



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**ELABORACIÓN DE MAPAS DE PROPIEDADES HIDROGEOQUÍMICAS
DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE EL AÑO 2014.**

CASO: ZONA CENTRO A, B Y C

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Elaborado por:

Mercado Sanoja, Andrés Eduardo

Rodríguez Carpio, Raúl Jesús

Tutor:

Ing. Adriana Márquez

Bárbula, junio de 2015



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**ELABORACIÓN DE MAPAS DE PROPIEDADES HIDROGEOQUÍMICAS
DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE EL AÑO 2014.**

CASO: ZONA CENTRO A, B Y C

Elaborado por:

Mercado Sanoja, Andrés Eduardo

Rodríguez Carpio, Raúl Jesús

Tutor:

Ing. Adriana Márquez

Bárbula, junio de 2015



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**ELABORACIÓN DE MAPAS DE PROPIEDADES HIDROGEOQUÍMICAS
DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE EL AÑO 2014.
CASO: ZONA CENTRO A, B Y C**

Autores: Mercado Sanoja, Andrés Eduardo

Rodríguez Carpio, Raúl Jesús

Tutor: Ing. Adriana Márquez

Fecha: Mayo, 2015

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo ha sido la elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego durante el año 2014 en la Zona Centro A, B y C. La recolección de la información en los pozos incluye: localización usando equipo de sistema de posicionamiento global, medición de caudales y niveles de agua, obtención de propiedades físico-químicas y geofísicas provenientes de instituciones públicas y privadas y estimación de parámetros hidráulicos. El procesamiento de la información es realizado con el programa ArcGIS versión 10.0. Los resultados muestran la ubicación de los 18 pozos obtenidos en el estudio, Hidrocentro posee un 80% de dichos pozos, también una considerable cantidad de material arenoso a lo largo del acuífero, con capas arcillosas que lo convierten en Confinado. Las variaciones de nivel de agua están alrededor de los 11 a 65 metros y la posible red de flujo que va dirección NorEste-SurOeste.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por darme vida, salud y ser el responsable principal de que todo se logre con esfuerzo, paciencia, dedicación y constancia.

A todos las personas incluidas en el logro de esta meta, familiares, amigos, compañeros de estudio, profesores y todos aquellos que aportaron el mínimo grano de arena en apoyo hacia mi persona durante el transcurso de la carrera y la realización de este trabajo..

A mi tutora, Ing. Adriana Márquez por haber brindado apoyo y atención en todo momento así como también al Ing. Víctor Carrillo por toda la ayuda prestada durante todo el tiempo en que se realizo el trabajo de investigación.

Andrés E. Mercado S.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE ANEXOS	X
INTRODUCCION	9
CAPITULO I.....	10
Planteamiento del Problema.....	10
Formulación del Problema	12
Objetivos de la Investigación	13
Objetivo General.....	13
Objetivos Específicos	14
Justificación	14
Alcances y limitaciones.....	16
CAPITULO II	17
MARCO TEORICO.....	17
Antecedentes de la Investigación.....	17
Bases Teóricas.....	20
Agua Subterránea.....	20
Principales ventajas del agua subterránea:	21
Distribución vertical del agua Subterránea:.....	21
Acuífero	21
Tipos de acuíferos:.....	22
Parámetros hidráulicos.....	23
Construcción de redes de flujo (mapas piezometricos)	27
Determinación de los niveles piezometricos:	27
Medición de niveles estáticos	28

Trazado de curvas	28
Tipos de superficies piezometricos.....	29
ArcGIS	30
ArcGIS para escritorio	
Administración de datos	
Clases de entidades	
Tabla de Atributos	
Formato de datos geográficos	
Formato de datos de ESRI:	
Exploración de datos.....	
Conexión a bases de datos	
Conexión a carpetas	
Geodatabase	
Visualización de datos	
Administración de la tabla de contenidos	
Capas	
Simbología de Capas	
Despliegue de valores cuantitativos.....	
Despliegue de valores cualitativos.....	
Etiquetar elementos	
Mapas	
Referencia geográfica	
Sistemas de coordenadas	
Sistemas de coordenadas proyectadas	
Impresión y ploteo de mapas	
CAPITULO III.....	34
MARCO METODOLOGICO	34
Tipo de Investigación.....	34

Diseño de la Investigación	35
Nivel de la Investigación.....	36
Población y Muestra.....	37
Descripción de la Metodología.	
Fases de la Investigación.....	38
CAPITULO V.....	58
CONCLUSIONES	58
Recomendaciones.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de Información de los Pozos	46
Tabla 2. Tabla de Distribución de los pozos según la zona de ubicación	46
Tabla 3. Tabla Valores Coeficiente de Almacenamiento (S) y Transmisividad (T) ..	54
Tabla 4. Tabla de Datos de Niveles de Agua con sistema de bombeo encendido (Dinámico)	54
Tabla 5. Tabla de Datos de Niveles de Agua con sistema de bombeo apagado (Estático)	54

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Tabla de atributo. Fuente: Menú Ayuda, ArcMAP 10 (2010).....	
Figura 2. Exploración de contenidos en ArcCatalog. Fuente: Menú Ayuda, ArcMAP 10 (2010).....	
Figura 3. Ver, editar y administrar elementos en ArcCatalog. Fuente: Menú Ayuda, ArcMAP 10 (2010).	
Figura 4. Revisar descripción de elementos en ArcCatalog. Fuente: Menú Ayuda, ArcMAP 10 (2010).	
Figura 5. Conexión a Carpetas en ArcCatalog. Fuente: Menú Ayuda, ArcMAP 10 (2010).....	
Figura 6. Vista de datos. Fuente: Menú Ayuda, ArcMAP 10 (2010).	
Figura 7. Vista de composición de mapa. Fuente: Menú Ayuda, ArcMAP 10 (2010).	
Figura 8. Simbología de capas. Fuente: Menú Ayuda, ArcMAP 10 (2010).....	
Figura 9. Paleta de colores. Fuente: Menú Ayuda, ArcMAP 10 (2010).....	
Figura 10. Selector de símbolo. Fuente: Menú Ayuda, ArcMAP 10 (2010).	
Figura 11. Sistema de coordenadas proyectadas. Fuente: Menú Ayuda, ArcMAP 10 (2010).....	
Figura 12. Perfil Litológico YUMA III.	47
Figura 13. Perfil Litológico Hacienda CARACARA.	47
Figura 14. Grafica Caudal Vs Tiempo Pozo de Observación IAMDESANDI.....	48
Figura 15. Grafica Nivel Vs Tiempo Pozo de Observación IAMDESANDI.	49
Figura 16. Diagrama de Barra Niveles Dinámicos Pozo Morro I Q=12Lps.....	49
Figura 17. Diagrama de Barra Niveles Dinámicos Pozo Morro II Q=12Lps.	50
Figura 18. Diagrama de Barra Niveles Dinámicos Pozo Esmeralda II I Q=12Lps. ...	50
Figura 19. Diagrama de Barra Niveles Dinámicos Pozo Esmeralda III Q=20Lps.	51
Figura 20. Diagrama de Barra Niveles Dinámicos Pozo Esmeralda IV Q=9Lps.	51
Figura 21. Diagrama de Barra Niveles Dinámicos Pozo Parque Metropolitano Q=14Lps.....	52
Figura 22. Diagrama de Barra Niveles Dinámicos Pozo IAMDESANDI Q=4Lps....	52
Figura 23. Valores Típicos de Coeficientes de Almacenamiento (S).	57

Figura 24. Valores de Transmisividad (T) 57

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Procedimiento para Definir o Proyectar un sistema de coordenadas.	64
Anexo B Procedimiento para vaciar y dibujar los puntos obtenidos con el GPS en el ArcGIS.	71
Anexo C Procedimiento para importar capas de ArcGIS.	78
Anexo D Procedimiento para crear un Shapefile.	81
Anexo E Procedimiento para crear los sectores del Municipio San Diego.	83
Anexo F Procedimiento para utilizar la imagen satelital del ArcGIS.	87
Anexo G Procedimiento para importar graficas de Excel al ArcGIS.	90
Anexo H Procedimiento para la creación de Superficies.	94
Anexo I Procedimiento para la obtención del punto de ajuste en el método de Theis.	99
Anexo J Procedimiento para el cálculo de la transmisividad en el método de Theis.	103
Anexo K Procedimiento para el cálculo del coeficiente de almacenamiento en el método de Theis.	105
Anexo 1 Mapa N°1 Ubicación de Pozos	107
Anexo 2 Mapa N°2 Litología Pozo Yuma	109
Anexo 3 Mapa N°3 Litología Pozo Hacienda Caracara	111
Anexo 4 Mapa N°4 Prueba Caudal Variable Pozo IAMDESANDI y Hacienda Yuma (10/04/2015). Caudal Vs Tiempo	113
Anexo 5 Mapa N°5 Prueba Caudal Variable Pozo IAMDESANDI y Hacienda Yuma (10/04/2015). Nivel Vs Tiempo	115
Anexo 6 Mapa N°6 Estudios Físicoquímico del Pozo Clínica de San Diego Elaborado el (08/10/2013)	117
Anexo 7 Mapa N°7 Mapa de Niveles Dinámicos en Marzo y Abril 2015	119
Anexo 8 Mapa N°8 Mapa de Niveles Estáticos en Marzo y Abril 2015	121
Anexo 9 Estudio de Registro Eléctrico Pozo Yuma III	123
Anexo 10 Evaluación Microbiológica y Físicoquímica de Agua Potable Centro Medico Valle San Diego	128
Anexo 11 Cartas de Solicitud de Información	139
Anexo 12 Carta Respuesta Alcaldía San Diego	142

INTRODUCCION

El conocimiento de la cantidad y ubicación de los pozos ubicados en el municipio San Diego zona Centro es nulo. Esta es una investigación que no se ha llevado a cabo antes, presentando déficits a la hora de la búsqueda de algún tipo de información del acuífero. Debido a ello se ha optado por localizar los pozos visitando organismos como Hidrocentro y la Alcaldía de San Diego así como también realizando trabajo de campo para localizarlos mediante un sistema de posicionamiento global.

El siguiente trabajo muestra como los niveles de agua en los pozos varían de acuerdo al tiempo, así como la estimación de parámetros hidráulicos como lo son la Transmisividad y el Coeficiente de almacenamiento, del acuífero estudiado. Su finalidad es representar la información recolectada en mapas utilizando el software ArcGIS 10.0.

El desarrollo de esta investigación parte con el Capítulo I, en el cual se muestra el planteamiento del problema, la justificación, objetivos, alcance y limitación del mismo. Seguidamente se esboza el capítulo II con el marco teórico donde se indican los antecedentes y la base teórica que afianza la investigación. En el capítulo III se expone el marco metodológico donde se describe el tipo y diseño de la investigación, la población, muestra y la metodología utilizada para desarrollarla. Por último se realiza el Capítulo IV, el cual contiene los resultados obtenidos, las conclusiones de los objetivos propuestos y se plantean las recomendaciones.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua, es el recurso natural más importante en el planeta, ya que este permite la existencia de la vida. Es por ello que al pasar de los siglos el hombre ha buscado acceder a este recurso, mediante múltiples obras de captación, transporte y distribución como lo son: las presas, acueductos y redes de distribución.

La Tierra es un lugar con mucha agua. Cerca del 70% de la superficie de planeta está cubierta de agua. El agua también existe en el aire en forma de vapor y en el suelo como hidratante de la tierra y en los acuíferos. Es decir el agua se encuentra en toda la tierra.

Según el Ministerio del Poder Popular del Ambiente (2008), el agua potable representa, a nivel mundial, el 3% del agua del planeta tierra, y de este 3% el agua potable se distribuye de la siguiente manera: 0,3% agua superficial, 68,7% glaciares y 30,1% agua subterránea. Con lo que se evidencia la importancia del uso y conservación de las aguas subterráneas mediante el empleo de pozos.

La dificultad que existe en la obtención de una fuente limpia de agua, ha ocasionado el incremento del uso de las aguas subterráneas en nuestro país. Provocando la incursión en el mercado de la perforación de pozos a personas que desconocen todos los principios básicos en la ejecución y conformación de un pozo de agua potable. Los criterios que deben ser tomados en cuenta en la Perforación y Puesta en Servicio de un Pozo de Agua Potable en nuestro se encuentran establecidos en normas como lo son: Gaceta Oficial de la República de Venezuela **36.395, 38.763**, Decreto 2048, Revistas Empresariales de Pozos y Manuales Técnicos de Perforación de Pozos

En Venezuela, la implementación de pozos profundos como sistema de abastecimiento de agua potable es poco estudiada, cabe destacar que existen pocas investigaciones abocadas a este tipo de obras de captación, por lo que es de difícil acceso la información relacionada al tema.

Cabe destacar que la explotación de los recursos hídricos subterráneos, se ha convertido en una excelente alternativa para suplir las necesidades de abastecimiento de agua potable en muchas regiones y para algunos sectores económicos del país.

Sin embargo, según el Ministerio del Ambiente (2014), existen pozos que han sido construidos en total desconocimiento de dichas normas, o sencillamente obviándolas y por ende los registros de datos de estos pozos son inexistentes, es decir, no se realizaron nunca, no quedaron asentados en ninguna base de datos y al pasar el tiempo, al crecer las ciudades y necesitar los organismos pertinentes conocer las construcciones realizadas en el pasado para hacer uso de ellas, mejorarlas, o descartarlas, estos se encuentran desprovistos.

De la misma manera, estos organismos se encuentran impedidos de chequear el buen funcionamiento de dichas construcciones y el seguimiento de las reglas establecidas en la ley, lo cual a su vez pone en riesgo a las comunidades, a los individuos, siendo el caso de que haya deterioro del pozo, o que se esté presentando algún fenómeno de deterioro y afecte el agua que se consume.

Este es el caso de los acuíferos ubicados en el Estado Carabobo, Municipio San Diego, específicamente los sectores Centro A, B y C según lo establecido en: Plan de Desarrollo Municipal de San Diego 2014-2017 Enunciado de líneas Art. 21 LCLPP. De los cuales no se posee ningún registro, y de los cuales nuevos urbanismo quisieran hacer uso, sin conocer sus niveles, la descarga y sobrecarga de los mismos lo cual afecta a los urbanismos ya establecidos, poniéndolos en cierto riesgo de ser limitados de dicho recurso.

El trabajo ha permitido la recolección de la información necesaria, para la creación de una base de datos en las entidades competentes al área de estudio, como lo son Hidrocentro, Alcaldía del Municipio San Diego, y el Ministerio del Ambiente, y para el alcance de todo aquel que lo desee. La creación de mapas muestra con detalle las características del acuífero en estudio pudiendo lograr un gran avance en el conocimiento del comportamiento que dicho acuífero tiene.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Dónde se encuentran geográficamente los pozos subterráneos del Municipio San Diego?

¿Cómo se puede determinar el comportamiento del acuífero del Municipio San Diego durante el año 2014?

¿Cómo se puede conocer un posible comportamiento del acuífero del Municipio San Diego?

¿Cuál es el método correcto para determinar los cambios de niveles de agua, y la red de flujo del acuífero del Municipio San Diego?

Por esto en la perforación de un pozo se deben tomar en cuenta muchos factores tales como: los efectos ambientales que pueda ocasionar, la demanda a la que será sometido el acuífero que alimentara al pozo, la litología presente en el sitio y los equipos a utilizar. Existen en Venezuela una serie de normativas que rigen y protegen los recursos de aguas subterráneas tales como: Ley Penal del Ambiente, Ley de Aguas y el Código de práctica para la construcción de pozos de agua COVENIN 589-79, los cuales brindan el basamento técnico que asegura la calidad de la obra.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Elabora de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego durante el año 2014. Caso: Zona Centro A, B y C.

Objetivos Específicos

1. Identificar la ubicación geográfica y propiedades geofísicas de los pozos subterráneos en el Municipio San Diego.
2. Describir la variación de los caudales y niveles en pozos del Municipio San Diego durante el año 2014.
3. Aplicar modelos matemáticos de estimación de los parámetros hidráulicos Transmisividad y Coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego.
4. Elaborar mapas piezométricos y de redes de flujo del acuífero del municipio san diego durante el año 2014, en los sectores Centro A, B y C.

JUSTIFICACIÓN

San Diego es una ciudad del Estado Carabobo, su población estimada es de unos 139.589 habitantes, distribuidos a lo largo de 106 km², dicho territorio esta dividido por 7 zonas, 3 zonas norte, 3 zonas centro y una zona sur. En el casco central del Municipio de San Diego, se encuentra predominado por zonas residenciales y comerciales, un alto porcentaje de la zona pertenece a Urbanizaciones de viviendas unifamiliares y Conjuntos Residenciales. El estudio realizada facilitara la información del acuífero de San Diego, no solo a los organismos competentes sino a la población, ya que el suministro de Agua Potable, es un servicio vital para el consumo humano, dicho estudio presentara una información detallada y actualizada

de las características y propiedades del acuífero y su comportamiento a lo largo del tiempo.

Con los grandes avances tecnológicos, al igual que en muchos otros campos, surgen los sistemas de información geográfica SIG como una novedosa herramienta que permite principalmente gestionar y analizar la información espacial del territorio sobre el cual se trabaja, incluyendo la posibilidad de navegar a través de mapas, encontrar e identificar diversos elementos, seleccionar, imprimir y guardar mapas como imagen, entre otros, surgiendo como resultado de la necesidad de disponer de forma rápida y directa de datos para resolver situaciones y problemáticas a las distintas comunidades y poblaciones.

El SIG se representa de forma visual en digital para que se pueda acceder a toda la información que se requiera desde el computador y sin posibilidad de edición de la información o base de datos mostrada, garantizando la integridad del sistema. Cabe destacar que estos sistemas pueden ser orientados y gestionados hacia diferentes campos y de diferentes maneras de acuerdo a las necesidades que se planteen para su utilización y prueba de ello es el amplio número de instituciones y empresas que ya hacen uso de este sistema según sus intereses.

Considerando que la Universidad de Carabobo, ha implementado como modelo pedagógico la elaboración de un trabajo especial de grado, en el que es importante la investigación y el aporte que como estudiantes podemos dar a la sociedad por tal razón a través de los proyectos de investigación, se pretende optimizar el trabajo que se realiza en el área de abastecimiento de aguas subterráneas a un sector con la elaboración de mapas piezómetros de los acuíferos de la zona y que permita reforzar todos los conocimientos adquiridos hasta la actualidad , y que serán complementados con la investigación y el práctica del desarrollo de este proyecto.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Esta investigación está enfocada en proporcionar información detallada del acuífero en la Zona Centro A, B y C del Municipio San Diego del Estado Carabobo

Mediante este estudio serán elaborados mapas de propiedades hidrogeoquímicas de los acuíferos del municipio san diego zona centro A, B y C, ubicados en el estado Carabobo durante el transcurso del año 2014.

Los aspectos puntuales que comprende la investigación están referidos a la identificación geográfica de todos los pozos subterráneos en el municipio San Diego y a su vez identificar sus propiedades geofísicas. De igual manera conocer los caudales y niveles de dichos pozos durante todo el año 2014 y estimar parámetros hidráulicos transmisibilidad y coeficiente de almacenamiento de los acuíferos con los datos obtenidos en campo y fórmulas matemáticas.

Las presentes limitaciones restringirán la investigación:

- 1) El estudio solo se realizara en la zona centro A, B y C del municipio San Diego, de manera tal que quedaran muchos pozos del estado Carabobo los cuales necesitaran de estudios similares.
- 2) Como no existe un registro con la ubicación de todos los pozos, porque algunos son hechos de manera clandestina o para zonas urbanas y no son registrados posiblemente se dificulte localizarlos a todos.
- 3) Disposición por parte de los empleados de entes encargados de los pozos en brindar información o disposición de tiempo por parte de ellos por sus ocupaciones laborales.

- 4) En temporada de lluvia puede dificultarse la toma de datos en campo.
- 5) Existirán muchos pozos a los cuales su acceso puede ser muy limitado o de difícil acceso.
- 6) Algunos pozos en el momento de su creación de pudo olvidar dejar el orificio por el cual se realice la toma de mediciones.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Collazo, (2012): El objetivo de este trabajo es investigar las características y el comportamiento hidrogeológico del Acuífero Guaraní aflorante del Uruguay, con la finalidad de brindar a los organismos responsables de la planificación y gestión de los recursos hídricos, las bases necesarias para un aprovechamiento sustentable del mismo. Este trabajo de investigación aportó conocimiento relacionado con la

recolección de datos de los acuíferos así como también como crear una base de datos con dicha información.

Esteller y Quentin, (2010): Se plantea que la validez y fiabilidad de los mapas de vulnerabilidad de acuíferos a la contaminación depende en gran medida de la disponibilidad de una cantidad importante de datos de gran calidad y de su posterior tratamiento. Integrar esta información en un Sistema de Información Geográfica (SIG) sirve para asegurar su representatividad, disponibilidad oportuna y manejo de la misma. Ante esta situación se ha diseñado un SIG para el estudio del acuífero del Valle de Toluca (Altiplano mexicano) que ha permitido concentrar la información existente en diversos organismos públicos y privados así como homogeneizar y tratar dicha información con objeto de abordar diversos tipos de estudios de carácter hidrogeológico. Uno de estos estudios es la elaboración del mapa de vulnerabilidad del acuífero mediante la aplicación de la metodología DRASTIC. Un primer paso fue establecer el mapa de profundidad del nivel piezométrico con base en diversos métodos de interpolación, de esta forma se pudo comprobar que el método Kriging lineal es el que ofrecía mejores y más consistentes resultados, además de ser el más sencillo de aplicar. Igualmente, se comprobó la ventaja del uso de SIG ya que facilitó el almacenamiento y tratamiento de la información, así como la elaboración de los diversos tipos de mapas y su superposición. Con el mencionado trabajo de investigación se aprendió la elaboración de mapas en el software arcGIS 10.0.

Suarez, Esther (2010): En el trabajo se describió un modelo conceptual del AZMCM (Acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México) en base a la correlación de las columnas litoestratigráficas de tres pozos, en donde se correlacionaron las unidades de acuerdo a sus características hidráulicas y a los estudios de modelación matemática revisados en éste trabajo. En el cuál se da como un sistema de dos acuitardos y dos acuíferos (acuitardo superior, acuífero principal, acuitardo inferior y acuífero inferior). Siendo la Sierra Chichinautzin la zona de

recarga más importante del acuífero debido a la alta permeabilidad de las rocas, con un nivel freático muy profundo, aunque las otras Sierras que rodean al AZMCM (Sierra de Guadalupe, Sierra Nevada y Sierra de Las Cruces) también son zonas de recarga, pero de menor importancia. Se presenta el desarrollo matemático de las ecuaciones de flujo y transporte en medios porosos realizado por diversos autores, así como en acuíferos confinados, libres y semiconfinados, que son utilizados para realizar la modelación de dichos acuíferos. El trabajo de investigación aportó conocimiento sobre la clasificación de los acuíferos según su litología.

Lorenzo y Castellanos, (2002): El trabajo expone la realización de un mapa de superficies piezométricas a partir de un inventario detallado de puntos de agua de la zona en estudio, la cual corresponde al área Milagro-Chovo, que forma parte de la cuenca Baja del Guayas (Ecuador). La razón fundamental de la realización del mapa de superficies piezométricas, es precisamente establecer una idea de cómo el subsuelo permite el movimiento de los fluidos, en este caso el agua subterránea, y así determinar zonas e convergencias que son ideales para la captación del agua subterránea a través de pozos. Los procedimientos utilizados están basados en los conceptos que brinda G. Castany en su obra “Prospección y Explotación de Aguas Subterráneas”. Con el trabajo de investigación de Lorenzo y Castellanos se aprendió a elaborar un mapa de superficies piezométricas a partir de una base de datos y cómo interpretar un mapa de superficies piezométricas de acuerdo a la dirección en la que fluye el agua.

Robles, (2003): En esta tesis se define el modelo de funcionamiento hidrogeológico del acuífero de la Sierra de Cartagena-La Unión (SE Península Ibérica). Geográficamente se encuentra en los términos municipales de Cartagena y La Unión, y geológicamente forma parte de las Zonas Internas de la Cordillera Bética. Está constituida por la superposición de tres mantos complejos de material metamórfico, y contenía una de las mayores acumulaciones Pb-Zn de la Península Ibérica. Debido a la presencia de estos yacimientos minerales ha sido distrito minero

desde hace más de 2500 años. Durante este periodo se han excavado 12 cortas mineras, unos 3000 pozos, kilómetros de galerías, y generado 2.351 acumulaciones de residuos minero-metalúrgicos. La actividad extractiva cesó en 1991 debido a la presión económica, social y ambiental. En la actualidad, el área de estudio en su mayor parte es una zona minera abandonada, que constituye un gran riesgo ambiental tanto para la propia Sierra como para su área de influencia, donde se incluyen zonas de interés ambiental nacional e internacional. Para poder establecer el modelo hidrogeológico del área de estudio ha sido necesaria la realización de un importante trabajo de campo, de gabinete y de laboratorio, entre los que destacan varias campañas de campo, en las que se completó el inventario de puntos de agua, se realizó la medida del nivel piezométrico y se generaron nuevos datos físico-químicos e isotópicos del agua. Se recogieron muestras de residuos mineros, eflorescencias salinas y sedimentos, se muestrearon diversos eventos lluviosos, y se ha evaluado la deposición atmosférica total anual. Conjuntamente se realizó una profunda revisión de la información bibliográfica disponible, que ha permitido evaluar la evolución temporal de las características físico-químicas de algunos sectores del área de estudio dado que estos datos proceden de estudios muy locales. Este trabajo de investigación aportó conocimientos relacionado sobre cómo realizar las mediciones de niveles piezométricos en los pozos correctamente.

BASES TEÓRICAS.

Agua Subterránea

Es el agua de lluvia, que por infiltración en el subsuelo, se aloja y circula por las formaciones geológicas que lo conforman. Otras fuentes de alimentación pueden ser los ríos, arroyos, bañados, lagos y lagunas.

Es aquella situada bajo el nivel freático y que está saturando completamente los poros y fisuras del terreno y fluye a la superficie de forma natural a través de manantiales o cauces fluviales.

Principales ventajas del agua subterránea:

- Distribución espacial de los acuíferos.
- Proximidad a los núcleos urbanos.
- Fácil acceso al agua.
- Bajo costo económico de extracción.

Distribución vertical del agua Subterránea:

Zona no saturada: Está situada entre la superficie freática y la superficie del terreno, los poros (huecos) están ocupados parcialmente por agua y por aire.

Franja capilar: Desde la superficie freática hasta el límite de ascenso capilar del agua. Su espesor depende principalmente de la distribución del tamaño de poros y de la homogeneidad del terreno.

Zona saturada: Está situada debajo de la superficie freática y donde todos los poros existentes en el terreno están llenos de agua.

Acuífero

Formación geológica capaz de almacenar y transmitir el agua a través de ella en cantidades significativas, de modo que pueda extraerse mediante obras de captación.

El agua subterránea se desplaza muy lentamente por los acuíferos, su velocidad media normal puede variar entre decímetros a centenas de metros al año.

Tipos de acuíferos:

- En función de su estructura:

Acuíferos libres: Existencia de zona no saturada. Nivel piezométrico es real y coincide con el límite de la zona saturada. Superficie libre de agua a presión atmosférica y móvil. Recarga directa

Acuíferos confinados: Ausencia de zona no saturada. Nivel piezométrico es virtual. Superficie de agua a presión mayor a atmosférica Recarga indirecta.

Acuíferos semiconfinados: Ausencia de zona no saturada. Nivel piezométrico es virtual. Superficie de agua a presión mayor a atmosférica Recarga indirecta Capa supra yacente constituida por material que aunque con dificultad permite el flujo del agua en el sentido que indique el gradiente vertical de carga hidráulica.

- En función de su porosidad:

Acuíferos porosos: Formaciones sedimentarias de distinto origen geológico (fluvial, eólico, deltaico, etc.)

Acuíferos fisurados: Acuíferos con presencia de rocas ígneas y volcánicas

Rocas ígneas o metamórficas: las posibilidades de formar acuíferos queda reducida a la zona alterada superficial o a las zonas fracturas por fallas y diaclasa que permiten su circulación.

Rocas volcánicas: es difícil predecir su comportamiento hidrogeológico ya que pueden constituir o no importantes acuíferos. Los factores principales que van a condicionar el flujo subterráneo son la composición, edad de las lavas y sobre todo el grado de alteración.

Acuíferos kársticos: Acuíferos con rocas sedimentarias consolidadas

Rocas sedimentarias consolidadas: se destacan los carbonatos, calizas y dolomías. Varían mucho en densidad, porosidad y permeabilidad según haya sido el ambiente sedimentario existente en su formación y el desarrollo posterior de zonas permeables producidas por la disolución del carbonato, sobre todo en las calizas.

Parámetros hidráulicos

Sirven para conocer la capacidad para almacenar y transmitir agua, y establecer un modelo real de comportamiento a partir de modelos simplificados.

- Porosidad: (M)

Es la capacidad de una roca de tener poros, entendiendo por poro cualquier espacio de una masa rocosa que no esté ocupado por un material sólido, sino por un fluido. Cuantitativamente, la porosidad se define como el espacio total ocupado por poros en un volumen determinado de roca.

- Permeabilidad: (K)

Se refiere a la facilidad que tiene un acuífero a ejercer la función de un conductor hidráulico. Depende de las características del medio (porosidad, tamaño, forma y arreglo de las partículas, compactación) y del fluido (viscosidad). Es por lo

tanto el principal parámetro que caracteriza las propiedades hídricas de los materiales y el que registra mayor variación en función del material.

- Transmisibilidad: (T)

Es la tasa de flujo bajo un determinado gradiente hidráulico a través de una unidad de anchura de acuífero de espesor dado, y saturado. Es el producto del espesor saturado de dicho acuífero y la permeabilidad (K). Se mide en una unidad de superficie dividida en una unidad de tiempo.

- Coeficiente de almacenamiento: (S)

Es adimensional. Se refiere al volumen capaz de liberar un acuífero, al descender en una unidad el nivel piezométrico. Se define como el volumen de agua que puede ser liberado por un prisma vertical del acuífero, de sección igual a la unidad y altura la del espesor saturado, si se produce un descenso unidad del nivel piezométrico.

Ensayos de bombeo

Un ensayo de bombeo es un método de análisis de los pozos de captación de aguas subterráneas y del acuífero en que se encuentran. Consiste en bombear los pozos y sondeos, bien a caudal constante o bien a caudal variable, siguiendo la evolución del nivel del agua, debida al bombeo, tanto en el mismo pozo de bombeo como en otros pozos cercanos. El estudio de las variaciones de los niveles es precisamente en lo que consiste el ensayo de bombeo y lo que permite obtener información, tanto sobre el pozo en sí como la calidad de construcción, caudal de bombeo más aconsejable y lugar de donde debe colocarse la bomba para un caudal determinado de explotación, y parámetros hidráulicos del acuífero como lo son la transmisividad y coeficiente de almacenamiento.

