



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE  
INGENIERIA AMBIENTAL



**“ELABORACION DE MAPAS DE PROPIEDADES HIDROGEOQUIMICAS  
DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO  
DURANTE EL AÑO 2015, CASO SECTOR NORTE B Y C”.**

Autores:  
Br. Farias, Yraima  
Br. Vallejo, Mariangélica  
Tutor Académico:  
Prof. Adriana Márquez

Bárbula, Mayo 2016



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE  
INGENIERIA AMBIENTAL



**ELABORACION DE MAPAS DE PROPIEDADES HIDROGEOQUIMICAS  
DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO  
DURANTE EL AÑO 2015,  
CASO DE ESTUDIO SECTOR NORTE B Y C.**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo para  
optar al Título de Ingeniero Civil.

Autores:  
Br. Farias, Yraima  
Br. Vallejo, Mariangélica  
Tutor Académico:  
Prof. Adriana Márquez

Bárbula, Mayo 2016



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE  
INGENIERIA AMBIENTAL



### CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“ELABORACION DE MAPAS DE PROPIEDADES HIDROGEOQUIMICAS DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO DURANTE EL AÑO 2015. CASO DE ESTUDIO: SECTOR NORTE B Y C.”**; realizado por el Bachiller: Farias, Yraima y Vallejo, Mariangélica hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

---

Presidente del Jurado

---

Miembro del Jurado

---

Miembro del Jurado

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de grado se lo dedico especialmente a la Divina Pastora, por iluminar siempre mis pasos y brindarme las herramientas necesarias para cumplir mis metas.

También se lo dedico a mis abuelos Antonio González y Alfredo Altavilla por ser mi ejemplo a seguir.

A mis padres, IraimaLopez y Rafael Farias, por el cariño, consejos, comprensión y gran esfuerzo que han hecho para invertir en mi educación.

A mis tres hermanas, que siempre me acompañan con el mejor de los ánimos y me apoyan sin importar las circunstancias.

A Octavio González, a ti que eres gran parte de este logro y a ti a quien escogí para regalarle mis afectos, gracias por siempre estar para mí.

YraimaFarias.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE  
INGENIERIA AMBIENTAL



**ELABORACION DE MAPAS DE PROPIEDADES HIDROGEOQUIMICAS  
DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO  
DURANTE EL AÑO 2015.  
CASO DE ESTUDIO: SECTOR NORTE B Y C.**

Autores:  
YraimaFarias  
Mariangelica Vallejo  
Tutor: Adriana Márquez

**RESUMEN**

El trabajo de investigación, se enfocó principalmente en la elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego en el sector Norte B y C, Estado Carabobo, durante el año 2015, los cuales se realizaron representando una base de datos en mapas georreferenciados con uso SoftwareArcGIS 10.0. Para llevar a cabo la realización de los mapas, se recolectaron datos como la ubicación de los 26 pozos y las diferentes características del acuífero con información recopilada en campo o mediante entidades públicas y/o empresas privadas. En donde fue necesario revisar la información litológica y los estudios fisicoquímicos de los pozos estudiados. Se realizaron pruebas de caudal variable, donde se obtuvieron datos necesarios para estimar parámetros hidráulicos del acuífero, aplicando el método de Theis, en donde aunado a los datos suministrados de estudios litológicos, define una formación hidrológica de un Acuífero confinado, de igual manera tomando en cuenta la composición química, es posible aseverar que el agua del acuífero es apta para el consumo humano. La investigación es de tipo descriptiva, considerando el fenómeno en estudio, caracterizando el contexto de la realidad. Se realizaron medidas quincenales de los niveles estáticos en 4 pozos para así describir la variación de los niveles que experimenta el acuífero en un periodo de tiempo y así realizar los mapas piezométricos donde las líneas de flujo del acuífero en estudio presentan un patrón en el gradiente hidráulico, en donde el río San Diego le aporta al Río Cúpira y este a su vez recarga al Acuífero. En esta investigación se pretende reflejar y actualizar datos importantes sobre el comportamiento acuífero en el sector en estudio, facilitando así la planificación de proyectos que beneficien el abastecimiento de agua en la zona y un debido aprovechamiento de este recurso.

**Descriptor:** Aguas subterráneas, Acuíferos, mapas, propiedades físicas de acuíferos

## ÍNDICE

“ELABORACION DE MAPAS DE PROPIEDADES HIDROGEOQUIMICAS DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO DURANTE EL AÑO 2015, CASO SECTOR NORTE B Y C”.....	i
DEDICATORIA .....	4
DEDICATORIA .....	5
AGRADECIMIENTO .....	6
RESUMEN.....	7
Índice de Figura .....	10
Índice de Tablas .....	15
INTRODUCCIÓN .....	17
CAPITULO I.....	19
EL PROBLEMA .....	19
Planteamiento del Problema.....	19
Alcancey Limitaciones.....	23
CAPITULO II .....	25
MARCO TEÓRICO.....	25
Antecedentes de la Investigación .....	25
Bases Teóricas.....	27
Método de Theis.....	27
Propiedades Hidrogeológicas de los Acuíferos.....	30
- Transmisibilidad o Transmisividad (T) .....	30
Coeficiente de Almacenamiento (S) .....	31
El almacenamiento específico (SS):.....	32
Compresibilidad y Tensión Efectiva.....	34
Características Químicas de los Iones y Sustancias Disueltas más Importantes ....	35
- Aniones y sustancias Aniónicas: .....	35
1. Ion Cloruro, Cl-.....	35
2. Ion Sulfato, SO4- .....	36
3. Iones Bicarbonato y Carbonato, CO3 H- y CO3-.....	36
4. Ion Nitrato, NO3 -- .....	37
5. Silice, SiO2 .....	37

- Cationes y sustancias catiónicas: .....	38
1. Ion Sodio, Na+ .....	38
2. Ion Potasio, K+ .....	38
3. Ion Calcio, Ca++ .....	38
4. Ion Magnesio, Mg++ .....	39
- Principales gases disueltos .....	39
1. Anhídrido Carbónico, CO2 .....	39
La Exploración Hidrogeológica .....	42
Contenido de los estudios Hidrogeológicos .....	43
Marco Normativo Legal .....	44
CAPITULO III .....	45
MARCO METODOLOGICO .....	45
Diseño de Investigación .....	46
Población .....	47
Muestra .....	48
Fase I .....	50
Importación de los datos obtenidos de los pozos en campo a ArcCatalog .....	53
Fase II .....	60
Fase III .....	64
Fase IV .....	66
Fase V .....	69
CAPITULO IV .....	72
RESULTADOS Y DISCUSION .....	72
CAPÍTULO V .....	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	92
DOCUMENTOS Y MAPAS PROPIEDADES GEOFISICAS .....	109

## Índice de Figura

Figura1. Función W (u) de pozo en acuífero confinado (Curva de Theis). Fuente: Benítez (1963).....	30
Figura2. Instrucciones del Ing. Víctor Carrillo de uso de equipos de medición ....	50
Figura3. Proceso de recolección de datos y medición de nivel en el Pozo en el Remanso, Aves del Paraíso.....	51
Figura4. Medición de Niveles en el pozo N°1 de Tulipán. ....	51
Figura5. Ejecución de la Prueba de caudal variable en el Conjunto Residencial El Tulipan en el Municipio San Diego del Estado Carabobo, Coordenadas .....	52
Figura6. Sincronización de la carpeta de trabajo con ArcCatalog. ....	53
Figura7. Conexión de la carpeta TESIS y CAPAS en ArcCatalog. ....	54
Figura8. Muestra de Tabla de en ArcCatalog.....	54
Figura9. Muestra de pestaña para crear FeatureClass en ArcCatalog.....	55
Figura10. Muestra de ventana CreateFeatureClass en ArcCatalog. ArcGIS. ....	56
Figura11. Propiedades del sistema de referencia- seleccionar el sistema de coordenadas. ....	56
Figura12.Múltiples ventanas para la selección del sistema de coordenadas espacial. ....	57
Figura13. Sistema de coordenadas de referencia escogido. ....	58
Figura14.Vista previa de ubicación de los pozos sin el mapa base. ....	58
Figura15.Vista Ubicación de los pozos en el mapa base .....	59
Figura16.Capas a adicionar en el mapa base.....	60
Figura17. Cuadro propiedades capa litología ArcMap 10.0. ....	61
Figura18.Tipo de presentación de los datos capa litología ArcMap 10.0.....	62
Figura19. Presentación de plano de datos de litología ArcMap 10.0. Fuente: ArcMap 10.0. ....	63
Figura20. Presentación de plano de propiedades Fisicoquímicas. ArcMap 10.0. ....	63
Figura21. Cuadro insertar objeto ArcMap 10.0. ....	64
Figura22. Insertar Tabla ArcMap 10.0.....	65
Figura23. Grafica creada ArcMap 10.0.....	65



