Subterráneo	30,491.4	-106,184.1	-233,190.3	-291,768.0	-266,211.0	736,190.7	1,195,246.1	1,600,905.9	1,615,993.8	843,855.8	488,570.5	3,353.8	**5,617,254.7**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	233,029.0	237,944.3	299,070.4	324,708.1	449,519.9	844,672.8	994,444.6	1,127,424.6	1,507,965.5	1,264,307.7	565,511.3	523,687.0	**8,372,285.1**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	263,520.4	131,760.2	65,880.1	32,940.1	183,308.9	1,580,863.5	2,189,690.7	2,728,330.5	3,123,959.2	2,108,163.5	1,054,081.8	527,040.9	**13,989,539.8**

Unidad Geológica s2 Cráter volcán San Salvador

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
469536	290480	L18	PMC	1971-01	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	2,129.7	2,267,770.3	1.00

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	2,267,770.3	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas andesiticas y basalticas

Area = 2,267,770.34 m^2 Espesor: 0.2 m

Suelos superficiales de textura arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 18.33 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	**2129.7**
Evapotranspiración Potencial	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	**1556.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	3.6	3.5	13.6	46.4	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	68.1	17.8	**933.1**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	123.4	121.0	129.2	93.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.4	104.0	**623.5**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	20.9	251.2	267.8	247.9	290.8	118.0	0.0	0.0	**1196.6**
Escurrimiento Total (Q, mm)	23.4	11.7	5.9	2.9	13.3	130.8	199.3	223.6	257.2	187.6	93.8	46.9	**1196.6**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	15.6	31.6	19.1	18.5	29.3	64.2	81.7	80.6	115.2	101.6	41.3	43.3	**641.9**
Escurrimiento Subterráneo	7.8	-19.9	-13.3	-15.6	-15.9	66.6	117.7	143.0	142.0	86.0	52.5	3.6	**554.6**
Escurrimiento Subterráneo	17,777.4	-45,142.4	-30,118.4	-35,418.8	-36,159.9	151,084.4	266,870.2	324,402.7	322,082.5	195,018.2	119,064.4	8,259.9	**1,257,720.3**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	35,397.6	71,729.9	43,412.2	42,065.6	66,386.7	145,617.7	185,166.5	182,730.1	261,171.9	230,381.9	93,635.6	98,090.1	**1,455,785.8**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	53,175.0	26,587.5	13,293.8	6,646.9	30,226.8	296,702.1	452,036.7	507,132.8	583,254.3	425,400.1	212,700.1	106,350.0	**2,713,506.1**

Unidad Geológica s2 Quezaltepeque

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
469536	290480	L18	PMC	1971-01	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	2,129.7	11,454,831.3	0.66
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	5,921,027.2	0.34
					4.0	**2.3**	**15.5**	**44.4**	**154.3**	**330.1**	**358.5**	**379.4**	**353.2**	**228.1**	**46.1**	**14.4**	**1,930.3**	**17,375,858.5**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	9,762,781.7	0.56
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	7,613,076.8	0.44
					129.6	**130.4**	**155.7**	**155.9**	**149.9**	**137.1**	**148.4**	**144.7**	**129.0**	**130.1**	**122.9**	**123.8**	**1,657.4**	**17,375,858.5**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas andesiticas y basalticas

Area = 17,375,858.49 m^2 Espesor: 0.2 m

Suelos superficiales de textura arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 18.33 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.0	2.3	15.5	44.4	154.3	330.1	358.5	379.4	353.2	228.1	46.1	14.4	**1930.3**
Evapotranspiración Potencial	129.6	130.4	155.7	155.9	149.9	137.1	148.4	144.7	129.0	130.1	122.9	123.8	**1657.4**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.0	2.3	15.5	44.4	149.9	137.1	148.4	144.7	129.0	130.1	64.4	14.4	**984.2**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	125.5	128.1	140.2	111.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.5	109.4	**673.2**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	179.0	210.2	234.7	224.2	98.0	0.0	0.0	**946.1**
Escurrimiento Total (Q, mm)	19.1	9.6	4.8	2.4	1.2	90.7	149.8	192.3	208.2	153.1	76.6	38.3	**946.1**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	17.4	20.9	21.8	17.8	26.2	56.1	71.7	79.7	98.9	95.8	38.2	35.1	**579.6**
Escurrimiento Subterráneo	1.7	-11.3	-17.0	-15.4	-25.0	34.6	78.1	112.6	109.3	57.3	38.3	3.2	**366.5**
Escurrimiento Subterráneo	30,054.7	-196,022.5	-296,232.5	-266,873.6	-434,867.7	600,881.2	1,357,444.3	1,956,398.4	1,899,851.8	995,929.8	666,174.9	55,520.8	**6,368,259.4**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	302,536.1	362,317.9	379,380.2	308,447.5	455,654.7	975,113.9	1,245,970.7	1,384,257.6	1,718,209.0	1,664,796.5	664,188.3	609,660.8	**10,070,533.1**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	332,590.8	166,295.4	83,147.7	41,573.8	20,786.9	1,575,995.1	2,603,414.9	3,340,656.0	3,618,060.8	2,660,726.3	1,330,363.2	665,181.6	**16,438,792.5**

Unidad Geológica s3a Armenia

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
440159	292559	T4	PMC	1971-01	3.9	0.9	18.8	45.7	150.5	288.5	337.1	350.2	387.9	119.6	33.4	5.9	1,742.4	6,158,940.4	0.16
446639	288304	L1	PMC	1971-01	3.6	2.4	9.2	54.2	141.3	321.9	321.2	340.3	397.8	138.7	33.9	5.2	1,769.6	421,231.4	0.01
454036	291240	L20	PMC	1971-01	6.9	1.9	18.2	47.4	138.2	290.3	275.8	322.2	308.6	150.9	28.5	8.1	1,597.1	912,882.0	0.02
445385	291810	T18	PMC	1971-01	4.5	0.8	13.4	72.7	121.2	277.7	259.4	337.1	315.7	121.4	33.1	29.7	1,586.6	32,073,107.9	0.81
					4.5	**0.8**	**14.3**	**67.7**	**126.4**	**280.2**	**272.5**	**338.8**	**327.6**	**122.0**	**33.0**	**25.2**	**1,613.1**	**39,566,161.7**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
432610	300690	A35	ETC	1971-01	100.9	101.8	119.1	118.9	112.2	96.1	107.3	106.8	88.0	95.3	95.1	94.4	1,235.9	9,828,259.8	0.25
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	29,737,901.9	0.75
					125.0	**129.0**	**159.1**	**162.0**	**156.8**	**137.2**	**145.8**	**143.8**	**126.9**	**127.4**	**118.3**	**118.5**	**1,649.8**	**39,566,161.7**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas cuaternarios.

Area = 39,566,161.71 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco a franco arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 90 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.5	0.8	14.3	67.7	126.4	280.2	272.5	338.8	327.6	122.0	33.0	25.2	**1613.1**
Evapotranspiración Potencial	125.0	129.0	159.1	162.0	156.8	137.2	145.8	143.8	126.9	127.4	118.3	118.5	**1649.8**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.5	0.8	14.3	67.7	126.4	137.2	145.8	143.8	126.9	127.4	117.6	25.2	**1037.7**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	90.0	90.0	90.0	84.6	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	120.5	128.1	144.7	94.3	30.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	93.3	**612.0**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.9	126.7	195.0	200.7	0.0	0.0	0.0	**575.3**
Escurrimiento Total (Q, mm)	10.5	5.3	2.6	1.3	0.7	27.2	76.6	135.8	168.2	84.1	42.1	21.0	**575.4**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	19.3	7.5	20.2	27.1	21.5	47.6	54.5	71.2	91.7	51.2	27.4	61.2	**500.5**
Escurrimiento Subterráneo	-8.8	-2.3	-17.6	-25.8	-20.8	-20.5	22.1	64.6	76.5	32.9	14.6	-40.2	**74.9**
Escurrimiento Subterráneo	-347,249.0	-90,567.2	-694,913.7	-1,019,198.6	-824,166.0	-809,420.0	873,726.3	2,557,249.1	3,027,502.1	1,301,561.2	579,411.2	-1,591,032.4	**2,962,902.9**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	763,311.7	298,598.5	798,929.4	1,071,206.4	850,170.0	1,884,476.7	2,156,638.2	2,815,161.1	3,629,500.5	2,026,940.1	1,084,839.4	2,423,157.8	**19,802,929.8**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	416,062.7	208,031.3	104,015.7	52,007.8	26,003.9	1,075,056.7	3,030,364.5	5,372,410.1	6,657,002.6	3,328,501.3	1,664,250.7	832,125.3	**22,765,832.7**

Unidad Geológica s3a Campo de pozos Opico

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	2,190,923.3	1.00

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	2,190,923.3	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas cuaternarios.

Area = 2,190,923.27 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco a franco arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 90 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	**1544.4**
Evapotranspiración Potencial	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	**1786.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	10.8	**1064.2**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.2	90.0	90.0	90.0	90.0	2.9	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	128.1	137.9	153.1	135.7	52.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	115.6	**722.4**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	101.0	214.9	100.9	63.5	0.0	0.0	**480.2**
Escurrimiento Total (Q, mm)	11.3	5.6	2.8	1.4	0.7	0.4	50.9	132.7	116.8	90.1	45.1	22.5	**480.3**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	20.9	0.0	27.0	16.2	20.3	40.5	52.5	77.9	67.4	84.6	32.3	19.3	**458.9**
Escurrimiento Subterráneo	-9.6	5.6	-24.2	-14.8	-19.6	-40.1	-1.6	54.8	49.4	5.5	12.8	3.2	**21.4**
Escurrimiento Subterráneo	-21,101.0	12,342.5	-53,069.4	-32,424.9	-42,980.7	-87,878.3	-3,463.1	120,029.0	108,240.2	12,058.4	27,983.1	7,115.5	**46,851.3**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	45,785.9	0.0	59,240.6	35,510.5	44,523.5	88,649.7	114,954.8	170,678.0	147,637.0	185,420.9	70,756.5	42,254.4	**1,005,411.8**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	24,684.9	12,342.5	6,171.2	3,085.6	1,542.8	771.4	111,491.7	290,707.0	255,877.2	197,479.3	98,739.7	49,369.8	**1,052,263.1**

Unidad Geológica s3a Ciudad Arce

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	10,961,731.5	0.26
456031	298612	L4	PMC	1971-01	3.9	4.0	12.5	52.1	157.5	285.2	323.7	313.9	301.1	152.9	42.0	9.2	1,658.0	31,342,776.8	0.74
					4.12	**2.96**	**14.21**	**49.10**	**147.69**	**273.00**	**307.82**	**328.71**	**285.42**	**165.52**	**41.20**	**8.85**	**1628.59**	**42,304,508.27**	**1.00**

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	42,304,508.3	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas cuaternarios.

Area = 42,304,508.27 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco a franco arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 90 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.1	3.0	14.2	49.1	147.7	273.0	307.8	328.7	285.4	165.5	41.2	8.8	**1628.6**
Evapotranspiración Potencial	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	**1786.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.1	3.0	14.2	49.1	147.7	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	14.0	**1101.4**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	5.2	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	128.8	135.0	158.1	127.1	23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	112.4	**685.2**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.2	149.2	172.6	145.6	27.5	0.0	0.0	**527.2**
Escurrimiento Total (Q, mm)	10.3	5.1	2.6	1.3	0.6	16.7	82.7	127.7	136.6	82.1	41.0	20.5	**527.2**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	17.7	26.7	20.0	19.6	25.1	46.4	61.6	69.0	79.9	69.5	34.2	21.5	**491.4**
Escurrimiento Subterráneo	-7.5	-21.6	-17.5	-18.4	-24.5	-29.7	21.1	58.6	56.7	12.6	6.8	-1.0	**35.8**
Escurrimiento Subterráneo	-316,202.1	-913,846.3	-738,838.2	-776,600.9	-1,035,017.4	-1,257,168.8	892,934.0	2,480,003.3	2,400,012.1	531,101.1	289,386.9	-41,565.2	**1,514,198.3**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	750,204.2	1,130,847.4	847,338.7	830,851.2	1,062,142.6	1,963,337.3	2,604,404.2	2,920,248.0	3,380,818.6	2,940,915.9	1,446,621.6	909,569.4	**20,787,299.1**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	434,002.1	217,001.1	108,500.5	54,250.3	27,125.1	706,168.4	3,497,338.1	5,400,251.2	5,780,830.7	3,472,017.0	1,736,008.5	868,004.3	**22,301,497.4**

Unidad Geológica s3a Colón

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Perimeter	Area	α
454572	288658	L38	PMC	1971-01	3.5	5.1	11.5	65.2	142.5	300.4	330.9	364.2	296.3	149.8	30.0	1.8	1,701.3	12,302.0	4,018,811.8	1.00

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	55,625.1	0.01
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	3,963,186.7	0.99
					132.83	**137.75**	**171.85**	**175.73**	**171.02**	**150.48**	**158.32**	**155.80**	**139.50**	**137.83**	**125.93**	**126.34**	**1783.37**	**4,018,811.79**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas cuaternarios.													
Area =	4,018,811.79	m^2		Espesor:	0.6	m							
	Suelos superficiales de textura franco a franco arenoso fino												
							Capacidad de Almacenamiento del suelo:				90	mm	

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	3.5	5.1	11.5	65.2	142.5	300.4	330.9	364.2	296.3	149.8	30.0	1.8	**1701.3**
Evapotranspiración Potencial	132.8	137.8	171.9	175.7	171.0	150.5	158.3	155.8	139.5	137.8	125.9	126.3	**1783.4**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	3.5	5.1	11.5	65.2	142.5	150.5	158.3	155.8	139.5	137.8	120.0	1.8	**1091.6**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	129.3	132.6	160.3	110.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	124.6	**691.8**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.9	172.6	208.4	156.8	12.0	0.0	0.0	**609.7**
Escurrimiento Total (Q, mm)	10.5	5.2	2.6	1.3	0.7	30.7	101.3	154.8	155.8	83.9	41.9	21.0	**609.7**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	15.2	46.2	16.2	26.1	24.2	51.1	66.2	76.5	83.0	62.9	24.9	4.3	**496.8**
Escurrimiento Subterráneo	-4.7	-41.0	-13.6	-24.8	-23.6	-20.4	35.1	78.3	72.8	21.0	17.1	16.7	**112.9**
Escurrimiento Subterráneo	-19,087.9	-164,768.0	-54,704.6	-99,580.1	-94,744.5	-81,994.7	141,068.9	314,868.6	292,750.7	84,299.3	68,596.8	66,937.7	**453,642.1**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	61,232.0	185,840.1	65,240.6	104,848.1	97,378.5	205,239.5	265,983.7	307,324.6	333,424.2	252,853.2	99,979.5	17,350.4	**1,996,694.3**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	42,144.1	21,072.0	10,536.0	5,268.0	2,634.0	123,244.8	407,052.6	622,193.1	626,174.9	337,152.5	168,576.2	84,288.1	**2,450,336.4**