Tipos de ensayos de bombeo

- Bombeo a caudal constante:
 - Régimen variable: Los niveles descienden durante un cierto tiempo. Se interpretan los resultados de la variación de niveles en función del tiempo de bombeo.
 - Régimen permanente: Transcurrido un tiempo, los niveles se estabilizan o varían tan poco, que pueden considerarse estabilizados. Se interpreta los descensos totales habidos, con niveles estabilizados en el pozo de bombeo y en los piezómetros de observación.

- Bombeo a caudal variable:
 - Bombeo a caudal crítico: Consiste en mantener la depresión fija al nivel de la bomba y medir cómo va variando el caudal con el tiempo. Se utiliza exclusivamente para ensayos en acuíferos colgados que reúnan determinadas características.
 - Bombeo a caudal escalonado: En ésta se fijan a voluntad distintos caudales, midiéndose la depresión producida por cada uno de ellos. Se utilizan para calcular las pérdidas de carga en el pozo, como consecuencia de una construcción defectuosa.

Método de Theis:

El método de Theis fue adoptado por Charles Vernon Theis (que trabajaba para el Servicio Geológico de los Estados Unidos en 1935), desde la literatura de transferencia de calor (con la ayuda matemática de C.I.Lubin), para un flujo radial 2-D hacia un punto, en un acuífero simple, homogéneo e infinito. La solución es:

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W(u)$$

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

Figura 1: Solución del método de Theis.

Donde s es el descenso (cambio en la presión hidráulica en un punto desde el comienzo de la prueba), u es un parámetro adimensional, Q es la tasa de bombeo del pozo (volumen por unidad de tiempo, o m^3/s), T y S son la transmisividad y el almacenamiento del acuífero alrededor del pozo (m^2/s y adimensional respectivamente), r es la distancia al pozo de bombeo, donde se observa el descenso (en metros), t es el tiempo que ha transcurrido desde que comenzó el bombeo (minutos o segundos) y $W(u)$ es la "Función de pozo" (llamada también la integral exponencial, E_1 , en literatura no relacionada a la hidrogeología).

Las asunciones que requiere la solución de Theis son las siguientes:

- Acuífero homogéneo, isotrópico y confinado,
- Pozo completamente penetrante (abierto al espesor (b) completo del acuífero),
- El pozo tiene un radio "cero" (se aproxima a una línea vertical) - de esta forma no ocurre almacenamiento de agua en el pozo y el bombeo es 100% eficiente,
- El pozo tiene una tasa de bombeo constante Q ,
- El acuífero es infinito radialmente,
- Los límites superior e inferior del acuífero son impermeables (no filtrante), planos y horizontales,
- El flujo de agua es horizontal,

- No hay otros pozos o cambios de largo plazo en los niveles de agua regionales (es decir, todos los cambios de la superficie potenciométrica se deben al bombeo del pozo)

A pesar de que estas asunciones son raramente cumplidas a cabalidad, dependiendo del grado de similitud a las condiciones ideales, la solución puede seguir siendo útil.

Construcción de redes de flujo (mapas piezometricos)

Superficie piezométrica: Lugar geométrico de los puntos que señalan la altura piezométrica de cada una de las porciones de un acuífero referidas a una determinada profundidad.

Se representan con:

Isopiezas o hidroisohipsas: líneas de igual altura piezométrica.

Acuífero libre: la superficie piezométrica coincide con el límite de saturación.

Acuífero confinado: la superficie piezométrica está más elevada que el techo del mismo.

Determinación de los niveles piezometricos:

La única forma posible de medir los NP en un acuífero es por medio de una perforación que permita un acceso directo al mismo.

Las perforaciones son: pozos existentes en la zona, excavaciones hasta el nivel del agua, piezómetros. Los pozos deben estar sin bombear para medir el nivel del

agua, de lo contrario se mediría el ND. Los manantiales son rebosaderos naturales y señalan niveles de base si son permanentes.

Medición de niveles estáticos

Puntos de observación:

- Pozos
- Piezómetros

Medidas piezométricas:

- Instantáneas, con sonda de nivel
- Continúas registradas.

La profundidad del nivel piezométrico se mide desde una determinada referencia; para conocer el nivel piezométrico es preciso conocer la cota de referencia respecto a un cierto punto fijo tal como el nivel del mar. Esto supone una nivelación topográfica de las distintas referencias.

El nivel piezométrico de un acuífero puede sufrir variaciones temporales, de modo que la superficie piezométrica se refiere a un cierto instante de tiempo (verano-invierno) (bombeo-no bombeo).

Trazado de curvas

- Interpolación interpretativa
- Interpretación por triangulación
- Interpretación utilizando algún software.

PERMITEN:

- Conocer el sentido del flujo

- Diferenciar áreas de recarga y descarga
- Identificar divisorias hidrogeológicas
- Manifestar relaciones río – acuífero
- Mostrar diferencias de parámetros hidrodinámicos.

Tipos de superficies piezométricas

Superficie cilíndrica: Las isopiezas son rectas paralelas.

Superficie plana: La separación entre isopiezas es constante.

Superficie radial:

- Las isopiezas son curvas y las líneas de corriente tienden a converger. Si convergen aguas arriba se dice que es radial divergente.

- Si convergen aguas abajo se dice que es radial convergente

Superficie parabólica: La separación entre isopiezas disminuye hacia aguas abajo.

Superficie hiperbólica: La separación entre isopiezas aumenta hacia aguas abajo.

Superficie elíptica: La separación entre isopiezas aumenta tanto hacia un lado como hacia el otro.

ArcGIS

Es un sistema para trabajar con mapas e información geográfica. Se utiliza para:

- Crear y utilizar mapas
- Compilar datos geográficos
- Analizar la información de los mapas
- Compartir y detectar información geográfica
- Utilizar mapas e información geográfica para diversas aplicaciones
- Administrar la información geográfica de una base de datos

El sistema proporciona una infraestructura para que los mapas y la información geográfica estén disponibles en toda una organización, comunidad y abiertamente en Internet.

ArcMAP:

Es el componente principal de Esri 's ArcGIS conjunto de programas de procesamiento geoespaciales, y se utiliza sobre todo para ver, editar, crear y analizar datos geoespaciales. ArcMap permite al usuario explorar los datos dentro de un conjunto de datos, simbolizan características en consecuencia, y crear mapas.

Usuarios de ArcMap pueden crear y manipular conjuntos de datos para incluir una variedad de información. Por ejemplo, los mapas producidos en ArcMap generalmente incluyen características tales como flechas norte, barras de escala, títulos, leyendas, etc. El paquete de software incluye un estilo conjunto de estas características.

La suite ArcGIS está disponible en tres niveles de licencia: Basic, Standard o Advanced (antes ArcView, ArcEditor, o ArcInfo). Cada paso en la licencia proporciona al usuario más extensiones que permiten una variedad de la consulta a realizar sobre un conjunto de datos. ArcInfo es el más alto nivel de la concesión de licencias, y permite al usuario utilizar tales extensiones como 3D Analyst, Spatial Analyst y el Analista geoestadístico.

Mapas creados y guardados dentro de ArcMap crearán un archivo en el disco duro con una extensión .mxd. Una vez que un archivo .mxd se abre en ArcMap, el usuario puede mostrar una variedad de información, con tal de que exista dentro del conjunto de datos. En este momento el usuario podrá crear una nueva salida de mapa y utilizar las funciones de personalización y diseño para crear un producto único. Una vez finalizado el mapa, ArcMap tiene la capacidad de guardar, imprimir y exportar archivos a PDF .

La información geográfica que se carga en ArcMap se puede ver de dos maneras: ver datos y ver su diseño.

En vista de datos, el usuario puede interactuar con la información geográfica presentada, y los elementos del mapa se ocultan a la vista. La mayoría de los proyectos se inician en este punto de vista, y continúan a la vista de diseño para la edición final y la producción. Mientras que en la vista de diseño, el usuario puede incorporar un número de características útiles, tales como barras de escala y leyendas. Estos elementos son cruciales para mapear de decisiones, y proporcionar a los clientes con información de referencia apropiada.

ArcCatalog:

La aplicación ArcCatalog proporciona una ventana con un catálogo que se utiliza para organizar y administrar varios tipos de información geográfica de ArcGIS Desktop. Entre los tipos de información que se pueden organizar y administrar en ArcCatalog se incluyen:

- Geodatabases
- Archivos ráster
- Documentos de mapa, documentos de globo, documentos de escena 3D y archivos de capa
- Cajas de herramienta de geoprocésamiento, modelos y secuencias de comandos Python
- Servicios SIG publicados usando ArcGIS Server
- Metadatos basados en estándares para estos elementos de información SIG
- Y mucho más

ArcCatalog organiza este contenido en una vista de árbol con la que puede trabajar para organizar los datasets SIG y documentos de ArcGIS, así como buscar elementos de información y administrarlos.

ArcCatalog presenta esta información en una vista de árbol, y le permite seleccionar un elemento SIG, ver sus propiedades y acceder a las herramientas con las que realizar operaciones en los elementos seleccionados.

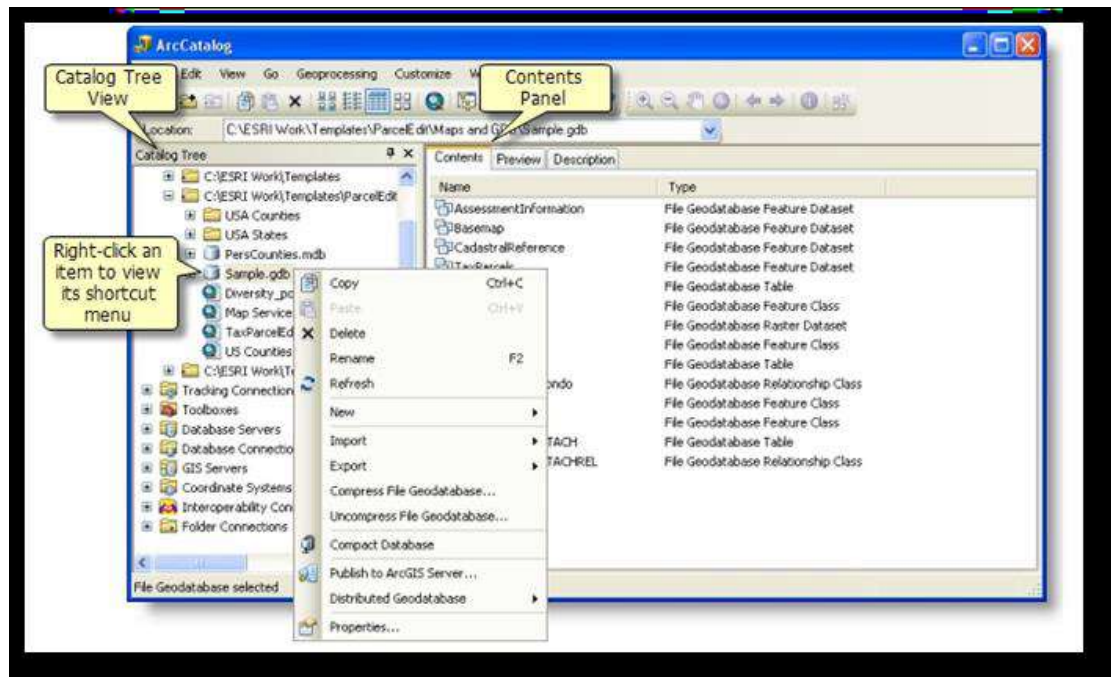


Figura 2: Vista de ArcCatalog. Fuente: Menú Ayuda, ArcMAP 10 (2010).

ArcCatalog se utiliza para:

- Organizar el contenido SIG
- Administrar esquemas de geodatabase
- Buscar y agregar contenido a aplicaciones de ArcGIS
- Documentar contenidos
- Administrar servidores SIG
- Administrar metadatos basados en estándares

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

El marco metodológico se refiere a los pasos a seguir para el desarrollo de la investigación, según Arias (2006, p. 18) explica el método científico como el “conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas”, este método se basa en la formulación de hipótesis las cuales pueden ser confirmadas o descartadas por medio de investigaciones relacionadas al problema.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es un Trabajo Especial que tiene por objetivo dar a conocer las propiedades hidrogeoquímicas de los acuíferos del municipio San Diego. Aportando así una guía que sirve de apoyo a las instituciones (Alcaldía del Municipio San Diego, Ministerio del Ambiente, entre otros) para el conocimiento de dichos pozos.

El Manual de Trabajo de Grado de Especialización y Maestrías y Tesis Doctorales (UPEL, 2009), define Proyectos Especiales como:

“Aquellos que se refieren a: trabajos que llevan creaciones tangibles, susceptibles de ser utilizadas como soluciones a problemas demostrados o que respondan a necesidades o intereses de tipo cultural, se incluyen en esta categoría los trabajos de elaboración de textos y de materiales de apoyo educativo, el desarrollo de software, prototipo y de productos tecnológicos en general.”

Esta investigación es de tipo exploratoria, debido a que El objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes. Los estudios exploratorios sirven para aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente Desconocidos. Los estudios exploratorios en pocas ocasiones constituyen un fin en sí mismos, por lo general determinan tendencias, identifican relaciones potenciales entre variables y establecen el 'tono' de investigaciones posteriores más rigurosas.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Según Hernández (2003) “La investigación se divide en: experimental y no experimental. La investigación no experimental se refiere a estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”.

Según Arias (2006) “Una investigación documental es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos”. “La investigación de campo, consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna”.

Esta investigación se considera no experimental de tipo mixta, es decir de campo y documental ya que la recolección de datos se realizará, una parte en campo donde se recolectará información en cuanto a la ubicación de los pozos, y niveles tanto en estado estático y dinámico, y la otra parte de los datos se obtendrá de la data almacenada en las instituciones, tales como son: El Ministerio del Ambiente, La Alcaldía del Mcpo. San Diego e Hidrocentro.

NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

El Nivel de Investigación se refiere a “al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio” Arias (2006, p. 23). Según los objetivos del presente estudio, este se ubica en el nivel descriptivo, cuyo propósito es interpretar realidades de hecho. Incluye descripción, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos. Siguiendo con Arias (2006, p. 24), esta señala “que este nivel de investigación consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno con el fin de establecer su estructura o comportamiento”

POBLACIÓN Y MUESTRA

Se entiende por población, según (Arias, 2006), “Un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes, para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda limitada por el problema y por los objetivos del estudio”. (pág. 81).

Para Balestrini (2006) “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (pág.141).

Para efectos de esta investigación la población es igual a la muestra, por lo tanto no es necesario diferenciarlas, nuestra Población se encuentra delimitada en el Municipio San Diego, en la Zona Centro A, B, y C. Según “PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO SAN DIEGO 2014-2017”, Centro A: Urb. El Morro II, La Esmeralda, Lomas de la Esmeralda, Altos de la Esmeralda. Centro B: El Morro I, Yuma I y II, Res. Los Andes I y II, Las Gaviotas, Valle Verde. Centro C: Aseprovica, El Parque, Sansur, Poblado de San Diego, Valle de Oro, Yuma 26-28, Resd. Los Anaucos, Resd. Orión, Chalet’s Country.

FASES DE LA INVESTIGACION.

Fase I: Identificar la ubicación geográfica y propiedades geofísicas de los pozos subterráneos en el Municipio San Diego.

Se realizó la búsqueda de toda la información disponible para lograr la recolección correcta de los datos necesarios que permitieron la ubicación y propiedades geofísicas de ciertos pozos ubicados en la zona centro de San Diego. Ésta información fue obtenida de los entes competentes en función al campo de trabajo de cada uno, y éstos fueron el organismo HIDROCENTRO, que facilito la mayor cantidad de data de estudio, este órgano entrego la información de pozos de abastecimiento poblacional de la zona de estudio, el resto de la información, fue proporcionada por la Alcaldía de San Diego, y el Ministerio del Ambiente, estos órganos facilitaron la data de ciertos pozos de uso privado. Luego se llevó a cabo un trabajo de campo, para confirmar dichas ubicaciones, y en búsqueda de pozos, cuya información no se encontraba registrada aun.



Figura 3, izquierda. Pozo Yuma III

Figura 4, derecha. Trabajo de campo en el pozo IAMDESANDI

Con dicha información se realizaron tres planos, un plano de ubicación de los pozos y dos planos de propiedades geofísicas, para el dichos planos se creó una base de datos en EXCEL, que luego se exporto al Programa ArcGIS 10.0 siguiendo el procedimiento del **Anexo B**, luego se utilizó la imagen satelital de ArcGIS 10.0 tal como lo indica el **Anexo F**, se utilizó la capa proporcionada por el Trabajo Especial de Grado realizado por los ING. “Perera y Esperanza” que delimita el Municipio San Diego siguiendo el procedimiento del **Anexo C**. Luego se crearon las capas de los Sectores centro siguiendo el procedimiento del **Anexo D y E**. Para el plano de propiedades geofísicas se exporto una gráfica creada en Excel siguiendo con el paso descrito en el **Anexo G**.

Fase II: Describir la variación de los caudales y niveles en pozos del Municipio San Diego durante el año 2014.

Se realizaron pruebas de registro de caudal variable con régimen escalonado.

El pozo de bombeo fue el pozo HACIENDA YUMA, y el pozo de observación el IAMDESANDI. El conjunto deportivo y la hacienda, facilitaron el uso de esta prueba, debido a que el sistema de bombeo debía estar apagado por un límite de tiempo de 8 a 12 horas aproximadamente, para lograr la estabilidad completa de los niveles del agua. Se procede a realizar la prueba de caudal variable, que consistió en inicialmente medir el nivel estático del pozo de observación y el de bombeo de bombero introduciendo la sonda en el orificio de observación hasta que su bombillo se prenda indicando que ya llegó a donde se encuentra el nivel del agua como se aprecia en la **Figura 5**, luego se anotó la distancia que se lee en la sonda, que es el nivel.



Figura 5: Toma de nivel del agua con la sonda.

Luego de haberse obtenido el nivel estático de ambos pozos se procedió a bombear el pozo escogido como pozo de bombeo con un caudal mínimo y se fue aumentando gradualmente cada 15 minutos hasta alcanzar el caudal máximo del pozo y se calculo el caudal tomando el tiempo (segundos) que era llenado un balde de capacidad 10 lps como lo indica la **Figura 6**.



Figura 6: Medición de caudal.

Así como se fue aumentando el caudal cada 15 minutos en el pozo de bombeo también se fue midiendo el nivel del agua cada 15 minutos en pozo de observación justo antes de aumentarse el caudal nuevamente para así apreciar el descenso del agua en el pozo de observación de igual manera como se hizo inicialmente para obtener el nivel estático en la **Figura 5**. Como producto de esta prueba se anotaron valores de caudal y nivel en el tiempo.

Con dicha data se realizaron gráficos de registro en el programa Excel, CaudalVsTiempo, y NivelVsTiempo. Con el descenso de los niveles del agua en el pozo, se realizó un mapa en el programa ArcGIS 10.0 con diagrama de barra que reflejara dicho fenómeno.

Para dicho mapa se partió del plano de ubicación realizado en la fase I, y luego se importó las gráficas realizadas en Excel siguiendo el paso a paso del **Anexo G**.

Fase III: Aplicar modelos matemáticos de estimación de los parámetros hidráulicos Transmisividad y Coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego.

Se obtuvieron los valores de descensos y tiempo luego de aplicar la prueba a caudal variable usando como pozo de bombeo el pozo de Hacienda Yuma y como pozo de observación el pozo IAMDESANDI. Primero se realiza la obtención del punto de ajuste siguiendo el procedimiento indicado en el **Anexo H** y luego se procede a calcular la transmisividad como lo muestra el **Anexo I** utilizando un caudal de 2 lps y el coeficiente de almacenamiento como lo muestra el **Anexo J**.

Fase IV: Elaborar mapas piezométricos y de redes de flujo del acuífero del municipio san diego durante el año 2014, en los sectores Centro A, B y C.

Se estudiaron los niveles de pozos de estudio, en distintos días tomando niveles estáticos y dinámicos del agua como lo indica la **Figura 5**. Con dicha data usando el programa Microsoft EXCEL 2013 se realizó una tabla de datos, la base de datos fue vaciada en el programa ArcGIS 10.0 siguiendo el procedimiento del Anexo B, luego se utilizó la imagen satelital de ArcGIS 10.0 tal como lo indica el Anexo F, se utilizó la capa proporcionada por el Trabajo Especial de Grado realizado por los ING. “Perera y Esperanza” que delimita el Municipio San Diego siguiendo el procedimiento del **Anexo C**.

Luego se crearon las capas de los Sectores centro siguiendo el procedimiento del **Anexo D y E**. Por último se crea la superficie siguiendo los procedimientos del **Anexo H**.

CAPITULO IV

RESULTADOS

1. Identificar la ubicación geográfica y propiedades geofísicas de los pozos subterráneos en el Municipio San Diego.

La información recolectada en Hidrocentro, Alcaldía del Municipio San Diego y Ministerio del ambiente en conjunto con el trabajo de realizado en campo. Se pudo obtener los siguientes resultados.

Se lograron ubicar dieciocho (18) pozos en la zona Centro del Municipio San Diego, en la **Tabla 1**, se presenta una tabla de datos en la cual vemos reflejadas las coordenadas UTM de cada pozo, así como su propietario y la dirección donde estos se encuentran.

Dichos pozos se encuentran distribuidos a lo largo de tres (3) zonas, divididas así según el Plan Municipal de Desarrollo San Diego 2014-2017, constituido por la Zona Centro A, la Zona Centro B y la Zona Centro C (**Ver Tabla 2**).

El mapa realizado, muestra la ubicación exacta de los pozos, las urbanizaciones de la zona de estudio, el recorrido del río Cúpira y la división política territorial de la zona centro del municipio San Diego. **Ver Anexo 1.**

N°	POZO	UBICACIÓN	COORDENADAS		RESPONSABLE	SECTOR
			NORTE	ESTE		
1	Morro I	Urb. Morro I, Av 72-A C/C Av 142	1129798	613566	HIDROCENTRO	CENTRO B
2	Morro II	Urb. Morro, Av 144	1129903	613992	HIDROCENTRO	CENTRO B
3	Valle de Oro	Urb. Valle de Oro, Final Av principal	1131366	614368	HIDROCENTRO	CENTRO C
4	Valle de Oro II	Zonas verdes de la Urb. Valle de Oro cercanas a las zonas protectoras del río Cúpira	1131704	614472	HIDROCENTRO	CENTRO A
5	Esmeralda I	Urb. La Esmeralda, Av Don Julio Centeno, vía de servicio C/C Av I	1130435	613367	HIDROCENTRO	CENTRO A
6	Esmeralda II	Urb. La Esmeralda Av Circunvalación Sur, dentro de las instalaciones del parque temático	1130935	612589	HIDROCENTRO	CENTRO A
7	Esmeralda III	Urb. La Esmeralda, Av 76 C/C calle 154	1130595	613060	HIDROCENTRO	CENTRO A
8	Esmeralda IV	Urb. La Esmeralda, Av 79 C/C calle 153	1130457	612706	HIDROCENTRO	CENTRO A
9	Esmeralda V	Urb. La Esmeralda Av Circunvalación norte C/C 78A	1131194	612812	PRIVADO	CENTRO A
10	Esmeralda VI	Urb. La Esmeralda, dentro de las instalaciones del colegio Clorinda Azcundes	1131472	612914	HIDROCENTRO	CENTRO A
11	Monte Mayor	Urb. Valle de Oro detrás de UJAP	1131956	613844	HIDROCENTRO	CENTRO C
12	Metropolitano	Urb. Valle Verde, dentro de las instalaciones del parque metropolitano	1130618	613957	HIDROCENTRO	CENTRO B
13	Clínica Valle de San Diego	Av. Don julio Centeno entre morro II y fin de siglo	1130041	613280	PRIVADO	CENTRO A
14	IAMDESANDI	Urb. Valle Verde Av circunvalación Sur. Dentro de las instalaciones del complejo deportivo	1130979	613796	ALCALDIA DE SAN DIEGO	CENTRO B

N°	POZO	UBICACIÓN	COORDENADAS		RESPONSABLE	SECTOR
			NORTE	ESTE		
14	IAMDESANDI	Urb. Valle Verde Av circunvalación Sur. Dentro de las instalaciones del complejo deportivo	1130979	613796	ALCALDIA DE SAN DIEGO	CENTRO B
15	Yuma III	Urb. Yuma, al final de a Av. Ppal, Detrás del colegio	1130251	614197	HIDROCENTRO	CENTRO B
16	Jardín Botánico	Urb. Valle de Oro, terreno frente al conjunto residencial El Farol	1130878	614122	HIDROCENTRO	CENTRO B
17	Hacienda Caracara	Av. Don Julio Centeno, Urb. Caracara	1132428	614543	PRIVADO	CENTRO C
18	Hacienda Yuma	Urb. Valle Verde Av circunvalación Sur	1130889	613697	PRIVADO	CENTRO B

Tabla 1. Tabla de Información de los Pozos.

ZONA	N° DE POZOS	% UBICACIÓN
CENTRO A	7	38,89
CENTRO B	7	38,89
CENTRO C	4	22,22
TOTAL	18	100,00

Tabla 2. Tabla de Distribución de los pozos según la zona de ubicación.

Demostrando así las zonas centro A y B, representan una mayor cantidad de población debido a la cantidad de pozos que dichas zonas tienen, en comparación a la zona centro C.

En las propiedades geofísicas de los pozos, YUMA III y CARACARA, se pudo determinar un posible comportamiento de todo el terreno del acuífero. San Diego en su zona central se destaca por sus bosques bajos, en dicha zona presenta un comportamiento mayormente Arenoso como se puede apreciar en las **Tabla 3 y 4**.

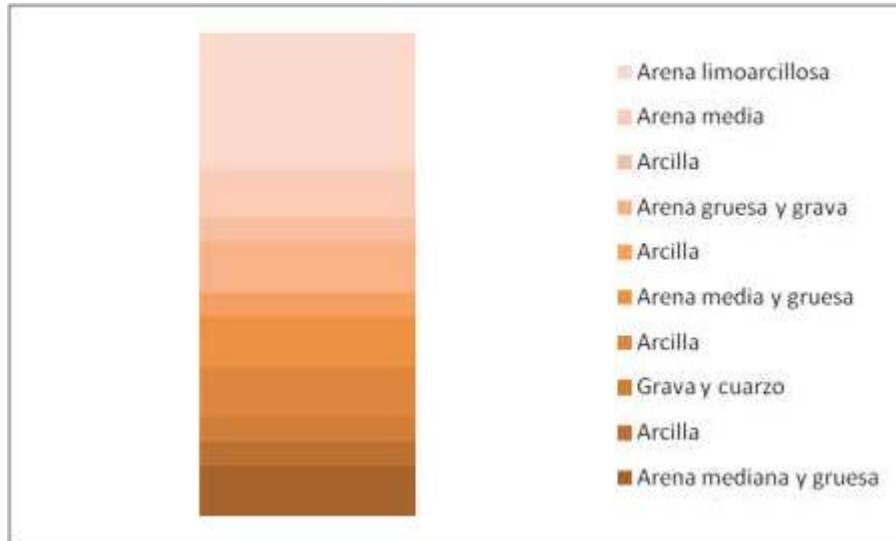


Figura 7. Perfil Litológico YUMA III.

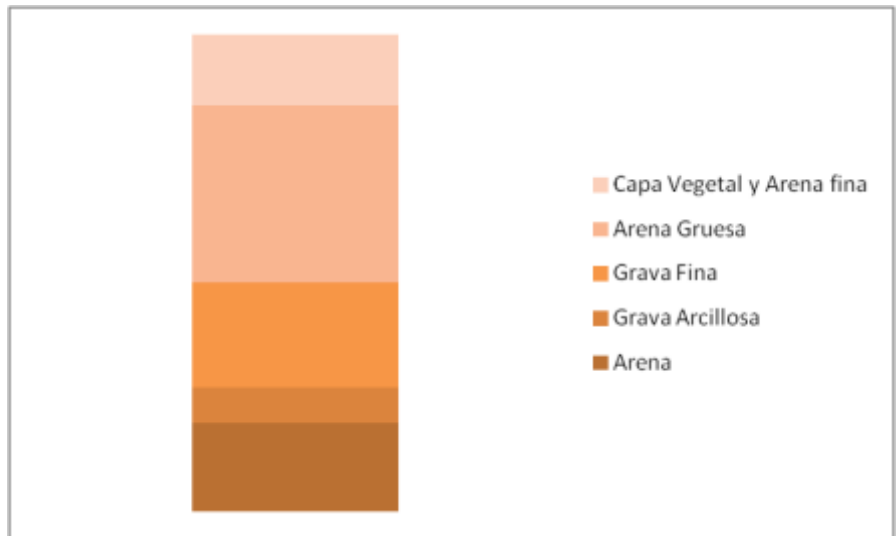


Figura 8. Perfil Litológico Hacienda CARACARA.

También se pudo apreciar grandes cantidades de gravas con pocas partículas de material fino tales como lo son Limos y Arcillas.

En cuanto a las propiedades geofísicas, vemos el perfil litológico en forma de diagrama de barra, de los pozos estudiados. **Ver Anexo 2 y 3.**

2. Describir la variación de los caudales y niveles en pozos del Municipio San Diego durante el año 2014.

Luego de realizada la prueba de registro de caudal variable, y las mediciones en estado dinámico del sistema de bombeo, se construyeron diagramas de barra que reflejaron los niveles de descenso en pozos del Municipio San Diego durante el tiempo de estudio. Para el registro a caudal variable, se obtuvieron los siguientes resultados (**Ver Anexo 4 y 5**):

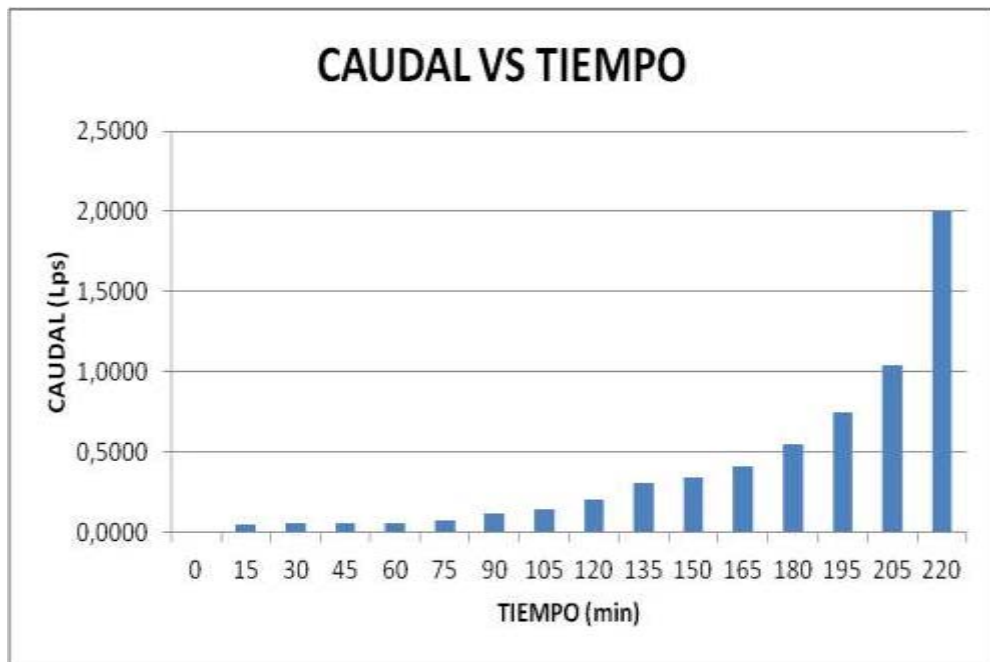


Figura 9. Grafica Caudal Vs Tiempo Pozo de Observación IAMDESANDI.