Figura24. Gráfica del Método de Theis.....	66
Figura25. Función del pozo N°2 de El Tulipán en el Municipio San Diego. ....	66
Figura26. Obtención del punto de ajuste a partir de la superposición de la curva de Theis con la gráfica de la función, pozo N°2 El Tulipán.....	67
Figura27. Muestra de la ventana para la creación del Spline en ArcMAP. ....	69
Figura28. Vista previa de la superficie Spline creada en ArcMap.....	70
Figura29. Ventana de valores de entrada para la creación de las curvas de nivel en ArcMAP.....	71
Figura30. Vista previa de las curvas de nivel según las elevaciones de los puntos de agua subterránea en la zona.....	71
Figura31. Uso de los pozos en el Sector Norte del Municipio San diego, Estado Carabobo. ....	73
Figura32. Estado Operacional de los pozos en el Sector Norte B y C en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.....	74
Figura33. Perfil Litológico del Pozo N <sup>a</sup> 1 del Conjunto Residencial El Tulipán....	76
Figura34. Perfil Litológico del Pozo N <sup>a</sup> 2 del Conjunto Residencial El Tulipán....	77
Figura35. Perfil Litológico del Pozo N <sup>a</sup> 3 del Conjunto Residencial El Tulipán....	78
Figura36. Perfil Litológico del Pozo N <sup>a</sup> 4 del Conjunto Residencial El Tulipán....	79
Figura37. Perfil Litológico del Pozo N <sup>a</sup> 5 del Conjunto Residencial El Tulipán....	80
Ilustración 38. Caudal en función del Tiempo, análisis de la prueba de caudal variable del pozo N°2.....	83
Figura39. Descenso en función del Tiempo, análisis de la prueba de caudal variable del pozo N°2.....	83
Figura 40. Nivel estático en función de los días de medición, en el Conjunto Residencial El Tulipán.....	86
Figura 41. Nivel estático en función de los días de medición, en el Conjunto Residencial El Tulipán.....	86
Figura 42. Nivel estático en función de los días de medición en el Remanso, Urb. Las Aves.....	87
Figura 43. Nivel estático en función de los días de medición en Montaserino,.....	87

Figura45. Planilla de Recolección de Datos.....	97
Figura46. Zonificación por sectores del Municipio San Diego, Estado Carabobo	99
Figura47. Mapa de ubicación de los pozos en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	102
Figura48. Mapa de ubicación de los pozos según su uso en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	103
Figura49. Mapa de ubicación de los pozos según su estado operacional en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	104
Figura50. Mapa de ubicación de los pozos para la prueba de Caudal Variable en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.. ....	106
Figura51. Mapa de Variación del Nivel en Prueba de Caudal Variable, pozo N° 2 Conjunto Residencial El Tulipán .....	107
Figura52. Mapa de Variación del Caudal en Prueba de Caudal Variable, pozo N° 2 Conjunto Residencial El Tulipán .....	108
Figura53. Informe de la perforación del pozo N°1 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	110
Figura54. Informe Litológico del pozo N°1 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	111
Figura55. Informe de la perforación del pozo N°2 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	112
Figura56. Informe Litológico del pozo N°2 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo .....	113
Figura57. Informe de la perforación del pozo N°3 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo .....	114
Figura58. Informe Litológico del pozo N°3 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo.. ....	115
Figura59. Informe de la perforación del pozo N°4 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	116
Figura60. Informe Litológico del pozo N°3 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	117

Figura61. Memoria descriptiva del pozo N°5 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	118
Figura62. Memoria descriptiva del pozo N°5 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo.. ....	119
Figura63. Informe de resultados de análisis fisicoquímicos en el agua, pozo N°2 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo..	120
Figura64. Informe de resultados de análisis fisicoquímicos en el agua, pozo N°4 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo..	121
Figura65. Informe de resultados de análisis fisicoquímicos en el agua, pozo N°5 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo..	122
Figura66. Mapa de Propiedades Químicas- Carbonatos en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	124
Figura67. Mapa de Propiedades Químicas- Cloruros en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Edo Carabobo. ....	125
Figura68. Mapa de Propiedades Químicas- pH en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Edo Carabobo. ....	126
Figura69. Mapa de Propiedades Químicas- Alcalinidad Total en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	127
Figura70. Mapa del Perfil Litológico del pozo N°1, Conjunto Residencial El Tulipán Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	128
Figura71. Mapa del Perfil Litológico del pozo N°2, Conjunto Residencial El Tulipán Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	129
Figura72. Mapa del Perfil Litológico del pozo N°3, Conjunto Residencial El Tulipán Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	130
Figura73. Mapa del Perfil Litológico del pozo N°4, Conjunto Residencial El Tulipán Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	131
Figura74. Mapa del Perfil Litológico del pozo N°5, Conjunto Residencial El Tulipán Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	132
Figura75. Mapa Piezométricos, Fecha 01/10/2015 en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	134

Figura76. Mapa Piezométrico, Fecha 20/10/2015 en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	135
Figura77. Mapa Piezométrico, Fecha 05/11/2015 en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	136
Figura78. Mapa Piezométrico, Fecha 17/11/2015 en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	137
Figura79. Mapa Piezométrico, Fecha 01/12/2015 en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	138
Figura80. Mapa Piezométrico, Fecha 15/12/2015 en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	139
Figura81. Mapa Piezométrico Promedio en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	140

## Índice de Tablas

Tabla1. Función W (u) de pozo en acuífero confinado (Curva de Theis).....	29
Tabla2. Valores de Transmisividad.....	31
Tabla3. Componentes relativos a la calidad organolépticos del agua potable. ....	40
Tabla4. Componentes Inorgánicos. ....	41
Tabla5. Valores límites recomendables para el contenido de fluoruro en mg/l. 8.	42
Tabla6. Contenidos Orgánicos.. ....	42
Tabla7. Zonificación del Sector Norte de B y C del Municipio San Diego, Edo Carabobo. ....	47
Tabla8. Valores de Coeficiente de almacenamientos (S).....	68
Tabla9. Distribución de Pozos, Zona Norte en el Municipio San diego, Estado Carabobo.. ....	72
Tabla10. Uso de los pozos en el Sector Norte B y C en el Municipio San Diego del Estado Carabobo. ....	73
Tabla11. Estado Operacional de los pozos en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	74
Tabla12. Ubicación de los pozos con datos Fisicoquímicos. ....	80
Tabla13. Datos fisicoquímicos de los pozos en estudio.....	81
Tabla15. Valores obtenidos al realizar la Prueba de Caudal Variable, Pozo N°2 del Conjunto Residencial El Tulipán .....	82
Tabla14. Ubicación de los Pozos utilizados en la prueba de caudal variable del Conjunto Residencial El Tulipán .....	84
Tabla16. Ubicación de los pozos por sector para la medición del nivel estático en el Municipio San Diego del Estado Carabobo. ....	85
Tabla 18. Componentes relativos a la calidad organolépticos del agua potable. ....	89
Tabla19. Algunos valores típicos de la Alcalinidad Total. ....	90
Tabla19. Ubicación de los pozos Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	100

Tabla20. Ubicación de los pozos Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. (CONTINUACIÓN).....	101
Tabla21. Propiedades Fisicoquimicasen el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	123

## INTRODUCCIÓN

En Venezuela, fenómenos como el índice de crecimiento poblacional y sequías han traído como consecuencias problemas en el suministro de agua potable a la comunidad, por diversos factores, en los que se podrían mencionar: sequías, problemas de ordenamiento territorial y planificación de urbanismos, entre otros. En el Municipio San Diego se realizó un plan Municipal de Desarrollo San Diego 2014-2017, realizado por la Alcaldía de San Diego, en donde se estima que desde el año 2008 al 2013, la población ha tenido un crecimiento del 15%, debido a esto se han llevado a cabo puntos de exploración de aguas subterráneas construidas sin el conocimiento sobre la realización y el uso adecuado que permita la sostenibilidad del acuífero, es por esto que se puede generar una desinformación en la cantidad y ubicación de pozos que realmente se encuentran en el sector. Por lo que se optó por localizar los mismos por medio de una revisión documental suministrada por el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Agua y el trabajo de campo mediante un sistema de posicionamiento global.