Unidad Geológica s3a El Congo

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
432610	300690	A35	PMC	1971-01	6.4	9.3	23.6	67.5	252.4	442.2	365.0	384.4	372.4	210.4	73.6	13.9	2,221.2	6,348,369.9	0.07
455304	294926	L39	PMC	1971-01	7.2	2.6	13.2	57.6	146.4	281.2	282.0	327.1	299.3	152.5	29.4	6.6	1,605.1	3,052,418.0	0.04
444871	304349	A21	PMC	1971-01	3.9	3.9	13.7	47.2	156.3	303.3	313.3	313.7	309.5	147.0	25.7	5.9	1,643.2	60,373,544.7	0.71
456031	298612	L4	PMC	1971-01	3.9	4.0	12.5	52.1	157.5	285.2	323.7	313.9	301.1	152.9	42.0	9.2	1,658.0	13,808,984.8	0.16
445385	291810	T18	PMC	1971-01	4.5	0.8	13.4	72.7	121.2	277.7	259.4	337.1	315.7	121.4	33.1	29.7	1,586.6	1,576,184.2	0.02
					4.23	**4.19**	**14.22**	**50.37**	**162.64**	**309.45**	**316.71**	**319.90**	**312.56**	**152.39**	**32.17**	**7.46**	**1686.28**	**85,159,501.48**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
432610	300690	A35	ETC	1971-01	100.9	101.8	119.1	118.9	112.2	96.1	107.3	106.8	88.0	95.3	95.1	94.4	1,235.9	9,875,810.4	0.12
438415	317270	A12	ETC	1971-01	136.9	140.7	175.6	181.5	174.3	154.4	166.0	161.9	141.9	145.2	132.9	131.4	1,842.7	7,919,815.1	0.09
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	67,363,876.0	0.79
					129.57	**134.00**	**166.41**	**170.07**	**164.92**	**144.80**	**153.31**	**150.90**	**133.96**	**133.74**	**123.06**	**123.17**	**1727.91**	**85,159,501.48**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas cuaternarios.

Area = 85,159,501.48 m^2 Espesor: 0.3 m

Suelos superficiales de textura franco a franco arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 45 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.2	4.2	14.2	50.4	162.6	309.4	316.7	319.9	312.6	152.4	32.2	7.5	**1686.3**
Evapotranspiración Potencial	129.6	134.0	166.4	170.1	164.9	144.8	153.3	150.9	134.0	133.7	123.1	123.2	**1727.9**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.2	4.2	14.2	50.4	162.6	144.8	153.3	150.9	134.0	133.7	77.2	7.5	**1037.0**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	125.3	129.8	152.2	119.7	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.9	115.7	**690.9**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	119.6	163.4	169.0	178.6	18.7	0.0	0.0	**649.3**
Escurrimiento Total (Q, mm)	11.1	5.6	2.8	1.4	0.7	60.5	111.6	140.3	159.5	89.1	44.5	22.3	**649.3**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	18.2	37.8	20.1	20.1	27.6	52.6	63.3	67.2	87.5	64.0	26.7	18.1	**503.3**
Escurrimiento Subterráneo	-7.0	-32.2	-17.3	-18.8	-27.0	7.9	48.3	73.1	71.9	25.0	17.8	4.1	**146.0**
Escurrimiento Subterráneo	-599,376.6	-2,743,110.6	-1,470,657.4	-1,597,275.0	-2,295,373.4	674,140.1	4,110,587.5	6,227,146.3	6,125,880.1	2,133,167.3	1,517,733.6	352,772.0	**12,435,633.9**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	1,547,324.9	3,217,084.8	1,707,644.5	1,715,768.5	2,354,620.2	4,479,935.5	5,394,196.5	5,720,850.1	7,452,911.9	5,450,418.6	2,274,059.3	1,543,124.5	**42,857,939.2**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	947,948.2	473,974.1	236,987.1	118,493.5	59,246.8	5,154,075.6	9,504,784.1	11,947,996.4	13,578,792.1	7,583,585.9	3,791,792.9	1,895,896.5	**55,293,573.1**

Unidad Geológica s3a Jayaque

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
452766	286818	L37	PMC	1971-01	5.9	5.5	9.8	50.0	131.7	316.6	309.2	351.9	303.0	153.7	28.6	5.3	1,671.3	3,295,187.4	0.62
454572	288658	L38	PMC	1971-01	3.5	5.1	11.5	65.2	142.5	300.4	330.9	364.2	296.3	149.8	30.0	1.8	1,701.3	2,049,022.9	0.38
					5.02	**5.38**	**10.45**	**55.83**	**135.88**	**310.42**	**317.52**	**356.57**	**300.43**	**152.18**	**29.11**	**3.97**	**1682.77**	**5,344,210.31**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	5,024,026.7	0.94
447875	275027	L27	ETC	1971-01	148.9	141.8	160.6	154.5	143.3	130.1	141.7	135.5	120.8	126.6	132.2	142.4	1,678.3	320,183.6	0.06
					133.87	**138.17**	**171.56**	**174.92**	**169.85**	**149.57**	**157.56**	**154.84**	**138.63**	**137.34**	**126.37**	**127.37**	**1780.06**	**5,344,210.31**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas cuaternarios.

Area = 5,344,210.31 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco a franco arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 90 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	5.0	5.4	10.5	55.8	135.9	310.4	317.5	356.6	300.4	152.2	29.1	4.0	**1682.8**
Evapotranspiración Potencial	133.9	138.2	171.6	174.9	169.9	149.6	157.6	154.8	138.6	137.3	126.4	127.4	**1780.1**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	5.0	5.4	10.5	55.8	135.9	149.6	157.6	154.8	138.6	137.3	119.1	4.0	**1073.6**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	128.8	132.8	161.1	119.1	34.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	123.4	**706.5**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.8	160.0	201.7	161.8	14.8	0.0	0.0	**609.2**
Escurrimiento Total (Q, mm)	10.7	5.3	2.7	1.3	0.7	36.1	97.7	149.7	155.8	85.3	42.6	21.3	**609.2**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	21.6	48.5	14.7	22.3	23.1	52.8	63.5	74.9	84.1	63.9	24.2	9.6	**503.3**
Escurrimiento Subterráneo	-10.9	-43.2	-12.1	-21.0	-22.4	-16.6	34.2	74.8	71.6	21.4	18.5	11.7	**105.9**
Escurrimiento Subterráneo	-58,451.4	-230,726.5	-64,504.6	-112,234.4	-119,890.0	-88,967.1	182,718.7	399,915.6	382,830.7	114,276.7	98,782.6	62,410.3	**566,160.8**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	115,432.5	259,217.0	78,749.9	119,357.0	123,451.3	282,022.7	339,377.3	400,177.5	449,556.5	341,572.1	129,141.8	51,551.9	**2,689,607.5**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	56,981.1	28,490.6	14,245.3	7,122.6	3,561.3	193,055.6	522,096.0	800,093.2	832,387.2	455,848.8	227,924.4	113,962.2	**3,255,768.3**

Unidad Geológica s3a La Cumbre

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
453120	283498	L17	PMC	1971-01	4.5	3.6	8.5	41.6	153.7	317.7	377.7	354.5	398.8	186.9	43.7	5.9	1,897.2	1,540,276.0	1.00

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
447875	275027	L27	ETC	1971-01	148.9	141.8	160.6	154.5	143.3	130.1	141.7	135.5	120.8	126.6	132.2	142.4	1,678.3	1,540,276.0	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas cuaternarios.

Area = 1,540,275.99 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco a franco arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 90 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.5	3.6	8.5	41.6	153.7	317.7	377.7	354.5	398.8	186.9	43.7	5.9	**1897.2**
Evapotranspiración Potencial	148.9	141.8	160.6	154.5	143.3	130.1	141.7	135.5	120.8	126.6	132.2	142.4	**1678.3**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.5	3.6	8.5	41.6	143.3	130.1	141.7	135.5	120.8	126.6	132.2	7.4	**995.7**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	1.5	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	144.4	138.2	152.1	112.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	135.0	**682.6**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	108.1	236.0	219.0	278.0	60.3	0.0	0.0	**901.5**
Escurrimiento Total (Q, mm)	18.1	9.1	4.5	2.3	1.1	55.1	145.0	182.0	230.0	145.2	72.6	36.3	**901.4**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	19.4	32.8	12.0	16.6	26.1	54.0	75.5	74.4	111.7	78.5	36.2	14.3	**551.7**
Escurrimiento Subterráneo	-1.3	-23.7	-7.5	-14.4	-25.0	1.1	69.5	107.6	118.4	66.7	36.3	22.0	**349.8**
Escurrimiento Subterráneo	-1,941.4	-36,549.6	-11,508.6	-22,124.0	-38,506.8	1,728.5	107,039.0	165,710.0	182,322.3	102,703.6	55,988.8	33,857.0	**538,718.9**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	29,892.6	50,525.3	18,496.4	25,617.9	40,253.7	83,194.9	116,353.5	114,671.2	171,986.2	120,906.4	55,816.2	22,045.5	**849,759.8**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	27,951.3	13,975.6	6,987.8	3,493.9	1,747.0	84,923.3	223,392.5	280,381.3	354,308.5	223,610.1	111,805.0	55,902.5	**1,388,478.8**

Unidad Geológica s3a Quezaltepeque

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
469536	290480	L18	PMC	1971-01	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	2,129.7	173,722.9	0.03
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	5,857,328.0	0.86
480537	297292	S17	PMC	1971-01	3.0	2.8	12.2	44.2	149.9	274.5	292.9	320.6	289.6	174.0	37.6	11.4	1,612.6	780,794.7	0.11
					4.61	**0.41**	**18.23**	**41.09**	**124.37**	**245.76**	**269.57**	**365.52**	**250.62**	**199.38**	**39.03**	**8.58**	**1567.17**	**6,811,845.65**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	6,811,845.6	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas cuaternarios.

Area = 6,811,845.65 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco a franco arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 90 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.6	0.4	18.2	41.1	124.4	245.8	269.6	365.5	250.6	199.4	39.0	8.6	**1567.2**
Evapotranspiración Potencial	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	**1786.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.6	0.4	18.2	41.1	124.4	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	11.6	**1069.6**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	3.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	128.3	137.5	154.0	135.1	47.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	114.8	**717.0**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	111.0	209.4	110.9	61.4	0.0	0.0	**497.6**
Escurrimiento Total (Q, mm)	11.5	5.7	2.9	1.4	0.7	3.2	56.7	133.1	122.0	91.7	45.8	22.9	**497.6**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	19.8	3.7	25.7	16.4	21.1	41.8	53.9	76.8	70.2	83.7	32.4	20.9	**466.4**
Escurrimiento Subterráneo	-8.4	2.1	-22.8	-15.0	-20.4	-38.6	2.8	56.3	51.8	7.9	13.4	2.1	**31.2**
Escurrimiento Subterráneo	-57,028.0	14,068.8	-155,566.1	-102,202.0	-139,141.2	-262,983.6	19,224.8	383,707.2	352,827.1	53,981.7	91,514.8	14,023.7	**212,427.2**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	135,078.4	24,956.4	175,078.7	111,958.3	144,019.3	284,589.4	367,250.4	522,869.0	478,021.3	570,421.7	220,686.9	142,077.2	**3,177,006.9**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	78,050.4	39,025.2	19,512.6	9,756.3	4,878.2	21,605.8	386,475.2	906,576.2	830,848.4	624,403.4	312,201.7	156,100.8	**3,389,434.1**

Unidad Geológica s3a San Juan Opico

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	4,147,929.4	0.93
456031	298612	L4	PMC	1971-01	3.9	4.0	12.5	52.1	157.5	285.2	323.7	313.9	301.1	152.9	42.0	9.2	1,658.0	333,008.9	0.07
					4.79	**0.30**	**18.68**	**41.38**	**122.36**	**241.52**	**266.90**	**366.73**	**245.15**	**197.89**	**39.14**	**8.03**	**1552.87**	**4,480,938.34**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	4,480,938.3	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas cuaternarios.

Area = 4,480,938.34 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco a franco arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 90 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.8	0.3	18.7	41.4	122.4	241.5	266.9	366.7	245.2	197.9	39.1	8.0	**1552.9**
Evapotranspiración Potencial	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	**1786.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.8	0.3	18.7	41.4	122.4	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	11.2	**1067.9**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	3.1	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	128.1	137.6	153.6	134.8	49.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	115.2	**718.6**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	108.3	210.6	105.4	59.9	0.0	0.0	**484.9**
Escurrimiento Total (Q, mm)	11.2	5.6	2.8	1.4	0.7	1.1	54.3	132.5	118.9	89.4	44.7	22.4	**484.9**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	20.6	2.7	26.3	16.6	20.8	41.1	53.4	77.0	68.6	83.1	32.5	19.5	**462.2**
Escurrimiento Subterráneo	-9.4	2.9	-23.5	-15.2	-20.1	-40.0	1.0	55.5	50.3	6.3	12.2	2.8	**22.8**
Escurrimiento Subterráneo	-42,142.9	13,023.7	-105,490.6	-67,909.9	-90,081.8	-179,255.5	4,323.8	248,622.6	225,375.1	28,183.9	54,742.1	12,739.5	**102,130.2**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	92,220.3	12,015.0	118,009.9	74,169.5	93,211.6	183,982.1	239,196.7	345,087.2	307,583.5	372,434.9	145,567.3	87,415.2	**2,070,893.1**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	50,077.4	25,038.7	12,519.3	6,259.7	3,129.8	4,726.6	243,520.5	593,709.8	532,958.5	400,618.8	200,309.4	100,154.7	**2,173,023.2**

Unidad Geológica s3a San Matías

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
481812	315544	C8	PMC	1971-01	4.9	3.4	14.8	83.0	197.9	310.8	317.6	333.6	286.8	169.8	42.9	7.0	1,772.6	11,375,094.8	1.00

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
481812	315544	C8	ETC	1971-01	146.1	144.5	175.3	173.9	167.8	148.5	150.8	150.6	139.3	141.1	134.7	137.3	1,810.1	11,375,094.8	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas cuaternarios.