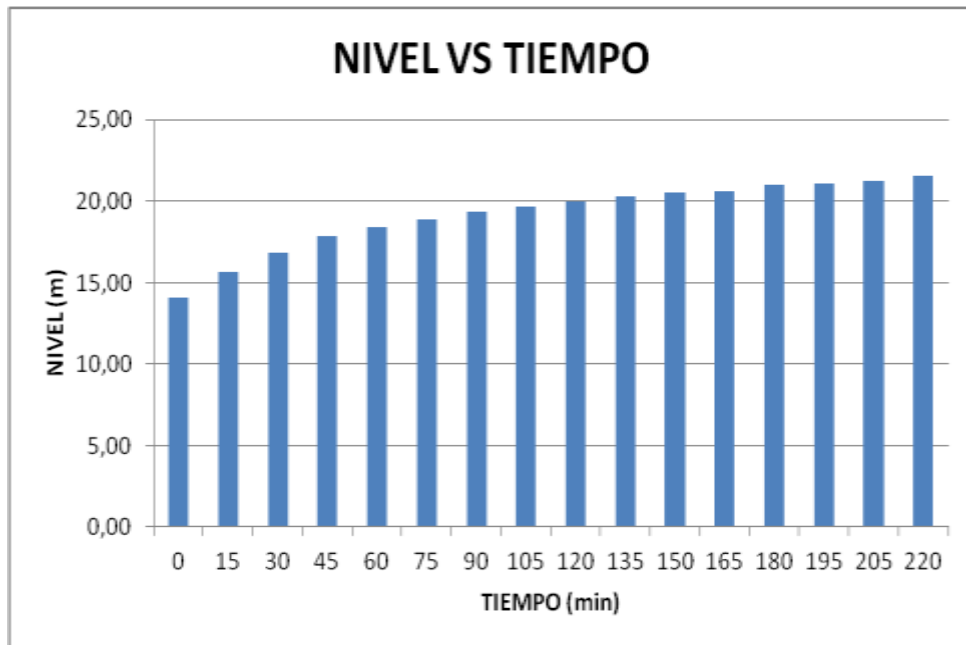
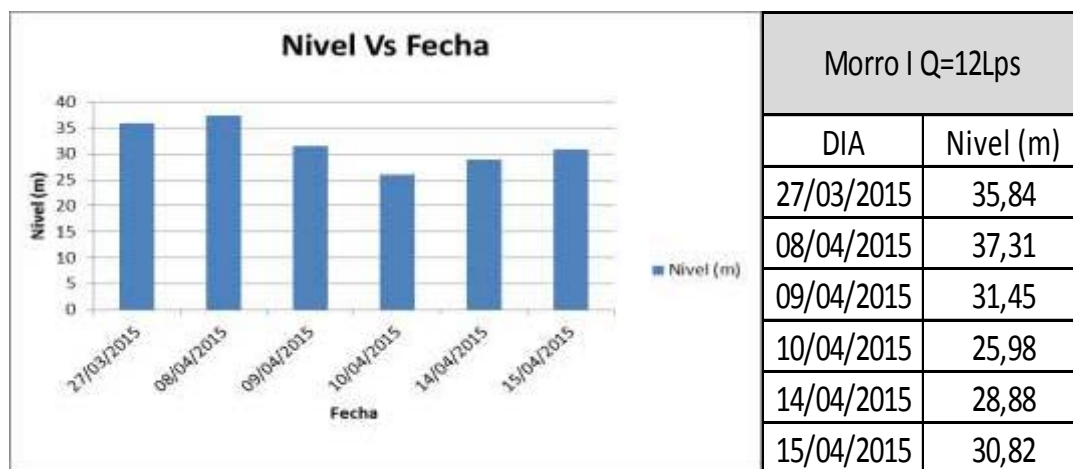


Figura 10. Grafica Nivel Vs Tiempo Pozo de Observación IAMDESANDI.

En el estudio del sistema de bombeo, para caudales constantes suministrados por HIDROCENTRO los niveles dinámicos reflejados, fueron los siguientes:



Morro I Q=12Lps	
DIA	Nivel (m)
27/03/2015	35,84
08/04/2015	37,31
09/04/2015	31,45
10/04/2015	25,98
14/04/2015	28,88
15/04/2015	30,82

Figura 11. Diagrama de Barra Niveles Dinámicos Pozo Morro I Q=12Lps.

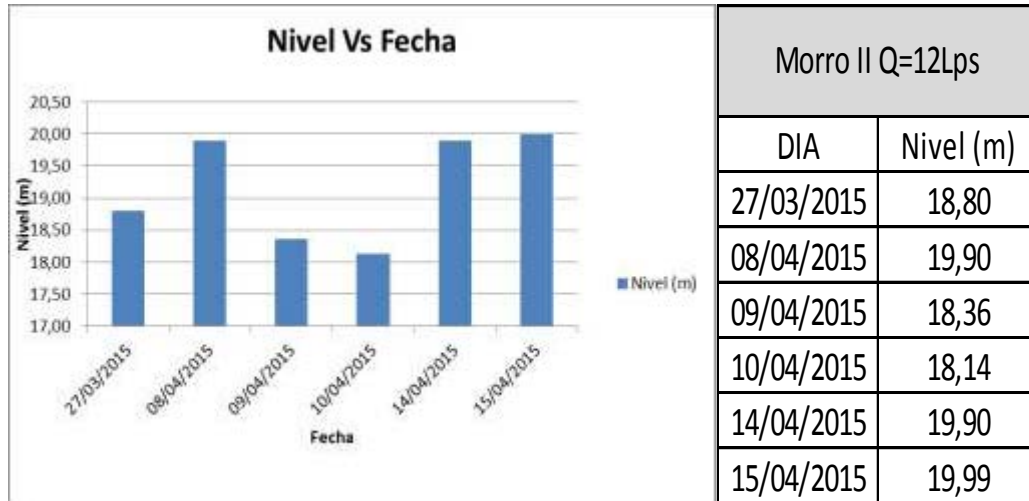


Figura 12. Diagrama de Barra Niveles Dinámicos Pozo Morro II Q=12Lps.

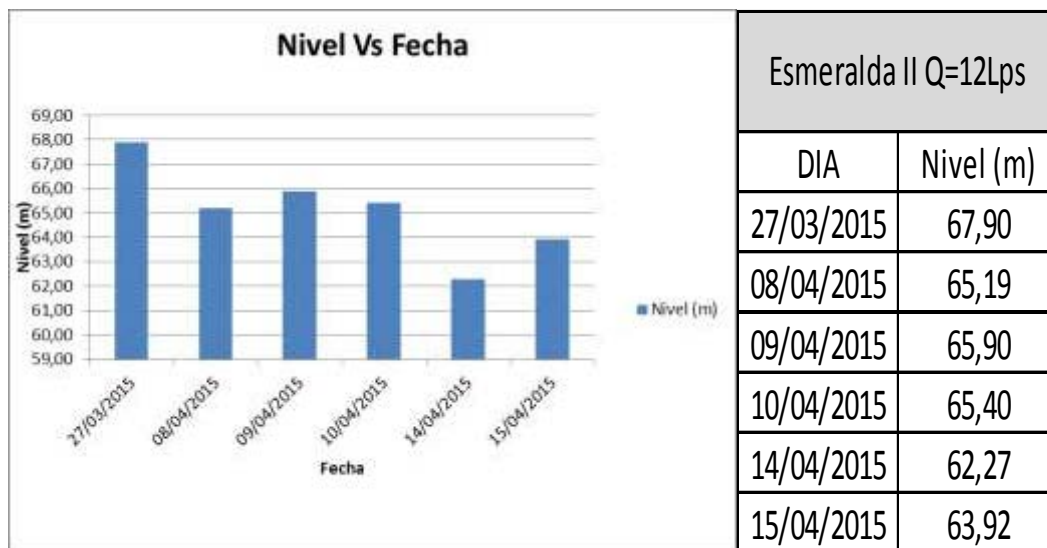


Figura 13. Diagrama de Barra Niveles Dinámicos Pozo Esmeralda II I Q=12Lps.

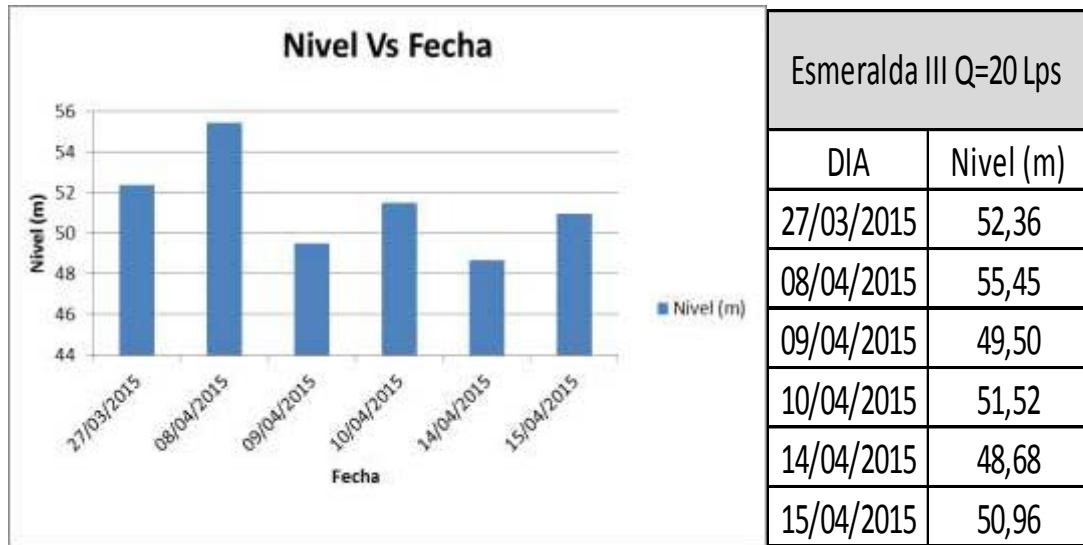


Figura 14. Diagrama de Barra Niveles Dinámicos Pozo Esmeralda III Q=20Lps.



Figura 15. Diagrama de Barra Niveles Dinámicos Pozo Esmeralda IV Q=9Lps.



Figura 16. Diagrama de Barra Niveles Dinámicos Pozo Parque Metropolitano Q=14Lps.

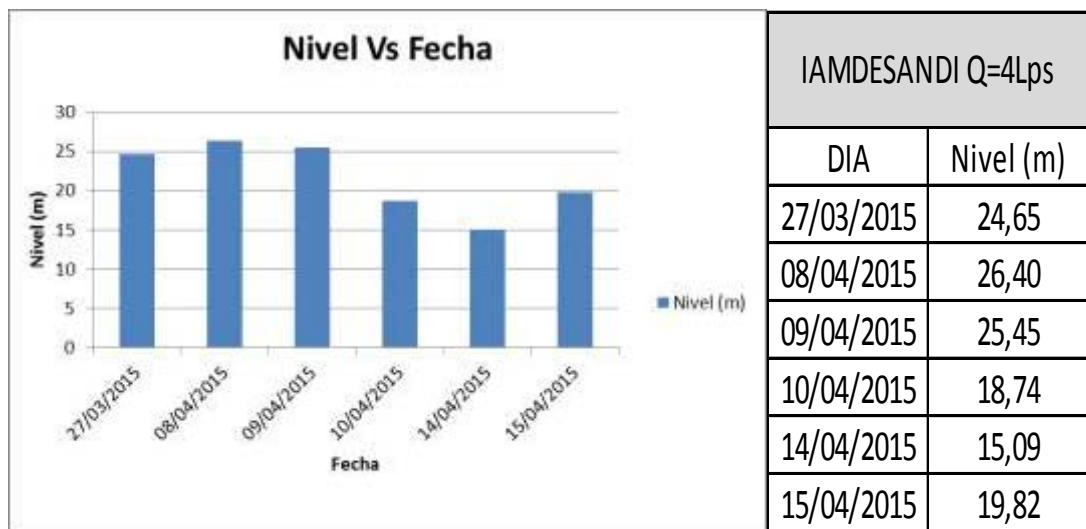


Figura 17. Diagrama de Barra Niveles Dinámicos Pozo IAMDESANDI Q=4Lps.

3. Aplicar modelos matemáticos de estimación de los parámetros hidráulicos Transmisividad y Coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego.

Al realizarse el ensayo a caudal variable se obtuvieron los datos de la **Tabla 3**.

Tiempo (minutos)	Descenso (metros)	Caudal (lps)	Tiempo (minutos)	Descenso (metros)	Caudal (lps)
0	-	0,0000	120	5,91	0,2000
15	1,58	0,0469	135	6,19	0,3062
30	2,75	0,0519	150	6,43	0,3372
45	3,81	0,0551	165	6,56	0,4111
60	4,36	0,0598	180	6,93	0,5458
75	4,82	0,0732	195	7,01	0,7509
90	5,25	0,1154	210	7,17	1,0370
105	5,62	0,1435	225	7,48	2,0000

Tabla 3. Resultados de la prueba de caudal variable

Al aplicar los modelos matemáticos para el cálculo de Transmisividad y el Coeficiente del almacenamiento del acuífero del municipio San Diego. Los resultados obtenidos fueron:

Coefficiente de almacenamiento	Transmisividad (m ² /día)
4,26x10 ⁽⁻⁵⁾	5,50

Tabla 4. Tabla Valores Coeficiente de Almacenamiento (S) y Transmisividad (T).

4. Elaborar mapas piezometricos y de redes de flujo del acuífero del municipio san diego durante el año 2014, en los sectores Centro A, B y C.

En los pozos de estudio, después que se realizó la medición de sus niveles estáticos y dinámicos (**Tabla 5 y 6**), se elaboraron los mapas piezometricos en ambos estados del agua ver **Anexo 7 y 8** (Estático y dinámico), en dicho mapa se refleja el sentido del flujo en la zona central del municipio San Diego y la red del acuífero de estudio.

POZO	NORTE	ESTE	NIVEL
Morro I	1129798	613566	30,89
Morro II	1129903	613992	19,18
Esmeralda II	1130935	612589	65,10
Esmeralda III	1130595	613060	51,41
Esmeralda VI	1131472	612914	45,08
Metropolitano	1130618	613957	14,86
IAMDESANDI	1130979	613796	20,75

Tabla 5. Tabla de Datos de Niveles de Agua con sistema de bombeo encendido (Dinámico).

POZO	NORTE	ESTE	NIVEL
Morro I	1129798	613566	17,23
Morro II	1129903	613992	9,78
Esmeralda II	1130935	612589	18,30
Esmeralda III	1130595	613060	16,92
Esmeralda VI	1131472	612914	15,59
Metropolitano	1130618	613957	7,63
IAMDESANDI	1130979	613796	14,13

Tabla 6. Tabla de Datos de Niveles de Agua con sistema de bombeo apagado (Estático).

Las tablas reflejadas anteriormente, muestran la identificación del pozo de estudio, sus coordenadas UTM y los niveles medidos en ambos estado, con bombeo (dinámico) y sin bombeo (estático), permitiendo la triangulación de la red del acuífero.

ANALISIS DE RESULTADOS

1. Identificar la ubicación geográfica y propiedades geofísicas de los pozos subterráneos en el Municipio San Diego.

Dentro de la zona centro del Municipio San Diego se logró ubicar un total de 18 Pozos de los cuales la mayoría están repartidos entre el sector centro A y centro B (7 y 7 respectivamente), esto puede ser debido a que en estos sectores es donde se logra observar mayor población, es decir, es necesario que existan más pozos para poder abastecer a la población de agua.

En las propiedades geofísicas de los pozos, YUMA III y CARACARA, se pudo observar que el material predominante es la arena y esto puede ser debido a que San Diego en su zona central se destaca por sus bosques bajos, en dicha zona presenta un comportamiento mayormente Arenoso.

2. Describir la variación de los caudales y niveles en pozos del Municipio San Diego durante el año 2014.

Las pruebas realizadas demostraron el alto consumo existentes en la zona centro A, debido a los altos desniveles que se pronunciaron con el bombeo constante. En comparación con las otras zonas cuyos desniveles o desgaste del agua, no arrojo valores tan elevados, sin embargo se observo que en los pozos que tienen igual caudal de bombeo el cual fue suministrado por HIDROCENTRO, Ministerio del Ambiente y La Alcaldía de San Diego su nivel dinámico varía mucho entre ellos, cuando en teoría deberían ser similares ya que la diferencia de cota entre los pozos está entre 1 metro y 5 metros máximo, así que la diferencia de nivel entre los pozos de igual caudal de bombeo debería estar aproximadamente entre 1 y 5 metros también, esta variación tan grande entre los niveles de los pozos podría ser causado por que los caudales de bombeo suministrado no coincidan con lo que realmente estén bombeando los pozos.

3. Aplicar modelos matemáticos de estimación de los parámetros hidráulicos Transmisividad y Coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego.

Los resultados de los parámetros hidráulicos obtenidos se compararon con los valores indicados en las **Tablas 7 y 8**.

Material del acuífero	Funcionamiento del acuífero	Valor de S
Acuíferos kársticos: Calizas Dolomias	Libre	0,02 – 0,06
	Semiconfinado	10^{-3} - 5×10^{-4}
	Confinado	10^{-4} - 5×10^{-5}
Acuíferos porosos intergranulares: Gravas Arenas	Libre	0,05 – 0,15
	Semiconfinado	10^{-3}
	Confinado	10^{-4}
Acuíferos kársticos y porosos: Calcarenitas	Libre	0,15 – 0,18

Tabla 7. Valores Típicos de Coeficientes de Almacenamiento (S). Fuente: Collazo (2012), Nociones Básicas de Hidrología Subterránea.

T (m ² /día)	Calificación estimada
T < 10	Muy baja
10 < T < 100	Baja
100 < T < 500	Media
500 < T < 1000	Alta
T > 1000	Media alta

Tabla 8. Valores de Transmisividad (T). Fuente: Collazo (2012), Nociones Básicas de Hidrología Subterránea.

Al compararse los valores obtenidos con los tabulados se observa que nuestro valor de coeficiente de almacenamiento está comprendido entre 10^{-4} y 5×10^{-5} por lo que se dice que es un acuífero kárstico que funciona como confinado. El valor obtenido de transmisividad es menor a 10 por lo que el acuífero tiene una

transmisividad muy baja, es decir, el volumen de agua que atraviesa una banda de acuífero de ancho unitario en la unidad de tiempo y bajo la carga de un metro es realmente baja.

4. Elaborar mapas piezométricos y de redes de flujo del acuífero del municipio san diego durante el año 2014, en los sectores Centro A, B y C.

Al observarse los mapas piezométricos se aprecia que la dirección del agua del acuífero va dirigida desde el Noreste al Suroeste (desde menor nivel piezométrico a mayor nivel piezométrico), esta dirección que toma el agua puede ser debida a que en esa dirección podría encontrarse algún río o quebrada donde descarga el acuífero.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

1. Identificar la ubicación geográfica y propiedades geofísicas de los pozos subterráneos en el Municipio San Diego.

Se logró identificar y ubicar la mayor cantidad de pozos, mostrando que el responsable con mayor cantidad de pozos, es el organismo del Estado HIDROCENTRO, ya que poseen en su dominio alrededor del setenta y ocho por ciento (78%) de los pozos ubicados en la zona centro del Municipio San Diego.

Dichos pozos poseen un alto contenido de material arenoso, con cantidades considerables de grava y arcillas, permitiendo gran permeabilidad y el buen funcionamiento y estabilidad de los pozos perforados en el municipio.

2. Describir la variación de los caudales y niveles en pozos del Municipio San Diego durante el año 2014.

A lo largo del tiempo de estudio, y luego de realizarse las pruebas pertinentes, vemos que los pozos localizados en la zona centro sector A, poseen un mayor nivel piezométrico, debido a su ubicación y estar rodeados de zonas residenciales, escuelas, centros comerciales entre otros, dicha zona amerita un bombeo a caudal elevado, en comparación a las otras zonas.

Dado este fenómeno sus niveles de agua se encuentran considerablemente por debajo de los niveles mostrados en la zona centro B principalmente.

3. Aplicar modelos matemáticos de estimación de los parámetros hidráulicos Transmisividad y Coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego.

El acuífero de San diego es calificado como un acuífero Confinado, debido a su valor de coeficiente de almacenamiento.. A demás es un acuífero con una transmisividad calificada como muy baja, es decir, la capacidad que posee el acuífero para ceder agua es poca

4. Elaborar mapas piezometricos y de redes de flujo del acuífero del municipio san diego durante el año 2014, en los sectores Centro A, B y C.

Se logró reflejar de manera satisfactoria los mapas, que reflejan los niveles piezometricos de ciertos pozos de estudio, en cuanto a la red de flujo del acuífero, se pudo determinar que dicha red posee un recorrido de NorEste-SurOeste, dado que el flujo de agua se mueve en dicha dirección y lo niveles van descendiendo en este sentido.

RECOMENDACIONES

1. Mayor atención de los entes competentes (Hidrocentro, Alcaldia del Mcpio. San Diego, Ministerio del ambiente), debido a la falta de cumplimiento de los Capítulos establecidos en la GACETA 2048, principalmente capítulos IV y V.
2. Realizar a demás de mediciones de niveles en los pozos también medir caudales en dichos pozos para saber con más exactitud el caudal con el que se está bombeando el pozo al momento de realizarle su medición.

3. Realizar pruebas de registro a caudal variable, a mayor cantidad de pozos, para lograr estudiar con mayor exactitud como varían los niveles del agua, y así también realizar un mejor cálculo de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento.

4. Lograr obtener más puntos de estudios, para medir niveles estáticos y dinámicos, que lograrían dar como resultado más precisión de acuerdo a como es el comportamiento del flujo y la red del acuífero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Alvarez y Bordones. (2013). *Efectos de la implementación de un sistema de información geográfica para la planificación de la prestación de los servicios de drenaje, agua potable y saneamiento en el Municipio San Diego, Estado Carabobo*. Universidad de Carabobo: Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales – UC (CIHAM).
- [2] Alcaldía del Municipio San Diego, Estado Carabobo. (2013). *Plan de Desarrollo Urbano Local del Municipio San Diego (PDUL)*. Sede Principal: Oficina de Desarrollo Urbanístico. Planos CAD Y JPG. Escala: 1:10000.
- [3] ArcGIS 10.0 (2010). *Menú Ayuda del ArcGIS Desktop*. Empresa ESRI.
- [4] Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología científica*. Quinta edición. Caracas: Editorial Episteme.
- [5] Aular, M. (2012). *Instructivo para la Transcripción de los Proyectos de Investigación*. Universidad de Carabobo.
- [6] Balestrini (2006). *Cómo se elabora el proyecto de investigación*. Caracas: BL Consultores Asociados.
- [7] C.A. Hidrológica del Centro, HIDROCENTRO. (2012). *Aducción de la Estación de Bombeo Castillito – San Diego*. Sede Principal de Guacara. Plano CAD. Escala 1:5000.

- [8] C.A. Hidrológica del Centro, HIDROCENTRO. (2007). *Plan Integral de Saneamiento en los Municipios San Diego – Los Guayos*. Sede Principal de Guacara. Plano CAD. Escala 1:20000.
- [9] Díaz, Fuentes y Marquéz. (2013). *Guía de ArcMap (2010)*. Universidad de Carabobo: Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales – UC (CIHAM).
- [10] Granados. (2002). *Sistema de Información Geográfica para la Planeación del Agua en la Región Paso del Norte*. Centro de Información Geográfica Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- [11] Hernández. (2003). *Metodología de la Investigación*. Tercera edición. México: Mc Graw – Hill.
- [12] Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar (IGVSB). (2013). *Cartografía del Municipio San Diego (YAGUA 6646 IV-NO y VALENCIA 6646-IV-SO)*. Caracas. Cartas Topográficas, formato impreso. Escala: 1:25000.
- [13] Rivera y Patricia. (2006). *Ontología espacio temporal de registro catastral venezolano como base para la creación de sistemas de información territorial*. Universidad de Los Andes.

Anexo A Procedimiento para Definir o Proyectar un sistema de
coordenadas.

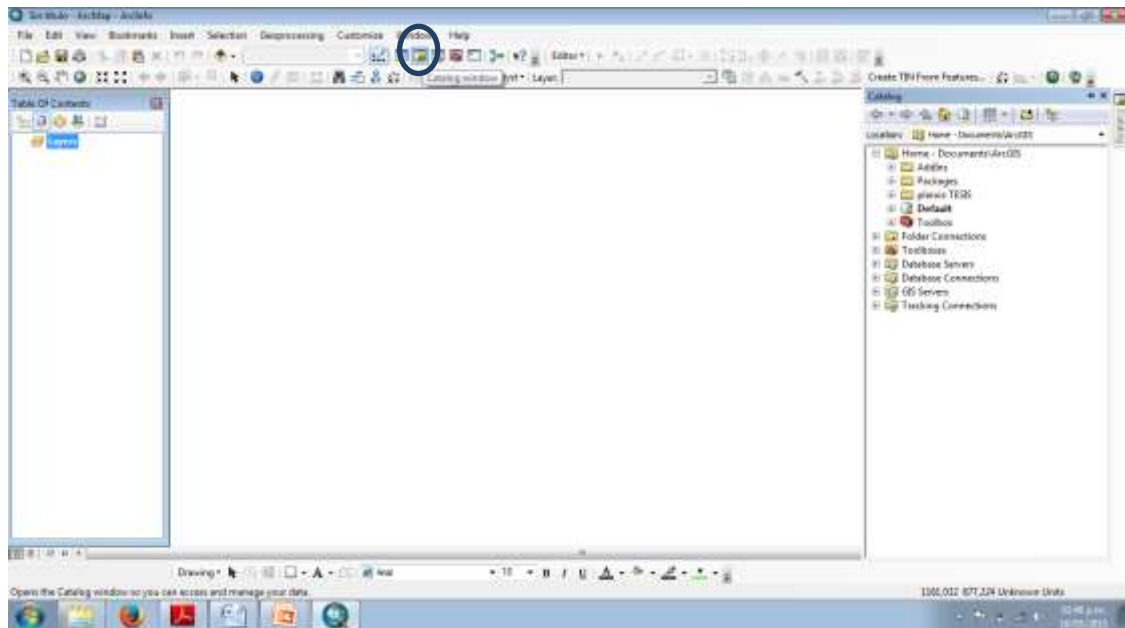


Figura A-1. Abrir ArcMap, clic en Ventana de Catálogo.

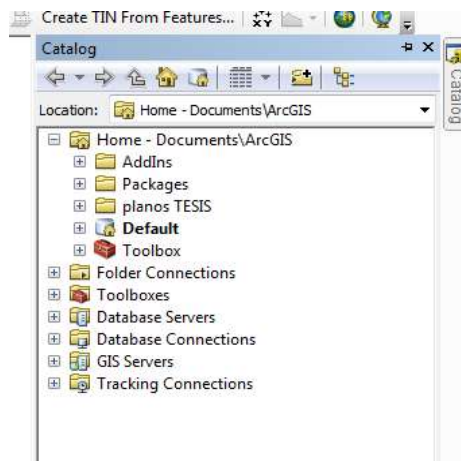


Figura A-2. Ventana de Catálogo.

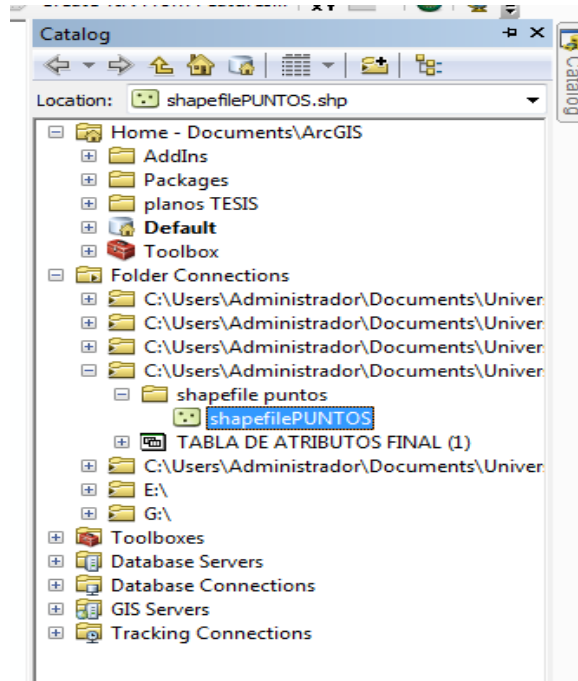


Figura A-3. Clic en la Carpeta de trabajo, clic derecho en el Shapefile de trabajo.

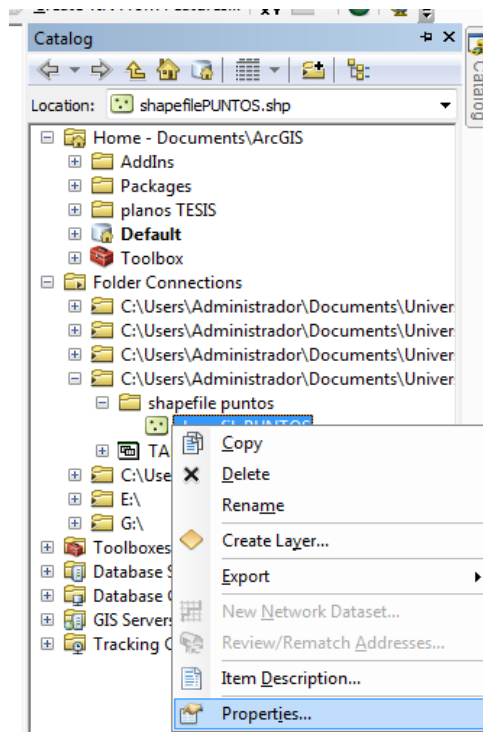


Figura A-4. Clic en Properties...



Figura A-5. Clic en Select...

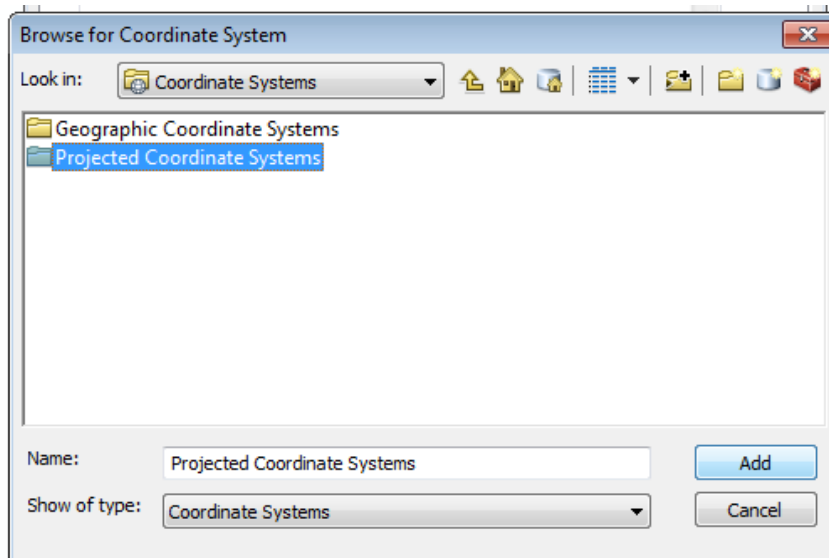


Figura A-6. Clic en Projected Coordinate Systems y clic en add.