Esta investigación tiene como propósito general la elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego Sector Norte B y C, durante el año 2015, Los cuales puedan generar un aporte a las autoridades competentes de una información actualizada y digitalizada del acuífero en estudio, de tal manera que facilite la planificación de futuros de proyectos de abastecimiento de agua potable y un correcto uso de este recurso.

En el capítulo I de esta investigación, se muestra el planteamiento del problema, el cual describe la justificación, objetivos, alcance y limitación del trabajo realizado.

Los antecedentes que afianzan y aportan información necesaria para la realización de este trabajo, así como Los fundamentos Teóricos necesarios para llevar a cabo la investigación se encuentran en el capítulo II. En el capítulo III se refiere al marco metodológico en el cual se describe el tipo y diseño de la investigación, la población, muestra y la metodología utilizada, en el Capítulo IV se presentan los resultados

obtenidos, en el capítulo V se presentan las conclusiones de los objetivos propuestos así como las recomendaciones y se finaliza con la bibliografía y los anexos.



## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **Planteamiento del Problema**

La existencia del hombre en el planeta se ve determinada en obtener los recursos, necesarios para su subsistencia, como lo es El Agua, por lo que se ve obligado a extraerlos de la naturaleza, muchas veces sin el conocimiento o herramientas necesarias para no generar un impacto ambiental negativo.

El agua subterránea es la mayor reserva mundial de agua potable para el futuro, ya que esta es una reserva estratégica contra los problemas que representan por ejemplo el cambio climático, sequía o la contaminación del agua superficial. El agua subterránea son recursos hídricos que pueden ser representados en dos formas, los que se llenan naturalmente por la infiltración del agua de lluvia en la roca y otros que no son renovables, es decir, se encuentran a gran profundidad donde hay estratos impermeables, trayendo así como consecuencia, que siendo estos explotados sin ningún control pueden afectar diferentes ámbitos del contexto social repercutiendo en los seres vivos en general.

Las aguas subterráneas abastecen de agua potable por lo menos al 50% de la población mundial y representan el 43% de toda el agua utilizada para el riego (FAO, 2010). A nivel mundial, 2.500 millones de personas dependen exclusivamente de los recursos de aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades básicas diarias de agua (UNESCO, 2012).

Se estima que el 20% de los acuíferos mundiales está siendo sobreexplotado (Gleeson et al., 2012), lo que va a tener graves consecuencias, como el hundimiento del suelo y la intrusión de agua salada (USGS, 2013)

Las pérdidas económicas debidas a los peligros relacionados con el agua han aumentado considerablemente en la última década. Desde 1992, las inundaciones, sequías y tormentas han afectado a 4.200 millones de personas (el 95% de todas las personas afectadas por todos los desastres) y han ocasionado 1,3 billones de dólares estadounidenses de daños (el 63% de todos los daños) (UNISDR, 2012).

Los acuíferos o depósitos explotables de agua subterráneas representan en Venezuela una Superficie total de 829.000 km<sup>2</sup>, la formación de acuíferos importantes han sido extraídos sus recursos mediante pozos, los cuales son perforaciones o excavaciones cuasi vertical o verticalmente, cortando la zona de agua freática. Cuando se consume más el recurso de lo que ingresa en el acuífero, tiene como consecuencia que el manto freático disminuya, lo que hace difícil y costoso extraer el agua subterránea. Las áreas urbanas en los últimos tiempos han tenido una rápida expansión lo que resulta un problema para el suministro del agua subterránea ya que provoca su agotamiento y su contaminación; en las últimas décadas el volumen del agua de recarga del reservorio subterránea ha disminuido debido al aumento de la impermeabilidad de los lechos de los ríos en el área urbana, entre otras causas.

El Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas registra 50.000 pozos en el territorio nacional, de un total estimado de 100.000 pozos, los cuales abastecen el 40% a las actividades domésticas, agrícolas e industriales del país.

En el Municipio San Diego, existen propiedades en las que los propietarios han decidido excavar pozos subterráneos para así dar solución a la problemática actual de abastecimiento de agua potable, esto trae consecuencias a largo plazo, ya que no siempre tienen las herramientas y los conocimientos para llevar a cabo esta actividad de manera adecuada; Ejemplo de esta situación lo constituyen los problemas originados al extraer una mayor cantidad de caudal de la entrada que posee el mismo ,

lo que puede generar a largo plazo el descenso de la capa freática y así del nivel del terreno, por lo que es indispensable identificar la ubicación de los pozos de extracción y propiedades geofísicas de los pozos subterráneos en el Municipio San Diego durante el año 2015. Caso: Sector Norte B y C.

### **Formulación del Problema**

Como consecuencia del problema, se plantean las siguientes interrogantes:

- 1) Cuál es la ubicación geográfica y propiedades geofísicas de los pozos subterráneos en el Municipio San Diego durante el año 2015. Caso: Sector Norte B y C.
- 2) ¿Cuál es la descripción de la variación de los caudales y niveles de pozos en el Sector Norte B y C, del municipio San Diego durante el año 2015?
- 3) ¿Cómo aplicar el método de Theis para la estimación de los parámetros hidráulicos, trasmisividad y coeficiente de almacenamiento de los acuíferos del Municipio San Diego durante el año 2015. Caso: Sector Norte B y C?
- 4) ¿Qué mapas piezométricos resultan de las redes de flujo del acuífero del Municipio San Diego durante el año 2015. Caso: Sector Norte B y C.

## **Objetivos de la investigación**

### **Objetivo General:**

Elaborar mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego durante el año 2015. Caso: Sector Norte B y C.

### **Objetivos Específicos:**

1. Identificar la ubicación geográfica y propiedades geofísicas de los pozos subterráneos en el Municipio San Diego durante el año 2015. Caso: Sector Norte B y C.
2. Describir la variación de los caudales y niveles de pozos en el Sector Norte B y C, del municipio San Diego durante el año 2015.
3. Aplicar el modelo matemático de estimación de los parámetros hidráulicos, transmisividad y coeficiente de almacenamiento de los Acuíferos del Municipio San Diego durante el año 2015. Caso: Sector Norte B y C.
4. Elaborar mapas piezométricos de las redes de flujo del Acuífero del Municipio San Diego durante el año 2015. Caso: Sector Norte B y C.

## **Justificación**

El agua subterránea representa un recurso natural valioso para la sociedad, por lo que es necesario y de relevancia realizar los estudios necesarios planteados en este trabajo de investigación con el fin de tener un análisis claro de los acuíferos tomando en cuenta sus propiedades para tener un consumo y mantenimiento adecuado, es importante destacar que estas presentan una menor inversión con respecto a las aguas

superficiales, por lo que se debe crear conciencia y motivar a los entes encargados y la sociedad a preservar este recurso.

Esta investigación tiene como finalidad la descripción de las características en los pozos profundos durante el año 2015, sector Norte B y C, así como también la realización de mapas hidrogeoquímicos que aportan los datos necesarios para la evaluación de los acuíferos en el sector en estudio. Los resultados obtenidos serán una contribución para el Municipio San Diego en el control de diferentes ámbitos de los puntos de agua subterránea, dando un impulso a la elaboración de nuevas investigaciones donde se estudien o abarquen características que permitan detectar la vulnerabilidad presente en los acuíferos y así los entes encargados puedan aplicar las medidas necesarias donde se garantice el buen funcionamiento de los pozos profundos

### **Alcance y Limitaciones**

El proyecto a realizar tiene como objetivo la elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas de los acuíferos del Municipio San Diego, sector norte B y C, donde se estudiaron 4 pozos. Las medidas y ensayos necesarios para este estudio se realizaron entre septiembre y diciembre del año 2015.

El Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas o los propietarios, aportarán datos de los pozos faltantes y estudios de los análisis físico-químicos del agua para una elaboración más precisa de los mapas hidrogeoquímicos a realizar.

En la zona mencionada se encuentran pozos que no cuentan con los medios necesarios para la ejecución de las pruebas realizadas de caudal, nivel estático y dinámico, como lo es el punto de exploración y accesorios requeridos, así como también no es posible determinar la cantidad y ubicación de todos los pozos que se encuentran en el sector ya que se encuentra la posibilidad de que no hayan sido reportados.