Area = 11,375,094.84 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco a franco arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 90 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.9	3.4	14.8	83.0	197.9	310.8	317.6	333.6	286.8	169.8	42.9	7.0	**1772.6**
Evapotranspiración Potencial	146.1	144.5	175.3	173.9	167.8	148.5	150.8	150.6	139.3	141.1	134.7	137.3	**1810.1**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.9	3.4	14.8	83.0	167.8	148.5	150.8	150.6	139.3	141.1	132.9	7.0	**1144.4**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	30.1	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	141.2	141.1	160.5	90.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	130.3	**665.7**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	102.4	166.8	183.0	147.4	28.6	0.0	0.0	**628.2**
Escurrimiento Total (Q, mm)	11.0	5.5	2.7	1.4	0.7	51.9	109.0	146.0	146.7	87.7	43.8	21.9	**628.2**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	21.1	31.0	20.9	33.2	33.6	52.8	63.5	70.1	80.3	71.3	35.6	17.1	**530.6**
Escurrimiento Subterráneo	-10.1	-25.5	-18.2	-31.8	-33.0	-1.0	45.5	75.9	66.4	16.4	8.2	4.9	**97.6**
Escurrimiento Subterráneo	-115,181.5	-290,286.2	-206,960.3	-362,192.6	-374,888.5	-10,856.9	517,044.7	863,595.1	755,415.2	186,171.5	93,145.7	55,358.6	**1,110,364.9**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	239,836.3	352,613.6	238,124.0	377,774.5	382,679.4	600,943.6	722,568.8	796,941.4	913,391.3	811,067.0	405,473.6	193,951.1	**6,035,364.5**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	124,654.8	62,327.4	31,163.7	15,581.9	7,790.9	590,086.7	#########	1,660,536.5	1,668,806.5	997,238.5	498,619.3	249,309.6	**7,145,729.4**

Unidad Geológica s3a San Pablo Tacachico

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468687	333626	G3	PMC	1971-01	4.0	1.5	14.9	58.5	160.3	332.5	275.5	291.2	287.6	172.3	46.7	5.8	1,650.6	288,738.3	0.09
481812	315544	C8	PMC	1971-01	4.9	3.4	14.8	83.0	197.9	310.8	317.6	333.6	286.8	169.8	42.9	7.0	1,772.6	3,008,828.6	0.91
					4.82	**3.27**	**14.85**	**80.88**	**194.60**	**312.66**	**313.93**	**329.90**	**286.85**	**169.98**	**43.27**	**6.91**	**1761.92**	**3,297,566.87**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468687	333626	G03	ETC	1971-01	151.0	156.8	195.6	199.3	190.3	160.5	167.7	166.3	149.5	151.2	142.3	142.5	1,973.0	288,738.3	0.09
481812	315544	C8	ETC	1971-01	146.1	144.5	175.3	173.9	167.8	148.5	150.8	150.6	139.3	141.1	134.7	137.3	1,810.1	3,008,828.6	0.91
					146.49	**145.62**	**177.11**	**176.16**	**169.80**	**149.52**	**152.31**	**152.00**	**140.23**	**142.02**	**135.32**	**137.77**	**1824.36**	**3,297,566.87**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas cuaternarios.

Area = 3,297,566.87 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco a franco arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 90 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.8	3.3	14.9	80.9	194.6	312.7	313.9	329.9	286.8	170.0	43.3	6.9	**1761.9**
Evapotranspiración Potencial	146.5	145.6	177.1	176.2	169.8	149.5	152.3	152.0	140.2	142.0	135.3	137.8	**1824.4**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.8	3.3	14.9	80.9	169.8	149.5	152.3	152.0	140.2	142.0	133.3	6.9	**1149.9**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	24.8	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	141.7	142.4	162.3	95.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	130.9	**674.5**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.9	161.6	177.9	146.6	28.0	0.0	0.0	**612.0**
Escurrimiento Total (Q, mm)	10.8	5.4	2.7	1.3	0.7	49.7	105.3	141.6	144.1	86.0	43.0	21.5	**612.1**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	20.7	29.5	20.9	32.4	33.1	53.2	62.8	69.3	80.3	71.4	35.9	16.8	**526.2**
Escurrimiento Subterráneo	-10.0	-24.1	-18.3	-31.0	-32.4	-3.5	42.5	72.3	63.8	14.6	7.1	4.7	**85.9**
Escurrimiento Subterráneo	-32,901.0	-79,445.0	-60,186.6	-102,248.8	-106,872.9	-11,484.9	140,165.1	238,463.7	210,339.0	48,279.2	23,416.4	15,577.9	**283,102.2**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	68,364.1	97,176.5	69,052.3	106,681.7	109,089.4	175,275.0	207,038.2	228,454.0	264,850.1	235,425.1	118,435.7	55,348.1	**1,735,190.2**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	35,463.0	17,731.5	8,865.8	4,432.9	2,216.4	163,790.1	347,203.3	466,917.8	475,189.2	283,704.2	141,852.1	70,926.1	**2,018,292.4**

Unidad Geológica s3a Talnique

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
453120	283498	L17	PMC	1971-01	4.5	3.6	8.5	41.6	153.7	317.7	377.7	354.5	398.8	186.9	43.7	5.9	1,897.2	176,235.8	0.13
457267	283307	L30	PMC	1971-01	7.6	1.3	12.3	56.6	168.1	400.7	396.4	397.8	422.3	238.4	33.6	7.1	2,142.0	1,218,678.0	0.87
					7.22	**1.59**	**11.83**	**54.66**	**166.24**	**390.20**	**394.07**	**392.33**	**419.33**	**231.88**	**34.84**	**6.91**	**2111.09**	**1,394,913.76**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
447875	275027	L27	ETC	1971-01	148.9	141.8	160.6	154.5	143.3	130.1	141.7	135.5	120.8	126.6	132.2	142.4	1,678.3	1,394,913.8	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas cuaternarios.

Area = 1,394,913.76 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco a franco arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 90 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	7.2	1.6	11.8	54.7	166.2	390.2	394.1	392.3	419.3	231.9	34.8	6.9	**2111.1**
Evapotranspiración Potencial	148.9	141.8	160.6	154.5	143.3	130.1	141.7	135.5	120.8	126.6	132.2	142.4	**1678.3**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	7.2	1.6	11.8	54.7	143.3	130.1	141.7	135.5	120.8	126.6	124.8	6.9	**1004.9**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	23.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	141.7	140.3	148.7	99.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	135.5	**673.3**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	193.1	252.4	256.8	298.6	105.3	0.0	0.0	**1106.2**
Escurrimiento Total (Q, mm)	22.7	11.3	5.7	2.8	1.4	97.9	174.5	215.7	257.1	181.2	90.6	45.3	**1106.2**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	31.0	14.3	16.7	21.9	28.3	66.3	78.8	82.4	117.4	97.4	28.9	16.8	**600.2**
Escurrimiento Subterráneo	-8.4	-3.0	-11.0	-19.0	-26.8	31.6	95.6	133.3	139.7	83.8	61.7	28.5	**506.0**
Escurrimiento Subterráneo	-11,685.4	-4,163.2	-15,364.3	-26,548.1	-37,447.5	44,072.4	133,422.3	185,893.4	194,870.5	116,920.4	86,049.0	39,762.6	**705,782.0**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	43,281.6	19,961.3	23,263.3	30,497.6	39,422.3	92,529.3	109,937.9	114,926.4	163,779.7	135,849.2	40,335.8	23,429.8	**837,214.2**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	31,596.2	15,798.1	7,899.0	3,949.5	1,974.8	136,601.7	243,360.1	300,819.8	358,650.2	252,769.5	126,384.8	63,192.4	**1,542,996.2**

Unidad Geológica s3a Tepecoyo

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
452766	286818	L37	PMC	1971-01	5.9	5.5	9.8	50.0	131.7	316.6	309.2	351.9	303.0	153.7	28.6	5.3	1,671.3	6,365,423.9	0.30
446639	288304	L1	PMC	1971-01	3.6	2.4	9.2	54.2	141.3	321.9	321.2	340.3	397.8	138.7	33.9	5.2	1,769.6	11,366,336.3	0.54
454036	291240	L20	PMC	1971-01	6.9	1.9	18.2	47.4	138.2	290.3	275.8	322.2	308.6	150.9	28.5	8.1	1,597.1	3,144,485.8	0.15
454572	288658	L38	PMC	1971-01	3.5	5.1	11.5	65.2	142.5	300.4	330.9	364.2	296.3	149.8	30.0	1.8	1,701.3	175,733.5	0.01
445385	291810	T18	PMC	1971-01	4.5	0.8	13.4	72.7	121.2	277.7	259.4	337.1	315.7	121.4	33.1	29.7	1,586.6	185,431.5	0.01
					4.80	**3.30**	**10.75**	**52.20**	**137.79**	**315.06**	**310.40**	**341.25**	**354.64**	**144.93**	**31.45**	**5.85**	**1712.42**	**21,237,410.81**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	14,426,060.0	0.68
447875	275027	L27	ETC	1971-01	148.9	141.8	160.6	154.5	143.3	130.1	141.7	135.5	120.8	126.6	132.2	142.4	1,678.3	6,811,350.8	0.32
					138.05	**139.19**	**168.51**	**169.25**	**162.48**	**144.17**	**153.15**	**149.47**	**133.67**	**134.35**	**127.98**	**131.54**	**1751.82**	**21,237,410.81**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas cuaternarios.

Area = 21,237,410.81 m^2 Espesor: 0.6 m

Suelos superficiales de textura franco a franco arenoso fino

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 90 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.8	3.3	10.8	52.2	137.8	315.1	310.4	341.2	354.6	144.9	31.5	5.9	**1712.4**
Evapotranspiración Potencial	138.0	139.2	168.5	169.2	162.5	144.2	153.1	149.5	133.7	134.4	128.0	131.5	**1751.8**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.8	3.3	10.8	52.2	137.8	144.2	153.1	149.5	133.7	134.4	121.5	5.9	**1051.0**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	133.2	135.9	157.8	117.0	24.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	125.7	**700.9**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.9	157.2	191.8	221.0	10.6	0.0	0.0	**661.5**
Escurrimiento Total (Q, mm)	12.1	6.1	3.0	1.5	0.8	41.2	98.8	145.3	183.1	96.9	48.4	24.2	**661.5**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	20.6	29.7	15.2	20.9	23.4	53.6	62.1	71.7	99.3	60.9	26.1	14.2	**497.6**
Escurrimiento Subterráneo	-8.5	-23.7	-12.1	-19.4	-22.7	-12.3	36.8	73.6	83.8	36.0	22.3	10.0	**163.9**
Escurrimiento Subterráneo	-181,255.9	-502,720.9	-257,637.2	-411,285.8	-481,400.1	-261,572.7	780,837.6	1,564,093.9	1,780,521.1	764,292.4	474,075.4	212,177.4	**3,480,125.4**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	438,387.7	631,286.8	321,920.2	443,427.2	497,470.9	1,137,490.7	1,318,407.2	1,521,905.2	2,108,853.2	1,292,762.7	554,452.1	302,086.3	**10,568,450.4**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	257,131.9	128,565.9	64,283.0	32,141.5	16,070.7	875,918.0	2,099,244.9	3,085,999.2	3,889,374.3	2,057,055.1	1,028,527.5	514,263.8	**14,048,575.8**

Unidad Geológica s4 Quezaltepeque

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
469536	290480	L18	PMC	1971-01	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	2,129.7	4,850,775.8	0.28
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	452.4	0.00
480537	297292	S17	PMC	1971-01	3.0	2.8	12.2	44.2	149.9	274.5	292.9	320.6	289.6	174.0	37.6	11.4	1,612.6	12,198,701.4	0.72
					3.2	**3.0**	**12.6**	**44.8**	**156.3**	**303.9**	**325.7**	**338.6**	**324.2**	**193.3**	**41.0**	**13.2**	**1,759.7**	**17,049,929.7**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	5,028,675.1	0.29
481812	315544	C8	ETC	1971-01	146.1	144.5	175.3	173.9	167.8	148.5	150.8	150.6	139.3	141.1	134.7	137.3	1,810.1	6,861,866.0	0.40
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	5,159,388.6	0.30
					136.5	**136.6**	**164.8**	**164.6**	**158.7**	**142.7**	**150.1**	**147.9**	**133.9**	**135.1**	**127.9**	**129.4**	**1,728.2**	**17,049,929.7**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Piroclastitas ácidas, cenizas volcánicas cuaternarias.

Area = 17,049,929.65 m^2 Espesor: 0.5 m

Suelos superficiales de textura franco-limoso a franco

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 83.33 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	3.2	3.0	12.6	44.8	156.3	303.9	325.7	338.6	324.2	193.3	41.0	13.2	**1759.7**
Evapotranspiración Potencial	136.5	136.6	164.8	164.6	158.7	142.7	150.1	147.9	133.9	135.1	127.9	129.4	**1728.2**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	3.2	3.0	12.6	44.8	156.3	142.7	150.1	147.9	133.9	135.1	124.4	13.2	**1067.1**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	83.3	83.3	83.3	83.3	83.3	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	133.3	133.7	152.2	119.8	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	116.2	**661.1**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	77.8	175.6	190.7	190.3	58.2	0.0	0.0	**692.6**
Escurrimiento Total (Q, mm)	14.2	7.1	3.6	1.8	0.9	39.8	107.3	149.0	169.6	113.9	57.0	28.5	**692.6**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	13.6	26.8	17.7	17.9	26.6	51.7	65.1	71.1	90.8	81.2	34.1	32.1	**528.6**
Escurrimiento Subterráneo	0.7	-19.7	-14.1	-16.1	-25.7	-11.8	42.1	77.9	78.8	32.7	22.9	-3.6	**164.0**
Escurrimiento Subterráneo	11,442.7	-336,095.2	-241,157.5	-275,246.1	-437,779.3	-201,862.4	718,168.3	1,327,642.5	1,344,372.6	557,971.2	390,402.0	-61,693.1	**2,796,165.6**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	231,340.0	457,486.6	301,853.2	305,594.0	452,953.3	880,713.4	1,110,704.1	1,212,245.8	1,547,858.5	1,384,290.7	580,728.9	547,258.6	**9,013,026.8**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	242,782.7	121,391.4	60,695.7	30,347.8	15,173.9	678,850.9	1,828,872.4	2,539,888.2	2,892,231.1	1,942,261.9	971,131.0	485,565.5	**11,809,192.5**

Unidad Geológica s5a San Salvador

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
469536	290480	L18	PMC	1971-01	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	2,129.7	7,508,499.0	0.28
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	19,088,733.2	0.72
					4.51	**0.99**	**17.60**	**42.17**	**134.41**	**277.45**	**303.54**	**374.56**	**288.84**	**212.90**	**41.97**	**10.72**	**1709.65**	**26,597,232.28**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	6,346,132.0	0.24
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	20,251,100.3	0.76
					131.50	**134.73**	**165.21**	**167.58**	**162.35**	**145.01**	**154.24**	**151.23**	**135.18**	**134.65**	**124.69**	**125.30**	**1731.69**	**26,597,232.28**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas básicas-intermedias cuaternarias.