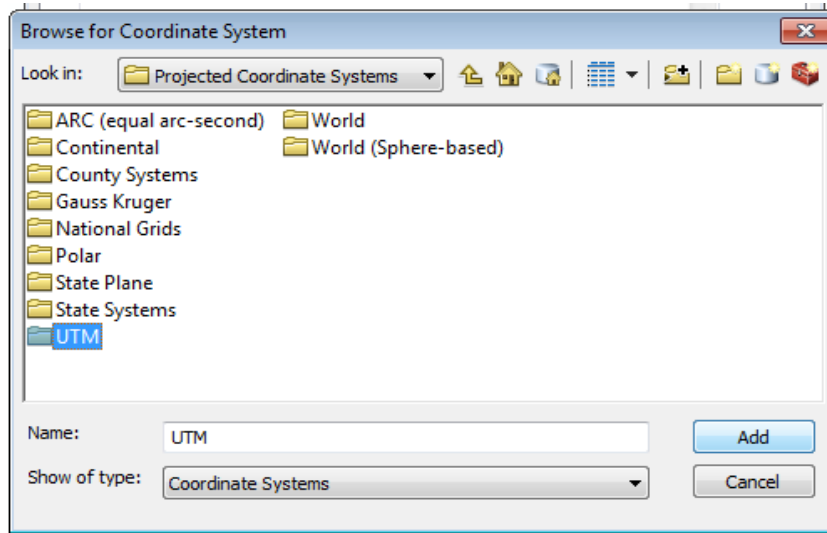


Figura A-7. Clic en UTM y clic add.

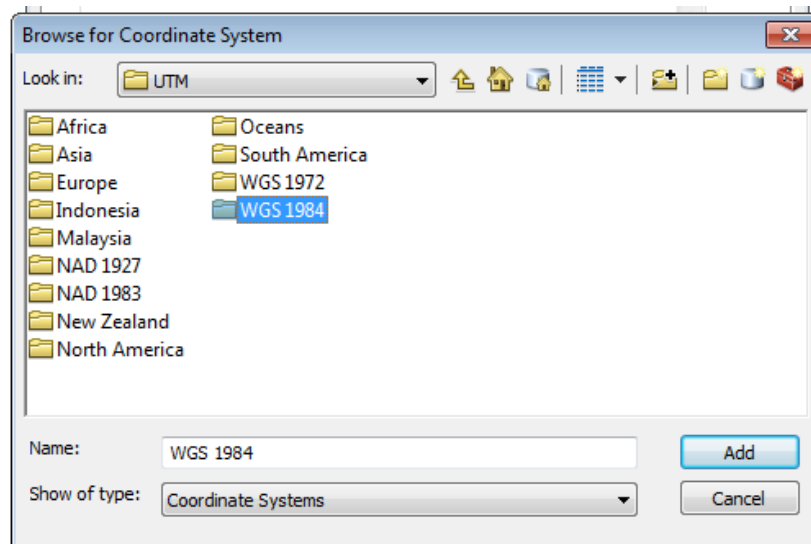


Figura A-7. Clic en WGS 1984 y clic en add.

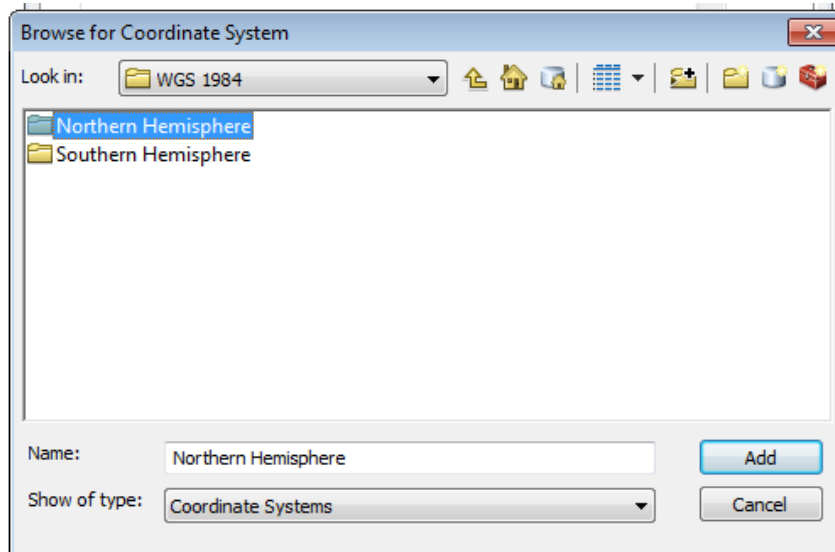


Figura A-8. Clic en Northern Hemisphere y clic en add.

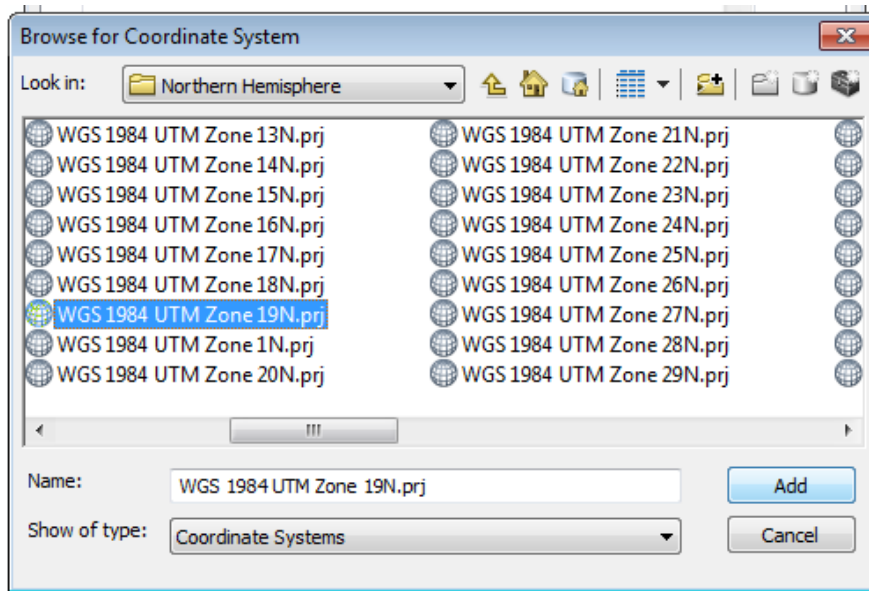


Figura A-9. Clic en WGS 1984 UTM Zone 19N y clic en Add.

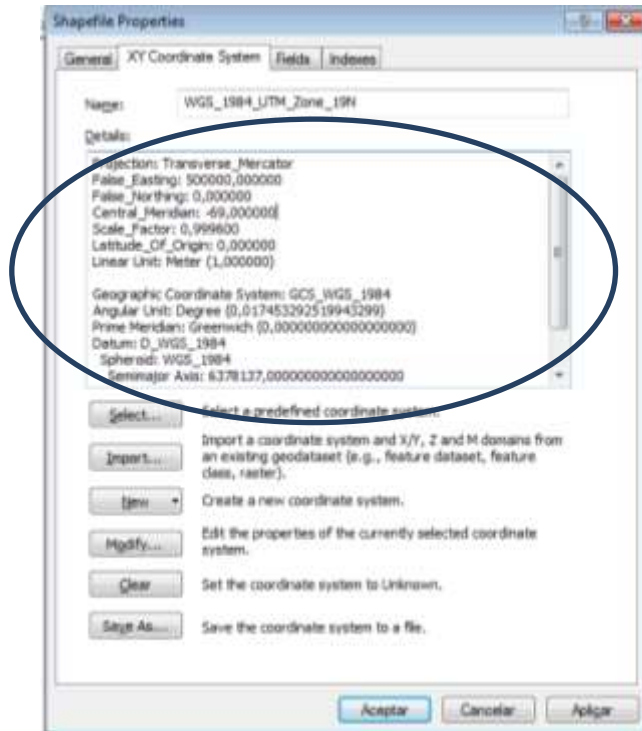


Figura A-10. Clic en Aceptar.

Anexo B Procedimiento para vaciar y dibujar los puntos obtenidos con el GPS en el ArcGIS.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	61596,90	1129790,00	461,00	Metro I	0,00	12,00	30,89	11,23	HIDROGEN	0-			Urb	San Diego	Abasteci						
2	613902,90	1129903,00	470,00	Metro II	0,00	12,00	29,18	0,00	HIDROGEN	0-			Urb	San Diego	Abasteci						
3	614968,90	1131960,00	461,00	Valle de	0,00	12,00	0,00	0,00	HIDROGEN	0-			Urb Valle	San Diego	Abasteci						
4	614472,90	1131794,00	467,00	Valle de	0,00	13,00	27,30	0,00	HIDROGEN	0-			Zonas	San Diego	Abasteci						
5	613367,90	1130431,00	461,00	Esmerald	0,00	30,00	24,00	0,00	HIDROGEN	0-			Urb La	San Diego	Abasteci						

Figura B-1. Vaciado de los puntos con sus respectivos atributos en Microsoft Excel.



Figura B-2. Abrir ArcMap y seleccionar Add Data...

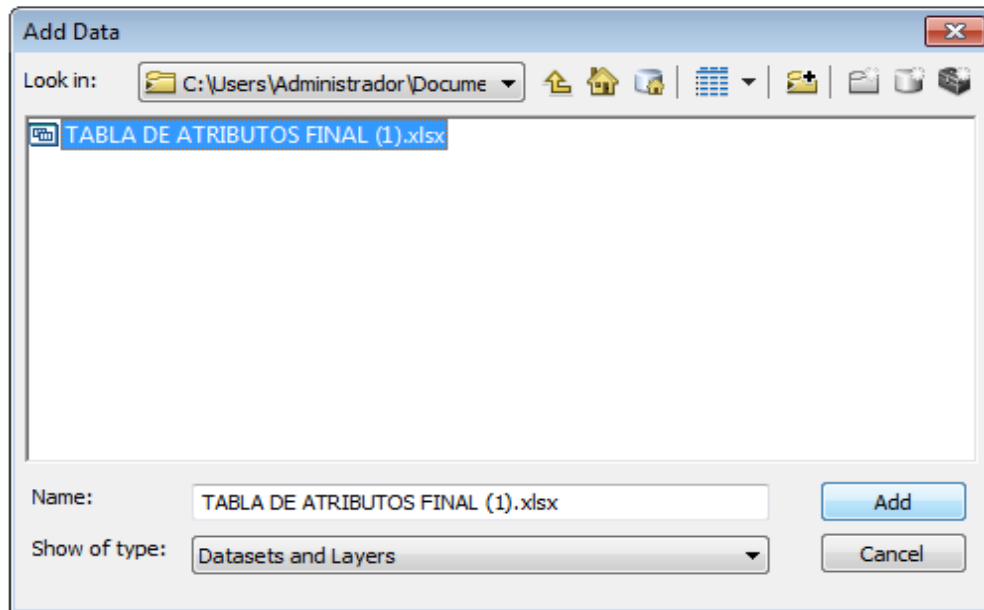


Figura B-3. Doble clic en el archivo de Excel con los puntos vaciados.

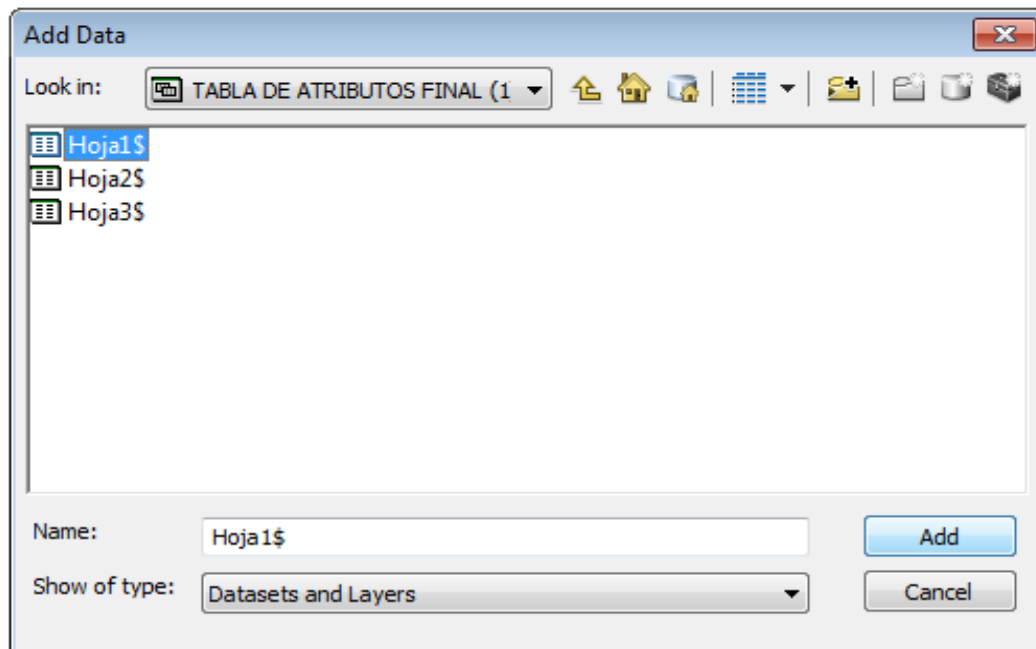


Figura B-4. Agregar la hoja del archivo de Excel donde se encuentren los puntos.

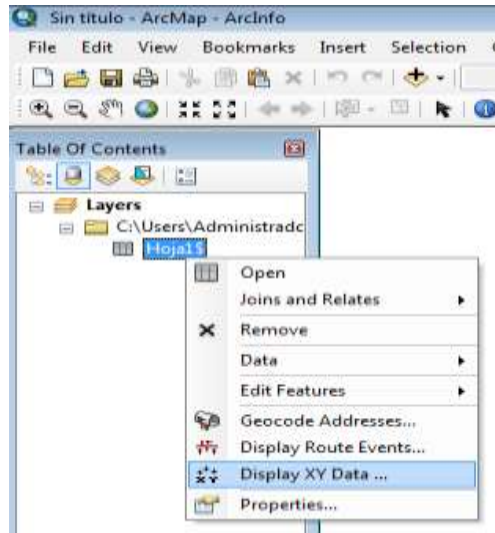


Figura B-5. Clic derecho en la hoja de los puntos mostrada en la Tabla de Contenidos y clic en Display XY Data...

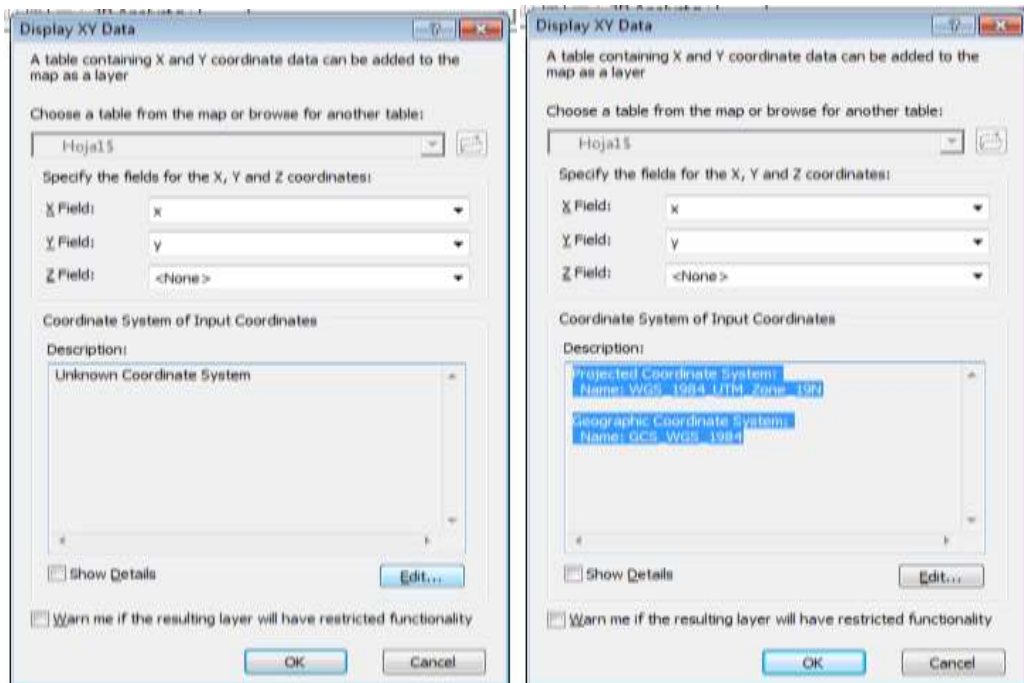


Figura B-6, izquierda. Elección del campo de coordenadas X y Y de la hoja.

Figura B-7, derecha. Elección del sistema de coordenadas (ver Anexo A) .

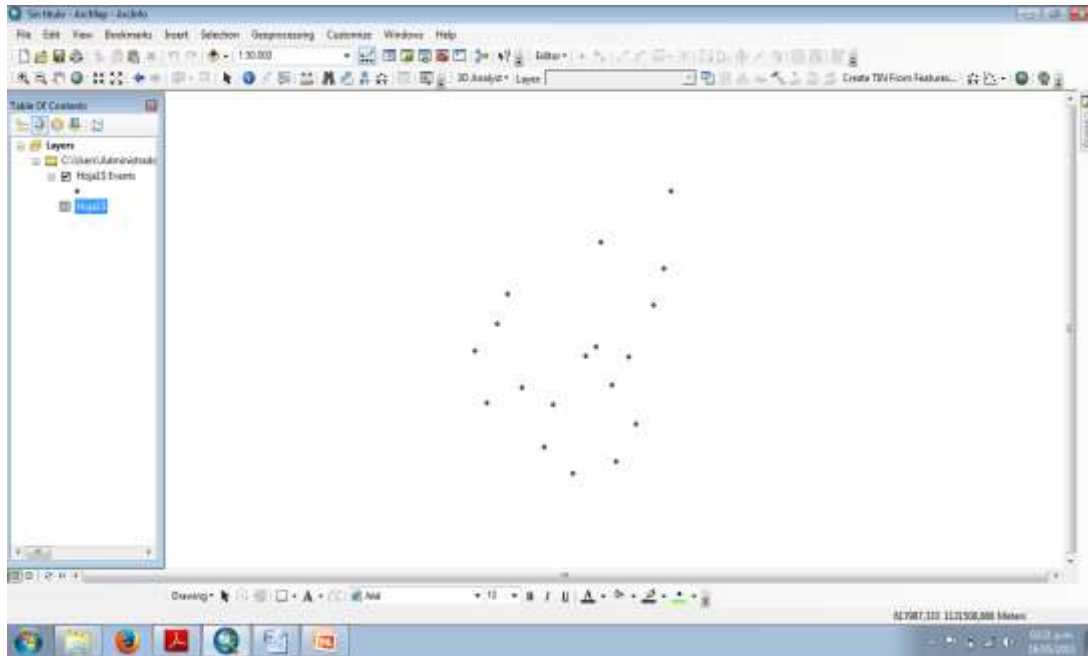


Figura B-8. Visualización de los puntos dibujados en ArcMap.

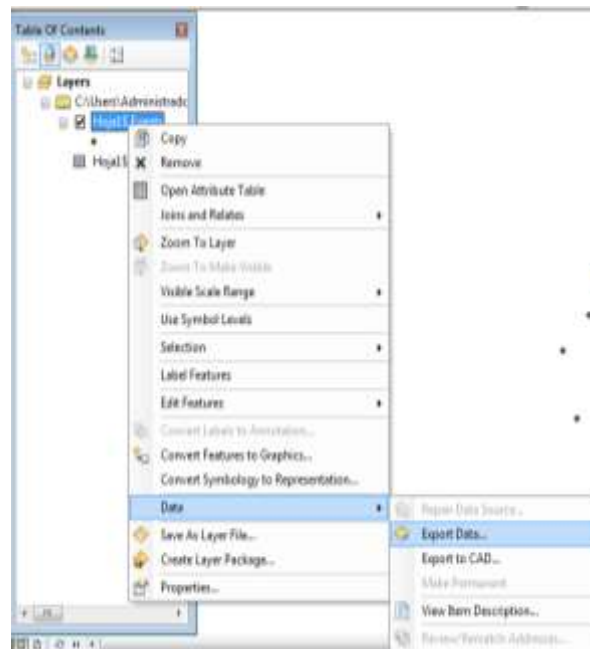


Figura B-9. Clic derecho en el archivo creado en la Tabla de Contenidos, clic en Data y Export Data... para crear el shapefile.

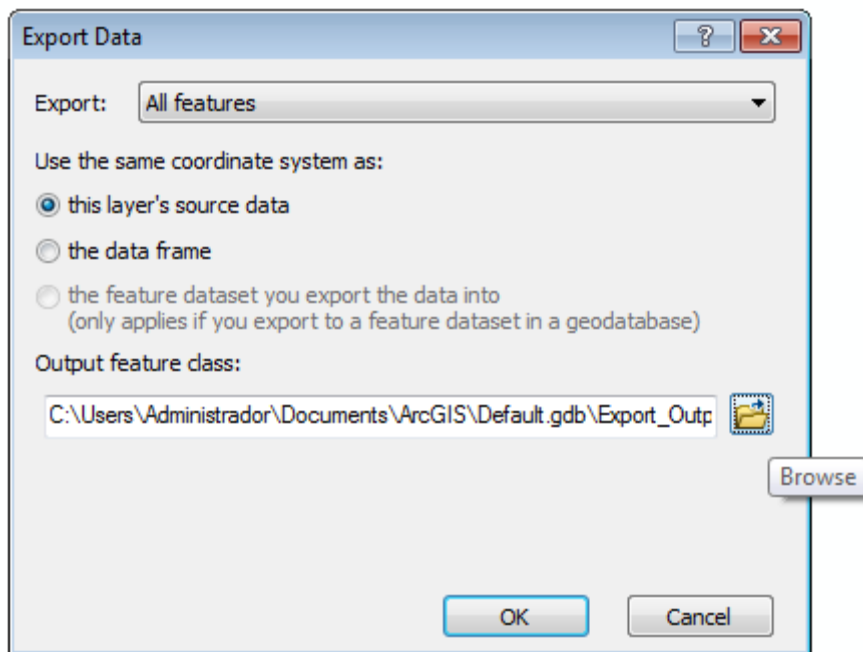


Figura B-10. Seleccionar el icono de la carpeta para definir la dirección del shapefile.

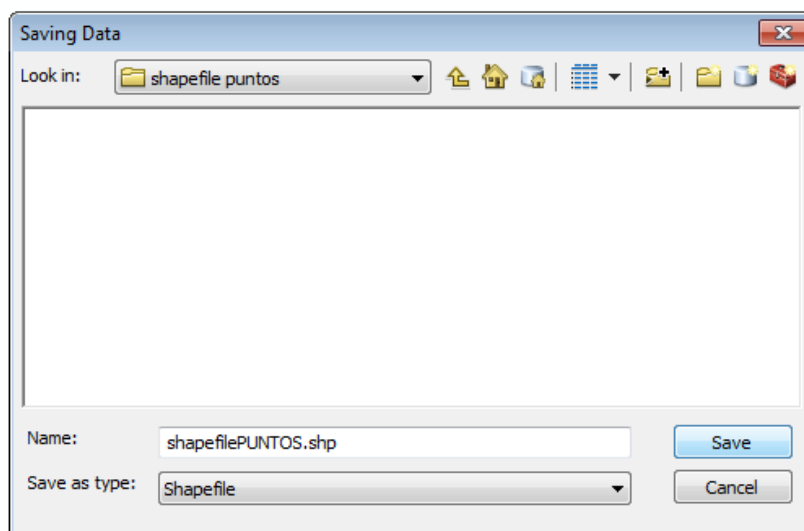


Figura B-11. Elección del nombre del archivo y la carpeta de ubicación del shapefile, clic en guardar y aceptar.

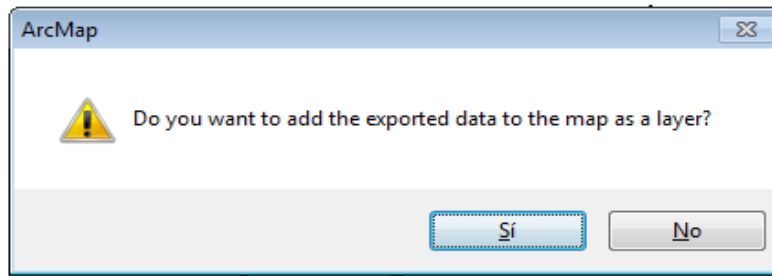


Figura B-12. Clic en Sí.

Anexo C Procedimiento para importar capas de ArcGIS.



Figura C-1. Abrir ArcMap y seleccionar Add Data...

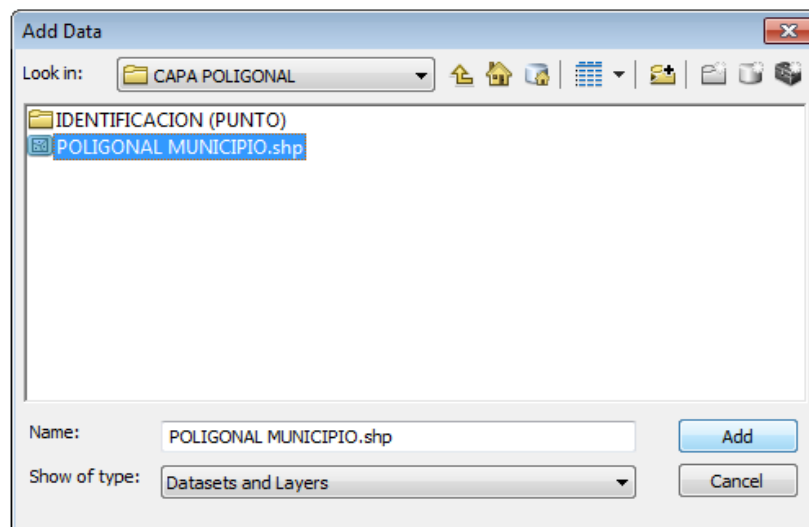


Figura C-2. Ubicar la carpeta de ubicación de la capa ya creada y dar clic en Add.

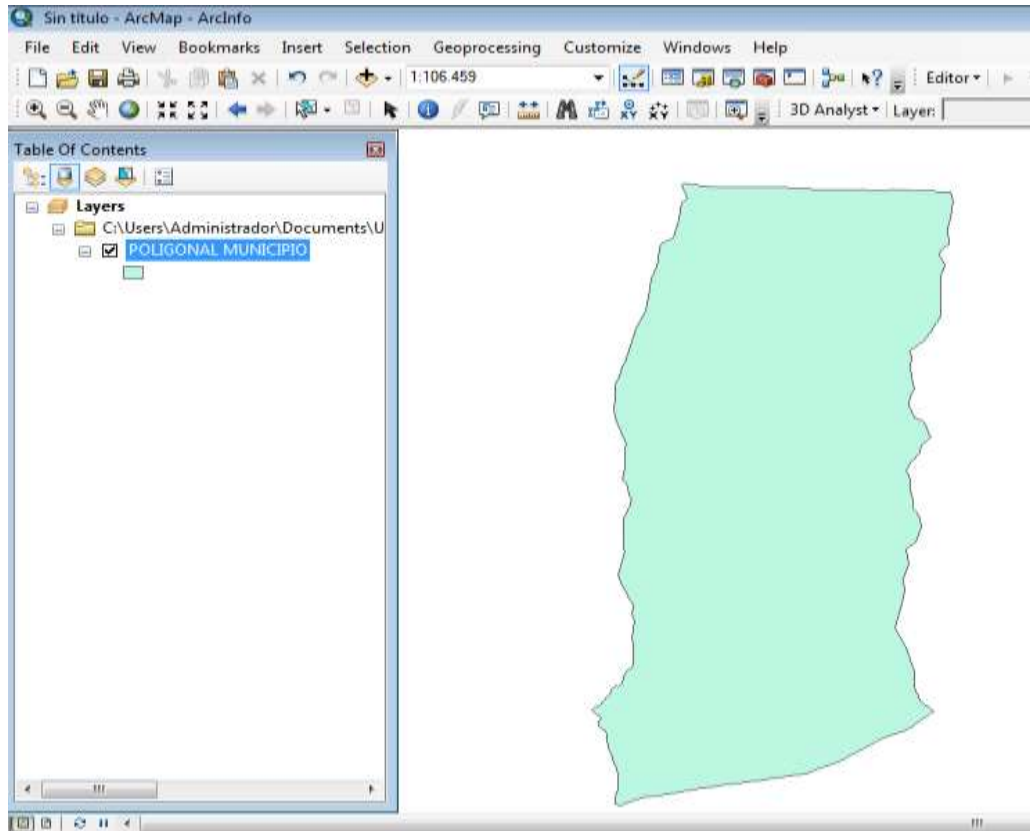


Figura C-8. Visualización de la capa creada en ArcMap.

Anexo D Procedimiento para crear un Shapefile.

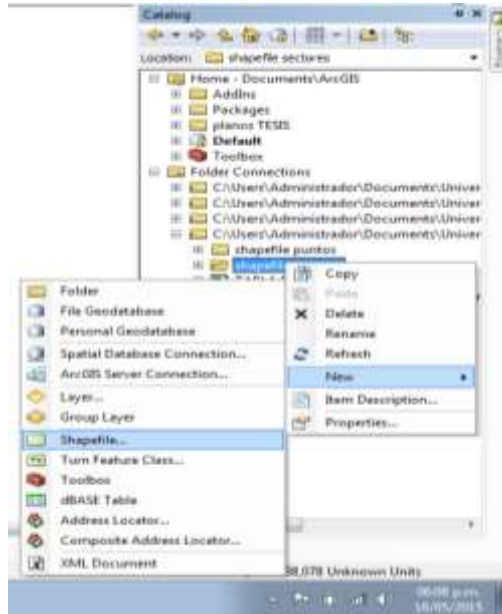


Figura D-1. Clic en Catálogo, clic derecho sobre la carpeta de trabajo (donde se creará el shapefile), clic en New y luego en Shapefile...