Las presentes limitaciones restringirán la investigación:

- 1) El estudio se realizó en la zona norte B y C del Municipio San Diego del Estado Carabobo, quedando acuíferos de dicho Municipio que necesitarán de estudios similares.
- 2) Debido a que no existe un registro exacto de todos los pozos, porque se han llevado a cabo de manera clandestina y no han sido reportados, se hace difícil su localización.
- 3) Disposición por parte de los empleados en los entes encargados de los pozos en suministrar información y disponibilidad de acompañamiento para la realización de las pruebas debido a sus ocupaciones laborales.
- 4) Existen pozos donde en el momento de su instalación no le realizaron el orificio donde se introduce la sonda para realizar la toma de mediciones.
- 5) Los mapas donde se representan las propiedades fisicoquímicas y la litología, se realizaron en los puntos de agua subterránea donde se han realizado estos estudios, los cuales fueron suministrados por El Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Agua.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los elementos teóricos, que contextualizan el estudio; a través de los aportes de investigaciones que se han hecho en el área, se presentan las bases teóricas como constructos que apoyan la investigación, así como para conocer y manejar la tecnología que califican los sistemas de información geográfica (SIG) y las especificaciones necesarias para la elaboración de los mapas.

#### **Antecedentes de la Investigación**

En la búsqueda de investigaciones relacionadas con el objeto de estudio se encontraron las siguientes:

El Trabajo de **Veloza y Morales (2009)** quienes realizaron los estudios hidrogeológicos e hidrogeoquímicos en el Municipio de Maní Departamento de Casanare en la región de la Orinoquia de Colombia, el acuífero en estudio es potencialmente explotable a profundidades mayores de 33 m y hasta profundidades de 200 m, hacia la parte central del área. En la cuenca hidrogeológica el Municipio de Maní, el comportamiento hidrológico refleja un déficit de agua, en la temporada de Diciembre a Marzo. Al evaluar y tratar con el área de estudio se observó que no cuenta con servicio de acueducto y alcantarillado, es por esto que la población debe abastecerse de una gran cantidad de pozos y aljibes construidos de manera artesanal con captaciones que no cuentan con ninguna información hidráulica. Desde el punto

de vista ambiental, la mayoría de las captaciones no presentan ningún tipo de protección sanitaria ni aislamientos

**King (2008)** determinó la disponibilidad de aguas subterráneas en el sector Monay, Agua Viva, Estado Trujillo (Venezuela) para determinar la evaluación de la disponibilidad de las aguas subterráneas y la elaboración de mapas geológicos del área, donde sea posible verificar la rentabilidad de los pozos existentes y solventar las necesidades de los sectores más afectados .

**Leyva (2010)**, desarrolló un estudio monográfico sobre la modelación de acuíferos con énfasis en acuíferos semiconfinados y una evaluación del estado de la modelación del flujo y transporte en el Acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Se describen las ecuaciones de flujo y transporte de manera general y concretamente para acuíferos confinado, libre y semiconfinado y los pasos del protocolo para la modelación numérica y se mencionan las opciones del código existente para modelar el flujo, transporte de agua subterráneas o ambos.

**García y Mendoza (2015)**, elaboraron mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego del Estado Carabobo durante el año 2015, específicamente en el sector norte A, a fin de crear una base de datos, representadas en mapas georreferenciados usando el Software ArcGIS 10.0.

**Mendoza y Rondon (2015)**, El proyecto se enfoca en la realización de mapas, hechos por el Software ArcGIS 10.1, para el registro de los 32 pozos utilizados para abastecimiento de agua para el uso industrial en el Municipio Guacara, sector El Tigre y Pruinca. Exponiendo su ubicación, usando equipo de posicionamiento global UTM, y las diferentes características del acuífero con información recopilada en campo o mediante entidades públicas y/o empresas privadas.



## Bases Teóricas

### Método de Theis

Consiste en la determinación de las características hidráulicas de un acuífero antes que el pozo de bombeo alcance el estado estacionario. La importancia de esta capacidad se debe a que, bajo la mayoría de las condiciones, probablemente un pozo no desarrolle un estado estacionario, o que requiera muchos meses o años.

Para dicha resolución se consideran las siguientes circunstancias limitativas:

- No existen recargas anteriores.
- El acuífero es homogéneo e isótropo en cuanto a su K.
- El acuífero es infinito.
- El pozo de bombeo es de diámetro cero.
- El pozo atraviesa completamente la formación permeable.
- El agua que se bombea, produce un inmediato descenso del nivel y no
- El flujo del agua hacia el pozo es radial y no tiene componentes verticales.
- El caudal de bombeo Q es constante.

Los resultados del ensayo se ajustarán más a la realidad cuanto más se ajuste la realidad física del ensayo a las condiciones matemáticas impuestas. Con todas estas limitaciones o condiciones de contorno, introducidas en la ecuación general, y resuelta ésta, se llega a la fórmula de Theis:

$$d = \frac{Q}{4\pi T} \int_u^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du$$

Dónde:

d = descenso de un punto situado a la distancia r del pozo de bombeo.

Q = caudal de bombeo constante.

T = transmisividad del acuífero.

u = es una función auxiliar, cuyo valor es:

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

Siendo:

S = coeficiente de almacenamiento.

t= tiempo transcurrido a partir del comienzo del bombeo, consideradas inicialmente condiciones de reposo.

Ala integral de la fórmula se la denomina función de pozo **W (u)**. Así se tiene:

$$W (u) = \int_u^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du$$

Esta integral no tiene solución analítica, por lo cual se ha resuelto por métodos aproximados y se encuentra tabulada de un modo resumido en la Tabla(Nº2).

Asimismo, en el Figura(Nº3) se dibuja la curva de **W (u)** en función de Vu.De ambos, Tabla y gráfico, pueden obtenerse los valores de la función delPozoW(u)

Por tanto, se tiene:

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

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

Pudiendo obtenerse los valores de T y S sin más que despejarlos.

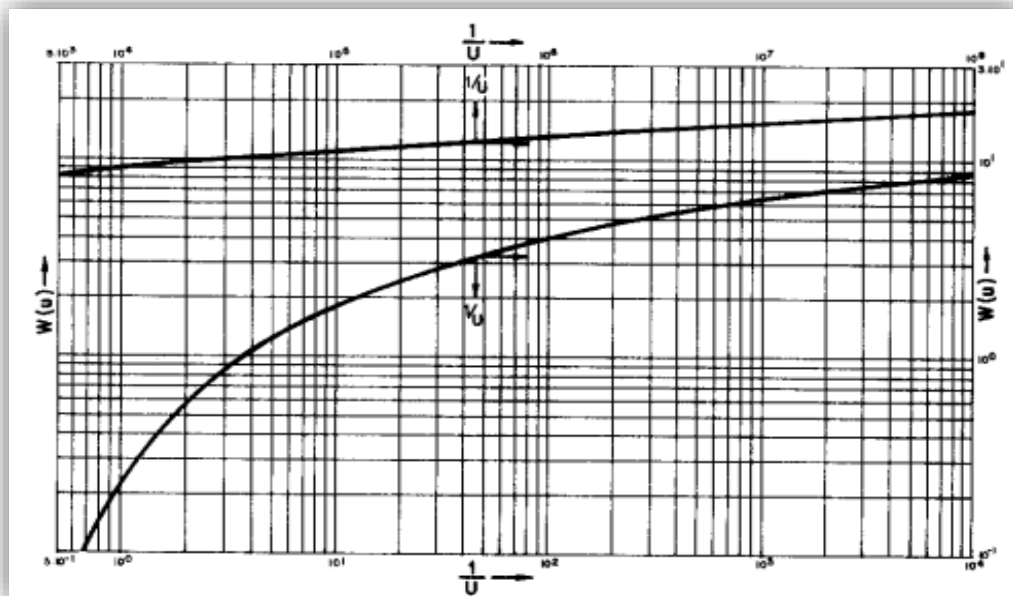
$$T = \frac{Q W(u)}{4\pi d}$$

$$S = \frac{4Ttu}{r^2} \text{ Ó } S = \frac{4Tt}{r^2 \frac{1}{u}}$$

Lo que verdaderamente interesa es introducir en estas fórmulas no valores aislados, sino valores que sean representativos de una media de toda la evolución de niveles.

A tal efecto, existen una serie de métodos de superposición y coincidencia.