Area = 26,597,232.28 m^2 Espesor: 0.05 m

Suelos superficiales de textura franco a franco-arenoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 3.75 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.5	1.0	17.6	42.2	134.4	277.5	303.5	374.6	288.8	212.9	42.0	10.7	**1709.7**
Evapotranspiración Potencial	131.5	134.7	165.2	167.6	162.4	145.0	154.2	151.2	135.2	134.7	124.7	125.3	**1731.7**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.5	1.0	17.6	42.2	134.4	145.0	154.2	151.2	135.2	134.7	45.7	10.7	**976.4**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	127.0	133.7	147.6	125.4	27.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.0	114.6	**755.3**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	128.7	149.3	223.3	153.7	78.2	0.0	0.0	**733.2**
Escurrimiento Total (Q, mm)	14.9	7.4	3.7	1.9	0.9	65.2	106.8	165.1	159.4	118.8	59.4	29.7	**733.2**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	19.4	8.9	24.8	16.9	22.8	47.2	60.7	78.7	80.9	89.4	34.8	26.1	**510.6**
Escurrimiento Subterráneo	-4.6	-1.5	-21.1	-15.0	-21.9	18.1	46.1	86.4	78.5	29.4	24.6	3.6	**222.6**
Escurrimiento Subterráneo	-121,128.9	-40,001.1	-561,131.2	-399,294.4	-583,034.5	480,905.5	1,226,520.4	2,298,422.9	2,087,574.5	781,608.9	653,450.0	97,055.3	**5,920,947.2**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	516,116.5	237,494.8	659,878.1	448,667.8	607,721.2	1,254,507.9	1,614,639.3	2,092,068.5	2,151,038.1	2,378,291.6	926,500.3	692,919.9	**13,579,844.2**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	394,987.6	197,493.8	98,746.9	49,373.4	24,686.7	1,735,413.4	2,841,159.7	4,390,491.4	4,238,612.6	3,159,900.5	1,579,950.3	789,975.1	**19,500,791.4**

Unidad Geológica s5a Santa Ana

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
440159	292559	T4	PMC	1971-01	3.9	0.9	18.8	45.7	150.5	288.5	337.1	350.2	387.9	119.6	33.4	5.9	1,742.4	5,681,406.8	0.36
432610	300690	A35	PMC	1971-01	6.4	9.3	23.6	67.5	252.4	442.2	365.0	384.4	372.4	210.4	73.6	13.9	2,221.2	1,594,282.9	0.10
444871	304349	A21	PMC	1971-01	3.9	3.9	13.7	47.2	156.3	303.3	313.3	313.7	309.5	147.0	25.7	5.9	1,643.2	2,380,424.9	0.15
445385	291810	T18	PMC	1971-01	4.5	0.8	13.4	72.7	121.2	277.7	259.4	337.1	315.7	121.4	33.1	29.7	1,586.6	6,141,887.9	0.39
					4.4	**2.1**	**16.4**	**58.6**	**150.3**	**302.1**	**306.1**	**343.1**	**346.4**	**133.6**	**36.2**	**15.9**	**1,715.2**	**15,798,002.5**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
432610	300690	A35	ETC	1971-01	100.9	101.8	119.1	118.9	112.2	96.1	107.3	106.8	88.0	95.3	95.1	94.4	1,235.9	9,661,856.2	0.61
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	6,136,146.4	0.39
					113.3	**115.8**	**139.8**	**141.1**	**135.2**	**117.4**	**127.2**	**125.9**	**108.1**	**111.9**	**107.1**	**106.9**	**1,449.8**	**15,798,002.5**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas básicas-intermedias cuaternarias.

Area = 15,798,002.53 m^2 Espesor: 0.05 m

Suelos superficiales de textura franco a franco-arenoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 3.75 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.4	2.1	16.4	58.6	150.3	302.1	306.1	343.1	346.4	133.6	36.2	15.9	**1715.2**
Evapotranspiración Potencial	113.3	115.8	139.8	141.1	135.2	117.4	127.2	125.9	108.1	111.9	107.1	106.9	**1449.8**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.4	2.1	16.4	58.6	135.2	117.4	127.2	125.9	108.1	111.9	39.9	15.9	**863.1**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	108.9	113.7	123.3	82.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.2	90.9	**586.6**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	184.7	178.9	217.1	238.4	21.7	0.0	0.0	**852.1**
Escurrimiento Total (Q, mm)	14.3	7.2	3.6	1.8	7.4	95.2	137.0	177.1	207.7	114.7	57.4	28.7	**852.1**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	18.9	19.3	23.2	23.4	25.5	51.4	61.2	72.0	97.0	56.1	30.0	38.7	**516.8**
Escurrimiento Subterráneo	-4.6	-12.1	-19.6	-21.7	-18.1	43.8	75.8	105.0	110.7	58.6	27.3	-10.0	**335.3**
Escurrimiento Subterráneo	-72,819.1	-191,110.5	-309,148.3	-342,036.2	-286,059.4	692,302.6	1,197,812.8	1,659,371.6	1,749,105.2	925,896.8	431,777.0	-158,636.4	**5,296,455.9**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	299,355.1	304,378.5	365,782.3	370,353.2	403,594.1	811,246.7	967,190.0	1,138,106.0	1,532,467.8	886,391.2	474,367.0	611,708.3	**8,164,940.2**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	226,536.0	113,268.0	56,634.0	28,317.0	117,534.7	1,503,549.2	2,165,002.8	2,797,477.6	3,281,573.0	1,812,287.9	906,144.0	453,072.0	**13,461,396.1**

Unidad Geológica s5b Campo de pozos Opico

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	6,953,730.4	1.00

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	6,953,730.4	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas básicas-intermedias cuaternarias.

Area = 6,953,730.40 m^2 Espesor: 0.1 m

Suelos superficiales de textura franco a franco-arenoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 7.5 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	**1544.4**
Evapotranspiración Potencial	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	**1786.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	46.4	7.9	**981.7**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	128.1	137.9	153.1	135.7	52.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.6	118.5	**804.9**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.7	103.8	214.9	100.9	63.5	0.0	0.0	**562.7**
Escurrimiento Total (Q, mm)	11.6	5.8	2.9	1.5	0.7	40.6	71.8	143.3	122.1	92.8	46.4	23.2	**562.7**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	20.9	0.0	27.0	16.2	20.3	40.5	52.5	77.9	67.4	84.6	32.3	19.3	**458.9**
Escurrimiento Subterráneo	-9.3	5.8	-24.1	-14.8	-19.6	0.1	19.3	65.4	54.7	8.2	14.1	3.9	**103.8**
Escurrimiento Subterráneo	-64,655.1	40,332.0	-167,856.6	-102,623.1	-136,270.8	611.6	134,514.6	455,101.5	380,613.5	56,807.9	98,083.1	27,217.6	**721,876.3**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	145,319.1	0.0	188,022.6	112,706.1	141,312.3	281,363.7	364,853.0	541,711.6	468,582.2	588,503.9	224,572.8	134,110.3	**3,191,057.6**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	80,664.0	40,332.0	20,166.0	10,083.0	5,041.5	281,975.3	499,367.6	996,813.1	849,195.7	645,311.9	322,655.9	161,328.0	**3,912,934.0**

Unidad Geológica s5b Volcán San Salvador

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
469536	290480	L18	PMC	1971-01	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	2,129.7	1,272,914.5	1.00

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	1,272,914.5	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas básicas-intermedias cuaternarias.

Area = 1,272,914.50 m^2 Espesor: 0.1 m

Suelos superficiales de textura franco a franco-arenoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 7.5 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	**2129.7**
Evapotranspiración Potencial	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	**1556.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	3.6	3.5	13.6	46.4	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	57.2	17.8	**922.3**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	123.4	121.0	129.2	93.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	63.3	104.0	**634.3**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	31.7	251.2	267.8	247.9	290.8	118.0	0.0	0.0	**1207.4**
Escurrimiento Total (Q, mm)	23.5	11.7	5.9	2.9	18.7	133.5	200.7	224.3	257.5	187.8	93.9	46.9	**1207.4**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	15.6	31.6	19.1	18.5	29.3	64.2	81.7	80.6	115.2	101.6	41.3	43.3	**641.9**
Escurrimiento Subterráneo	7.9	-19.9	-13.3	-15.6	-10.5	69.3	119.0	143.7	142.4	86.2	52.6	3.7	**565.4**
Escurrimiento Subterráneo	10,005.5	-25,325.3	-16,898.9	-19,877.4	-13,403.9	88,251.1	151,519.2	182,951.0	181,217.8	109,680.4	66,939.3	4,690.2	**719,749.0**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	19,868.9	40,262.5	24,367.5	23,611.7	37,263.3	81,736.2	103,935.2	102,567.6	146,597.5	129,314.9	52,558.3	55,058.6	**817,142.2**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	29,874.4	14,937.2	7,468.6	3,734.3	23,859.4	169,987.3	255,454.4	285,518.6	327,815.3	238,995.3	119,497.6	59,748.8	**1,536,891.2**

Unidad Geológica s5b Volcán Santa Ana

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
432610	300690	A35	PMC	1971-01	6.4	9.3	23.6	67.5	252.4	442.2	365.0	384.4	372.4	210.4	73.6	13.9	2,221.2	3,318,886.7	1.00

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
432610	300690	A35	ETC	1971-01	100.9	101.8	119.1	118.9	112.2	96.1	107.3	106.8	88.0	95.3	95.1	94.4	1,235.9	3,318,886.7	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas básicas-intermedias cuaternarias.

Area = 3,318,886.75 m^2 Espesor: 0.1 m

Suelos superficiales de textura franco a franco-arenoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 7.5 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	6.4	9.3	23.6	67.5	252.4	442.2	365.0	384.4	372.4	210.4	73.6	13.9	**2221.2**
Evapotranspiración Potencial (ETP, mm)	100.9	101.8	119.1	118.9	112.2	96.1	107.3	106.8	88.0	95.3	95.1	94.4	**1235.9**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	6.4	9.3	23.6	67.5	112.2	96.1	107.3	106.8	88.0	95.3	81.1	13.9	**807.5**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	94.5	92.5	95.5	51.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	80.6	**428.4**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	132.7	346.1	257.7	277.6	284.4	115.2	0.0	0.0	**1413.7**
Escurrimiento Total (Q, mm)	24.0	12.0	6.0	3.0	69.4	206.2	232.0	254.8	269.6	192.4	96.2	48.1	**1413.7**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	27.7	83.7	33.3	27.0	42.9	75.2	73.0	80.7	104.3	88.4	61.1	33.7	**731.0**
Escurrimiento Subterráneo (I, mm)	-3.7	-71.7	-27.3	-24.0	26.5	131.1	159.0	174.1	165.3	104.0	35.1	14.4	**682.7**
Escurrimiento Subterráneo (I, m^3/mes)	-12,190.1	-237,803.8	-90,673.5	-79,629.1	87,805.2	434,973.3	527,645.6	577,697.1	548,727.0	345,149.7	116,493.4	47,682.6	**2,265,877.6**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	92,001.8	277,709.6	110,626.5	89,605.5	142,425.6	249,503.4	242,285.4	267,902.2	346,026.7	293,343.8	202,753.3	111,940.7	**2,426,124.5**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	79,811.7	39,905.8	19,952.9	9,976.5	230,230.8	684,476.7	769,931.0	845,599.3	894,753.7	638,493.5	319,246.8	159,623.4	**4,692,002.1**

Unidad Geológica s5c Agua Caliente

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	12,398.7	0.01
456031	298612	L4	PMC	1971-01	3.9	4.0	12.5	52.1	157.5	285.2	323.7	313.9	301.1	152.9	42.0	9.2	1,658.0	1,308,944.7	0.99
					3.9	**4.0**	**12.5**	**52.0**	**157.2**	**284.8**	**323.1**	**314.5**	**300.5**	**153.4**	**42.0**	**9.2**	**1,657.0**	**1,321,343.4**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	1,321,343.4	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas básicas-intermedias cuaternarias.

Area = 1,321,343.36 m^2 Espesor: 0.2 m

Suelos superficiales de textura franco a franco-arenoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 15 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	3.9	4.0	12.5	52.0	157.2	284.8	323.1	314.5	300.5	153.4	42.0	9.2	**1657.0**
Evapotranspiración Potencial (ETP, mm)	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	**1786.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	3.9	4.0	12.5	52.0	157.2	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	57.0	9.2	**1038.9**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	129.0	134.0	159.7	124.2	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.0	117.3	**747.6**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	119.0	164.6	158.4	160.7	15.4	0.0	0.0	**618.0**
Escurrimiento Total (Q, mm)	10.2	5.1	2.6	1.3	0.6	60.1	112.0	135.2	148.0	81.7	40.8	20.4	**618.0**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	16.7	35.7	17.7	20.8	26.7	48.4	64.6	66.0	84.1	64.4	34.8	22.2	**502.3**
Escurrimiento Subterráneo (I, mm)	-6.5	-30.6	-15.1	-19.5	-26.1	11.7	47.4	69.2	63.8	17.2	6.0	-1.8	**115.7**
Escurrimiento Subterráneo (I, m^3/mes)	-8,533.5	-40,482.2	-19,971.6	-25,793.2	-34,463.3	15,425.8	62,636.6	91,401.8	84,341.8	22,786.6	7,925.8	-2,417.9	**152,856.6**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	22,022.5	47,226.7	23,343.9	27,479.4	35,306.4	63,972.0	85,396.9	87,259.4	111,177.8	85,125.5	46,030.2	29,395.9	**663,736.4**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	13,489.0	6,744.5	3,372.3	1,686.1	843.1	79,397.8	148,033.4	178,661.2	195,519.6	107,912.0	53,956.0	26,978.0	**816,593.0**

Unidad Geológica s5c Colón

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
463944	287537	L6	PMC	1971-01	3.1	0.3	14.2	60.5	170.3	275.8	246.1	318.2	295.7	156.6	36.5	11.9	1,589.0	31,218,232.9	0.48
469536	290480	L18	PMC	1971-01	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	2,129.7	126,723.3	0.00
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	16,089,963.4	0.25
455304	294926	L39	PMC	1971-01	7.2	2.6	13.2	57.6	146.4	281.2	282.0	327.1	299.3	152.5	29.4	6.6	1,605.1	4,586,850.5	0.07
456031	298612	L4	PMC	1971-01	3.9	4.0	12.5	52.1	157.5	285.2	323.7	313.9	301.1	152.9	42.0	9.2	1,658.0	1,643,170.8	0.03
454036	291240	L20	PMC	1971-01	6.9	1.9	18.2	47.4	138.2	290.3	275.8	322.2	308.6	150.9	28.5	8.1	1,597.1	2,678,377.8	0.04
457267	283307	L30	PMC	1971-01	7.6	1.3	12.3	56.6	168.1	400.7	396.4	397.8	422.3	238.4	33.6	7.1	2,142.0	709,857.1	0.01
454572	288658	L38	PMC	1971-01	3.5	5.1	11.5	65.2	142.5	300.4	330.9	364.2	296.3	149.8	30.0	1.8	1,701.3	8,607,941.3	0.13
					4.1	**1.2**	**15.1**	**55.2**	**150.9**	**272.5**	**268.8**	**338.8**	**284.8**	**167.1**	**35.5**	**9.0**	**1,603.0**	**65,661,117.1**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	27,478,285.4	0.42
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	38,182,831.7	0.58
					130.4	**132.3**	**159.9**	**161.1**	**155.4**	**140.6**	**151.0**	**147.6**	**131.7**	**132.1**	**123.7**	**124.5**	**1,690.3**	**65,661,117.1**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas básicas-intermedias cuaternarias.