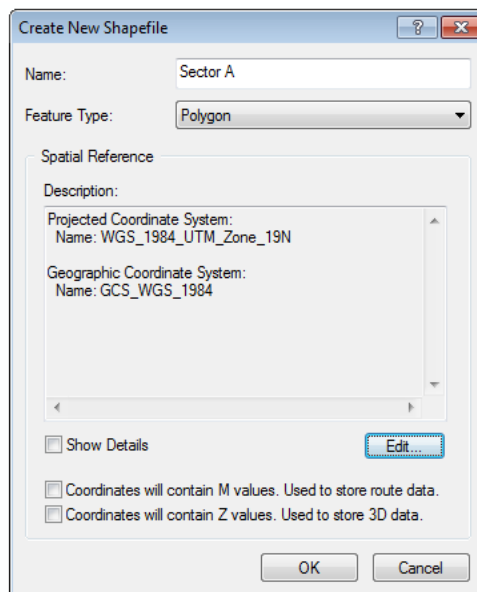


Figura D-2. Seleccionar el nombre y el tipo de entidad de trabajo para el shapefile. Clic en Edit... para proyectar el sistema de coordenadas (ver Anexo A) y clic en OK.

Anexo E Procedimiento para crear los sectores del Municipio San Diego

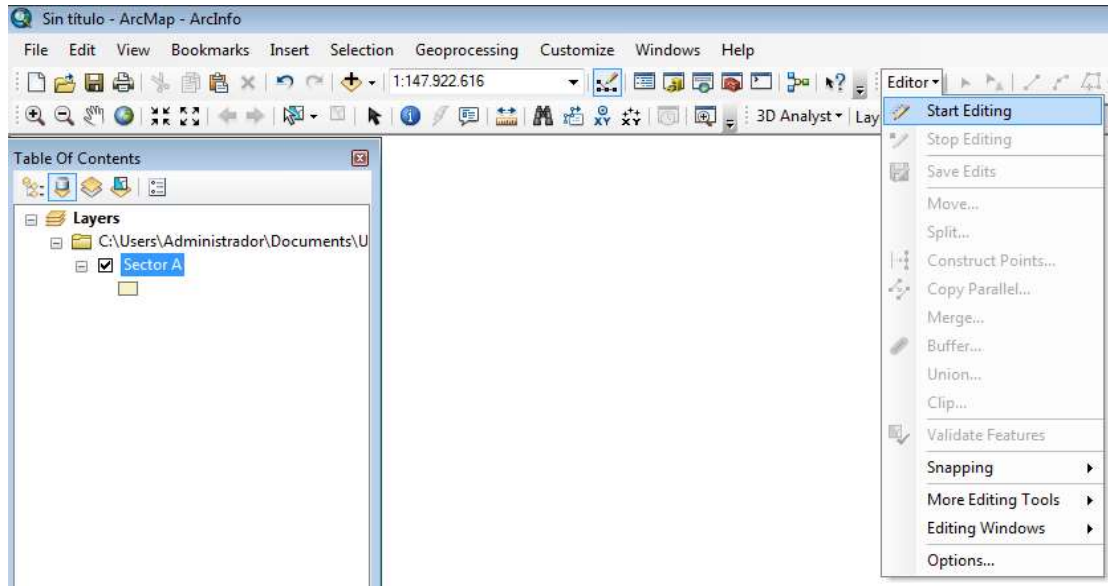


Figura E-1. Se abre el ArcMap y se da clic en Star Editing

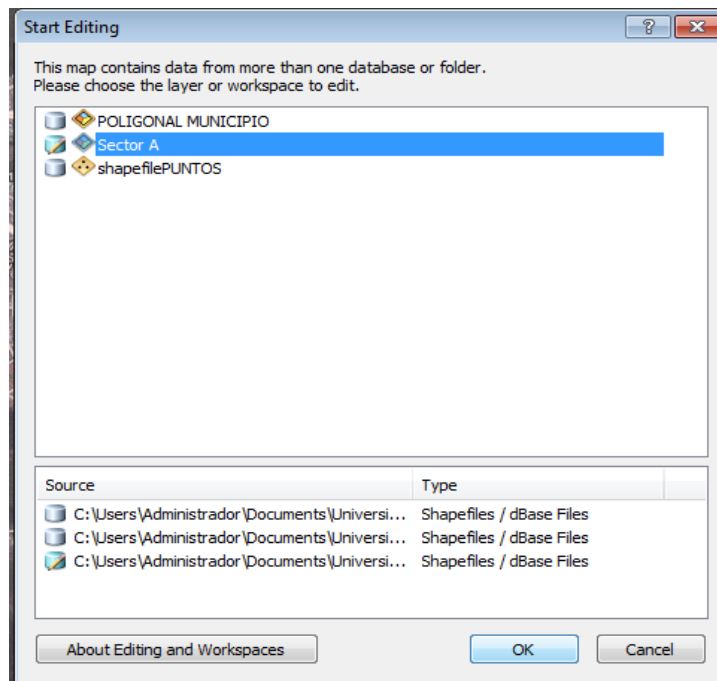


Figura E-2. Clic en el ShapeFile de Sector A creado en el Anexo D y clic en OK.

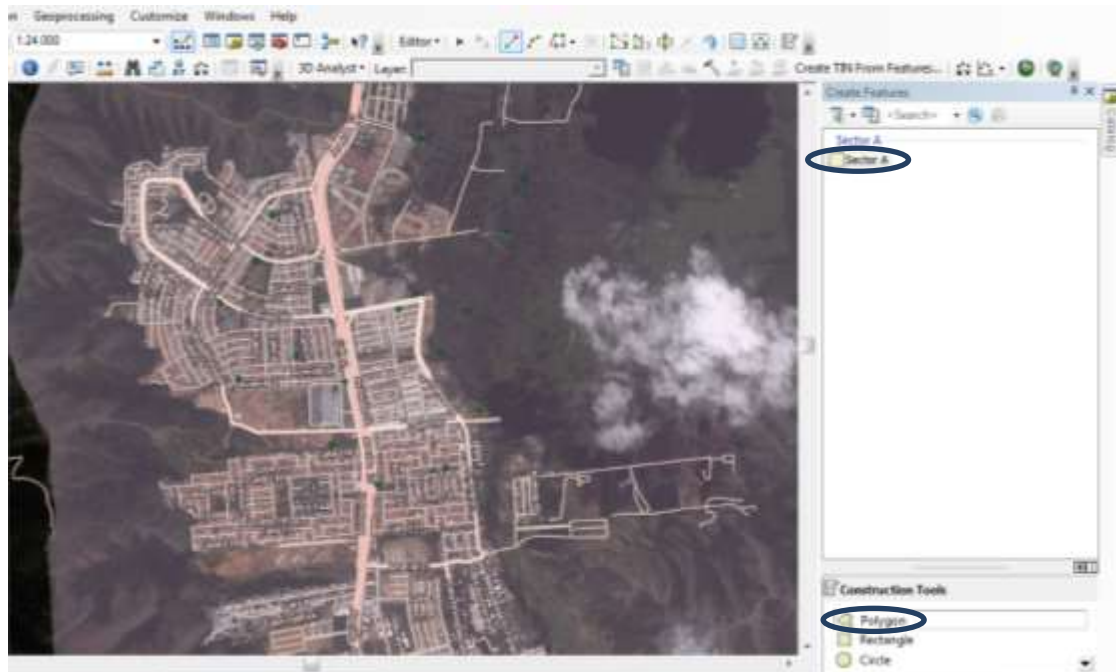


Figura E-3. Clic en el shapefile de sector A y luego en Polygon.

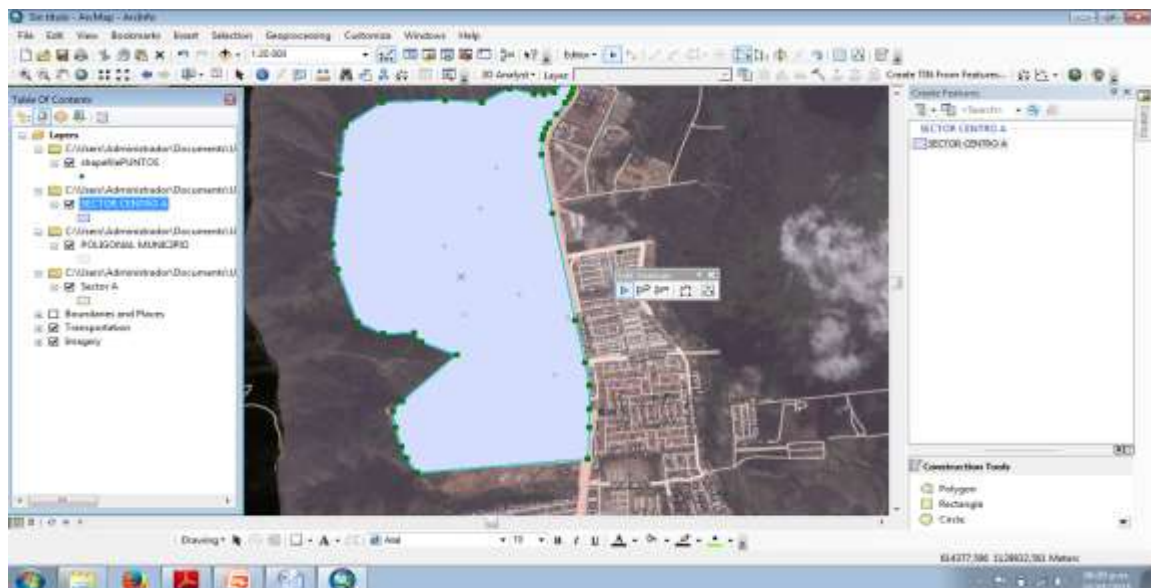


Figura E-4. Clic en primer punto sobre la polilínea, selección de Trazado, dar segundo clic en otro punto y arrastrar el cursor por la polilínea hasta que se genere el sector deseado.



Figura E-5. Para finalizar la edición del polígono se da clic en Finish Sketch.

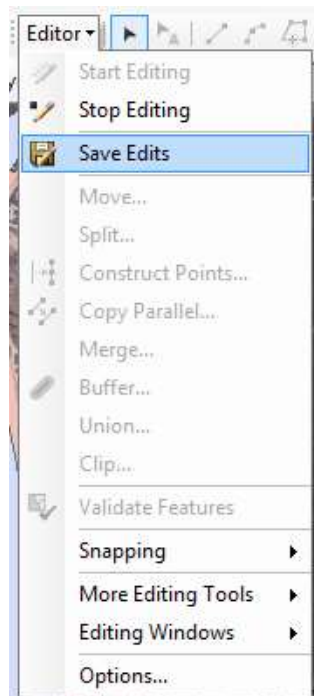


Figura E-6. Se da clic en Save Edits y luego en Stop Editing.

Anexo F Procedimiento para utilizar la imagen satelital del ArcGIS

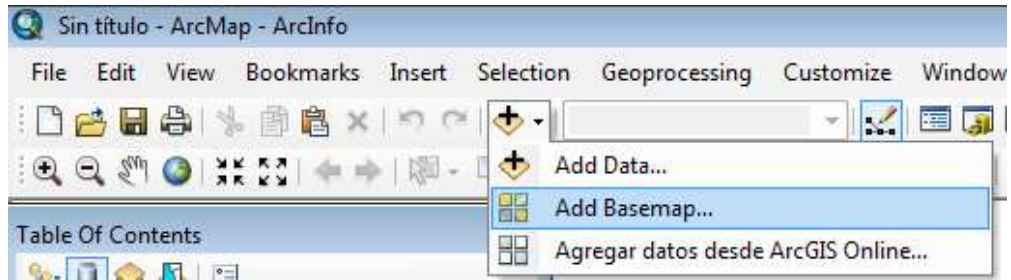


Figura F-1. Se da clic en Add Basemap...

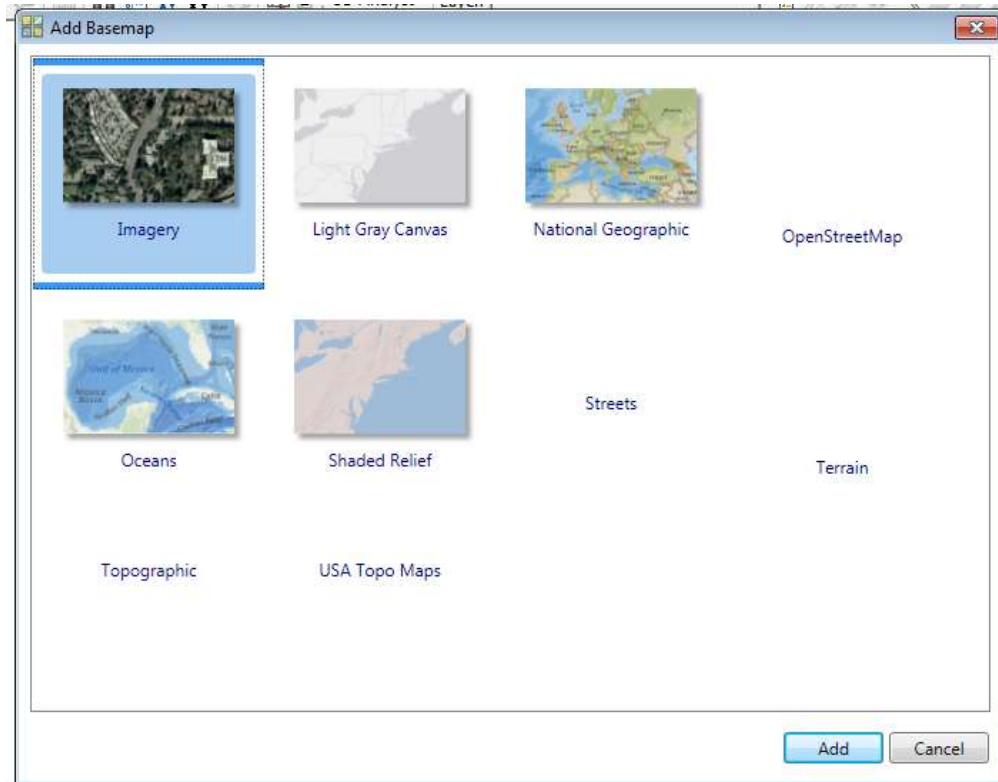


Figura F-2. Se selecciona el mapa con el que se desea trabajar y luego clic en Add.

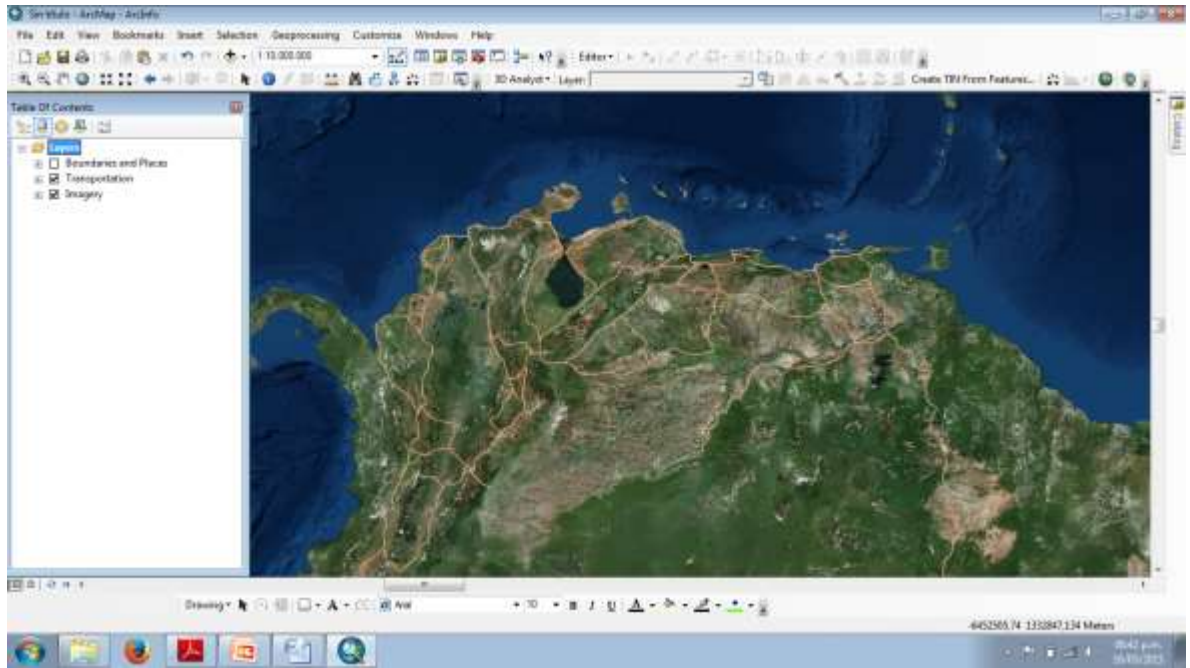


Figura F-3. Visualización de la imagen satelital suministrada por ArcGIS.

Anexo G Procedimiento para importar graficas de Excel al ArcGIS.



Figura G-1. Archivo en Excel de donde se extraerán las graficas.

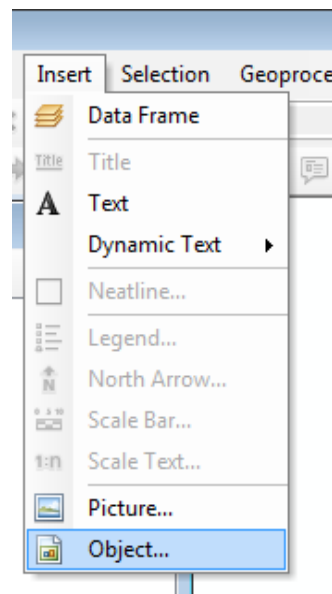


Figura G-2. Se da clic en Insert y luego en Object...

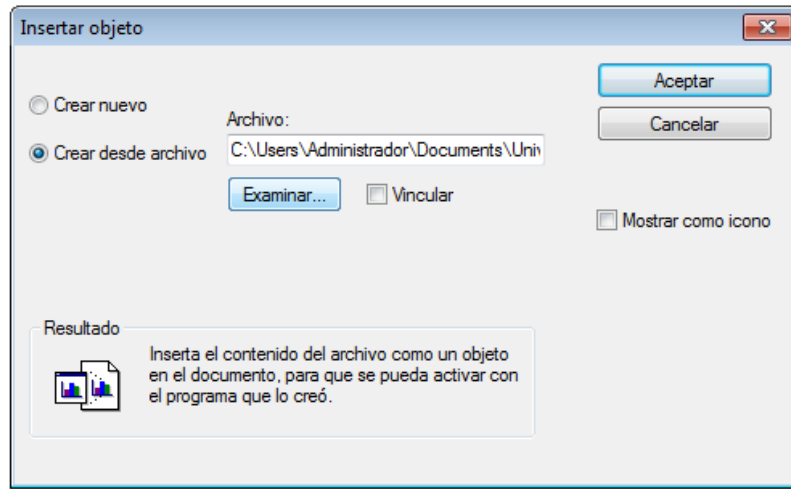


Figura G-3. Se selecciona la opción Crear desde archivo y luego en examinar.

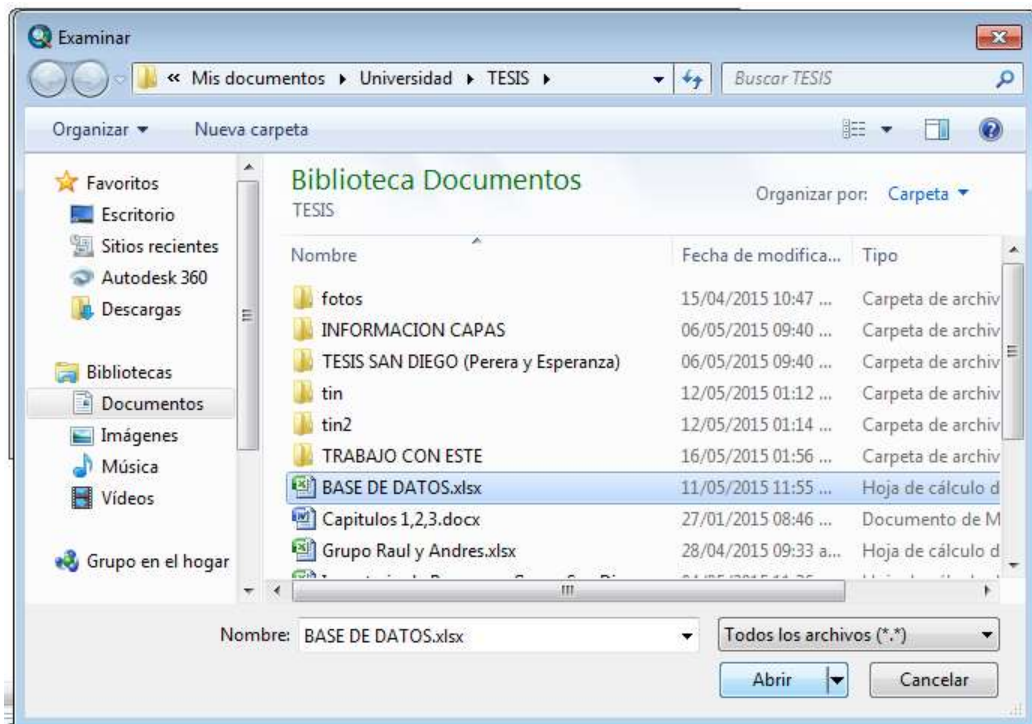


Figura G-4. Se selecciona el archivo en Excel donde se ubican las graficas y clic en Abrir.

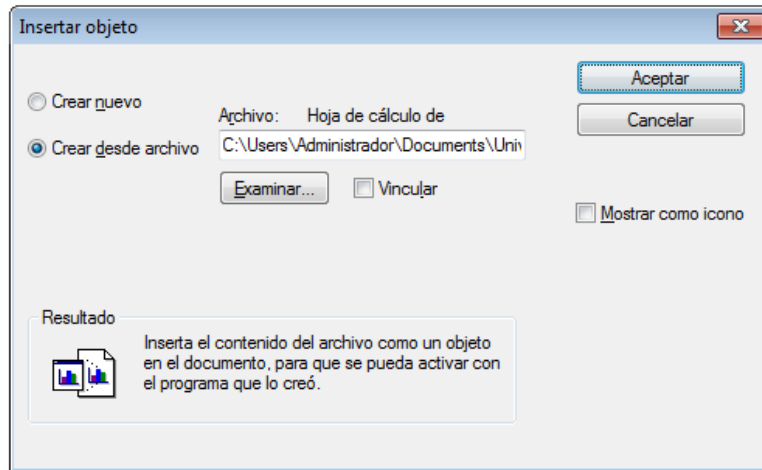


Figura G-5. Clic en Abrir.

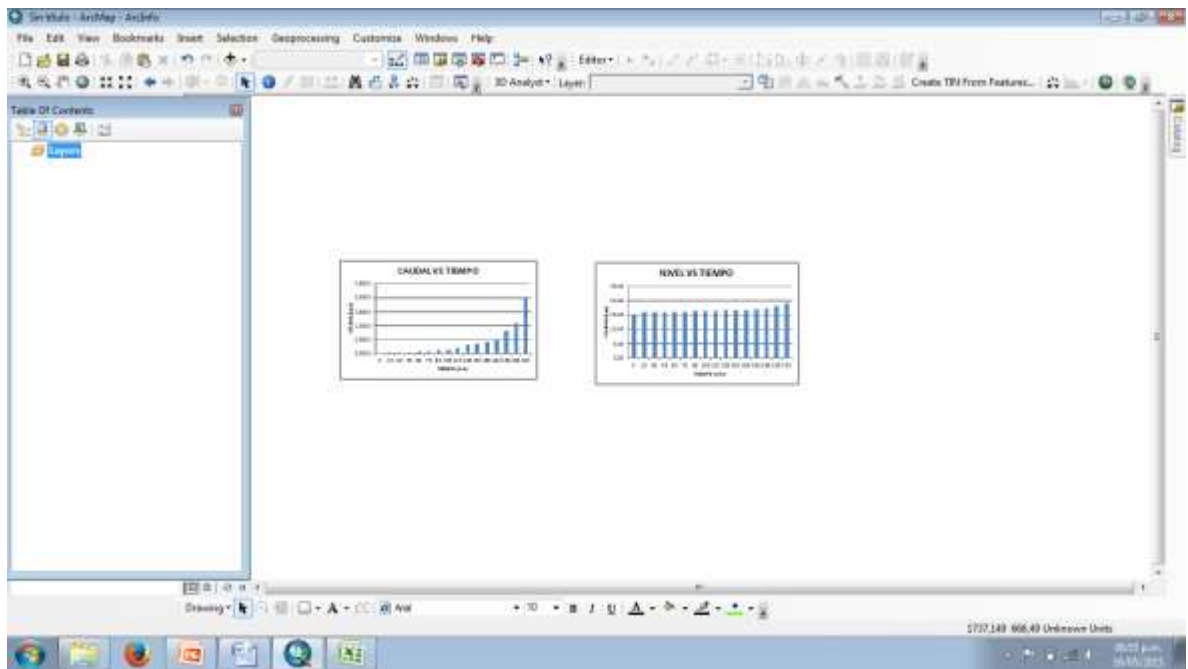


Figura G-6. Se visualizan las graficas importadas desde Excel.

Anexo H Procedimiento para la creación de Superficies

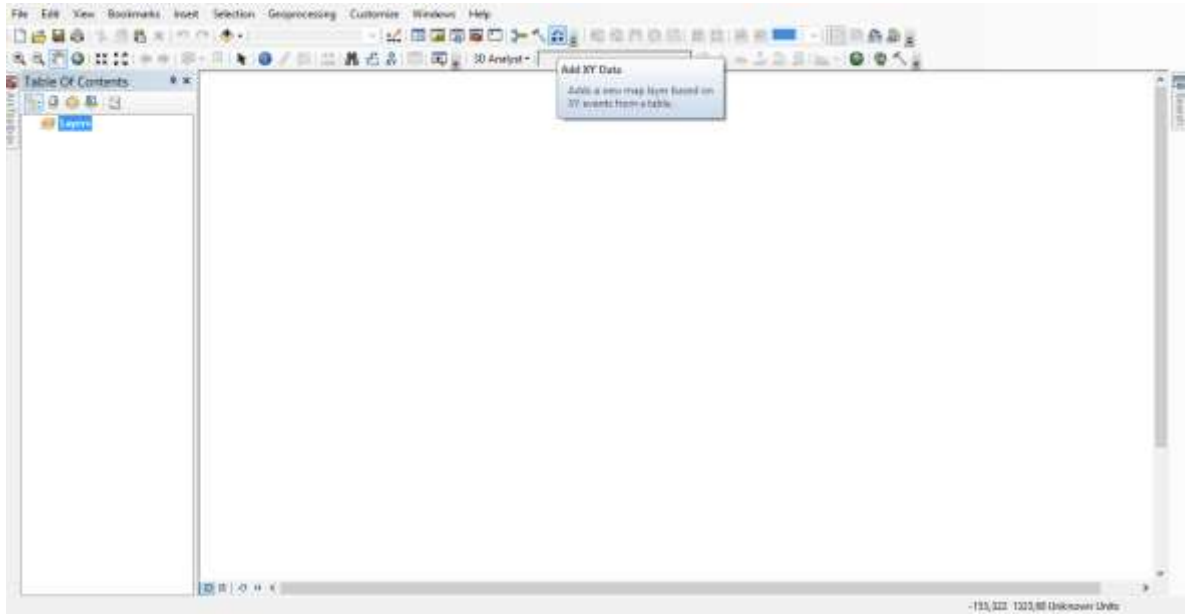


Figura H-1. Click en el icono “Add XY Data”

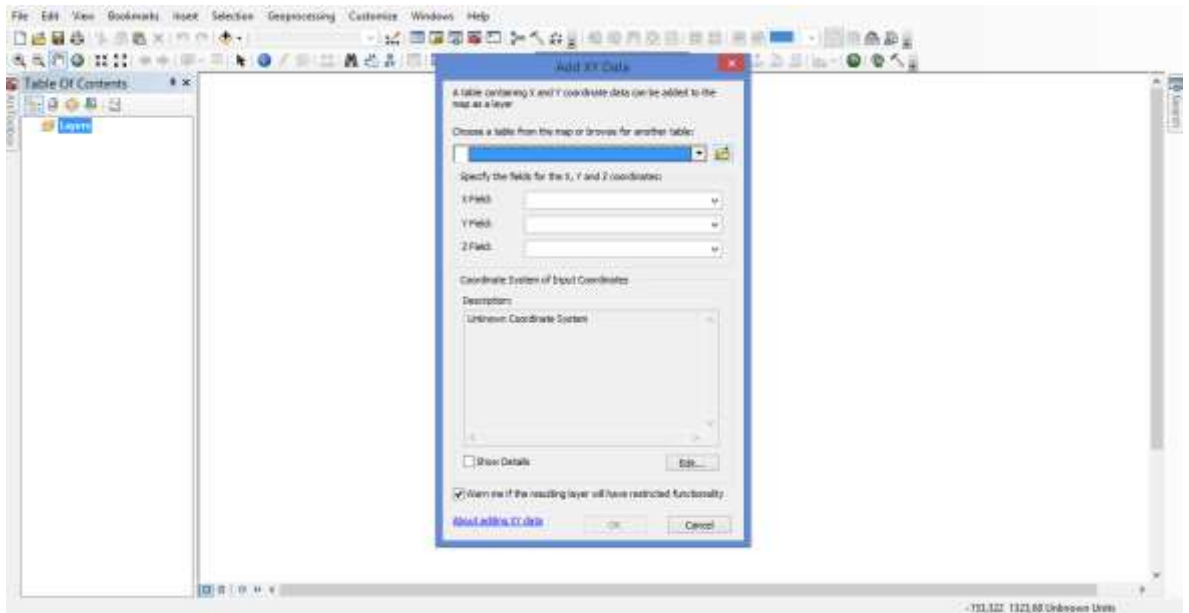


Figura H-2. Buscar el archivo con la base de datos

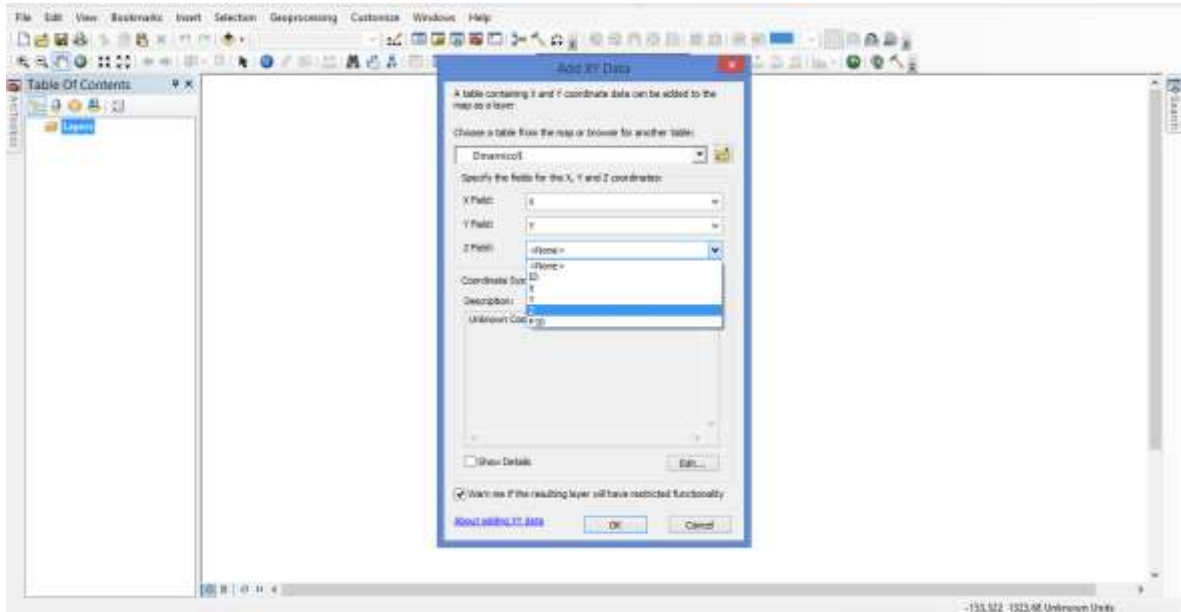


Figura H-3. Después de seleccionado el archivo, escogemos cual será la coordenada X, Y y Z de la base de datos.