**Tabla1. Función W (u) de pozo en acuífero confinado (Curva de Theis). Fuente: Benítez (1963)**



	$k \times 10^{-14}$	$k \times 10^{-12}$	$k \times 10^{-10}$	$k \times 10^{-8}$	$k \times 10^{-6}$	$k \times 10^{-4}$	$k \times 10^{-2}$	k
1.0	31.6590	27.0538	22.4486	17.8435	13.2383	8.6332	4.0379	0.2194
1.5	31.2535	26.6483	22.0432	17.4380	12.8328	8.2278	3.6374	.1000
2.0	30.9658	26.3607	21.7555	17.1503	12.5451	7.9402	3.3547	.04890
2.5	30.7427	26.1375	21.5323	16.9272	12.3220	7.7172	3.1365	.02491
3.0	30.5604	25.9552	21.3500	16.7449	12.1397	7.5348	2.9591	.01305
3.5	30.4062	25.8010	21.1959	16.5907	11.9855	7.3807	2.8099	.006970
4.0	30.2727	25.6675	21.0623	16.4572	11.8520	7.2472	2.6813	.003779
4.5	30.1549	25.5497	20.9446	16.3394	11.7342	7.1295	2.5684	.002073
5.0	30.0495	25.4444	20.8392	16.2340	11.6289	7.0242	2.4679	.001148
5.5	29.9542	25.3491	20.7439	16.1387	11.5336	6.9289	2.3775	.0006409
6.0	29.8672	25.2620	20.6569	16.0517	11.4465	6.8420	2.2953	0.0003601
6.5	29.7872	25.1820	20.5768	15.9717	11.3665	6.7620	2.2201	.0002034
7.0	29.7131	25.1079	20.5027	15.8976	11.2924	6.6879	2.1508	.0001155
7.5	29.6441	25.0389	20.4337	15.8286	11.2234	6.6190	2.0867	.00006583
8.0	29.5795	24.9744	20.3692	15.7640	11.1589	6.5545	2.0269	.00003767
8.5	29.5189	24.9137	20.3086	15.7034	11.0982	6.4939	1.9711	.00002162
9.0	29.4618	24.8566	20.2514	15.6462	11.0411	6.4368	1.9187	.00001245
9.5	29.4077	24.8025	20.1973	15.5922	10.9870	6.3828	1.8695	0.000007185

**Figura1. Función W (u) de pozo en acuífero confinado (Curva de Theis). Fuente: Benítez (1963)**

### **Propiedades Hidrogeológicas de los Acuíferos**

En el comportamiento hidráulico de los acuíferos pueden distinguirse diversas propiedades que se describen a continuación y que se utilizan para caracterizar dicho comportamiento y establecer sus leyes.

#### **- Transmisibilidad o Transmisividad (T)**

La permeabilidad se considera intrínseca de algunos materiales así como su conductividad hidráulica para la transmisión de agua. Un concepto muy útil en la práctica habitual es la transmisividad o transmisibilidad de un sistema acuífero, la que mide la cantidad de agua, por unidad de ancho, que puede ser transmitida horizontalmente a través del espesor saturado de un acuífero con un gradiente hidráulico igual a 1 (unitario).

La transmisividad es el producto de la conductividad hidráulica y el espesor saturado del acuífero:

$$T = b \cdot K$$

Donde T es la transmisividad (L<sup>2</sup>/T), b es el espesor saturado del acuífero (L) y K es la conductividad hidráulica (L/T). Para un acuífero compuesto de muchos estratos la transmisividad total es la suma de las transmisividades de cada estrato:

$$T = \sum_{i=1}^n T_i$$

Donde n es el número total de estratos y T<sub>i</sub> es la Transmisividad del estrato i. La Transmisividad de un acuífero es un concepto que asume que el flujo a través de él es horizontal.

**Tabla2. Valores de Transmisividad. Datos tomados de Nociones básicas de Hidrología. Fuente: Benítez (1992) Captación de Aguas Subterráneas**

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

### **Coefficiente de Almacenamiento (S)**

Si se produce un cambio en el nivel de agua en un acuífero saturado, o una unidad confinada, una cantidad de agua puede ser almacenada o liberada. El coeficiente de almacenamiento, Si es el volumen de agua, por unidad de área y cambio en altura de

agua, que una unidad permeable absorberá o liberará desde almacenamiento. De acuerdo a esta definición esta cantidad es adimensional.

En la zona saturada la presencia de agua induce una presión interna (usualmente denominada presión de poros) que afecta la distribución de los granos de mineral así como a la densidad del agua en los poros. Si la presión interna aumenta, el esqueleto mineral se expande, mientras que si la presión disminuye el esqueleto se contrae. Este concepto se conoce como elasticidad.

Asimismo, el agua se contrae debido a un aumento en la presión y se expande frente a una disminución en la presión. Cuando la carga hidráulica del acuífero disminuye, su esqueleto se contrae lo que reduce la porosidad efectiva y se libera agua. En forma adicional, una cantidad de agua es liberada debido a su expansión en los poros debido a la disminución de la presión interna.

#### **El almacenamiento específico (SS):**

Es la cantidad de agua, por unidad de volumen, que es almacenada o liberada debido a la compresibilidad del esqueleto mineral y del agua en los poros debido a un cambio unitario en el nivel de agua en el acuífero. Este coeficiente se denomina coeficiente de almacenamiento elástico. Este concepto se aplica tanto a acuíferos confinados como no confinados.

El almacenamiento específico está dado por la siguiente expresión:

$$SS = \rho_w \cdot g \cdot (\alpha + n \cdot \beta) s w$$

Donde  $\rho_w$  es la densidad del agua (M/L<sup>3</sup>),

$g$ : es la aceleración de gravedad (L/T<sup>2</sup>),

$\alpha$ : es la compresibilidad del esqueleto del acuífero (1/(M/LT<sup>2</sup>)),

$n$ : es la porosidad (L<sup>3</sup>/L<sup>3</sup>),

$\beta$ : es la compresibilidad del agua (1/(M/LT<sup>2</sup>)).

El almacenamiento específico tiene unidades de 1/L, con valores inferiores a 0.0001 1/m.

En un acuífero confinado la carga hidráulica puede disminuir pero el nivel piezométrico puede permanecer sobre la unidad confinante. En este caso una cantidad de agua es liberada desde almacenamiento y el acuífero permanece saturado. El coeficiente de almacenamiento (S) de un acuífero confinado es el producto del almacenamiento específico (SS) y del espesor del acuífero:

$$S = b \cdot SS$$

Dado que SS tiene dimensiones 1/L y el espesor del acuífero tiene unidades de longitud, L, el coeficiente de almacenamiento es adimensional. Toda el agua liberada desde el acuífero se puede relacionar con la compresibilidad del esqueleto mineral y el agua presente en los poros.

El agua proviene de todo el espesor del acuífero. El valor del coeficiente de almacenamiento de un acuífero confinado es inferior a 0.005.

En el caso de un sistema no confinado o libre el nivel de saturación (nivel freático) aumenta o disminuye debido a cambios en la cantidad de agua almacenada. A medida que el nivel de agua disminuye, parte del agua drena desde los poros del sistema acuífero. Este almacenamiento o liberación de agua se debe a la capacidad específica de la unidad (SY), así como al almacenamiento específico de ella. Para un acuífero no confinado el coeficiente de almacenamiento, S, se calcula como:

$$S = Sy + h \cdot SS$$

Donde h es el espesor de la zona saturada del acuífero. En el caso de un sistema no confinado el valor de SY es algunos órdenes de magnitud mayor que h·SS, por lo que el coeficiente de almacenamiento se supone igual a SY. En el caso de una unidad

geológica de grano muy fino la capacidad específica puede ser comparable a h·SS. En general el coeficiente de almacenamiento es del orden de 0.02a 0.30.

El volumen de agua drenado desde un acuífero, debido a una reducción en su carga hidráulica puede ser calculada como:

$$V_w = S A \Delta h$$

Dónde:

$V_w$ : es el volumen de agua drenada

$A$ : es el área superficial de la zona drenada

$\Delta h$ : es la disminución promedio en la carga hidráulica.

### **Compresibilidad y Tensión Efectiva**

En un plano horizontal en un acuífero saturado, el peso del agua y del material rocoso del acuífero genera una tensión vertical descendente sobre el esqueleto del acuífero, lo que se denomina presión total,  $\sigma_T$ . Al mismo tiempo, la presión del fluido causa una tensión vertical en la dirección opuesta,  $P$ . La presión efectiva,  $\sigma_e$ , sobre el esqueleto del acuífero queda dada por:

$$\sigma_e = \sigma_T - P$$

Si existe un cambio en la presión total, la presión de poros y la presión efectiva también cambiarían:

$$d\sigma_e = d\sigma_T - dP$$

En acuíferos confinados, pueden existir cambios significativos en la presión interna con un pequeño cambio en el espesor de la columna saturada. Bajo estas



condiciones, la presión total permanece prácticamente constante, por lo que cualquier cambio en la presión de poros se equilibra con un cambio en la presión efectiva:

$$d\sigma_e = - dP$$

Si el bombeo reduce la presión interna en un acuífero confinado, la presión efectiva que actúa sobre el esqueleto mineral del acuífero aumenta. El aumento de la presión efectiva ocasiona la consolidación o compactación de los granos de mineral, lo que reduce la porosidad del suelo. La compresibilidad de un acuífero se define como:

$$a = \frac{(db/b)}{d\sigma_e}$$

Dónde:

db: es el cambio en el espesor del acuífero

b: es el espesor original.