Area = 65,661,117.08 m^2 Espesor: 0.2 m

Suelos superficiales de textura franco a franco-arenoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 15 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.1	1.2	15.1	55.2	150.9	272.5	268.8	338.8	284.8	167.1	35.5	9.0	**1603.0**
Evapotranspiración Potencial (ETP, mm)	130.4	132.3	159.9	161.1	155.4	140.6	151.0	147.6	131.7	132.1	123.7	124.5	**1690.3**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.1	1.2	15.1	55.2	150.9	140.6	151.0	147.6	131.7	132.1	50.5	9.0	**989.0**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	126.4	131.1	144.8	105.9	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.2	115.5	**701.4**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	116.9	117.8	191.2	153.1	35.0	0.0	0.0	**614.0**
Escurrimiento Total (Q, mm)	11.3	5.7	2.8	1.4	0.7	59.2	88.1	139.7	146.4	90.7	45.4	22.7	**614.0**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	17.6	10.6	21.3	22.1	25.7	46.3	53.8	71.2	79.7	70.2	29.5	21.8	**469.7**
Escurrimiento Subterráneo (I, mm)	-6.2	-4.9	-18.4	-20.7	-24.9	12.8	34.4	68.5	66.6	20.5	15.9	0.8	**144.4**
Escurrimiento Subterráneo (I, m^3/mes)	-408,511.8	-323,134.3	-1,210,897.1	-1,356,188.9	-1,637,839.5	841,788.3	2,257,151.1	4,499,937.4	4,375,120.9	1,346,121.7	1,041,044.0	54,696.4	**9,479,288.1**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	1,152,953.3	695,355.0	1,397,007.5	1,449,244.1	1,684,367.1	3,042,073.4	3,529,906.9	4,671,868.6	5,235,877.7	4,609,409.9	1,936,721.7	1,434,186.5	**30,838,971.6**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	744,441.4	372,220.7	186,110.4	93,055.2	46,527.6	3,883,861.7	5,787,058.0	9,171,806.1	9,610,998.5	5,955,531.5	2,977,765.8	1,488,882.9	**40,318,259.7**

Unidad Geológica s5c El Congo

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
440159	292559	T4	PMC	1971-01	3.9	0.9	18.8	45.7	150.5	288.5	337.1	350.2	387.9	119.6	33.4	5.9	1,742.4	673,272.4	0.03
432610	300690	A35	PMC	1971-01	6.4	9.3	23.6	67.5	252.4	442.2	365.0	384.4	372.4	210.4	73.6	13.9	2,221.2	2,948,410.6	0.13
444871	304349	A21	PMC	1971-01	3.9	3.9	13.7	47.2	156.3	303.3	313.3	313.7	309.5	147.0	25.7	5.9	1,643.2	18,166,098.5	0.82
445385	291810	T18	PMC	1971-01	4.5	0.8	13.4	72.7	121.2	277.7	259.4	337.1	315.7	121.4	33.1	29.7	1,586.6	301,382.3	0.01
					4.3	**4.5**	**15.2**	**50.2**	**168.5**	**321.0**	**320.2**	**324.5**	**320.4**	**154.3**	**32.4**	**7.3**	**1,722.6**	**22,089,163.8**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
432610	300690	A35	ETC	1971-01	100.9	101.8	119.1	118.9	112.2	96.1	107.3	106.8	88.0	95.3	95.1	94.4	1,235.9	15,556,402.0	0.70
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	6,532,761.7	0.30
					110.4	**112.5**	**134.8**	**135.8**	**129.7**	**112.3**	**122.4**	**121.4**	**103.3**	**107.9**	**104.3**	**103.9**	**1,398.7**	**22,089,163.8**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas básicas-intermedias cuaternarias.

Area = 22,089,163.75 m^2 Espesor: 0.2 m

Suelos superficiales de textura franco a franco-arenoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 15 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.3	4.5	15.2	50.2	168.5	321.0	320.2	324.5	320.4	154.3	32.4	7.3	**1722.6**
Evapotranspiración Potencial (ETP, mm)	110.4	112.5	134.8	135.8	129.7	112.3	122.4	121.4	103.3	107.9	104.3	103.9	**1398.7**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.3	4.5	15.2	50.2	129.7	112.3	122.4	121.4	103.3	107.9	47.4	7.3	**825.8**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	106.1	108.0	119.7	85.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.8	96.6	**572.9**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	23.7	208.7	197.7	203.2	217.1	46.3	0.0	0.0	**896.8**
Escurrimiento Total (Q, mm)	15.3	7.6	3.8	1.9	13.8	110.3	154.0	178.6	197.8	122.1	61.0	30.5	**896.8**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	18.3	40.2	21.4	20.1	28.6	54.6	64.0	68.2	89.7	64.8	26.9	17.6	**514.4**
Escurrimiento Subterráneo (I, mm)	-3.1	-32.6	-17.6	-18.2	-14.9	55.7	90.0	110.4	108.1	57.3	34.1	12.9	**382.3**
Escurrimiento Subterráneo (I, m^3/mes)	-67,480.7	-719,181.5	-388,614.5	-401,699.3	-328,770.6	1,230,841.0	1,987,529.2	2,439,421.0	2,388,601.4	1,265,697.3	754,068.3	284,993.6	**8,445,405.3**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	404,578.3	887,730.2	472,888.9	443,836.5	632,572.6	1,205,517.7	1,414,478.5	1,505,437.3	1,981,410.8	1,431,083.3	594,321.9	389,201.5	**11,363,057.6**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	337,097.6	168,548.8	84,274.4	42,137.2	303,802.1	2,436,358.6	3,402,007.7	3,944,858.3	4,370,012.3	2,696,780.5	1,348,390.3	674,195.1	**19,808,462.9**

Unidad Geológica s5c Izalco

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
440159	292559	T4	PMC	1971-01	3.9	0.9	18.8	45.7	150.5	288.5	337.1	350.2	387.9	119.6	33.4	5.9	1,742.4	8,713,964.5	0.91
445385	291810	T18	PMC	1971-01	4.5	0.8	13.4	72.7	121.2	277.7	259.4	337.1	315.7	121.4	33.1	29.7	1,586.6	879,610.7	0.09
					4.0	**0.9**	**18.3**	**48.2**	**147.8**	**287.6**	**329.9**	**349.0**	**381.3**	**119.8**	**33.4**	**8.1**	**1,728.2**	**9,593,575.2**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
432610	300690	A35	ETC	1971-01	100.9	101.8	119.1	118.9	112.2	96.1	107.3	106.8	88.0	95.3	95.1	94.4	1,235.9	9,242,423.9	0.96
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	351,151.3	0.04
					102.1	**103.1**	**121.1**	**121.0**	**114.4**	**98.1**	**109.2**	**108.6**	**89.8**	**96.8**	**96.3**	**95.6**	**1,256.0**	**9,593,575.2**	**1.00**

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas básicas-intermedias cuaternarias.

Area = 9,593,575.17 m^2 Espesor: 0.2 m

Suelos superficiales de textura franco a franco-arenoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 15 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.0	0.9	18.3	48.2	147.8	287.6	329.9	349.0	381.3	119.8	33.4	8.1	**1728.2**
Evapotranspiración Potencial (ETP, mm)	102.1	103.1	121.1	121.0	114.4	98.1	109.2	108.6	89.8	96.8	96.3	95.6	**1256.0**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.0	0.9	18.3	48.2	114.4	98.1	109.2	108.6	89.8	96.8	48.4	8.1	**744.7**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	98.1	102.2	102.8	72.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.9	87.5	**511.4**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4	189.4	220.8	240.4	291.5	22.9	0.0	0.0	**983.5**
Escurrimiento Total (Q, mm)	16.8	8.4	4.2	2.1	11.3	99.3	160.1	200.2	245.9	134.4	67.2	33.6	**983.5**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	17.0	7.8	25.8	19.3	25.1	48.9	66.0	73.3	106.8	50.3	27.7	19.6	**487.6**
Escurrimiento Subterráneo (I, mm)	-0.2	0.6	-21.6	-17.2	-13.8	50.4	94.1	126.9	139.1	84.1	39.5	14.0	**495.9**
Escurrimiento Subterráneo (I, m^3/mes)	-1,900.4	5,515.5	-207,018.6	-164,665.1	-132,443.8	483,953.4	902,471.4	1,217,861.0	1,334,322.4	806,714.2	378,783.5	134,076.2	**4,757,669.7**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	163,067.7	75,068.1	247,310.4	184,811.0	241,065.9	468,969.6	633,068.1	703,167.0	1,024,280.5	482,624.3	265,885.8	188,258.4	**4,677,576.8**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	161,167.3	80,583.7	40,291.8	20,145.9	108,622.1	952,923.0	#########	1,921,028.0	2,358,602.8	1,289,338.5	644,669.2	322,334.6	**9,435,246.6**

Unidad Geológica s5c Joya de Cerén

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
460175	298052	L3	PMC	1971-01	4.9	0.0	19.2	40.5	119.5	238.0	262.3	371.0	240.7	201.5	38.9	7.9	1,544.4	7,556,443.3	0.94
456031	298612	L4	PMC	1971-01	3.9	4.0	12.5	52.1	157.5	285.2	323.7	313.9	301.1	152.9	42.0	9.2	1,658.0	447,935.8	0.06
					4.8	**0.2**	**18.8**	**41.2**	**121.7**	**240.7**	**265.8**	**367.8**	**244.0**	**198.8**	**39.1**	**8.0**	**1,550.8**	**8,004,379.1**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
456031	298612	L04	ETC	1971-01	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	1,786.6	8,004,379.1	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas básicas-intermedias cuaternarias.

Area = 8,004,379.11 m^2 Espesor: 0.2 m

Suelos superficiales de textura franco a franco-arenoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 15 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	4.8	0.2	18.8	41.2	121.7	240.7	265.8	367.8	244.0	198.8	39.1	8.0	**1550.8**
Evapotranspiración Potencial (ETP, mm)	132.9	137.9	172.3	176.2	171.5	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	126.0	126.4	**1786.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	4.8	0.2	18.8	41.2	121.7	150.8	158.6	156.1	139.8	138.0	54.1	8.0	**992.0**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	128.1	137.7	153.5	135.1	49.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	71.9	118.4	**794.5**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.8	107.2	211.7	104.3	60.8	0.0	0.0	**558.8**
Escurrimiento Total (Q, mm)	11.5	5.7	2.9	1.4	0.7	38.1	72.3	142.0	123.1	92.0	46.0	23.0	**558.8**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	20.7	2.0	26.5	16.5	20.7	40.9	53.2	77.2	68.3	83.5	32.4	19.5	**461.4**
Escurrimiento Subterráneo (I, mm)	-9.2	3.7	-23.6	-15.0	-20.0	-2.8	19.2	64.8	54.8	8.5	13.5	3.5	**97.4**
Escurrimiento Subterráneo (I, m^3/mes)	-73,361.1	29,839.0	-189,193.0	-120,309.7	-159,806.5	-22,332.4	153,366.1	518,468.2	438,693.5	67,724.9	108,351.9	28,290.2	**779,731.1**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	165,362.2	16,161.5	212,193.2	131,809.8	165,556.5	327,471.1	425,477.7	618,194.9	546,956.9	668,284.2	259,652.6	155,712.1	**3,692,832.8**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	92,001.1	46,000.6	23,000.3	11,500.1	5,750.1	305,138.6	578,843.8	1,136,663.2	985,650.4	736,009.1	368,004.5	184,002.3	**4,472,564.0**

Unidad Geológica s5c Santa Tecla

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
463944	287537	L6	PMC	1971-01	3.1	0.3	14.2	60.5	170.3	275.8	246.1	318.2	295.7	156.6	36.5	11.9	1,589.0	379,378.3	0.03
469536	290480	L18	PMC	1971-01	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	2,129.7	82,450.6	0.01
467628	283675	L29	PMC	1971-01	6.2	0.8	12.8	55.7	163.0	367.3	358.0	395.8	400.6	226.2	28.4	7.8	2,022.6	5,117,234.0	0.47
468809	285134	L8	PMC	1971-01	5.2	1.8	11.7	36.4	168.1	321.6	351.5	343.6	357.5	195.6	59.1	8.4	1,860.4	5,303,451.1	0.49
					5.6	**1.3**	**12.3**	**46.4**	**165.8**	**341.9**	**351.3**	**367.6**	**376.0**	**209.0**	**43.8**	**8.3**	**1,929.3**	**10,882,513.9**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	10,882,513.9	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas básicas-intermedias cuaternarias.