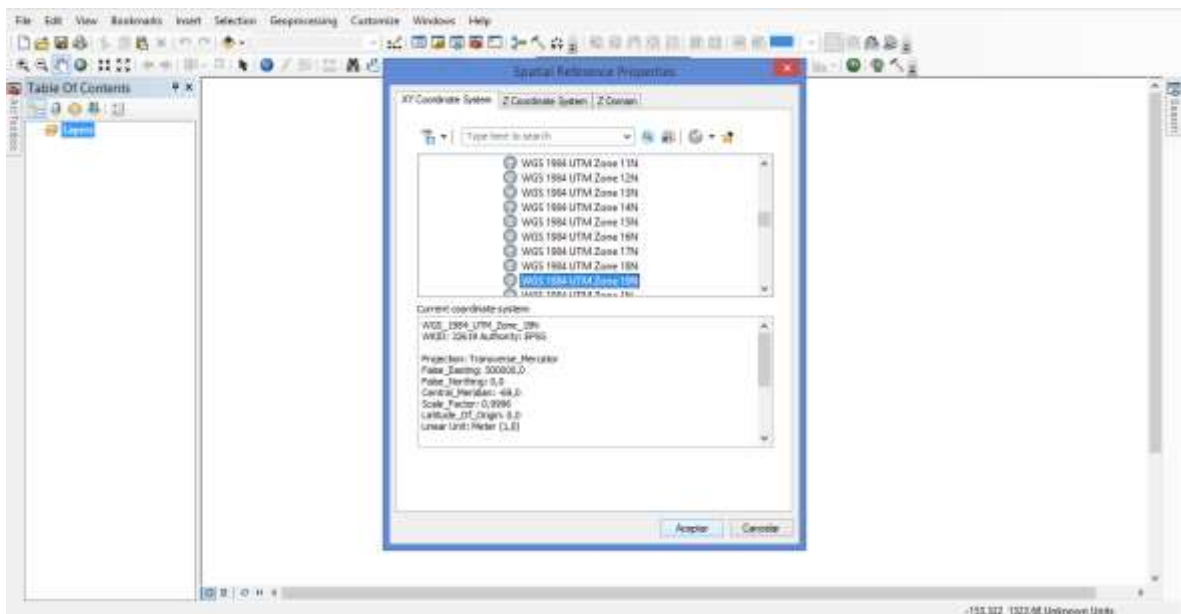


Figura H-4. Seleccionamos la referencia espacial, recordemos WGS 1984 UTM Zone 19N.

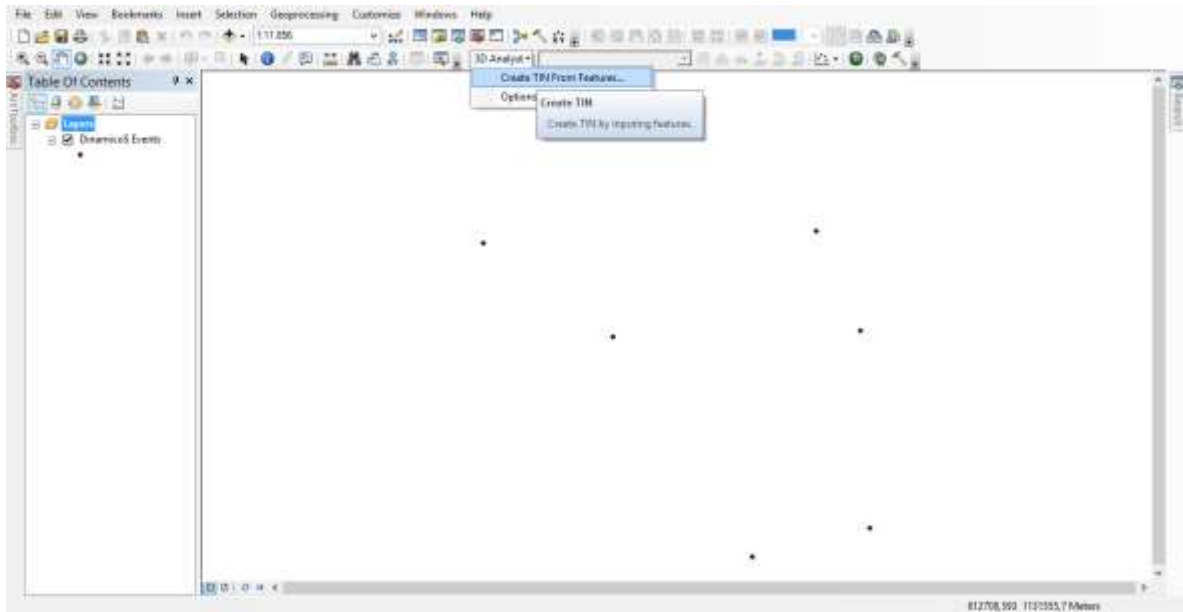


Figura H-5. En la pestaña “3D Analyst” desplegamos y seleccionamos el comando “Create TIN From Features”

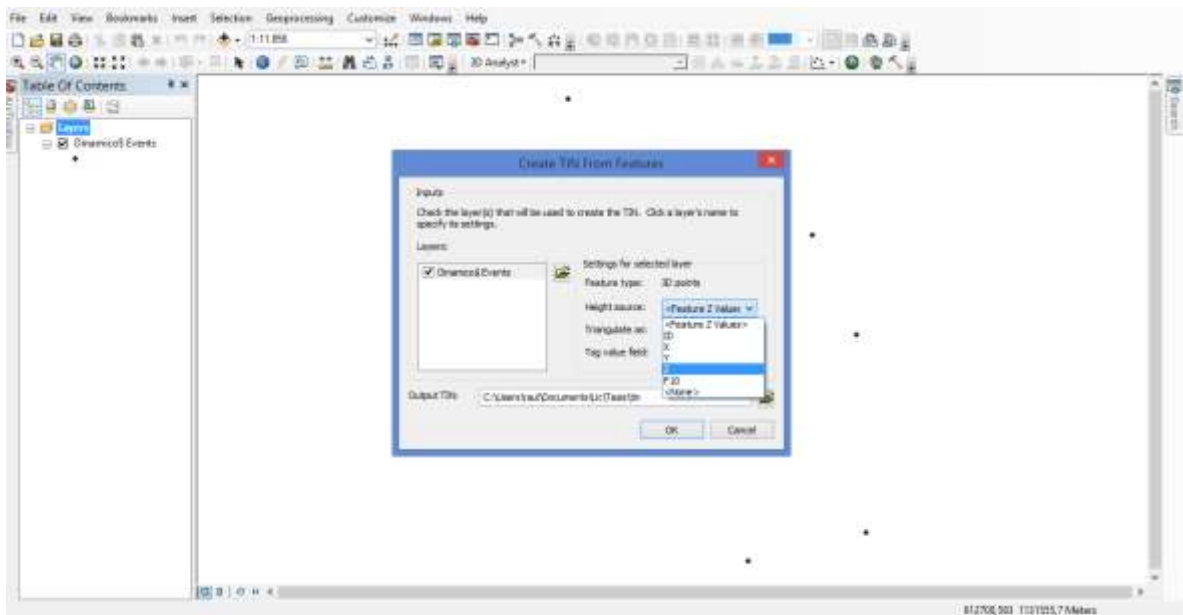


Figura H-6. Seleccionamos el archivo de estudio, y en la casilla “Heigh Source” escogemos la coordenada de elevación (Z).

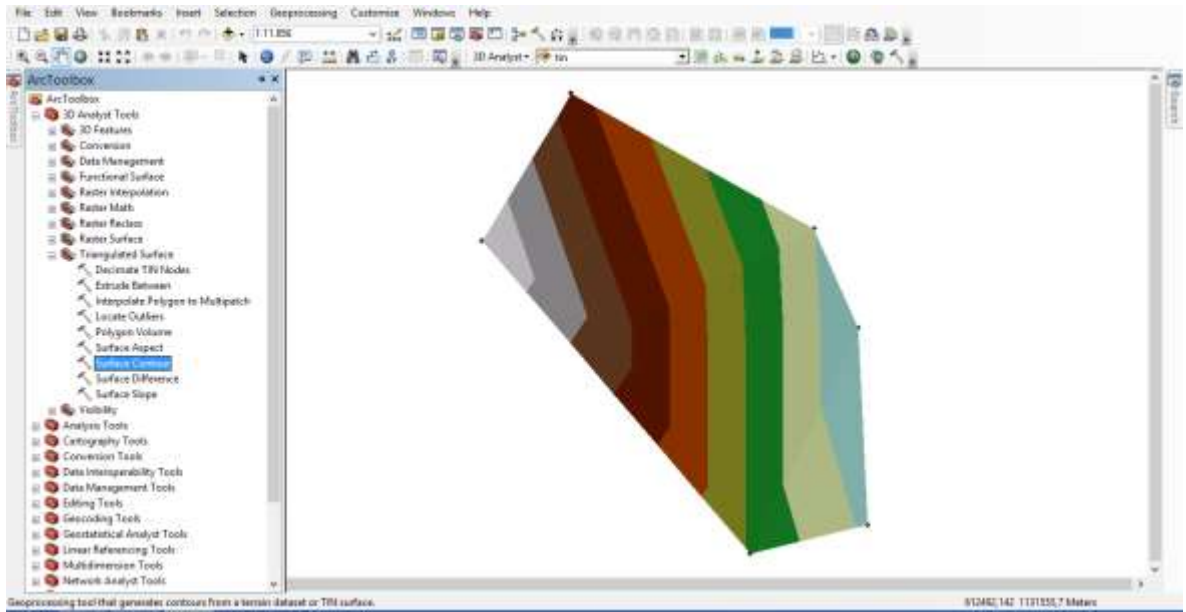


Figura H-7. Después de tener el TIN creado, vamos al comando ArcToolbox, desplegamos y seleccionamos “3D Analyst Tool”, luego “Triangulated Surface”, luego “Surface Contour”.

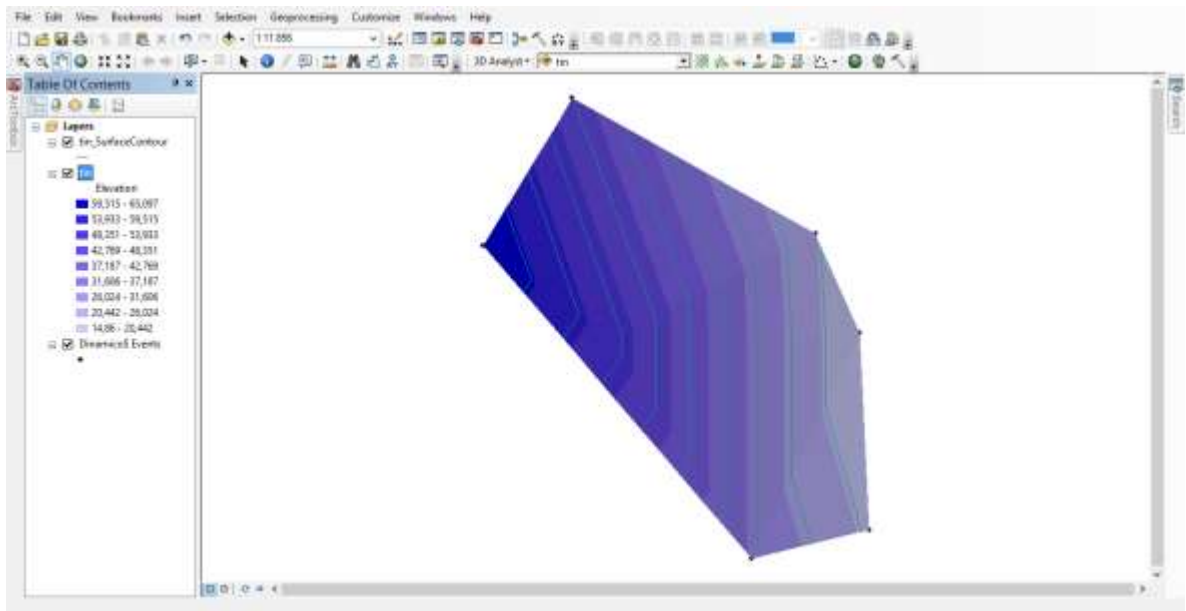


Figura H-8. En la pestaña propiedades de la Capa TIN, se puede editar la apariencia de la superficie de contorno.

Anexo I Procedimiento para la obtención del punto de ajuste en el método de Theis.

Tiempo (minutos)	Descenso (metros)	Caudal (lps)	Tiempo (minutos)	Descenso (metros)	Caudal (lps)
0	-	0,0000	120	5,91	0,2000
15	1,58	0,0469	135	6,19	0,3062
30	2,75	0,0519	150	6,43	0,3372
45	3,81	0,0551	165	6,56	0,4111
60	4,36	0,0598	180	6,93	0,5458
75	4,82	0,0732	195	7,01	0,7509
90	5,25	0,1154	210	7,17	1,0370
105	5,62	0,1435	225	7,48	2,0000

Figura H-1. Se vacían los datos de tiempo y descenso en una tabla.

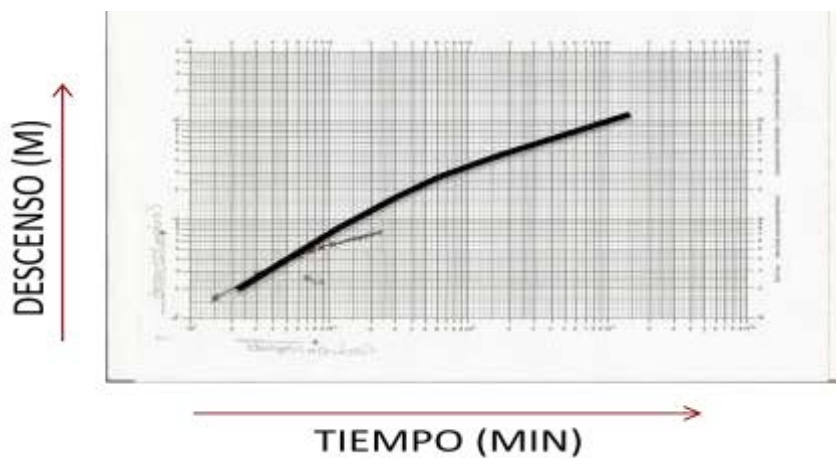


Figura H-2. Se representan los datos descenso-tiempo en un papel doble logarítmico: Tiempos (minutos) en el eje horizontal, descensos (metros) en el eje vertical (curva de campo).

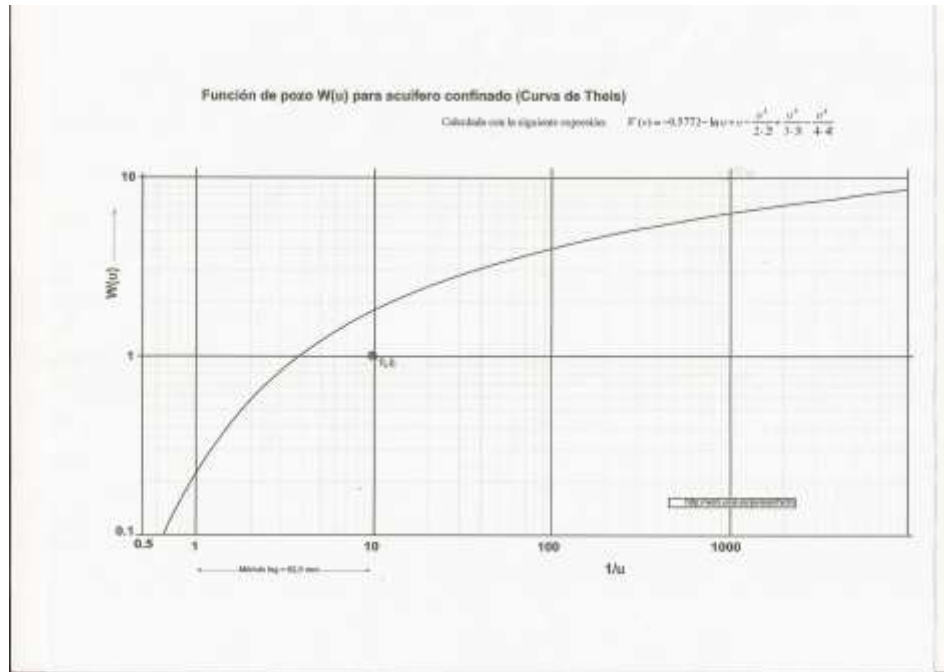


Figura H-3. Grafica función de pozo (Curva de Theis).

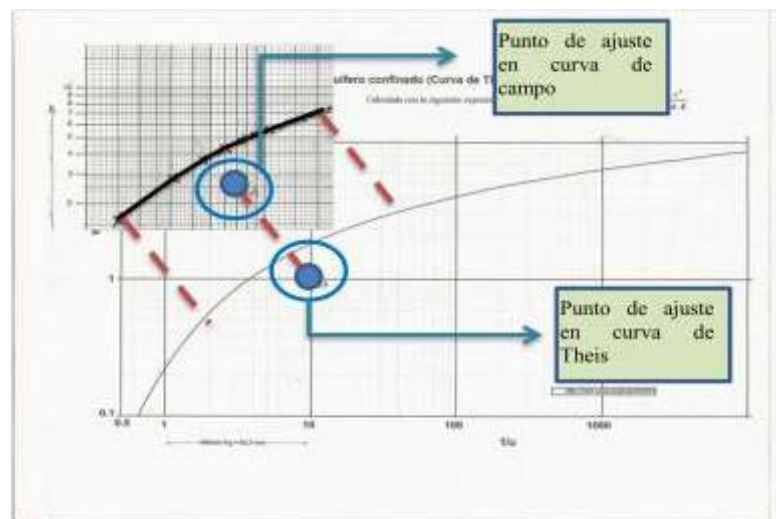


Figura H-4. Se superpone la grafica de la Figura H-2 sobre la Curva de Theis buscando la coincidencia de los puntos de las medidas de campo sobre la línea de la Curva de Theis y se selecciona un punto de ajuste cualquiera.

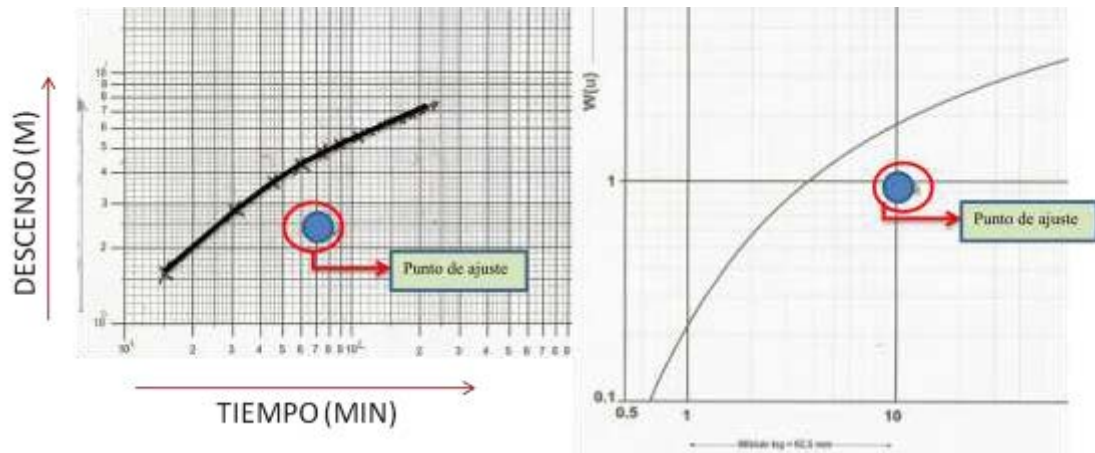


Figura H-5, izquierda. Se marca el punto de ajuste en la curva de campo y se anotan las coordenadas (descenso, tiempo).

Figura H-6, derecha. Se marca el punto de ajuste en la curva de Theis que coincide con el punto de la figura H-5 y se anotan las coordenadas ($W(u)$, $1/u$).

Anexo J Procedimiento para el cálculo de la transmisividad en el método de Theis.

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W(u)$$

Donde:

S: descenso (m), valor obtenido del punto de ajuste en la curva de campo.

Q: Caudal (m^3/dia)

W(u): Valor obtenido del punto de ajuste en la curva de Theis.

T: Transmisividad (m^2/dia)

Figura I-1. Formula de descenso.

$$T = \frac{Q}{4\pi s} W(u)$$

Figura I-2. Formula de transmisividad despejada de la formula de la Figura I-1, se sustituyen valores y se obtiene el valor de Transmisividad.

Anexo K Procedimiento para el cálculo del coeficiente de almacenamiento en el método de Theis.

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

Donde:

u: Valor obtenido del punto de ajuste en la curva de Theis

r: Distancia entre el pozo de observación y el pozo de bombeo (m).

T: Transmisividad (m^2/dia)

t: Tiempo obtenido del punto de ajuste de la curva de campo (minutos).

S: Coeficiente de almacenamiento.

Figura J-1. Formula de u

$$S = \frac{u 4Tt}{r^2}$$

Figura J-2. Formula de coeficiente de almacenamiento despejada de la fórmula de la Figura J-1, se sustituyen valores y se obtiene el valor de coeficiente de almacenamiento.

**Anexo 13 Litología del pozo hacienda Caracaca suministrada por el
Ministerio del Poder Popular para el Ambiente**

Hacienda Caracara
CA6260024A

República Bolivariana de Venezuela | Dirección Estatal Ambiental Carabobo

IDEN	DESC	HAST	LITO	HOU	LAT
CA6260024A	0	12	CAPA VEGETAL Y ARENA FINA	6646	101445
CA6260024A	12	42	ARENA GRUESA	6646	101445
CA6260024A	42	60	GRAVA FINA	6646	101445
CA6260024A	60	66	GRAVA ARCILLOSA	6646	101445
CA6260024A	66	81	ARENA	6646	101445

IDEN	SITIO	PROP	CA	HAST	LITO	HOU	LAT
CA6059002A				40	44	PIZARRA	6645 096900
CA6260005A	San Diego LA CUMACA HDA LA LOPERA	MATTIOLE	CA6061001A	0	1	CAPA VEGETAL	6545 096845
CA6260006A	San Diego LOS HARALES	ACUERUR	CA6061001A	1	4	ARCILLA	6545 096845
CA6260007A	San Diego LA CUMACA	MATTIOLE	CA6061001A	4	22	LAJILLA	6545 096845
CA6260010A	San Diego HDA LA CARACARA	DOMINGO	CA6061001A	22	42	PIEDRA	6545 096845
CA6260015A	San Diego LA CUMACA HDA LA LOPERA	MATTIOLE	CA6061001A	42	45	ROCA	6545 096845
CA6260016A	SAN DIEGO GRANJA HNOS DIAZ	HNOS DIAZ	CA6061001A	0	2	CAPA VEGETAL	6646 100630
CA6260018A	SAN DIEGO HDA HIGUEROTE	HNOS MOF	CA6159001A	2	17	GRAVA Y ARENA FINA	6646 100630
CA6260019A	SAN DIEGO	HNOS MOF	CA6159001A	17	22	ARENA GRUESA	6646 100630
CA6260020A	SAN DIEGO HACIENDA HIGUEROTE	HNOS MOF	CA6159001A	22	41	ARENA Y GRAVA ARCILLOSA	6646 100630
CA6260021A	San Diego LA CUMACA HDA SAN ANTONIO	IGNANCIO	CA6159001A				
CA6260022A	San Diego LA CUMACA HDA SAN ANTONIO	VENANCIO	CA6159001A				
CA6260023A	San Diego LA CUMACA HDA SAN ANTONIO	VENANCIO ORIA		615837	1136574	615626.00	1136210.00
CA6260024A	SAN DIEGO HDA CARACARA	DOMINGO JIMENEZ		614754	1132792	614543.00	1132428.00
CA6260025A	SAN DIEGO HDA LA CARACARA	DOMINGO JIMENEZ		614904	1133468	614693.00	1133104.00
CA6260026A	SAN DIEGO	DOMINGO JIMENEZ		614995	1133776	614784.00	1133412.00
CA6260027A	SAN DIEGO GJA COLMENA	R MARTINEZ		614595	1134942	614384.00	1134578.00
CA6260032A	VIA SAN DIEGO URB EL MORRO	LA COMUNIDAD		614988	1135711	614777.00	1135347.00
CA6260033A	URB SAN DIEGO RES LA ESMERALDA	LA COMUNIDAD		614564	1135279	614353.00	1134915.00
CA6260060A	HDA YUMA SAN DIEGO-V32	ALBERTO YUDE		613908	1131253	613697.00	1130889.00

Anexo 14 Lista de pozos suministrada por HIDROCENTRO

A. DE DISTRIBUCION Y RECOLECCION
ESTADO CARABOBO
RELACION DE PRODUCCION Y FUNCIONAMIENTO
DE INSTALACIONES DE POZOS, ESTADO CARABOBO.
ZONA IV
MUNICIPIO: SAN DIEGO
MES: MARZO 2015

FUENTE SUBTERRANEA (PUNTO)	CAPACIDAD INSTALADA DE PRODUCCION		PRODUCCION PROGRAMADA			PULSOS			PRODUCCION			EFECTIVIDAD DE LA PRODUCCION (%)	EFICIENCIA DE CANTIDAD DE SERVICIO (%)
	CAPACIDAD Litros/Seg (1)	VALOR EN HS/MES (2)	CAPACIDAD Litros/Seg (3)	VALOR EN HS/MES (4)	TIEMPO TOTAL DE SERVICIO PROGRAMADO (HORAS) (5)	N° CANTIDAD DE (6)	DURAS PULSA DE SERVICIO (7)	N° CANTIDAD DE (8)	CAPACIDAD REAL Litros/Seg (9)	VALOR REAL PRODUCCION HS/MES (10)	TIEMPO REAL DE SERVICIO (11)		
Mono I	12,0	32.140,80	9,50	25.444,80	744,00	1	696,00	0	3,00	518,40	48,00	2%	6%
Mono II	12,0	32.140,80	10,00	26.784,00	744,00	0	0,00	0	11,50	30.801,60	744,00	115%	100%
Esmeralda I	20,0	53.568,00	18,00	48.211,20	744,00	0	0,00	0	12,50	33.480,00	744,00	63%	100%
Esmeralda II	12,0	32.140,80	8,00	21.427,20	744,00	0	0,00	0	5,00	13.392,00	744,00	63%	100%
Esmeralda III	20,0	53.568,00	19,00	50.889,60	744,00	0	0,00	0	9,00	24.105,60	744,00	47%	100%
Esmeralda IV	5,0	13.392,00	4,00	10.713,60	744,00	1	744,00	0	0,00	0,00	0,00	0%	0%
Valle de Oro I	12,0	32.140,80	12,00	0,00	744,00	0	0,00	0	10,50	28.123,20	744,00	0%	100%
Esmeralda VI	9,0	24.105,60	5,00	0,00	744,00	0	0,00	0	7,00	18.748,80	744,00	0%	100%
Yuma	22,0	58.924,80	18,00	0,00	744,00	0	0,00	0	22,00	58.924,80	744,00	0%	100%
Valle de Oro II	13,0	34.819,20	12,00	32.140,80	744,00	0	0,00	0	12,50	33.480,00	744,00	104%	100%
Monte Mayor	13,0	34.819,20	12,00	32.140,80	744,00	1	744,00	0	11,00	0,00	0,00	0%	0%
Metropolitano	14,0	37.497,60	9,00	24.105,60	744,00	0	0,00	0	13,50	36.158,40	744,00	150,0%	100,0%
	136,50	271.857,60	8.928,00	8.928,00	8.928,00	3,00	2.184,00	0,00	117,50	277.732,80	6.744,00	102,2%	75,5%
	Litros/Seg	HS/MES	HS/MES	HS/MES	HORAS/MES				Litros/Seg	HS/MES	HORAS/MES		

CIMA-UC

CENTRO DE INVESTIGACIONES MICROBIOLÓGICAS APLICADAS DE LA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO



RIF.: G-20000041-4

**EVALUACION MICROBIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE AGUA POTABLE
CENTRO MEDICO VALLES DE SAN DIEGO**

Registro de Laboratorios Ambientales MPPA Nº 02-057

Registro de INSALUD Nº 284



DIRECCIÓN: CAMPUS BARBULA FRENTE A CONTROL DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA. TELÉFONO:
0241-8679268 / 0241-9909116. CORREO: uma_fcs@uc.edu.ve / cimauc_fcs@hotmail.com

*Tanque de
150 Mil Litros
de Agua.
120,000 Lt.*

Valencia, 08 de Octubre de 2013

Señores

CENBTRO MEDICO VALLES DE SAN DIEGO

Valencia, Estado Carabobo

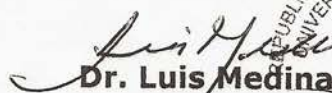
Estimados señores:

Nos es grato dirigirnos a ustedes en la oportunidad de presentarles los resultados de los análisis **MICROBIOLÓGICOS y FÍSICOQUÍMICOS** realizados a la muestra de agua potable, proveniente de la empresa. Dicha muestra fue consignada el 27 de Septiembre de 2013 y procesada en las instalaciones del Centro de Investigaciones Microbiológicas Aplicadas CIMA-UC.