Obteniendo, finalmente:

$$a = \frac{\left(\frac{db}{b}\right)}{dP}$$

## **Características Químicas de los Iones y Sustancias Disueltas más Importantes**

### **- Aniones y sustancias Aniónicas:**

#### **1. Ion Cloruro, Cl-**

Características químicas: Sales en general muy solubles. Muy estable en disolución y muy difícilmente precipitable. No se oxida ni reduce en aguas naturales

Concentraciones. Entre 10 y 250 ppm en aguas dulces. El agua de mar tiene entre 18000 y 21000 ppm. Las salmueras naturales pueden llegar a tener 220000 ppm (saturación).

Nocividad y toxicidad. Más de 300 ppm comunican sabor salado al agua de bebida, pero no es perjudicial por lo menos hasta algunos miles de ppm. Es esencial para la vida. Contenidos elevados 44 son perjudiciales para muchas plantas y comunican corrosividad al agua.

## 2. Ion Sulfato, $\text{SO}_4^-$

Características químicas. Sales moderadamente solubles a muy solubles, excepto las de Sr (60 ppm) y de Ba (2 ppm). Es difícilmente precipitable químicamente ya que las sales solubles de Sr y Ba son muy escasas en la naturaleza, pero puede separarse de la solución por concentración si existe una evaporación importante.

Concentraciones. Entre 2 y 150 ppm en aguas dulces pudiendo llegar a 5000 ppm en aguas salinas si existe Ca y hasta 200000 si está asociado a Mg y Na en ciertas salmueras. El agua del mar contiene alrededor de 3000 ppm.

Nocividad y toxicidad. Las aguas selenitosas (elevado contenido en sulfato) no quitan la sed y tienen sabor poco agradable y amargo. Por sí mismo o si va asociado a Mg o Na en cantidades importantes puede comunicar propiedades laxantes. En cantidades elevadas puede ser perjudicial a las plantas. Más de algunos centenares de ppm perjudican a la resistencia del hormigón y cemento.

## 3. Iones Bicarbonato y Carbonato, $\text{CO}_3 \text{H}^-$ y $\text{CO}_3^-$

Características químicas. Estos iones comunican alcalinidad al agua en el sentido que da capacidad de consumo de ácido al producir una solución tampón. Se pueden precipitar con mucha facilidad como  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

Concentraciones. El ion bicarbonato varía entre 50 y 350 ppm en aguas dulces pudiendo llegar a veces hasta 800 ppm. El agua del mar tiene alrededor de 100 ppm. El ion carbonato está en concentraciones mucho menores que el ion bicarbonato y si el pH < 8.3 se le considera cero. En aguas alcalinas con pH > 8.3 puede haber cantidades importantes, hasta 50 ppm en algunas aguas naturales. El agua del mar tiene menos de 1 ppm.

Nocividad y toxicidad. No presenta problemas de toxicidad. Las aguas bicarbonatadas sódicas son malas para riego, debido a la fijación del Na en el terreno y creación de un medio alcalino.

#### 4. Ion Nitrato, NO<sub>3</sub> --

Características químicas. Sales muy solubles y por lo tanto es muy difícilmente precipitable.

Concentraciones. Normalmente entre 0.1 y 10 ppm pero en aguas polucionadas puede llegar a 200 ppm y en algún caso hasta 1000 ppm. El agua del mar tiene alrededor de 1 ppm o menos.

Nocividad y toxicidad. Concentraciones elevadas en agua de bebida puede producir cianosis en los niños y comunican corrosividad (oxidaciones) al agua y producen interferencias en fermentaciones.

#### 5. Silice, SiO<sub>2</sub>

Características químicas. La hidroquímica del silicio no está del todo aclarada pero se cree que la mayoría de la sílice está como SiO<sub>4</sub>H<sub>4</sub>, en parte disuelta y en parte coloidal, y sólo una pequeña parte está ionizada (SiO<sub>4</sub>H<sub>3</sub> -) a pH normales.

Concentraciones. La mayoría de las aguas naturales tienen entre 1 y 40 ppm en SiO<sub>2</sub> pudiendo llegar hasta 100, en especial en aguas bicarbonatadas sódicas. En aguas muy básicas se puede llegar a 1000 ppm.

Nocividad y toxicidad. El mayor inconveniente está relacionado con su incrustabilidad en calderas y calentadores.

- **Cationes y sustancias catiónicas:**

1. Ion Sodio, Na<sup>+</sup>

Características químicas. Solubilidad muy elevada y muy difícil de precipitar.

Concentraciones. Entre 1 y 150 ppm en aguas dulces, no siendo raro encontrar contenidos mucho mayores, hasta varios miles de ppm. El agua del mar tiene alrededor de 10000 ppm, las salmueras naturales pueden llegar a tener 100000 ppm, siendo un límite que rara vez se sobrepasa el de 500 meq/l (= 110000 ppm).

Nocividad y toxicidad. Las aguas con concentraciones elevadas en sodio son perjudiciales a las plantas al reducir la permeabilidad del suelo; son especialmente nocivas si las concentraciones de Ca y Mg son bajas.

2. Ion Potasio, K<sup>+</sup>

Características químicas. Solubilidad muy elevada y difícil de precipitar.

Concentraciones. Entre 0.1 y 10 ppm en aguas dulces. Extraordinariamente se pueden tener algunos cientos de ppm y sólo muy raramente se pueden tener algunos cientos de ppm y sólo muy raramente se puede tener salmueras de hasta 100000 ppm. El agua del mar tiene alrededor de 400 ppm.

Nocividad y toxicidad. No presenta problemas especiales a las concentraciones habituales y es un elemento vital para las plantas.

3. Ion Calcio, Ca<sup>++</sup>

Características químicas. Sales de moderadamente solubles a muy solubles. Es muy fácil de precipitar como CO<sub>3</sub>Ca.

Concentraciones. Entre 10 y 250 ppm en aguas dulces, pudiendo llegar a 600 ppm en aguas selenitosas. El agua del mar contiene alrededor de 400 ppm. Excepcionalmente se puede tener 50000 ppm en salmueras de  $\text{Cl}_2\text{Ca}$ .

Nocividad y toxicidad. El mayor inconveniente va asociado al aporte de dureza y producción de incrustaciones

#### 4. Ion Magnesio, $\text{Mg}^{++}$

Características químicas. Propiedades similares a las del ion calcio pero más soluble y algo más difícil de precipitar. 48

Concentraciones. Entre 1 y 100 ppm en aguas dulces, pudiendo llegar a veces a algunos miles de ppm en aguas salinas o salmueras. El agua del mar contiene 1200 ppm.

Nocividad y toxicidad. Propiedades laxantes y da sabor amargo al agua de bebida si hay algunos centenares de ppm. Contribuye a la dureza del agua.

### - Principales gases disueltos

#### 1. Anhídrido Carbónico, $\text{CO}_2$

Características químicas. Es un gas relativamente soluble y que al hidrolizarse produce ácido carbónico parcialmente dissociado.

Concentraciones. Frecuentemente se sitúa entre 1 y 30 ppm, correspondiendo los valores más bajos a aguas en contacto fácil con la atmósfera.

Nocividad y toxicidad. Las aguas con un exceso de  $\text{CO}_2$  son agresivas y las que pierden  $\text{CO}_2$  pueden convertirse en incrustantes. Aguas con más de 20 ppm de  $\text{CO}_2$  libre pueden ser agresivas para el hormigón.

En Venezuela se debe cumplir con los requerimientos de LAS NORMAS SANITARIAS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE. El agua potable deberá cumplir con los requisitos organolépticos, físicos y químicos establecidos en los cuadros N° 1, 2, 3 y 4 que se presentan a continuación.