Area = 10,882,513.89 m^2 Espesor: 0.2 m

Suelos superficiales de textura franco a franco-arenoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 15 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	5.6	1.3	12.3	46.4	165.8	341.9	351.3	367.6	376.0	209.0	43.8	8.3	**1929.3**
Evapotranspiración Potencial (ETP, mm)	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	**1556.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	5.6	1.3	12.3	46.4	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	58.8	8.3	**912.8**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	121.4	123.2	130.4	93.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.7	113.5	**643.8**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8	215.4	210.9	231.8	255.5	85.1	0.0	0.0	**1016.4**
Escurrimiento Total (Q, mm)	19.4	9.7	4.9	2.4	11.3	112.2	161.5	196.6	226.1	155.6	77.8	38.9	**1016.4**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	24.0	11.6	17.4	18.6	28.2	58.1	70.3	77.2	105.3	87.8	36.4	20.2	**554.8**
Escurrimiento Subterráneo (I, mm)	-4.5	-1.8	-12.5	-16.1	-16.9	54.0	91.3	119.5	120.8	67.8	41.4	18.7	**461.6**
Escurrimiento Subterráneo (I, m^3/mes)	-49,231.6	-19,908.8	-136,288.2	-175,470.7	-183,798.4	588,111.6	993,061.2	1,300,007.0	1,314,275.4	737,768.3	450,712.0	203,692.6	**5,022,930.3**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	260,857.4	125,721.7	189,194.7	201,923.9	306,750.2	632,548.6	764,561.4	840,001.2	1,145,731.4	955,238.3	395,791.3	219,559.1	**6,037,879.2**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	211,625.8	105,812.9	52,906.5	26,453.2	122,951.8	1,220,660.3	#########	2,140,008.1	2,460,006.8	1,693,006.6	846,503.3	423,251.6	**11,060,809.5**

Unidad Geológica s5c Volcán San Salvador

Cálculo de la lluvia ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
463944	287537	L6	PMC	1971-01	3.1	0.3	14.2	60.5	170.3	275.8	246.1	318.2	295.7	156.6	36.5	11.9	1,589.0	57.2	0.00
469536	290480	L18	PMC	1971-01	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	2,129.7	7,507,000.5	1.00
					3.6	**3.5**	**13.6**	**46.4**	**172.2**	**377.7**	**408.3**	**383.7**	**411.3**	**241.9**	**49.7**	**17.8**	**2,129.7**	**7,507,057.7**	**1.00**

Cálculo de la ETP ponderada (Polígonos de Thiessen)

XLAMB	YLAMB	Indice	Tipo	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Area	α
468809	285134	L08	ETC	1971-01	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	1,556.6	7,507,057.7	1.00

BALANCE HIDROLÓGICO CUENCA ACUÍFERO EL PLAYÓN. Efusivas básicas-intermedias cuaternarias.

Area = 7,507,057.70 m^2 Espesor: 0.2 m

Suelos superficiales de textura franco a franco-arenoso

Capacidad de Almacenamiento del suelo: 15 mm

PARÁMETRO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación (P, mm)	3.6	3.5	13.6	46.4	172.2	377.7	408.3	383.7	411.3	241.9	49.7	17.8	**2129.7**
Evapotranspiración Potencial (ETP, mm)	127.0	124.5	142.7	140.0	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	120.5	121.8	**1556.6**
Evapotranspiración Real (ETR, mm)	3.6	3.5	13.6	46.4	133.0	126.5	140.4	135.8	120.6	123.9	64.7	17.8	**929.8**
Reserva de agua útil (RAU, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	0.0	0.0	
Deficit de Almacenaje (DA, mm)	123.4	121.0	129.2	93.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.8	104.0	**626.8**
Exceso de Almacenaje (EX, mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	24.2	251.2	267.8	247.9	290.8	118.0	0.0	0.0	**1199.9**
Escurrimiento Total (Q, mm)	23.5	11.7	5.9	2.9	15.0	131.7	199.7	223.8	257.3	187.6	93.8	46.9	**1199.9**
Relación S/P	4.30	9.02	1.41	0.40	0.17	0.17	0.20	0.21	0.28	0.42	0.83	2.43	**1.65**
Escurrimiento Superficial (S, mm)	15.6	31.6	19.1	18.5	29.3	64.2	81.7	80.6	115.2	101.6	41.3	43.3	**641.9**
Escurrimiento Subterráneo (I, mm)	7.8	-19.9	-13.3	-15.6	-14.3	67.5	118.1	143.3	142.1	86.0	52.5	3.7	**557.9**
Escurrimiento Subterráneo (I, m^3/mes)	58,897.2	-149,410.2	-99,689.7	-117,241.9	-107,201.7	506,386.2	886,547.8	1,075,436.7	1,066,975.0	645,961.1	394,335.2	27,440.0	**4,188,435.8**
Escurrimiento Superficial (S, m^3/mes)	117,177.5	237,447.6	143,708.4	139,251.2	219,761.6	482,040.9	612,959.4	604,895.4	864,562.0	762,636.9	309,963.8	324,709.5	**4,819,114.3**
Escurrimiento Total (Q, m^3/mes)	176,074.8	88,037.4	44,018.7	22,009.3	112,559.9	988,427.1	1,499,507.3	1,680,332.1	1,931,537.0	1,408,598.0	704,299.0	352,149.5	**9,007,550.1**

ANEXO Nº 15

POZOS DE BOMBEO INGRESADOS EN VISUAL MODFLOW

Pozos de Bombeo de la Cuenca del Río Sucio, ingresados en Visual Modflow.

Código	Nombre del pozo	X Lambert	Y Lambert	ID Rejilla	Borde alto m	Borde bajo m	Período (días)	Caudal L/s	Fecha
R1	Albergue Provisional Ciudad Arce	453373.00	301219.00	1	470.11	457.91	7300	-12.62	10/04/2001
R1	Albergue Provisional Ciudad Arce	453373.00	301219.00	2	452.08	436.57	7300	-12.62	10/04/2001
R2	Albergue Tzu Chi Sacacoyo	452636.12	289823.13	1	432.95	426.85	7300	-7.89	08/06/2001
R2	Albergue Tzu Chi Sacacoyo	452636.12	289823.13	2	383.85	359.45	7300	-7.89	08/06/2001
R2	Albergue Tzu Chi Sacacoyo	452636.12	289823.13	3	353.35	335.45	7300	-7.89	08/06/2001
R3	American Industrial Park 1	454800.00	299200.00	1	387.50	381.40	7300	-7.27	12/06/1994
R4	American Industrial Park 2	454800.00	295500.00	1	391.47	364.03	7300	-7.27	N.D.
R5	ARMENIA Nº 2	446750.00	292475.00	1	519.50	486.00	7300	-18.93	N.D.
R5	ARMENIA Nº 2	446750.00	292475.00	2	473.80	457.00	7300	-18.93	N.D.
R6	ARMENIA Nº 4	446850.00	292500.00	1	508.79	458.49	7300	-50.00	N.D.
R8	Avícola Salvadoreña Cantón San Andrés	455720.17	298853.17	1	362.38	328.86	7300	-28.39	02/03/1994
R9	Banco de Semillas, Cantón San Andres1	457900.00	296600.00	1	403.04	390.84	7300	-23.34	N.D.
R10	Banco de Semillas, Cantón San Andres2	458350.00	296525.00	1	418.35	393.95	7300	-44.16	06/04/1964
R11	Banco de Semillas, Cantón San Andres3	458100.00	296125.00	1	411.43	383.43	7300	-50.47	15/09/1964
R12	Beneficio Pasatiempo, Cantón Lourdes	460800.00	290600.00	1	490.90	454.30	7300	-12.62	N.D.
R13	Beneficio San Andrés	459850.00	294700.00	1	433.36	421.16	7300	-13.98	N.D.
R18	Cantón Joya de Cerén	460850.00	300000.00	1	407.33	385.83	7300	-2.90	05/06/1980
R19	Cantón La Joyita	451000.00	301000.00	1	481.98	464.78	7300	-5.48	26/10/1973
R21	Cantón Lourdes1	461100.00	289350.00	1	459.10	410.30	7300	-69.02	N.D.
R24	Cantón Primavera Oriente (Primavera 2)	468800.00	299800.00	1	432.29	407.90	7300	-37.85	23/07/1997
R24	Cantón Primavera Oriente (Primavera 2)	468800.00	299800.00	2	395.71	359.14	7300	-37.85	23/07/1997
R25	Cantón San Andrés	455993.31	299466.40	1	420.58	414.48	7300	-18.80	10/07/1987
R25	Cantón San Andrés	455993.31	299466.40	2	405.73	393.53	7300	-18.80	10/07/1987

Código	Nombre del pozo	X Lambert	Y Lambert	ID Rejilla	Borde alto m	Borde bajo m	Período (días)	Caudal L/s	Fecha
R27	Cantón Santa Teresa	467500.00	306600.00	1	401.90	390.10	7300	-1.89	10/07/1987
R29	Cartotécnica San Andrés	460225.00	293375.00	1	443.38	404.97	7300	-28.39	N.D.
R30	Caserío Curazao	452600.00	287500.00	1	499.53	478.21	7300	-20.47	09/11/1976
R31	Caserío Curazao, Cantón Las Flores	452500.00	287275.00	1	513.61	492.31	7300	-20.50	09/11/1976
R33	CENTA, Cantón San Andrés, Nº 2	456300.00	298500.00	1	428.88	410.48	7300	-35.00	N.D.
R34	CENTA, Las Doscientas, Pozo No.2	458451.00	295206.00	1	400.44	382.15	7300	-22.00	19/03/2001
R34	CENTA, Las Doscientas, Pozo No.2	458451.00	295206.00	2	376.06	363.86	7300	-22.00	19/03/2001
R35	Colonia Quezaltepec	466825.00	284550.00	1	759.71	747.51	7300	-12.00	08/12/1979
R35	Colonia Quezaltepec	466825.00	284550.00	2	739.91	733.81	7300	-12.00	08/12/1979
R35	Colonia Quezaltepec	466825.00	284550.00	3	727.71	721.61	7300	-12.00	08/12/1979
R35	Colonia Quezaltepec	466825.00	284550.00	4	717.01	706.41	7300	-12.00	08/12/1979
R36	Colonia Sitio del Niño (Col. Jazmín)	460222.33	295824.24	1	437.71	407.71	7300	-25.24	21/12/2006
R36	Colonia Sitio del Niño (Col. Jazmín)	460222.33	295824.24	2	401.71	386.71	7300	-25.24	21/12/2006
R37	Complejo Ecuestre COSSAL Valle de Zapotitán	458772.29	296290.52	1	431.87	419.67	7300	-22.08	16/05/2002
R37	Complejo Ecuestre COSSAL Valle de Zapotitán	458772.29	296290.52	2	410.53	398.33	7300	-22.08	16/05/2002
R38	Complejo Lourdes 1 Colon	460658.44	287860.88	1	485.94	467.66	7300	-63.09	29/04/1996
R38	Complejo Lourdes 1 Colon	460658.44	287860.88	2	449.37	400.60	7300	-63.09	29/04/1996
R38	Complejo Lourdes 1 Colon	460658.44	287860.88	3	394.50	382.31	7300	-63.09	29/04/1996
R38	Complejo Lourdes 1 Colon	460658.44	287860.88	4	376.22	370.12	7300	-63.09	29/04/1996
R39	Comunidad TZUCHI, Chanmico	463453.10	297113.20	1	397.10	372.70	7300	-10.00	N.D.
R40	Cuartel Batallón Atlacatl. Pozo 1	459579.80	294365.70	2	433.34	408.94	7300	-24.29	31/01/1983
R41	DURAFLEX # 4 (Hanes Brand)	461824.97	299012.22	1	404.14	391.92	7300	-64.29	23/11/2005
R41	DURAFLEX # 4 (Hanes Brand)	461824.97	299012.22	2	385.82	379.73	7300	-64.29	23/11/2005
R41	DURAFLEX # 4 (Hanes Brand)	461824.97	299012.22	3	373.63	356.25	7300	-64.29	23/11/2005

Código	Nombre del pozo	X Lambert	Y Lambert	ID Rejilla	Borde alto m	Borde bajo m	Período (días)	Caudal L/s	Fecha
R42	DURAFLEX (Hanes Brand)	461824.97	299012.22	1	425.46	419.36	7300	-59.50	06/04/2005
R42	DURAFLEX (Hanes Brand)	461824.97	299012.22	2	413.26	407.16	7300	-59.50	06/04/2005
R42	DURAFLEX (Hanes Brand)	461824.97	299012.22	3	401.07	388.87	7300	-59.50	06/04/2005
R42	DURAFLEX (Hanes Brand)	461824.97	299012.22	4	376.66	364.48	7300	-59.50	06/04/2005
R44	El Pital Lourdes 1 Colon	458585.82	290476.74	1	443.75	425.46	7300	-75.71	30/08/2001
R44	El Pital Lourdes 1 Colon	458585.82	290476.74	2	394.98	364.50	7300	-75.71	30/08/2001
R44	El Pital Lourdes 1 Colon	458585.82	290476.74	3	340.12	334.02	7300	-75.71	30/08/2001
R45	El Playón, Autódromo El Jabalí	465110.37	298847.19	1	435.47	424.78	7300	-126.21	03/07/1986
R46	Escuela Nacional de Agricultura	456200.00	298200.00	1	404.88	368.58	7300	-31.54	N.D.
R47	Export Salva Nº 1 Lourdes	461322.13	290100.00	1	470.80	409.80	7300	-30.00	N.D.
R48	Fabrica ADOC, Cantón Ateos	453075.00	290225.00	1	438.95	417.55	7300	-12.62	12/07/1979
R48	Fabrica ADOC, Cantón Ateos	453075.00	290225.00	2	412.05	396.85	7300	-12.62	12/07/1979
R49	Fábrica de Textiles San Andres1	458150.00	297000.00	1	415.04	390.64	7300	-31.54	N.D.
R50	Fábrica de Textiles San Andres2	457875.00	297175.00	1	417.33	410.03	7300	-37.85	N.D.
R50	Fábrica de Textiles San Andres2	457875.00	297175.00	2	406.33	395.33	7300	-37.85	N.D.
R50	Fábrica de Textiles San Andres2	457875.00	297175.00	3	391.73	388.03	7300	-37.85	N.D.
R50	Fábrica de Textiles San Andres2	457875.00	297175.00	4	380.73	369.73	7300	-37.85	N.D.
R52	Finca Colombia Pozo No 1	467286.63	300316.32	1	395.60	358.39	7300	-100.00	20/09/1973
R53	Finca Colombia Pozo No 3	467286.63	300316.32	1	413.86	358.96	7300	-126.21	25/07/1986
R54	Finca Colombia Pozo Nº 4	467700.00	300000.00	1	413.86	358.96	7300	-50.00	N.D.
R55	Finca Corral Blanco, Ctón. Lourdes	460650.00	292850.00	1	478.40	451.00	7300	-10.00	N.D.
R56	Finca Santa Cruz	470604.00	301999.40	1	337.76	325.57	7300	-23.97	28/10/1994
R56	Finca Santa Cruz	470604.00	301999.40	2	313.37	288.99	7300	-23.97	28/10/1994
R56	Finca Santa Cruz	470604.00	301999.40	3	269.18	244.79	7300	-23.97	28/10/1994