Sin otro particular a que hacer referencia y quedando a sus gratas ordenes para cualquier aclaratoria adicional, nos suscribimos de ustedes

Atentamente,

**CENTRO DE INVESTIGACIONES
MICROBIOLÓGICAS APLICADAS**


Dr. Luis Medina

Director





Personal que participó en la elaboración del informe técnico

Nombre	Cargo	Función	Firma
Dr. Luis Medina	Director General	Gerenciar	
Lcda. Noja Izzeddin	Analista de Laboratorio microbiológico	Procesamiento, análisis de muestras y elaboración de informe técnico	
Lcda. Rosmary Vargas	Analista de Laboratorio Físicoquímico	Procesamiento, análisis de muestras	





ANALISIS MICROBIOLÓGICOS Y FISICOQUÍMICOS DE AGUA RESIDUAL

La captación y consignación de las muestras se realizó por la parte interesada.
La muestra se identifica a continuación:

✓ **IDENTIFICACION DE MUESTRA**

1 Agua de pozo

✓ **TIPO DE MUESTRA**

TABLA N°1. TIPO DE MUESTRA

MUESTRA	INSTANTANEA	COMPUESTA			INTEGRADA	
		PROPORCIONAL AL CAUDAL	A VOLUMEN CONSTANTE	CASO ESPECIAL	EN PERFIL VERTICAL	EN PERFIL HORIZONTAL
1	X					

✓ **CAPTACIÓN**

La modalidad de captación de las muestras se describe en la Tabla N°2,

TABLA N° 2. MODALIDAD DE CAPTACION

MUESTRA	MANUAL	AUTOMATICA
1	X	





✓ **TIPO DE MUESTREO**

En la Tabla N° 3 se muestra el tipo de muestreo

TABLA N°3. TIPO DE MUESTREO

MUESTRA	AGUAS NATURALES					AGUA POTABLE	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	AGUAS INDUSTRIALES	SISTEMAS DE TRATAMIENTO
	RIOS Y CURSOS DE AGUA	ESTUARIOS, AGUAS COSTERAS, MARES Y OCEANOS	AGUAS SUBTERRANEAS	EMBALSES Y LAGOS	SEDIMENTOS DE RIOS, ESTUARIOS, LAGOS Y EMBALSES				
1			X						

✓ **CAPTACIÓN, PRESERVACIÓN Y MANEJO DE LAS MUESTRAS**

En la Tabla N°4 se establece la modalidad de captación, preservación y manejo de las muestras tomadas para la realización de análisis de laboratorio de agua residual

TABLA 4. CAPTACIÓN, PRESERVACIÓN Y MANEJO DE LAS MUESTRAS

MUESTRA	TIPO DE ENVASE		VOLUMEN DE MUESTRA (ml)	PRESERVACIÓN					ANÁLISIS	
	VIDRIO	PLASTICO		HCl conc.	H ₂ SO ₄ conc.	OTRO	REFRIGERACIÓN °C			pH
							SI	NO		
1	X		500						Según Gaceta Oficial 36.395	

✓ **MÉTODOS Y NORMAS**

G. O. 36.395: "Normas Sanitarias de calidad de agua potable"

Los métodos utilizados para el procesamiento se basan en los establecidos en el:
"STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND



✓ **RESULTADOS**

TABLA N°5 .- RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Muestra	Agua de pozo	G. O. 36.395
Aerobios mesófilos UFC/mL	1,7 x 10 ²	<100
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> UFC/100mL	26	Ausentes
Coliformes Totales UFC/mL	37	Ausentes
Coliformes Termorresistentes UFC/mL	<1	Ausentes
Mohos y levaduras UFC/mL	10	Ausentes

UFC/mL: Unidades formadoras de colonia por mililitro de muestra

UFC/100mL: Unidades formadoras de colonia por cada 100 mililitros de muestra

CUMPLE

NO CUMPLE

TABLA N°6.- RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

Parámetros	Agua de pozo	G. O. 36.395
pH	6.4	6.5-8.5
Cloro residual ppm	1.3	<1
Cloruros ppm	5.4	<300
Dureza total ppm	324.8544	<500
Hiero ppm	0.14	<0.3
Nitratos ppm	2.8	<45
Nitritos ppm	0.011	0.03
Sólidos disueltos ppm	293	<1000
Sulfatos ppm	12	<500
Turbidez NTU	0.60	<5



Este informe no debe ser reproducido sin previa autorización.

Registro de Laboratorios Ambientales MPPA N° 02-05

Registro de INSALUD N° 284

**OBSERVACIONES**

- La muestra analizada presentó bacterias de grupo Coliformes como *Klebsiella* spp. y *P. aeruginosa*.
- Es recomendable un tratamiento efectivo para mejorar la calidad del agua.
- En cuanto a los parámetros fisicoquímicos analizados, todos cumplen con lo establecido en la G. O. 36.395.





TABLA N° 7.- METODOLOGIA MICROBIOLÓGICA

Métodos basados en el: Standard Methods for examination of water and wastewater

ENSAYO MICROBIOLÓGICO	METODOLOGÍA
Coliformes totales y termotolerables	Diluciones seriadas y vertido en placa en agar McConkey

TABLA N° 8. METODOLOGIA FISICO-QUIMICA

Métodos basados en el: Standard Methods for examination of water and wastewater

Parámetro	Método	Fundamento
FENOL	*Test 5530 D. Método fotométrico directo	Los compuestos fenólicos destilables con vapor reaccionan con la 4-aminoantipirina a pH $7,9 \pm 0,1$ en presencia de ferricianuro de potasio para formar un tinte de antipirina coloreado. Este tinte se mantiene en solución acuosa y se mide la absorbancia a 500nm.
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	*Test 2540 C. <i>Sólidos disueltos totales</i>	Residuo del filtrado de un volumen determinado de muestra y sometido a secado a 180 °C
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	*Test 2540. <i>Sólidos suspendidos totales</i>	Volumen de muestra filtrado, y posterior secado del papel filtro a 105 °C.



Este informe no debe ser reproducido sin previa autorización.

Registro de Laboratorios Ambientales MPPAN° 02-057
 Registro de INSALUD N° 284

CENTRO DE MICROBIOLÓGICAS Y APLICACIONES
 UNIVERSIDAD DE CARABOBO



pH	*Test 4500-H ⁺ B. Método <i>electrométrico</i>	Medición potenciométrica de la actividad de los iones hidrógeno utilizando un electrodo patrón de hidrógeno y otro de referencia
ACEITES Y GRASAS	COVENIN 2831-2002	Extracción con n-hexano

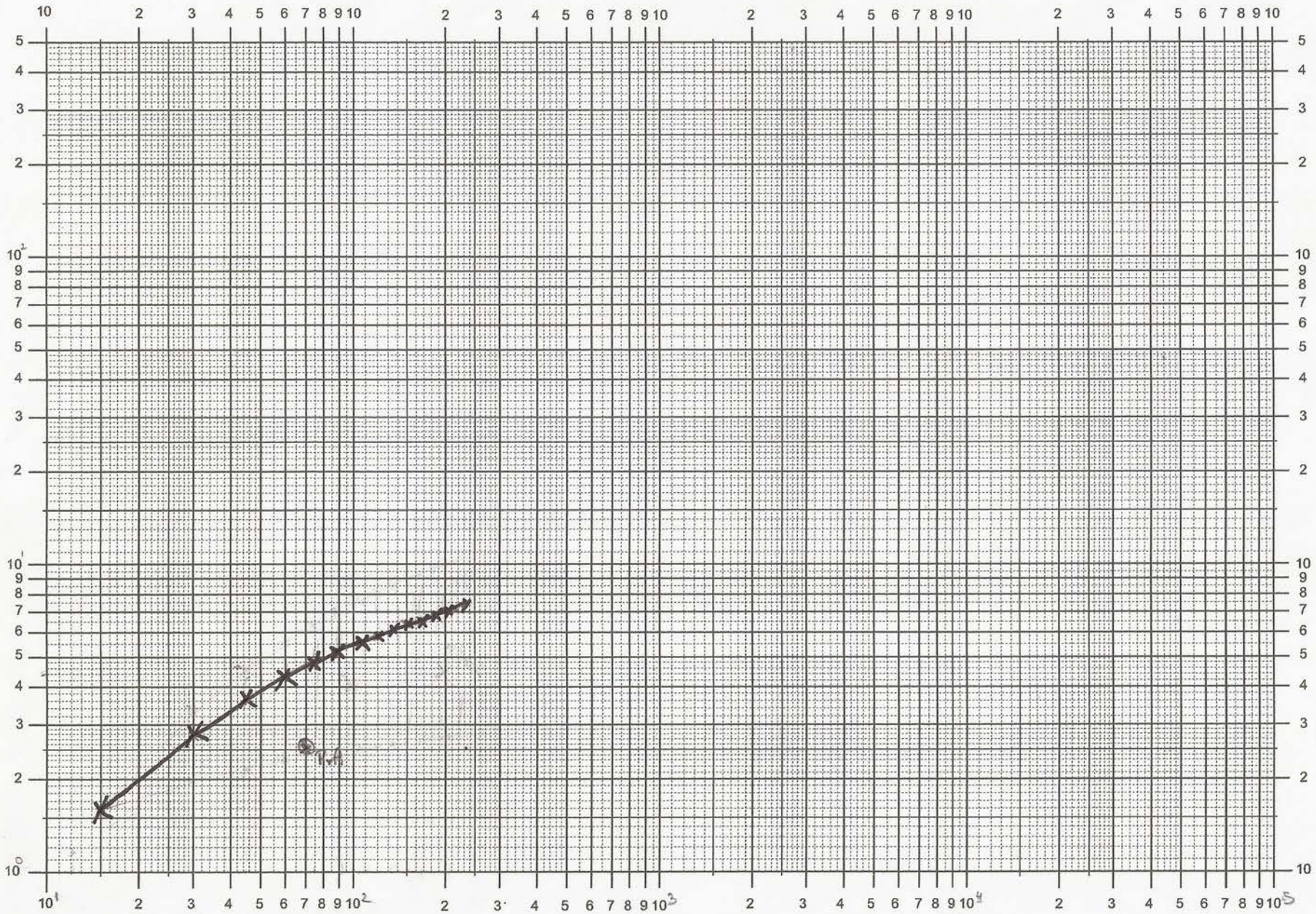




Registrado bajo el	
Nº: C13146	LIBRO Nº: 01.
FOLIO: 06	FECHA: 08/10/2013



descenso (metro)

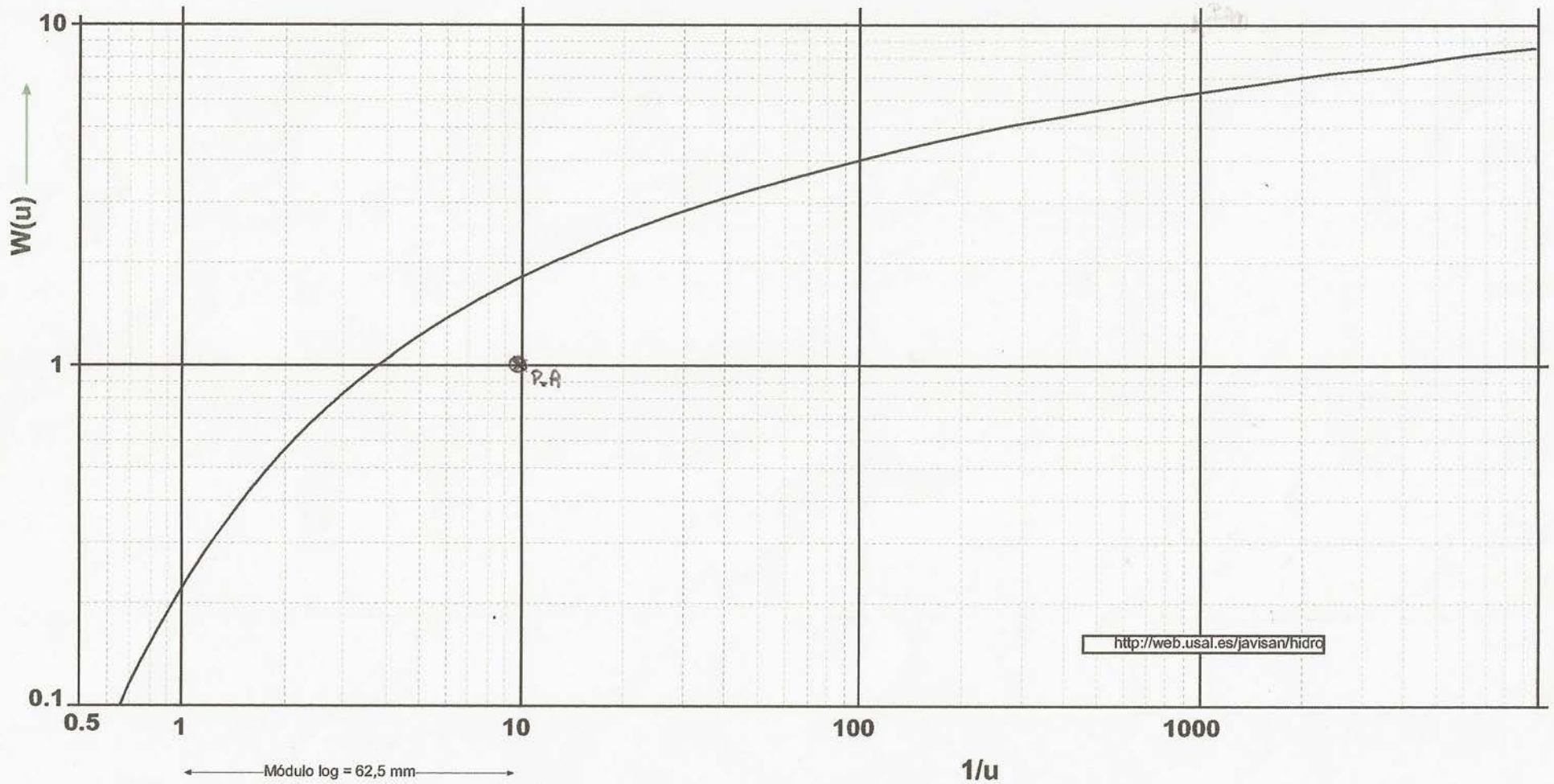


925

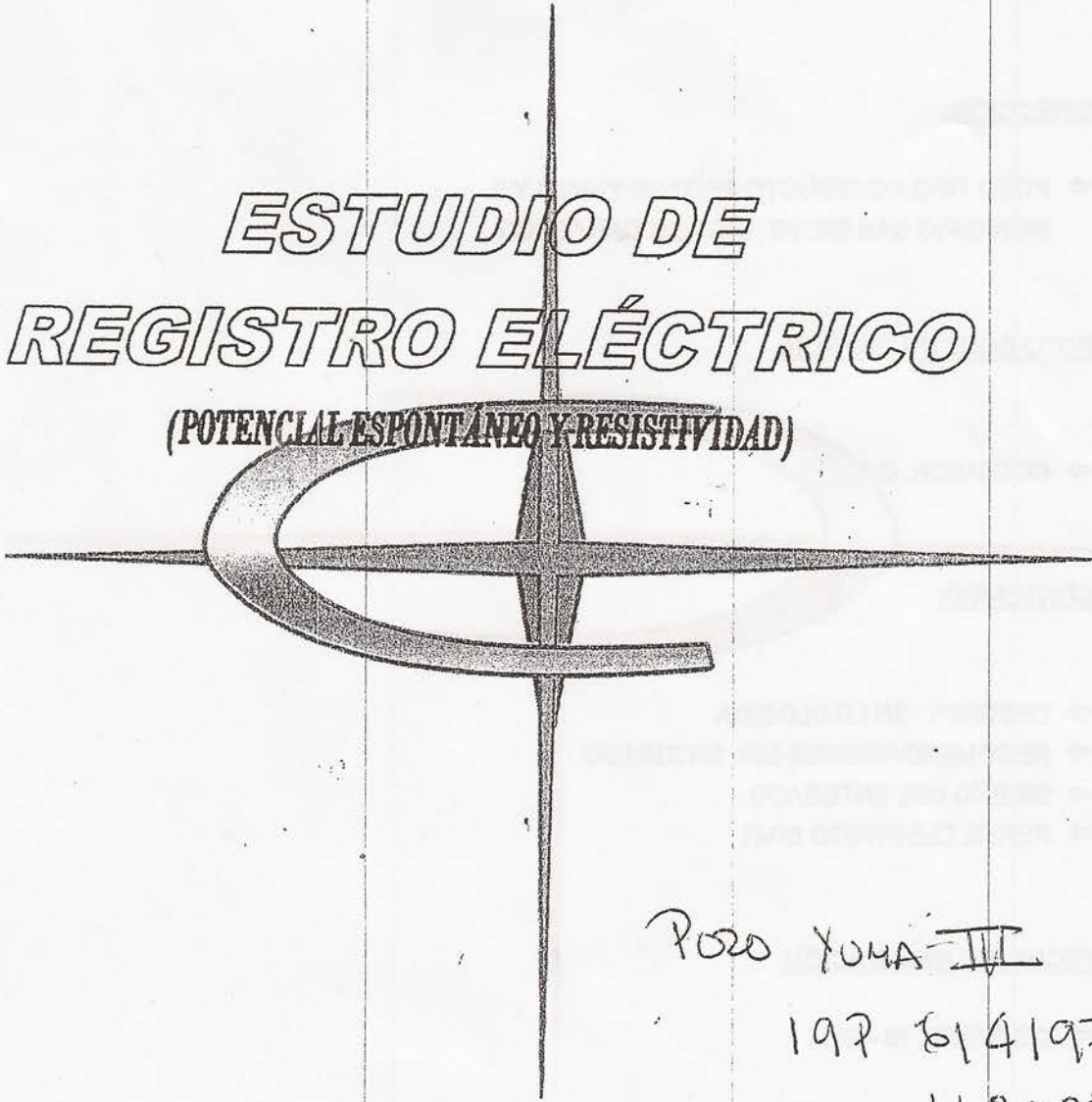
tiempo (minutos)

Función de pozo $W(u)$ para acuífero confinado (Curva de Theis)

Calculada con la siguiente expresión:
$$W(u) = -0.5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2 \cdot 2!} + \frac{u^3}{3 \cdot 3!} - \frac{u^4}{4 \cdot 4!}$$



**ESTUDIO DE
REGISTRO ELÉCTRICO
(POTENCIAL ESPONTÁNEO Y RESISTIVIDAD)**



POZO YUMA III

197 814197,00

1130251,00

463 m.

Octubre, 18 - 2011

✓ ESTUDIOS REALIZADOS POR:

⇒ COALCO ESTUDIOS HIDROLOGICOS, CA
TELF: (0212) 893-53-84
Caracas

✓ DIRECCIÓN:

⇒ POZO TIPO ACUEDUCTO SECTOR YUMA I Y II
MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO

✓ POZO CONSTRUIDO POR:

⇒ CONSMICH, C.A.

✓ CONTENIDO:

⇒ DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
⇒ RECOMENDACIONES DEL ENTUBADO
⇒ DISEÑO DEL ENTUBADO
⇒ PERFIL ELÉCTRICO SP-R

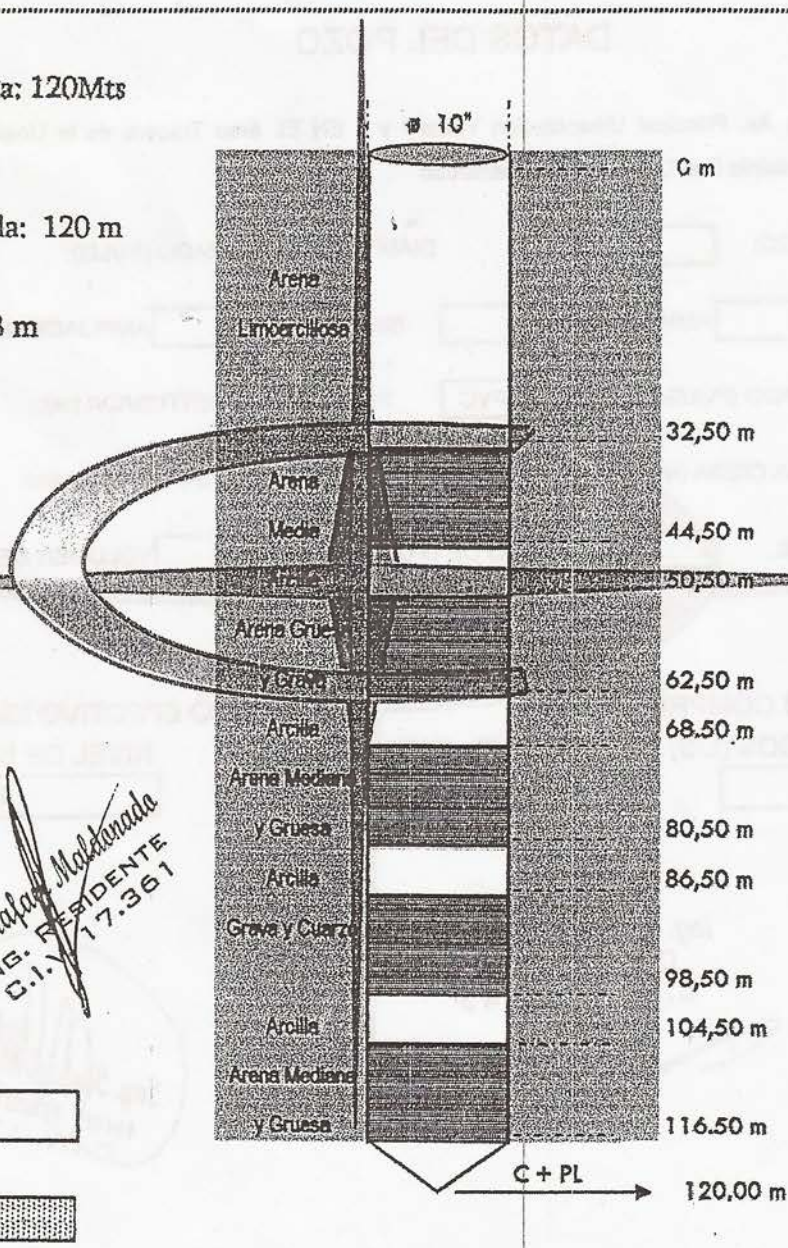
✓ FECHA DE REALIZACIÓN:

⇒ OCTUBRE, 18 - 2011

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE LAS MUESTRAS CAPTADAS DURANTE EL
SONDEO EXPLORATORIO EN EL POZO YUMA I Y II MUNICIPIO SAN DIEGO
ESTADO CARABOBO

DISEÑO DEL POZO

Profundidad sondeada: 120Mts
Diámetro: 10"
Material: PVC
Profundidad Entubada: 120 m
Nivel Estático: 10 m
Nivel de Bombeo: 13 m
 $Q = 18$ lps



Ing. Rafael Maldonado
ING. RESIDENTE
C.I. 17.361

Ing. Abner J. Estaba Z.
C.I.V. 73.360
C.I. 3.700.847

Ciego 
Ranurado 

INFORME DE CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL POZO

CONTRATANTE: CONSMICH, CA

DATOS DEL POZO

UBICACIÓN DEL POZO: Av. Principal Urbanización Yuma I y EN EL área Trasera de la Unidad Educativa Monseñor Luis Eduardo Enrique, del Municipio San Diego, Estado Carabobo

PROFUNDIDAD DEL POZO:	<input type="text" value="120"/>	DIÁMTERO PERFORADO (PULG.):	<input type="text" value="10"/>
INICIAL:	<input type="text"/>	AMPLIACIÓN:	<input type="text"/>
DIÁMTERO DEL ENTUBADO (PULG.):	<input type="text" value="10 PVC"/>	INICIAL:	<input type="text" value="9 5/8"/>
LONGITUD DE TUBERIA CIEGA (m):	<input type="text" value="60"/>	AMPLIACIÓN:	<input type="text" value="22"/>
Nº DE CENTRALIZACIÓN:	<input type="text" value="5"/>	PROFUNDIDAD ENTUBADA (m):	<input type="text" value="120"/>
TIPO DE GRAVA:	<input type="text" value="Nº 1 y 2"/>	LONGITUD DE TUBERIA RANURADA (m):	<input type="text" value="60"/>
VOLUMEN DE GRAVA (m³):	<input type="text" value="39.35"/>		

LIMPIEZA, DESARROLLO Y AFORO

METODO: CON CON COMPRESOR	TIEMPO EFECTIVO EMPLEADO:	<input type="text" value="72"/>
CAUDALES AFORADOS (L/S)	NIVEL ESTÁTICO:	NIVEL DE BMBO (m)
<input type="text" value="20 LPS"/>	<input type="text" value="10 m"/>	<input type="text" value="12 m"/>

Ing. Abner J. Estaba Z.
C.I.V. 73.360
C.I. 3.700.843

Ing. Rafael Maldonado
ING. RESIDENTE
C.I.V. 17.361



República Bolivariana de Venezuela
Estado Carabobo
Municipio San Diego

Oficio N° 2015-0127

San Diego, 17 de Marzo de 2015.

Ciudadano:

Ing. Carlos Alfredo Muñoz Terán

Director Ministerial del Ministerio del PP para Ecosocialismo, Hábitat y Vivienda en el Estado Carabobo.

Su Despacho.-

Lo saludo cordialmente, en la oportunidad de atender lo solicitado en su Oficio DEC N° 0075 del 04 del presente mes y año, referido a los pozos administrados por la Alcaldía del Municipio San Diego.- Al respecto debo informarle, que la Alcaldía como tal, no tiene ninguna fuente de abastecimiento para cubrir los requerimientos del sistema de acueducto en el municipio; bajo su responsabilidad, todo lo relacionado con la Operación, Mantenimiento, Administración y Custodia de las instalaciones y accesorios que conforman las fuentes subterráneas y superficiales, ubicadas en el ámbito geográfico del Municipio San Diego, se encuentra bajo la responsabilidad de la Empresa Hidrológica del Centro, C.A. HIDROCENTRO.

No obstante a ello, y concientes como lo estamos, de las dificultades que presenta y gerencia HIDROCENTRO, para atender los requerimientos de las poblaciones que deben ser atendidas por los Sistemas Regionales del Centro 1 y 2; entre los cuales se encuentran el Municipio San Diego.

La Alcaldía mantiene una estrecha, franca y cordial relación con la Directiva de Hidrocentro, de manera de actuar en forma coordinada, en las actividades relacionadas con la perforación, equipamiento, electrificación e incorporación de nuevos pozos a las redes de distribución, con la exclusiva finalidad de atender el deficitario suministro de agua que recibe el Municipio, a consecuencia, de la conocida situación que confronta dicha empresa hidrológica, en cuanto a la Cantidad y Calidad del agua que se recibe de los Sistemas Regionales del Centro 1 y 2.

En atención a lo anterior; a continuación, le indico en la presente tabla, los pozos perforados en coordinación con Hidrocentro, así como, su ubicación geográfica, producción y población atendida. *sf.*





República Bolivariana de Venezuela
Estado Carabobo
Municipio San Diego

Oficio N° 2015-0127

POZOS PERFORADOS POR LA ALCALDÍA EN COORDINACIÓN CON HIDROCENTRO			
POZO N°	COORDENADAS	CAUDAL	POBLACIÓN A SERVIR
01	E:614.479 N:1.130.600	14 lps	4.666 hab.
02	E:613.799 N:1.133.999	09 lps	3.000 hab.
03	E:614.633 N:1.132.063	12 lps	4.000 hab.
04	E:613.812 N:1.133.228	12 lps	4.000 hab.
05	E:613.799 N:1130070	04 lps	1.333 hab.
TOTALES		51 lps	17.000 hab ó 3.400 flías.

Considero de vital importancia hacerlo del conocimiento, que en el Municipio San Diego existen urbanismos, los cuales habiendo recibido oficios de la NO FACTIBILIDAD DE SERVICIO DE AGUA PARA ACUEDUCTO por parte de Hidrocentro, han recurrido a la perforación de pozos, para lo cual han efectuado los trámites administrativos correspondientes, ante las Oficinas de la Dirección Estatal del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, del Estado Carabobo, donde presumo se encuentren datos precisos sobre los mismos, y que pueden ser de importancia para la información por ustedes solicitada.

Atentamente;


ROSA BRANDONISIO DE SCARANO
ALCALDESA DEL MUNICIPIO SAN DIEGO

Según se evidencia de Proclamación de fecha veinticinco (25) de mayo de 2014, emitida por la Junta Electoral Municipal de San Diego del Estado Carabobo, y Juramentación efectuada por ante el Concejo Municipal en Sesión Ordinaria, en fecha tres (03) de junio de 2014, tal como consta en Acta N° 030-2014, publicada en Gaceta Municipal N° Ordinario 0149, de fecha cuatro (04) de junio de 2014.

RBdS/LHA/il/mg
HS



Av. Intercomunal Don Julio Centeno, entre Urbanización La Esmeralda y la Urbanización El Morro II,
C.C. San Diego (antiguo Fin de Siglo), Nivel Mezzanina Local No. W-01, Municipio San Diego – Estado Carabobo.
Telf.: (0241) 7000.700 / 7000.725

DEC N° 0075 04 MAR 2015

RECIBIDO
05/03/2015
[Signature]

Ciudadana
ROSA BRANDONISIO DE SCARANO
ALCALDESA DEL MUNICIPIO SAN DIEGO
Municipio San Diego del estado Carabobo.
Su Despacho.-

Atención: Ing. Luis Fernando Arocha.

Ante el compromiso histórico de contribuir con la preservación de la vida en el planeta y la salvación de la especie humana, reciba un cordial saludo bolivariano y revolucionario extensivo a todo su equipo de trabajo.

La presente tiene como finalidad solicitar su valiosa colaboración en remitir información relacionada con los aprovechamientos hídricos subterráneos (pozos) administrados por ustedes en la jurisdicción de su competencia, esto con la finalidad de generar una base de datos que permita conocer la ubicación de cada uno de los puntos de aprovechamiento.

Igualmente, se le informa que se viene desarrollando el trabajo de investigación denominado **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO**, la cual permitirá elaborar un plano de vulnerabilidad a la contaminación y a la sobre explotación de las fuentes de agua subterráneas del municipio San Diego, herramienta clave para la toma de decisiones relacionadas con solicitudes de Afectación de Recursos Naturales para la perforación de pozos profundos de distintos fines.

Los datos requeridos son: dirección de cada uno de los aprovechamientos subterráneos, ubicación geográfica en coordenadas UTM, Datum REGVEN, perfil litológico, características del pozo, niveles estático y dinámico, caudal, profundidad, diámetro de la perforación, característica de la bomba, resultados de caracterización de la calidad del agua. Cualquier información relacionada con la investigación podrá realizarla mediante coordinación con los funcionarios Ing. María Josefina González o Ing. Víctor Carrillo a través de los números telefónicos 0416-940.2138 y 0412-744.49.33, respectivamente.

Sin otro particular y agradeciendo la atención al presente, queda de usted

Atentamente,

[Signature]



CARLOS ALFREDO MUÑOZ TERAN
Director Ministerial del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo, Hábitat y Vivienda en el estado Carabobo
Resolución 005 del 06/01/2015 Gaceta Oficial N° 40.575 del 07/01/2015.

"No cambiemos el clima, cambiemos el sistema"

Hugo Chávez Frías

RECIBIDO

MJG / [Signature] / yg.
GA-229. MEMO AGENDA 01 / 2015

Nombre: _____
C.I.: _____
Fecha: _____
Firma: _____
Sello: _____



DEC N° 0076 04 MAR 2015

Ciudadano

ING. TOMAS BELLO

Jefatura de Distribución y Recaudación Zona 4, Carabobo.

EMPRESA HIDROLOGICA DEL CENTRO C.A. HIDROCENTRO

Municipio Guacara del estado Carabobo.

Presente.-

Ante el compromiso histórico de contribuir con la preservación de la vida en el planeta y la salvación de la especie humana, reciba un cordial saludo bolivariano y revolucionario extensivo a todo su equipo de trabajo.

La presente tiene como finalidad solicitar su valiosa colaboración en remitir información relacionada con los aprovechamientos hídricos subterráneos (pozos) administrados por ustedes en la jurisdicción de su competencia, esto con la finalidad de generar una base de datos que permita conocer la ubicación de cada uno de los puntos de aprovechamiento.