**Tabla 3. Componentes relativos a la calidad organolépticos del agua potable. Fuente: (Norma Sanitaria de Calidad del agua Potable). Publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana N° 36.395 Fecha 13/02/1998**

Componente o característica	Unidad	Valor Deseable menor a	Valor Máximo Aceptable (a)
Color	UCV (b)	5	15 (25)
Turbiedad	UNT (c)	1	5 (10)
Olor o sabor	--	Aceptable para la mayoría de los consumidores	
Sólidos disueltos totales	mg/L	600	1000
Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	250	500
PH	--	6.5 - 8.5	9.0
Aluminio	mg/L	0.1	0.2
Cloruro	mg/L	250	300
Cobre	mg/L	1.0	(2.0)
Hierro total	mg/L	0.1	0.3 (1.0)
Manganeso total	mg/L	0.1	0.5
Sodio	mg/L	200	200
Sulfato	mg/L	250	500
Cinc	mg/L	3.0	5.0

- a) Los Valores entre los paréntesis son aceptados provisionalmente en casos excepcionales plenamente justificados ante la autoridad sanitaria.
- b) UCV: Unidades de color verdadero
- c) UNT: Unidades Nefelométricas de Turbiedad

NO<sub>3</sub>= Nitrato    N= Nitrógeno    NO<sub>2</sub>= Nitrito

**Tabla4. Componentes Inorgánicos. Fuente: (Norma Sanitaria de Calidad del agua Potable). Publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana N° 36.395 fecha 13/02/1998.**

COMPONENTES	Valor Máximo Aceptable (mg/L)
Arsénico	0.01
Bario	0.7
Boro	0.3
Cobre	20
Cadmio	0.003
Cianuro	0.07
Cromo Total	0.05
Fluoruros	(c)
Mercurio Total	0.001
Niquel	0.02
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	45.0
(N)	10
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0.03
(N)	0.01
Molibdeno	0.07
Plomo	0.01
Selenio	0.01
Plata	0.05
Cloro Residual	1.0 (3.0) (a)

- a) El valor entre paréntesis es aceptado provisional entre en casos extremadamente excepcionales, plenamente justificado ante la Autoridad Sanitaria Competente.
- b) La suma de las razones entre la concentración de cada uno y su respectivo valor máximo aceptable no debe ser mayor a la unidad
- c) El contenido de flúor como ión fluoruro F se fijará de acuerdo con el promedio anual de temperatura máxima del aire en °C, según el cuadro N° 3 siguiente:

**Tabla5. Valores límites recomendables para el contenido de fluoruro en mg/l. Fuente: (Norma Sanitaria de Calidad del agua Potable). Publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 36.395 fecha 13/02/1998**

<b>Promedio anual de temperatura máxima del aire en °C.</b>	<b>Límite Inferior</b>	<b>Límite Óptimo</b>	<b>Límite Superior</b>
10.0 – 14.0	0.8	1.1	1.5
14.0 – 17.6	0.8	1.0	1.3
17.7 – 21.4	0.7	0.9	1.2
21.5 – 26.2	0.7	0.8	1.0
26.3 – 32.6	0.6	0.7	0.8

**Tabla6. Contenidos Orgánicos. Fuente (Norma Sanitaria de Calidad del agua Potable). Publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 36.395 fecha 13/02/1998.**

<b>Componentes</b>	<b>Valor Máximo Aceptable</b>
	µg/L
Bromoformo	100
Cloroformo	200
Dibromoclorometano	100
Benceno	10
Tolueno	700
Xileno	500
Aldrin y Dieldrin	0.03
Clordano	0.2
DDT y sus metabolitos	2.0
2-4 D	30
Heptaclo	0.03
Heptaclo Expósito	0.1
Hexaclorobenceno	1.0
Lindano	2.0
Metoxicloro	20
Acilamida	0.5
Benzopireno	0.7
1-2 Dicloroetano	30
1-1 Dicloroetano	30
Etilbenceno	300
Pentaclorofenol	9.0
2-4-6 Triclorofenol	200

## **La Exploración Hidrogeológica**

Conjunto de estudios, trabajos y operaciones, llevados a cabo tanto por técnicas directas como indirectas, encaminados a la localización de acuíferos, para captación



de aguas subterráneas, en cantidad y con calidad adecuadas para el fin pretendido y definición de las condiciones óptimas de explotación.

- 1ª Etapa: Estudio Hidrogeológico: Conduce a la propuesta de perforación de sondeo, con definición técnica y de objetivos del mismo.
- 2ª Etapa: Construcción de la obra de captación
- 3ª Etapa: Valoración de los resultados del sondeo, para determinación de los parámetros hidráulicos del acuífero y de las condiciones óptimas de explotación

### **Contenido de los estudios Hidrogeológicos**

#### Recopilación de información

- Economía de tiempos y costes de realización Acceso a datos históricos.

#### Estudio de la demanda de agua

- Estimación de demandas actuales y futuras.
- Previsión de crecimiento demográfico permanente y estacional, industrial, agrícola, recreativo.
- Usos del agua: cantidad, calidad.

#### Estudio geológico

- Reconocimiento preliminar (mapas topográficos, mapas geológicos, fotografías aéreas)

#### Formulación de hipótesis sobre localización y movimiento de aguas subterráneas.

- Comprobación de hipótesis y establecimiento de otras nuevas en trabajos de campo: Series estratigráficas.
- Cartografía geológica. Cortes geológicos. Bloques diagrama. Correlaciones. Estructuras. Facies

#### Estudio geofísico

- Métodos eléctricos y electromagnéticos

- Métodos sísmicos y gravimétricos Resonancia magnética

#### Estudio climatológico

- Precipitación Evapotranspiración Infiltración Escorrentía

#### Hidrología de superficie

- Ubicación y caudal de manantiales
- Aforos periódicos (limnógrafos, limnímetros, molinete...)

#### Estudio hidrogeológico

- Obtención de datos básicos (inventario de puntos acuíferos)
- Síntesis hidrogeológica

### **Marco Normativo Legal**

1. Decreto n° 2048 normas para la ubicación, construcción, protección, operación y mantenimiento de pozos perforados destinados al abastecimiento de agua potable, publicada en gaceta oficial de la República de Venezuela, en fecha 24/09/97, n° 36.298

2. COVENIN 2709:2002 “Aguas natrales, industriales y residuales. Guía para las técnicas de muestreo” (1era revisión)

3. Ley orgánica para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento. Publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela n° 5.568 Extraordinaria de fecha 31/12/2001.

4. Normas Sanitaria de Calidad del agua Potable. Publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana N° 36.395 fecha 13/02/1998.

## CAPITULO III

### MARCO METODOLOGICO

La metodología constituye el desarrollo procedimental de la investigación objeto de estudio, en ella se establecen los hechos y fenómenos que proporcionan la viabilidad a la investigación.

#### **Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es básico e importante debido a que cada estudio obedece a estrategias muy específicas relativas a una investigación; específicamente en este caso es de tipo descriptivo debido a que según Méndez (2007, p. 228), se debe considerar “el nivel de conocimiento científico (observación, descripción, explicación) al que espera llegar el investigador y tiene como objetivo según Hurtado (2010) “lograr la precisión y caracterización del evento de estudio dentro de un contexto particular” (p.413), así mismo, Cerda (2005) considera que “una de las funciones principales del método descriptivo es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada dentro del marco conceptual de referencia”. (p.73). Hurtado, (ibídem) expresa además que la revisión bibliográfica y la fundamentación noológica de la investigación descriptiva están orientadas a precisar y conceptualizar ampliamente los eventos que se pretenden describir, se centran en la temática correspondientes al evento a describir y a los eventos del contexto, los definen y los conceptualizan, explicita teorías o formulaciones que permiten comprender dichas definiciones e interpretar los resultados posteriormente.

En el estudio realizado se describe la situación actual, ubicación geográfica y la búsqueda de datos sobre las propiedades hidrogeoquímicas de pozos en el municipio San Diego, sector norte B y C, aportados por Ministerio de Poder Popular para Ecosocialismo y Agua e Hidrocentro, y así contribuir con dichos entes públicos en la realización de mapas de los acuíferos, siendo de gran interés para analizar el estado de estos.

### **Diseño de Investigación**

El diseño está centrado en a una metodología no experimental, fundamentado en la observación, descripción y explicación, coexistiendo el método observacional con el exploratorio. Debido a que no se pueden manipular las variables, los datos fueron obtenidos mediante la información suministrada por el Ministerio del poder popular de Ecosocialismo y Agua e Hidrocentro, así como de la observación, medición y realización de pruebas en el área de estudio.

La investigación no experimental es la que se realiza sin manipular deliberadamente las variables; lo que se hace en este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos. Hernández, Fernández, Baptista (2003).

Por consiguiente, en dicha investigación las variables de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero San Diego sector norte B y C y su ubicación, no se someten al control ni intervención de las investigadoras, sino a su diagnóstico y evaluación.