Código	Nombre del pozo	X Lambert	Y Lambert	ID Rejilla	Borde alto m	Borde bajo m	Período (días)	Caudal L/s	Fecha
R57	Granja Demostrativa, Cantón Zapotitán	455675.00	294150.00	1	444.10	428.80	7300	-47.95	16/07/1970
R57	Granja Demostrativa, Cantón Zapotitán	455675.00	294150.00	2	388.60	364.80	7300	-47.95	16/07/1970
R57	Granja Demostrativa, Cantón Zapotitán	455675.00	294150.00	3	360.30	352.60	7300	-47.95	16/07/1970
R58	Granja Tecpán, Cantón Zapotitán, Pozo Nº 4	456575.00	296200.00	1	413.82	410.82	7300	-63.09	29/02/1972
R58	Granja Tecpán, Cantón Zapotitán, Pozo Nº 4	456575.00	296200.00	2	379.72	376.72	7300	-63.09	29/02/1972
R58	Granja Tecpán, Cantón Zapotitán, Pozo Nº 4	456575.00	296200.00	3	366.32	361.42	7300	-63.09	29/02/1972
R58	Granja Tecpán, Cantón Zapotitán, Pozo Nº 4	456575.00	296200.00	4	346.82	345.32	7300	-63.09	29/02/1972
R59	Grupo de Caballería	458775.00	296125.00	1	418.40	382.10	7300	-41.00	23/06/1975
R60	Hacienda Belén, Pozo Exploratorio Nº 8	459125.00	293000.00	1	478.67	457.27	7300	-90.22	03/05/1966
R60	Hacienda Belén, Pozo Exploratorio Nº 8	459125.00	293000.00	2	451.17	426.77	7300	-90.22	03/05/1966
R61	Hda. Chanmico, Cantón Chanmico, Pozo Nº 1	463600.00	297300.00	1	469.00	443.40	7300	-95.00	N.D.
R62	Finca Colombia Pozo No 2	467286.63	300316.32	1	413.86	358.96	7300	-50.00	N.D.
R63	Hacienda El Remolino, Pozo Exploratorio Nº 3	452650.00	295450.00	1	433.77	421.57	7300	-45.99	01/04/1966
R63	Hacienda El Remolino, Pozo Exploratorio Nº 3	452650.00	295450.00	2	403.27	391.07	7300	-45.99	01/04/1966
R63	Hacienda El Remolino, Pozo Exploratorio Nº 3	452650.00	295450.00	3	378.87	372.77	7300	-45.99	01/04/1966
R64	Hacienda El Rodeo, Pozo Exploratorio Nº 7	455150.00	293225.00	1	424.06	411.86	7300	-45.05	10/05/1966
R64	Hacienda El Rodeo, Pozo Exploratorio Nº 7	455150.00	293225.00	2	402.16	371.66	7300	-45.05	10/05/1966
R65	Hacienda El Tigre, Pozo Exploratorio Nº 4	452925.00	294000.00	1	428.26	422.16	7300	-82.02	15/04/1970
R65	Hacienda El Tigre, Pozo Exploratorio Nº 4	452925.00	294000.00	2	409.96	403.86	7300	-82.02	15/04/1970
R65	Hacienda El Tigre, Pozo Exploratorio Nº 4	452925.00	294000.00	3	397.76	379.56	7300	-82.02	15/04/1970
R65	Hacienda El Tigre, Pozo Exploratorio Nº 4	452925.00	294000.00	4	373.46	361.26	7300	-82.02	15/04/1970
R68	Hacienda Los Laureles, Pozo Exploratorio Nº 1	450450.00	296800.00	1	422.79	407.59	7300	-29.97	01/01/1966
R68	Hacienda Los Laureles, Pozo Exploratorio Nº 1	450450.00	296800.00	2	377.69	361.89	7300	-29.97	01/01/1966
R69	Hacienda Nueva, Cantón Cuyagualo	457850.00	289700.00	1	472.62	454.22	7300	-9.46	05/05/1983

Código	Nombre del pozo	X Lambert	Y Lambert	ID Rejilla	Borde alto m	Borde bajo m	Período (días)	Caudal L/s	Fecha
R71	Hacienda San Rafael, Pozo Exploratorio Nº 6	456675.00	296100.00	1	412.43	394.13	7300	-25.24	01/03/1966
R71	Hacienda San Rafael, Pozo Exploratorio Nº 6	456675.00	296100.00	2	369.83	359.13	7300	-25.24	01/03/1966
R72	Hacienda Sitio del Niño	459725.00	295475.00	1	433.23	431.23	7300	-75.71	21/01/1966
R72	Hacienda Sitio del Niño	459725.00	295475.00	2	425.23	417.23	7300	-75.71	21/01/1966
R72	Hacienda Sitio del Niño	459725.00	295475.00	3	413.23	405.23	7300	-75.71	21/01/1966
R73	Hacienda Sitio del Niño Nº 2	460500.00	296875.00	1	418.00	400.00	7300	-63.09	15/08/1966
R74	Hacienda Sitio del Niño, Cantón Sitio Del Niño	460650.00	295075.00	1	418.00	400.00	7300	-44.16	N.D.
R76	Hilandería Salvadoreña, S. A., Zapotitan1	457925.00	297150.00	1	430.51	423.21	7300	-22.00	N.D.
R76	Hilandería Salvadoreña, S. A., Zapotitan1	457925.00	297150.00	2	408.51	379.31	7300	-22.00	N.D.
R76	Hilandería Salvadoreña, S. A., Zapotitan1	457925.00	297150.00	3	361.01	346.41	7300	-22.00	N.D.
R77	Hilandería Salvadoreña, S. A., Zapotitan2	458175.00	297350.00	1	439.54	424.94	7300	-37.85	04/06/1971
R79	Industrias LIDO San Andrés 1	458780.00	296480.00	1	432.40	427.83	7300	-9.46	16/05/1998
R79	Industrias LIDO San Andrés 1	458780.00	296480.00	2	421.73	398.86	7300	-9.46	16/05/1998
R80	Ingenio Chanmico, Cantón Chanmico, Pozo Nº 1	461800.00	296200.00	1	455.60	449.50	7300	-10.00	N.D.
R83	Ira, Cantón Joya de Cerén	461550.00	300650.00	1	415.76	404.76	7300	-15.00	N.D.
R83	Ira, Cantón Joya de Cerén	461550.00	300650.00	2	400.56	389.56	7300	-15.00	N.D.
R84	Izalco Jockey Club, Canton Lourdes	460300.00	291525.00	1	468.66	443.06	7300	-57.35	N.D.
R85	Kilómetro 26, Cantón Lourdes	460325.00	291450.00	1	496.00	471.70	7300	-10.00	N.D.
R86	Las Flores Pozo N° 1	462600.00	301425.00	1	410.77	311.97	7300	-75.71	N.D.
R87	Las Flores Pozo N° 2	462950.00	301050.00	1	393.43	358.40	7300	-120.00	01/01/1977
R88	Las Flores Pozo N° 3	463075.00	300450.00	1	398.68	365.78	7300	-75.71	12/10/1977
R89	Las Flores Pozo N° 3-A	462743.14	300519.11	1	400.61	386.91	7300	-76.84	04/05/1977
R89	Las Flores Pozo N° 3-A	462743.14	300519.11	2	377.71	365.61	7300	-76.84	04/05/1977
R89	Las Flores Pozo N° 3-A	462743.14	300519.11	3	359.51	348.81	7300	-76.84	04/05/1977

Código	Nombre del pozo	X Lambert	Y Lambert	ID Rejilla	Borde alto m	Borde bajo m	Período (días)	Caudal L/s	Fecha
R90	Las Flores Pozo N° 3-O	463150.00	300400.00	1	405.57	393.37	7300	-120.83	01/01/1977
R90	Las Flores Pozo N° 3-O	463150.00	300400.00	2	362.87	343.07	7300	-120.83	01/01/1977
R91	Las Flores Pozo N° 4	462350.00	300175.00	1	378.04	353.04	7300	-75.00	13/12/1978
R94	Los Izotes 1 Quezaltepeque	471700.00	301875.00	1	370.67	343.23	7300	-3.91	25/07/1997
R94	Los Izotes 1 Quezaltepeque	471700.00	301875.00	2	337.13	306.64	7300	-3.91	25/07/1997
R95	Lourdes 1 Colón	460107.34	291746.57	1	432.45	389.75	7300	-86.12	07/06/1997
R95	Lourdes 1 Colón	460107.34	291746.57	2	377.75	365.65	7300	-86.12	07/06/1997
R96	Lourdes 2 Colón	459790.38	288424.56	1	470.18	409.21	7300	-63.09	08/07/1996
R96	Lourdes 2 Colón	459790.38	288424.56	2	384.82	378.72	7300	-63.09	08/07/1996
R96	Lourdes 2 Colón	459790.38	288424.56	3	372.62	366.52	7300	-63.09	08/07/1996
R96	Lourdes 2 Colón	459790.38	288424.56	4	360.43	348.23	7300	-63.09	08/07/1996
R99	Milagro de la Roca	465712.00	299163.00	1	427.76	415.56	7300	-5.00	15/08/1988
R101	Nuevo San Juan. Pozo 1	460754.93	304412.45	1	396.65	360.35	7300	-15.14	25/05/1983
R103	Parque Industrial El Rinconcito Zapotitán	458563.62	297129.57	1	418.84	415.79	7300	-31.55	04/10/1994
R103	Parque Industrial El Rinconcito Zapotitán	458563.62	297129.57	2	412.74	406.64	7300	-31.55	04/10/1994
R103	Parque Industrial El Rinconcito Zapotitán	458563.62	297129.57	3	403.59	397.50	7300	-31.55	04/10/1994
R103	Parque Industrial El Rinconcito Zapotitán	458563.62	297129.57	4	394.45	388.35	7300	-31.55	04/10/1994
R103	Parque Industrial El Rinconcito Zapotitán	458563.62	297129.57	5	385.30	379.20	7300	-31.55	04/10/1994
R103	Parque Industrial El Rinconcito Zapotitán	458563.62	297129.57	6	376.16	373.11	7300	-31.55	04/10/1994
R104	Pta. Bombeo Las Moras, Cantón Las Moras	461200.00	289325.00	1	472.60	415.50	7300	-69.40	01/12/1971
R105	Planta de Bombeo Tres Ceibas	448383.00	293280.00	1	442.83	436.74	7300	-5.87	N.D.
R105	Planta de Bombeo Tres Ceibas	448383.00	293280.00	2	433.69	409.30	7300	-5.87	N.D.
R106	Planta El Señor, Pozo Nº 1	470800.00	300300.00	1	424.76	413.48	7300	-14.80	31/03/1967
R107	Planta El Señor, Pozo Nº 2	470625.00	300150.00	1	354.17	333.65	7300	-18.80	01/01/1957

Código	Nombre del pozo	X Lambert	Y Lambert	ID Rejilla	Borde alto m	Borde bajo m	Período (días)	Caudal L/s	Fecha
R108	Planta El Señor, Pozo Nº 3	470750.00	300100.00	1	371.11	342.10	7300	-25.00	N.D.
R109	Kimberly Clark de C.A. Pozo Nº 3	460750.00	297725.00	1	409.45	402.15	7300	-37.85	N.D.
R109	Kimberly Clark de C.A. Pozo Nº 3	460750.00	297725.00	2	389.95	375.25	7300	-37.85	N.D.
R109	Kimberly Clark de C.A. Pozo Nº 3	460750.00	297725.00	3	363.05	355.75	7300	-37.85	N.D.
R109	Kimberly Clark de C.A. Pozo Nº 3	460750.00	297725.00	4	349.65	337.45	7300	-37.85	N.D.
R110	Kimberly Clark de C.A.1	460425.00	297675.00	1	417.96	399.56	7300	-31.54	N.D.
R110	Kimberly Clark de C.A.1	460425.00	297675.00	2	383.66	361.76	7300	-31.54	N.D.
R111	Kimberly Clark de C.A.2	460650.00	297700.00	1	414.88	392.98	7300	-52.05	N.D.
R111	Kimberly Clark de C.A.2	460650.00	297700.00	2	374.68	367.38	7300	-52.05	N.D.
R112	Pozo 4150, Comunidad La Primavera	468757.43	299493.82	1	427.65	397.17	7300	-22.08	14/10/1997
R112	Pozo 4150, Comunidad La Primavera	468757.43	299493.82	2	391.07	378.88	7300	-22.08	14/10/1997
R112	Pozo 4150, Comunidad La Primavera	468757.43	299493.82	3	360.59	342.30	7300	-22.08	14/10/1997
R119	Proyecto La Herradura 1, Km 28	460665.33	294803.34	1	444.37	419.98	7300	-18.93	06/01/1998
R120	Regimiento de Artillería, Pozo Nº 1	460950.00	302000.00	1	402.47	383.80	7300	-5.11	N.D.
R121	Regimiento de Artillería, Pozo Nº2	460800.00	302100.00	1	412.01	381.51	7300	-5.11	01/09/1979
R122	San Francisco, Pozo Nº 4	470350.00	300750.00	1	344.66	305.94	7300	-50.00	N.D.
R123	San Francisco, Pozo Nº 5	470650.00	300900.00	1	411.24	399.14	7300	-75.71	25/11/1974
R123	San Francisco, Pozo Nº 5	470650.00	300900.00	2	389.94	383.84	7300	-75.71	25/11/1974
R124	San Francisco, Quezaltepeque	470400.00	301500.00	1	336.62	303.70	7300	-60.00	N.D.
R184	Tabacalera de El Salvador, C. Entre Ríos	457100.00	290625.00	1	475.74	466.54	7300	-3.15	N.D.
R186	Urbanización Agua Fría, Lourdes	460600.00	287900.00	1	475.19	398.99	7300	-63.09	14/07/1997
R191	Zapotitán, Pozo Nº 12	456425.00	291575.00	1	438.59	435.59	7300	-47.32	14/02/1972
R191	Zapotitán, Pozo Nº 12	456425.00	291575.00	2	424.89	423.39	7300	-47.32	14/02/1972
R191	Zapotitán, Pozo Nº 12	456425.00	291575.00	3	421.89	418.79	7300	-47.32	14/02/1972