Igualmente, se le informa que se viene desarrollando el trabajo de investigación denominado **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO**, la cual permitirá elaborar un plano de vulnerabilidad a la contaminación y a la sobre explotación de las fuentes de agua subterráneas del municipio San Diego, herramienta clave para la toma de decisiones relacionadas con solicitudes de Afectación de Recursos Naturales para la perforación de pozos profundos de distintos fines.

Los datos requeridos son: dirección de cada uno de los aprovechamientos subterráneos, ubicación geográfica en coordenadas UTM, Datum REGVEN, perfil litológico, características del pozo, niveles estático y dinámico, caudal, profundidad, diámetro de la perforación, característica de la bomba, resultados de caracterización de la calidad del agua. Cualquier información relacionada con la investigación podrá realizarla mediante coordinación con los funcionarios Ing. María Josefina González o Ing. Víctor Carrillo a través de los números telefónicos 0416-940.2138 y 0412-744.49.33, respectivamente.

Sin otro particular y agradeciendo la atención al presente, queda de usted

Atentamente,



CARLOS ALFREDO MUÑOZ TERÁN

Director Ministerial del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo, Hábitat y Vivienda en el estado Carabobo.
Resolución 005 del 06/01/2015 Gaceta Oficial N° 40.575 del 07/01/2015.

"No cambiemos el clima, cambiemos el sistema"

Hugo Chávez Frías

RECIBIDO

Nombre: *Guatemala*

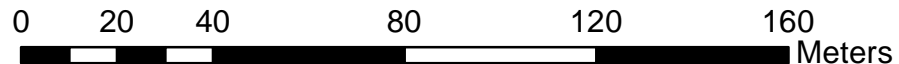
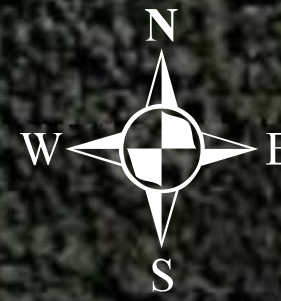
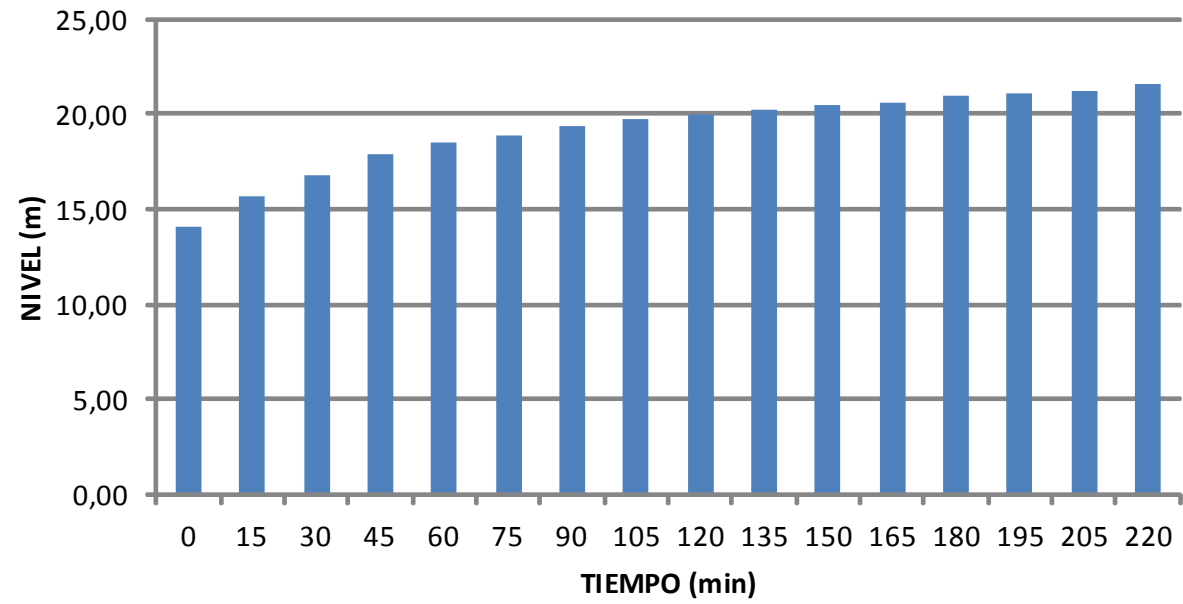
C.A.: *7074 706*

Fecha: *05-03-15*

[Handwritten signature]

MJG / Vg.
GA-229. MEMO AGENDA 01 / 2015

NIVEL VS TIEMPO



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"Elaboración de mapas de propiedades hidrogeológicas del acuífero del municipio san diego durante el año 2014.
Caso: Zona Centro A, B y C"

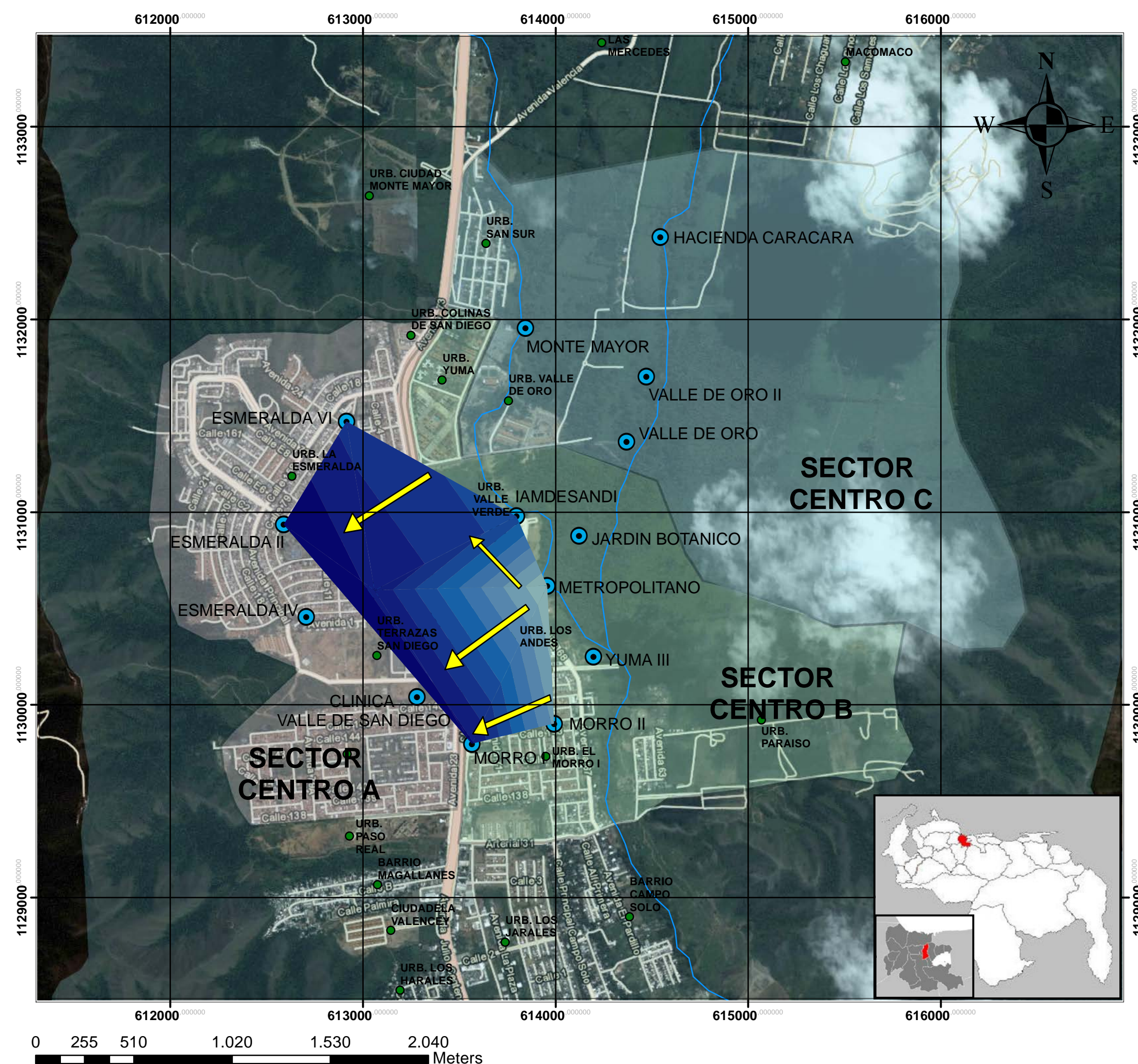
MAPA N° 5
PRUEBA A CAUDAL VARIABLE AL POZO IAMDESANDI (10/04/2015). NIVEL VS TIEMPO

UBICACION:
Urb. Valle Verde Av circunvalación Sur.
Sector Centro B Municipio San Diego. Estado Carabobo. República Bolivariana de Venezuela

LEYENDA:
● POZOS
— RIO CUIPIRA

FUENTE:
INTERPRETACIÓN DE IMAGENES SATELITALES DEL ARCGIS

Elaborado por: Andrés Mercado y Raúl Rodríguez
Valencia, VENEZUELA, 2015

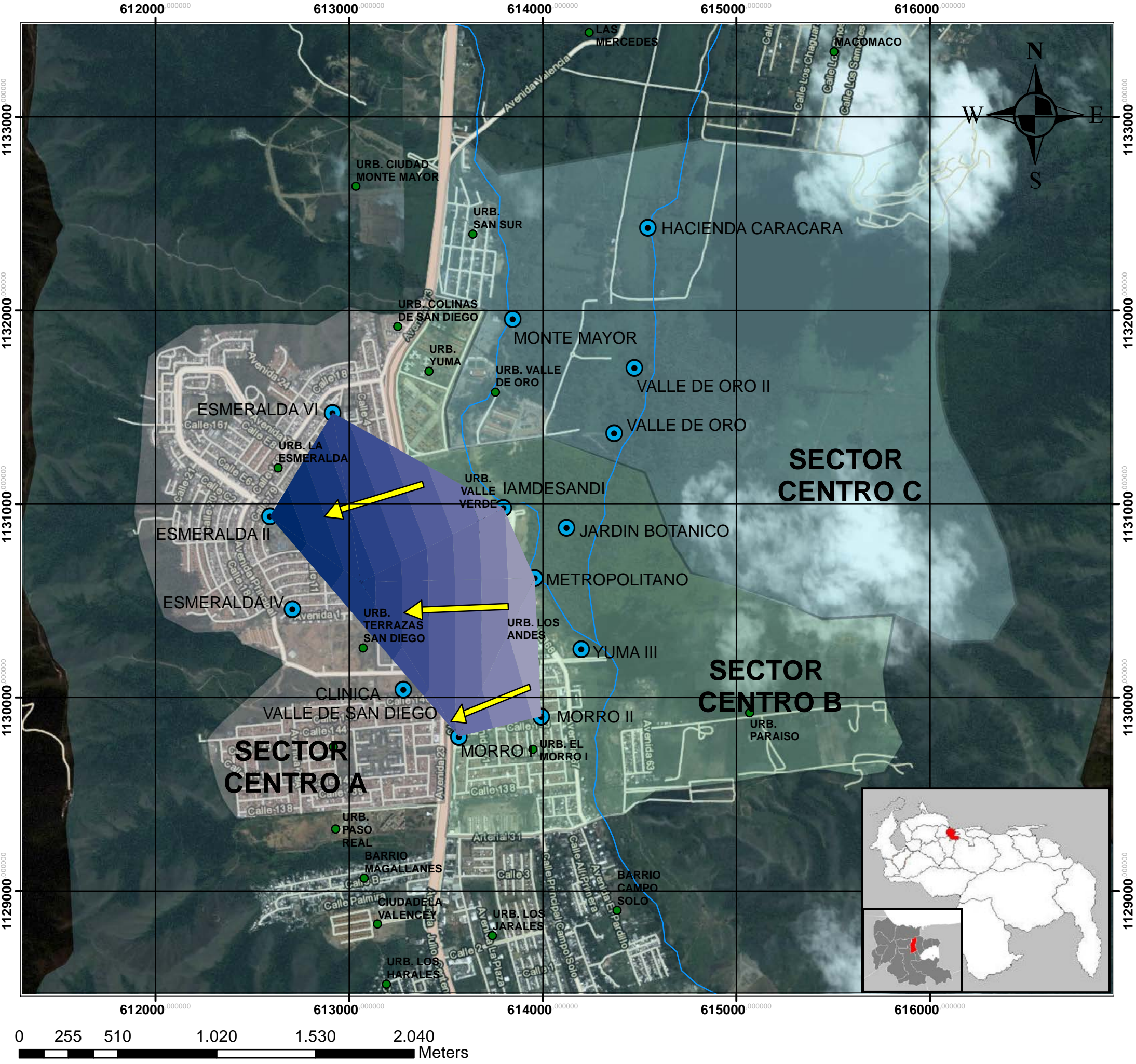


UNIVERSIDAD DE CARABOBO
 "Elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del municipio san diego durante el año 2014.
 Caso: Zona Centro A, B y C"
 MAPA N° 8
MAPA DE NIVELES ESTÁTICOS EN MARZO Y ABRIL 2015

LEYENDA:

	URBANIZACIONES	NIVEL PIEZOMETRICO (m)	
	POZOS		17,114 - 18,3
	RIO CUPIRA		15,928 - 17,114
	MUNICIPIO SAN DIEGO		14,743 - 15,928
	SECTOR CENTRO A		13,557 - 14,743
	SECTOR CENTRO C		12,371 - 13,557
	SECTOR CENTRO B		11,185 - 12,371
	DIRECCION DEL AGUA		10 - 11,185
			8,814 - 10
			7,628 - 8,814

FUENTE:
 INTERPRETACIÓN DE IMAGENES SATELITALES DEL ARCGIS
 Elaborado por: Andrés Mercado y Raúl Rodríguez
 Valencia, VENEZUELA, 2015



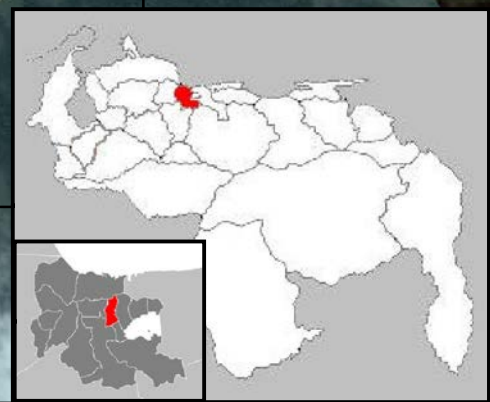
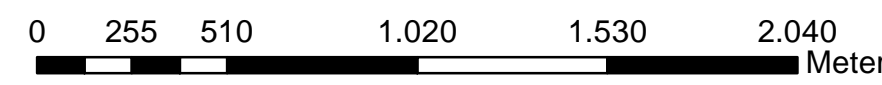
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
 "Elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del municipio san diego durante el año 2014.
 Caso: Zona Centro A, B y C"
 MAPA N° 7
MAPA DE NIVELES DINÁMICOS EN MARZO Y ABRIL 2015

LEYENDA:

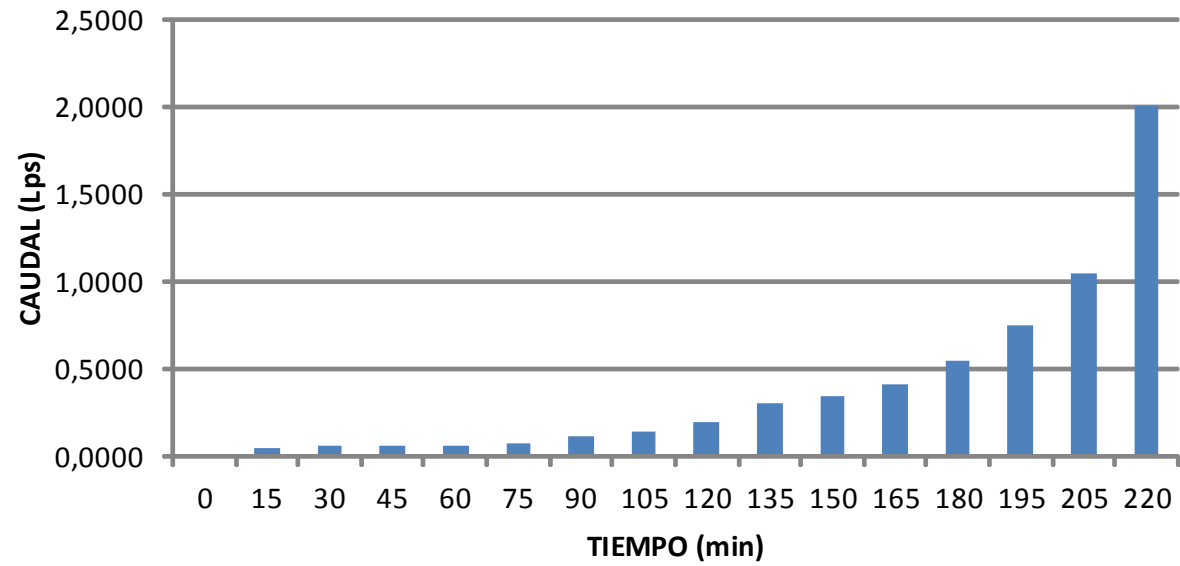
	URBANIZACIONES		NIVEL PIEZOMETRICO (m) 59,515 - 65,097
	POZOS		53,933 - 59,515
	RIO CUPIRA		48,351 - 53,933
	MUNICIPIO SAN DIEGO		42,769 - 48,351
	SECTOR CENTRO A		37,187 - 42,769
	SECTOR CENTRO C		31,606 - 37,187
	SECTOR CENTRO B		26,024 - 31,606
	DIRECCION DEL AGUA		20,442 - 26,024
			14,86 - 20,442

FUENTE:

INTERPRETACIÓN DE IMAGENES SATELITALES DEL ARCGIS
 Elaborado por: Andrés Mercado y Raúl Rodríguez
 Valencia, VENEZUELA, 2015

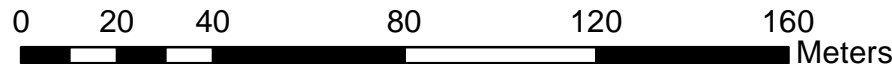


CAUDAL VS TIEMPO



HACIENDA YUMA

IAMDESANDI



UNIVERSIDAD DE CARABOBO



"Elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del municipio san diego durante el año 2014.
Caso: Zona Centro A, B y C"

MAPA N° 4

PRUEBA A CAUDAL VARIABLE AL POZO IAMDESANDI Y HACIENDA YUMA (10/04/2015). CAUDAL VS TIEMPO

UBICACION:
Urb. Valle Verde Av circunvalación Sur.
Sector Centro B Municipio San Diego. Estado Carabobo. República Bolivariana de Venezuela

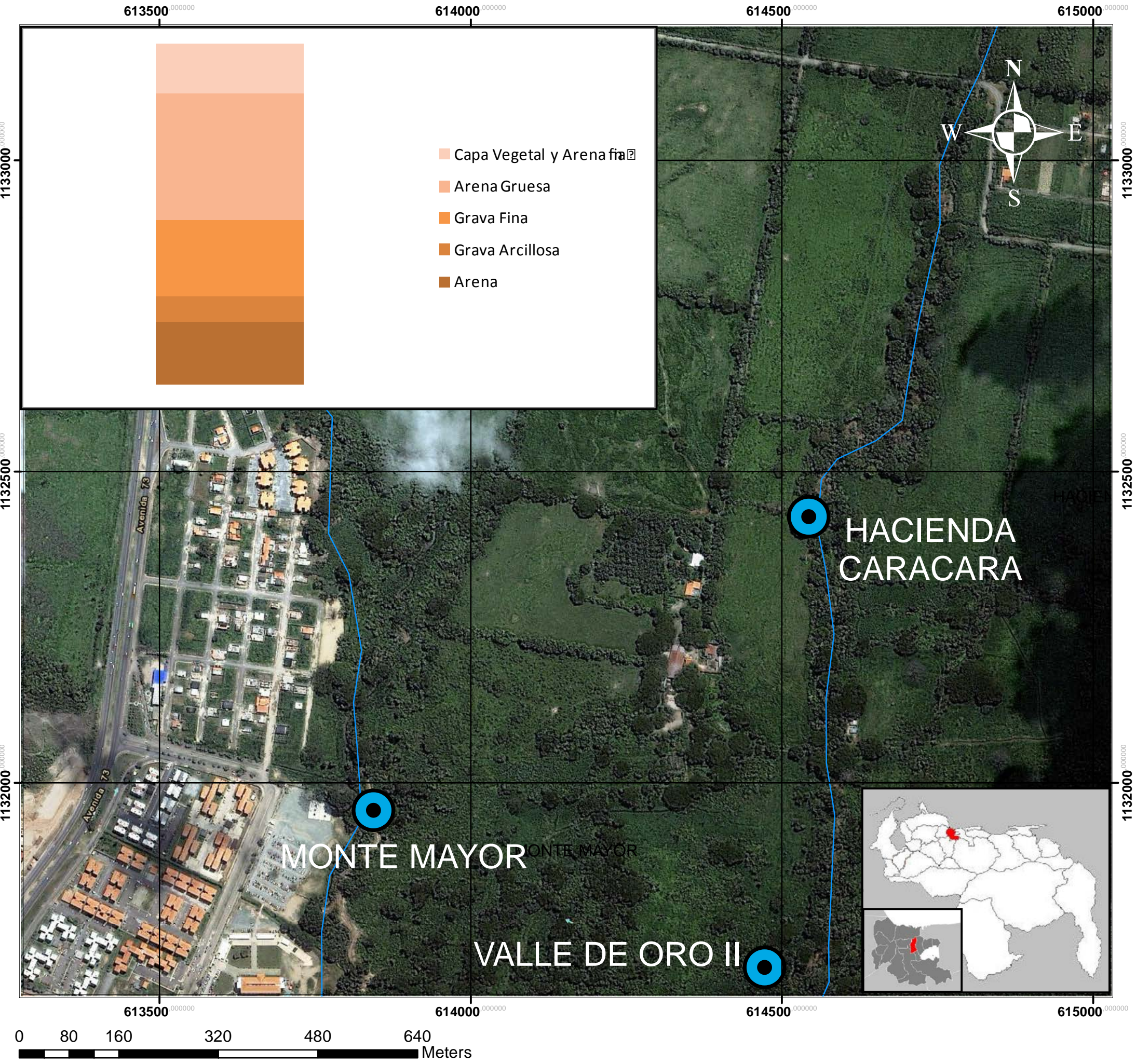
LEYENDA:

-  POZOS
-  RIO CUIPIRA

FUENTE:

INTERPRETACIÓN DE IMAGENES SATELITALES DEL ARCGIS

Elaborado por: Andrés Mercado y Raúl Rodríguez
Valencia, VENEZUELA, 2015



UNIVERSIDAD DE CARABOBO



"Elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del municipio san diego durante el año 2014.
Caso: Zona Centro A, B y C"

MAPA N° 3
**LITOLOGIA POZO
HACIENDA CARACARA**

UBICACION:

Urb. Hacienda Caracara. Sector Centro C
Municipio San Diego. Estado Carabobo.
República Bolivariana de Venezuela

LEYENDA:

-  POZOS
-  RIO CUIPIRA

FUENTE:

INTERPRETACIÓN DE IMAGENES
SATELITALES DEL ARCGIS

Elaborado por: Andrés Mercado y Raúl
Rodríguez
Valencia, VENEZUELA, 2015

614000.000000 614100.000000 614200.000000 614300.000000 614400.000000

1130400.000000

1130300.000000

1130200.000000

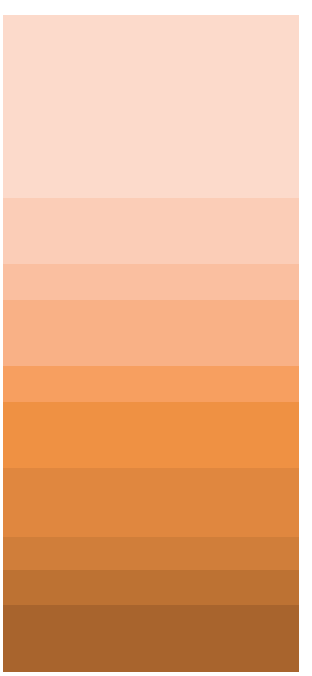
1130100.000000

1130400.000000

1130300.000000

1130200.000000

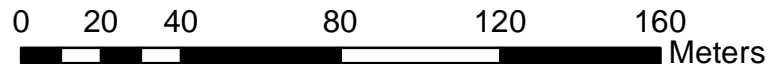
1130100.000000



- Arena limoarcillosa
- Arena media
- Arcilla
- Arena gruesa y grava
- Arcilla
- Arena media y gruesa
- Arcilla
- Grava y cuarzo
- Arcilla
- Arena mediana y gruesa



YUMA III



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"Elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del municipio san diego durante el año 2014.
Caso: Zona Centro A, B y C"

MAPA N° 2

LITOLOGIA POZO YUMA III

UBICACION:

Urb. Yuma, al final de a Av. Ppal,
Detrás del colegio. Sector Centro B
Municipio San Diego. Estado Carabobo.
República Bolivariana de Venezuela

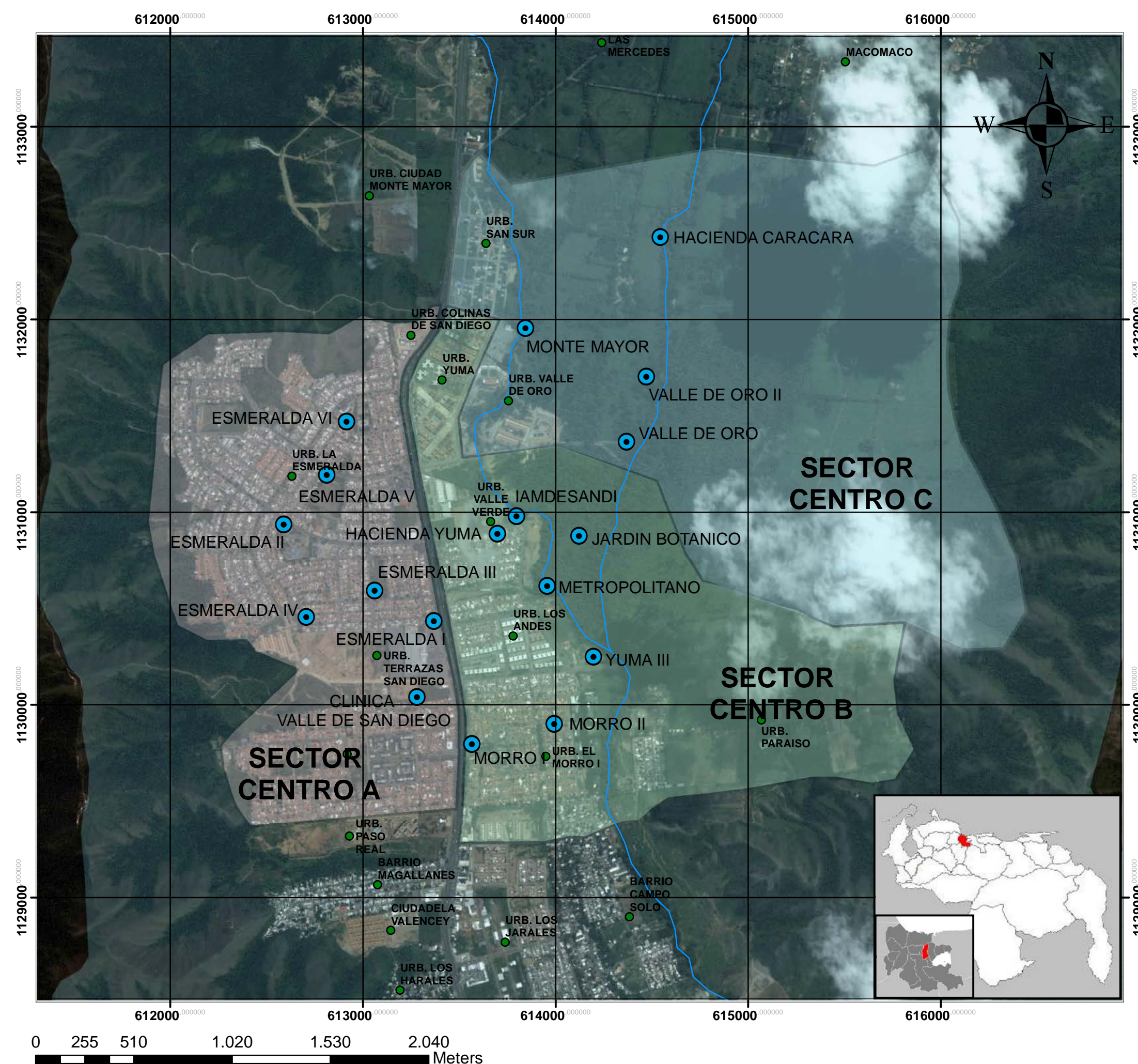
LEYENDA:

- POZOS
- RIO CUIRA

FUENTE:

INTERPRETACIÓN DE IMAGENES SATELITALES DEL ARCGIS

Elaborado por: Andrés Mercado y Raúl Rodríguez
Valencia, VENEZUELA, 2015



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"Elaboración de mapas de propiedades hidrogeológicas del acuífero del municipio san diego durante el año 2014.
Caso: Zona Centro A, B y C"

**MAPA N° 1
UBICACION DE POZOS**

LEYENDA:

- URBANIZACIONES
- POZOS
- RIO CUPIRA
- MUNICIPIO SAN DIEGO
- SECTOR CENTRO A
- SECTOR CENTRO C
- SECTOR CENTRO B

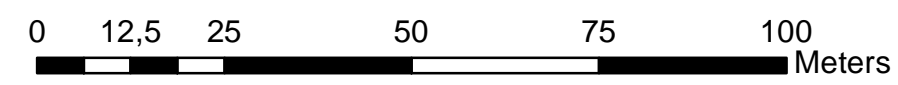
FUENTE:

INTERPRETACIÓN DE IMAGENES SATELITALES DEL ARCGIS

Elaborado por: Andrés Mercado y Raúl Rodríguez
Valencia, VENEZUELA, 2015



Resultados físicoquímicos		G.O. 36.395
pH	6,40	6,5-8,5
Cloro residual (ppm)	1,30	<1
Cloruros (ppm)	5,40	<300
Dureza total (ppm)	324,85	<500
Hierro (ppm)	0,14	<0,3
Nitratos (ppm)	2,80	<45
Nitritos (ppm)	0,01	<0.03
Sólidos disueltos (ppm)	293,00	<1000
Sulfatos (ppm)	12,00	<500
Turbidez (NTU)	0,60	<5



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

"Elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del municipio san diego durante el año 2014.
Caso: Zona Centro A, B y C"

MAPA N° 6

ESTUDIO FISICOQUIMICO DEL POZO CLINICA DE SAN DIEGO. ELABORADO EL 08/10/2013

UBICACION:

Av. Don julio centeno entre morro II y fin de siglo.Sector Centro A. Municipio San Diego. Estado Carabobo. República Bolivariana de Venezuela

LEYENDA:

POZOS

FUENTE:

INTERPRETACIÓN DE IMAGENES SATELITALES DEL ARCGIS

Elaborado por: Andrés Mercado y Raúl Rodríguez
Valencia, VENEZUELA, 2015