Código	Nombre del pozo	X Lambert	Y Lambert	ID Rejilla	Borde alto m	Borde bajo m	Período (días)	Caudal L/s	Fecha
R191	Zapotitán, Pozo Nº 12	456425.00	291575.00	4	394.39	391.39	7300	-47.32	14/02/1972
R196	Zapotitán, Pozo Nº 17	458350.00	293950.00	1	414.48	411.48	7300	-31.54	01/03/1972
R196	Zapotitán, Pozo Nº 17	458350.00	293950.00	2	408.38	405.38	7300	-31.54	01/03/1972
R196	Zapotitán, Pozo Nº 17	458350.00	293950.00	3	383.68	380.68	7300	-31.54	01/03/1972
R196	Zapotitán, Pozo Nº 17	458350.00	293950.00	4	368.78	367.28	7300	-31.54	01/03/1972
R198	Zapotitán, Pozo Nº 19	457800.00	295675.00	1	391.68	388.58	7300	-17.03	11/02/1972
R198	Zapotitán, Pozo Nº 19	457800.00	295675.00	2	381.28	378.28	7300	-17.03	11/02/1972
R198	Zapotitán, Pozo Nº 19	457800.00	295675.00	3	353.88	352.38	7300	-17.03	11/02/1972
R205	Zapotitán, Pozo No.10 (Nuevo)	456050.00	291300.00	1	453.59	420.11	7300	-40.00	19/01/1998
R205	Zapotitán, Pozo No.10 (Nuevo)	456050.00	291300.00	2	406.63	382.62	7300	-40.00	19/01/1998
R206	Zapotitán, Pozo No.11 (Nuevo)	453950.00	291400.00	1	428.52	422.65	7300	-40.00	29/01/1998
R206	Zapotitán, Pozo No.11 (Nuevo)	453950.00	291400.00	2	405.04	369.60	7300	-40.00	29/01/1998
R207	Zapotitán, Pozo No.13 (Nuevo)	456850.00	292000.00	1	459.62	442.01	7300	-60.00	16/11/1997
R207	Zapotitán, Pozo No.13 (Nuevo)	456850.00	292000.00	2	436.14	418.00	7300	-60.00	16/11/1997
R208	Zapotitán, Pozo No.14 (Nuevo)	456800.00	292250.00	1	468.93	451.33	7300	-60.00	09/02/1998
R208	Zapotitán, Pozo No.14 (Nuevo)	456800.00	292250.00	2	439.58	403.83	7300	-60.00	09/02/1998
R209	Zapotitán, Pozo No.15 (Nuevo)	457450.00	292500.00	1	452.45	440.71	7300	-50.00	03/02/1998
R209	Zapotitán, Pozo No.15 (Nuevo)	457450.00	292500.00	2	428.97	393.53	7300	-50.00	03/02/1998
R210	Zapotitán, Pozo No.16 (Nuevo)	458000.00	293200.00	1	426.74	420.87	7300	-35.00	14/01/1998
R210	Zapotitán, Pozo No.16 (Nuevo)	458000.00	293200.00	2	409.13	373.38	7300	-35.00	14/01/1998
R211	Zapotitán, Pozo No.18 (Nuevo)	457844.18	294445.15	1	432.39	414.78	7300	-35.00	23/12/1997
R211	Zapotitán, Pozo No.18 (Nuevo)	457844.18	294445.15	2	397.17	361.42	7300	-35.00	23/12/1997
R212	Zapotitán, Pozo No.2 (Nuevo)	453200.00	293250.00	1	423.35	405.75	7300	-35.00	04/11/1997
R212	Zapotitán, Pozo No.2 (Nuevo)	453200.00	293250.00	2	388.15	364.15	7300	-35.00	04/11/1997

Código	Nombre del pozo	X Lambert	Y Lambert	ID Rejilla	Borde alto m	Borde bajo m	Período (días)	Caudal L/s	Fecha
R213	Zapotitán, Pozo No.20 (Nuevo)	453300.00	291980.00	1	416.20	392.72	7300	-50.00	27/10/1997
R213	Zapotitán, Pozo No.20 (Nuevo)	453300.00	291980.00	2	380.96	362.86	7300	-50.00	27/10/1997
R214	Zapotitán, Pozo No.21 (Nuevo)	455950.00	292000.00	1	422.31	410.13	7300	-40.00	04/09/1997
R214	Zapotitán, Pozo No.21 (Nuevo)	455950.00	292000.00	2	391.84	360.94	7300	-40.00	04/09/1997
R215	Zapotitán, Pozo No.22 (Nuevo)	455470.00	293500.00	1	421.91	410.17	7300	-50.00	20/11/1997
R215	Zapotitán, Pozo No.22 (Nuevo)	455470.00	293500.00	2	392.60	362.70	7300	-50.00	20/11/1997
R216	Zapotitán, Pozo No.3 (Nuevo)	455700.00	294100.00	1	437.22	425.48	7300	-50.00	24/11/1997
R216	Zapotitán, Pozo No.3 (Nuevo)	455700.00	294100.00	2	407.90	378.00	7300	-50.00	24/11/1997
R217	Zapotitán, Pozo No.8 (Nuevo)	455800.00	291125.00	1	452.91	447.04	7300	-35.00	11/11/1997
R217	Zapotitán, Pozo No.8 (Nuevo)	455800.00	291125.00	2	429.43	381.95	7300	-35.00	11/11/1997
R218	Zapotitán, Pozo No.9 (Nuevo)	455500.00	291500.00	1	448.95	431.34	7300	-60.00	16/12/1997
R218	Zapotitán, Pozo No.9 (Nuevo)	455500.00	291500.00	2	413.76	377.98	7300	-60.00	16/12/1997
R219	Zona Industrial Lourdes 1 Sitio del Niño	460200.00	292100.00	1	479.52	454.22	7300	-3.79	23/11/2001
R220	Pettenati Textil El Salvador	450731.00	302398.00	1	481.73	469.54	7300	-63.09	18/10/2007
R220	Pettenati Textil El Salvador	450731.00	302398.00	2	463.44	445.16	7300	-63.09	18/10/2007
R220	Pettenati Textil El Salvador	450731.00	302398.00	3	439.06	432.96	7300	-63.09	18/10/2007
R220	Pettenati Textil El Salvador	450731.00	302398.00	4	420.77	408.58	7300	-63.09	18/10/2007
R220	Pettenati Textil El Salvador	450731.00	302398.00	5	399.44	381.15	7300	-63.09	18/10/2007
R221	Pozo Nº 2, Urbanización San Francisco	455753.77	298130.06	1	413.20	391.25	7300	-31.55	05/03/1996
R221	Pozo Nº 2, Urbanización San Francisco	455753.77	298130.06	2	380.28	374.79	7300	-31.55	05/03/1996
R221	Pozo Nº 2, Urbanización San Francisco	455753.77	298130.06	3	363.82	341.87	7300	-31.55	05/03/1996

NOTA: Las coordenadas son métricas, de la proyección Cónica Conformal de Lambert.

ANEXO Nº 16

POZOS DE OBSERVACIÓN INGRESADOS EN VISUAL MODFLOW

Pozos profundos de Observación de la Cuenca del Río Sucio, ingresados inicialmente en Visual Modflow.

Well_Name	X_co-ordinate	Y_co-ordinate	Screen_ID	Screen_Elevation	Observation_Time	Head
R1	453373.00	301219.00	1	453.34	7,300	502.6
R2	452636.12	289823.13	1	384.20	7,300	477.6
R4	454800.00	295500.00	1	377.75	7,300	450.6
R8	455720.17	298853.17	1	345.62	7,300	436.8
R10	458350.00	296525.00	1	406.15	7,300	449.4
R11	458100.00	296125.00	1	397.43	7,300	450.6
R16	443450.00	304100.00	1	762.49	7,300	782.3
R18	460850.00	300000.00	1	396.58	7,300	433.5
R19	451000.00	301000.00	1	473.38	7,300	501.2
R20	440500.00	307800.00	1	701.70	7,300	730.8
R23	438350.00	303550.00	1	719.21	7,300	744.3
R25	455993.31	299466.40	1	407.06	7,300	454.8
R28	463650.00	306850.00	1	467.66	7,300	494.8
R31	452500.00	287275.00	1	502.96	7,300	525.6
R35	466825.00	284550.00	1	733.06	7,300	766.4
R36	460222.33	295824.24	1	412.21	7,300	453.6
R37	458772.29	296290.52	1	415.10	7,300	445.6
R38	460658.44	287860.88	1	428.03	7,300	522.8
R39	463453.10	297113.20	1	384.90	7,300	443.7
R40	459579.80	294365.70	1	421.14	7,300	475.4
R45	465110.37	298847.19	1	430.13	7,300	443.4
R47	461322.13	290100.00	1	440.30	7,300	502.2
R48	453075.00	290225.00	1	417.90	7,300	479.3
R52	467286.63	300316.32	1	376.99	7,300	396.9
R53	467286.63	300316.32	1	386.41	7,300	415.1
R56	470604.00	301999.40	1	291.28	7,300	400.4
R57	455675.00	294150.00	1	398.35	7,300	458.1
R58	456575.00	296200.00	1	379.57	7,300	453.0
R59	458775.00	296125.00	1	400.25	7,300	453.3
R60	459125.00	293000.00	1	452.72	7,300	487.8
R61	463600.00	297300.00	1	456.20	7,300	486.4
R63	452650.00	295450.00	1	403.27	7,300	452.1
R64	455150.00	293225.00	1	397.86	7,300	460.7
R65	452925.00	294000.00	1	394.76	7,300	417.6
R66	463650.00	302650.00		343.05	7,300	415.3
R67	462675.00	302950.00	1	367.10	7,300	422.3
R68	450450.00	296800.00	1	392.34	7,300	463.2
R69	457850.00	289700.00	1	463.42	7,300	496.8

Well_Name	X_co-ordinate	Y_co-ordinate	Screen_ID	Screen_Elevation	Observation_Time	Head
R71	456675.00	296100.00	1	385.78	7,300	454.1
R72	459725.00	295475.00	1	419.23	7,300	463.4
R73	460500.00	296875.00	1	409.00	7,300	447.5
R77	458175.00	297350.00	1	432.24	7,300	444.8
R79	458780.00	296480.00	1	415.63	7,300	446.8
R86	462600.00	301425.00	1	361.37	7,300	415.3
R87	462950.00	301050.00	1	375.91	7,300	413.5
R88	463075.00	300450.00	1	382.23	7,300	419.0
R89	462743.14	300519.11	1	374.71	7,300	424.8
R90	463150.00	300400.00	1	374.32	7,300	425.9
R91	462350.00	300175.00	1	365.54	7,300	432.8
R92	461900.00	301950.00	1	388.76	7,300	416.9
R94	471700.00	301875.00	1	338.66	7,300	396.3
R95	460107.34	291746.57	1	399.05	7,300	456.0
R96	459790.38	288424.56	1	409.21	7,300	499.4
R97	473275.00	299550.00	1	408.85	7,300	439.3
R98	473150.00	299400.00	1	415.65	7,300	441.4
R99	465712.00	299163.00	1	421.66	7,300	433.6
R101	460754.93	304412.45	1	378.50	7,300	415.5
R102	462524.79	303211.37		327.85	7,300	390.9
R103	458563.62	297129.57	1	395.97	7,300	452.4
R104	461200.00	289325.00	1	444.05	7,300	501.1
R105	448383.00	293280.00	1	426.07	7,300	487.9
R106	470800.00	300300.00	1	419.12	7,300	447.3
R107	470625.00	300150.00	1	343.91	7,300	395.3
R108	470750.00	300100.00	1	356.61	7,300	429.1
R109	460750.00	297725.00	1	373.45	7,300	432.8
R110	460425.00	297675.00	1	389.86	7,300	442.2
R111	460650.00	297700.00	1	391.13	7,300	433.8
R114	458880.00	295740.00	1	395.30	7,300	454.4
R119	460665.33	294803.34	1	432.17	7,300	465.1
R120	460950.00	302000.00	1	393.14	7,300	439.8
R121	460800.00	302100.00	1	396.76	7,300	432.2
R122	470350.00	300750.00	1	325.30	7,300	422.1
R123	470650.00	300900.00	1	397.54	7,300	422.1
R124	470400.00	301500.00	1	320.16	7,300	402.5
R125	465575.00	307200.00	1	395.49	7,300	430.7
R182	472600.00	299650.00	1	302.06	7,300	452.0
R183	473025.00	299700.00	1	251.73	7,300	441.7
R185	474475.00	299200.00	1	409.04	7,300	425.7

Well_Name	X_co-ordinate	Y_co-ordinate	Screen_ID	Screen_Elevation	Observation_Time	Head
R186	460600.00	287900.00	1	437.09	7,300	547.4
R191	456425.00	291575.00	1	414.99	7,300	480.3
R198	457800.00	295675.00	1	372.03	7,300	456.5
R205	456050.00	291300.00	1	418.10	7,300	480.1
R206	453950.00	291400.00	1	399.06	7,300	466.4
R207	456850.00	292000.00	1	438.81	7,300	479.1
R208	456800.00	292250.00	1	436.38	7,300	475.8
R209	457450.00	292500.00	1	422.99	7,300	475.2
R210	458000.00	293200.00	1	400.06	7,300	473.1
R211	457844.18	294445.15	1	396.91	7,300	461.1
R212	453200.00	293250.00	1	393.75	7,300	463.7
R213	453300.00	291980.00	1	389.53	7,300	462.0
R214	455950.00	292000.00	1	391.62	7,300	463.6
R215	455470.00	293500.00	1	392.30	7,300	462.3
R216	455700.00	294100.00	1	407.61	7,300	458.3
R217	455800.00	291125.00	1	417.43	7,300	481.6
R218	455500.00	291500.00	1	413.47	7,300	477.7
R219	460200.00	292100.00	1	466.87	7,300	495.3
R220	450731.00	302398.00	1	431.44	7,300	536.5
R221	455753.77	298130.06	1	377.53	7,300	456.3

NOTA: Unidades de longitud, en metros
Unidades de tiempo, en días
Unidades de caudal, en Litros/segundo

Pozos someros de Observación del Acuífero El Playón, ingresados en Visual Modflow.

Well_Name	X_co-ordinate	Y_co-ordinate	Screen_ID	Screen_Elevation	Observation_Time	Head
UES-PE-01	460559.26	292206.83	1	493.83	7,300	498.43
UES-PE-02	460417.49	293798.85	1	485.79	7,300	488.94
UES-PE-03	461587.08	296556.63	1	446.79	7,300	448.71
UES-PE-04	459681.58	295769.76	1	446.90	7,300	449.64
UES-PE-05	459866.33	296755.90	1	444.05	7,300	446.41
UES-PE-06	460961.02	297679.21	1	430.67	7,300	432.91
UES-PE-07	461574.10	297930.28	1	431.49	7,300	432.94
UES-PE-08	461250.69	298579.16	1	429.47	7,300	432.21
UES-PE-09	463617.17	302751.94	1	411.10	7,300	414.66
UES-PE-10	461566.36	300825.05	1	397.69	7,300	398.33
UES-PE-11	461301.21	300238.50	1	431.49	7,300	432.65
UES-PE-12	461041.76	303459.39	1	415.13	7,300	417.67
UES-PE-13	461442.73	304534.35	1	439.10	7,300	444.57
UES-PE-14	460908.63	302786.60	1	412.13	7,300	414.04
UES-PE-15	459707.54	302825.31	1	417.72	7,300	419.86
UES-PE-16	458678.00	297436.90	1	442.37	7,300	446.07
UES-PE-17	459205.73	298785.10	1	443.66	7,300	444.95
UES-PE-18	456002.77	299736.81	1	468.42	7,300	471.00
UES-PE-19	457518.91	301273.86	1	528.85	7,300	535.79
UES-PE-20	457692.17	296464.04	1	448.88	7,300	451.21

NOTA: Unidades de longitud, en metros
Unidades de tiempo, en días
Unidades de caudal, en Litros/segundo