## Población y Muestra

### Población

Según Chávez (2007), la población “es el universo de estudio de la investigación, sobre el cual se pretende generalizar los resultados, constituida por características o estratos que le permiten distinguir los sujetos, uno de otros” (p.162)

Por su parte, Tamayo y Tamayo (2004), define a la población como “la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de población poseen una característica iguales semejantes para ser estudiadas y de esta manera dar solución a un problema determinado”.

En tal sentido la población objeto de estudio quedó establecida de la siguiente manera:

Población que se sometió a estudio en esta investigación al acuífero de todo el sector norte B y C del municipio San Diego.

**Tabla7. Zonificación del Sector Norte de B y C del Municipio San Diego, Edo Carabobo. Fuente: Elaboración de las Autoras**

Zona	Cantidad de Pozos	Distribución (%)
B y C	26	33.34

Zona	Ubicación
<b>B</b>	Villa Bahía, Las Caobas, Ciudad Montemayor, Los Faroles, Monteserino 12, Santa Marta, Divino Niño, Monteserino, Bosqueserino, Parqueserino, Villaserino, Villa Maporal, Aves de Paraíso, Villas Monterrey, Las Majaguas, Los Colores, Las Aves.
<b>C</b>	El Remanso, Residencia los Tulipanes, Parcelamiento San Antonio, Valparaíso, Los Frailes, Villaserino Country Park, Brisas de

	San Diego, Lomas de la Hacienda, Senderos de San Diego.
--	---

## **Muestra**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2006) la muestra “es en esencia un subgrupo de la población, es decir, pertenecen al conjunto definido en sus características”. (p.240).

Parra (2003), define la muestra como “una parte (sub-conjunto) de la población obtenida con el propósito de investigar propiedades que posee la población”. (p.16)

La muestra en esta investigación es igual a la población; es intencional, no probabilística, es decir que, comprende los mismos pozos que se establecieron en la población.

## **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

En el proceso de la investigación realizado, se utilizaron técnicas e instrumentos de recolección de datos, necesarios para la elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego, sector norte B y C, principalmente la técnica de observación apoyada en un diagrama de Gantt, para planificar la realización de las actividades en el tiempo, para recolectar la información, así como la revisión de documentos suministrados tanto por el Ministerio del poder popular de Ecosocialismo y Agua, hidrocentro, como por los propietarios de pozos. Considerando que la técnica de observación para Hurtado (2010) “constituye un proceso de atención, recopilación, selección y registro de información, para el cual el investigador se apoya en sus sentidos” (p.833).

Los instrumentos de medición que corresponden a la técnica de observación deben proporcionar criterios para que el investigador pueda captar exactamente aquello que le interesa del evento. Hurtado (Ibidem).

Al realizar esta investigación el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y agua concedió documentos de registro que están constituidos por: la identificación, ubicación, datos de construcción, uso, nivel del agua, datos de la Bomba, perfil

litológico y análisis físico químico del agua. Por todo ello, se establece la elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego sector norte B y C, identificar la ubicación geográfica de dichos pozos a estudiar, realizar mediciones tomando en cuenta los parámetros delimitados y la información suministrada por el ente público.

### **Instrumentos de Recolección de Datos**

- Ficha de Registro, GPS, Sonda, Cámara (**Prueba de Nivel Estático**)
- Ficha de Registro, Sonda, Cronometro, Cámara, Tobo, Accesorios de Control en la Descarga(**Prueba de Caudal Variable**)

### **Fuente: Elaboración de las Autoras**

#### **Validez y confiabilidad.**

La validez constituye la garantía que los instrumentos midan lo que se desea medir, en tal sentido, en esta investigación dichos instrumentos fueron analizados mediante el juicio de expertos determinando la validez de su contenido.

La confiabilidad significa el grado de confianza en que con la aplicación de los instrumentos se obtienen los mismos resultados o resultados similares.

### **Análisis de Datos**

Mediante el uso de una base de datos computarizada con la información obtenida de la revisión documental y la observación, fue procesada en el programa ArcGIS, en donde fue posible sistematizar la información recolectada y a su vez la elaboración de los mapas en donde es posible visualizar la ubicación de los pozos estudiados, así como también las propiedades hidrogeoquímicas y las redes de flujo.

## **Procedimiento de la Investigación**

Se describirá las fases de la investigación que permitieron desarrollar los objetivos propuestos

### **Fase I**

Identificar la ubicación geográfica de los pozos subterráneos en el Municipio San Diego durante el año 2015. Caso: Sector Norte B y C.

En esta fase se determinarán las coordenadas UTM de cada uno de los pozos en el sector norte del Municipio San Diego, durante el año 2015, caso sector norte B y C, con ayuda del Sistema de Posicionamiento Global GPS.

Los datos obtenidos se usarán para cargarlos en el programa ArcGIS 10.0 y poder representar cada uno de los pozos del Municipio San Diego Sector Norte B Y C. Para recolectar dichos datos, se procedió a ir al lugar de cada uno de los pozos bajo estudio y con ayuda del GPS se tomaron datos como la localización y nivel freático de los puntos de agua subterránea.



**Figura2. Instrucciones del Ing. Víctor Carrillo de uso de equipos de medición**





**Figura3. Proceso de recolección de datos y medición de nivel en el Pozo en el Remanso, Aves del Paraíso. Coordenadas 614992E; 1133241N. Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 20/10/2015.**



**Figura4. Medición de Niveles en el pozo N°1 de Tulipán. Coordenadas 613684E; 1136949N. Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/11/2015.**



**Figura5. Ejecución de la Prueba de caudal variable en el Conjunto Residencial El Tulipan en el Municipio San Diego del Estado Carabobo, Coordenadas UTM 1135093N; 613684E.Fecha 15/12/2015.**

Para recolectar datos del nivel freático se realizó el siguiente procedimiento.

- 1- Introducir la sonda en el pozo, mediante la abertura destinada a las instalaciones eléctricas.
- 2- Se introduce la sonda en la abertura hasta que la luz ubicada en la base de la misma se encienda.
- 3- Luego de esto se procede a tomar las medidas necesarias, de la profundidad del agua, las cuales se denominan nivel dinámico, cuando el pozo está operativo y nivel estático cuando el pozo tiene al menos 12 h apagado y este ha logrado estabilizarse.
- 4- Por medio de entrevistas, observación directa y revisión de documentos de investigaciones realizadas anteriormente, así como también datos aportados por el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Agua y el centro de investigaciones Hidrológicas y Ambientales- UC, se obtuvieron datos de pruebas realizadas a los pozos, así como perfil litológico, uso, operatividad y sus respectivas características físicas. Información necesaria para realizar los mapas de propiedades hidrogeoquímicas.

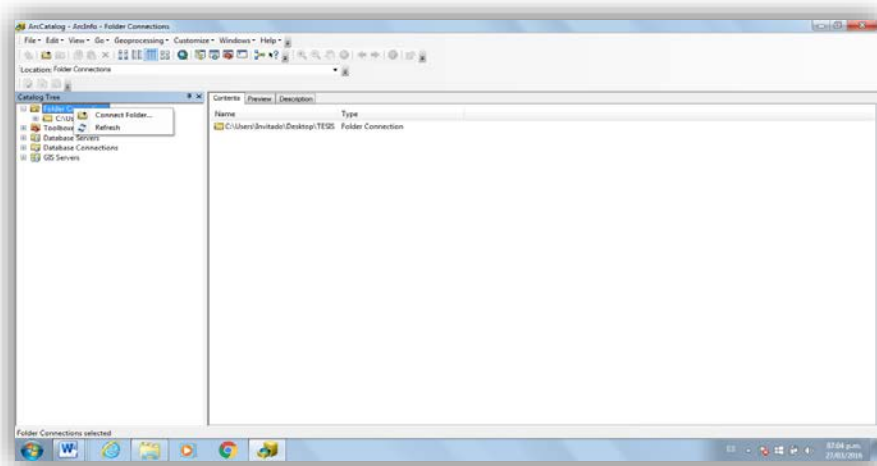
**El procedimiento para cargar los datos en ArcGIS es como se indica a continuación:**

Importación de los datos obtenidos de los pozos en campo a ArcCatalog.

Para importar las coordenadas de cada uno de los pozos, se realizó una Tabla en Excel con la información necesaria para poder georeferenciarlas a un sistema de proyecciones planas Universal Transversal de Mercator (UTM). Elipsoide Internacional WGS84 uso 19 Zona Norte, Hemisferio donde se encuentra ubicada Venezuela (norte).

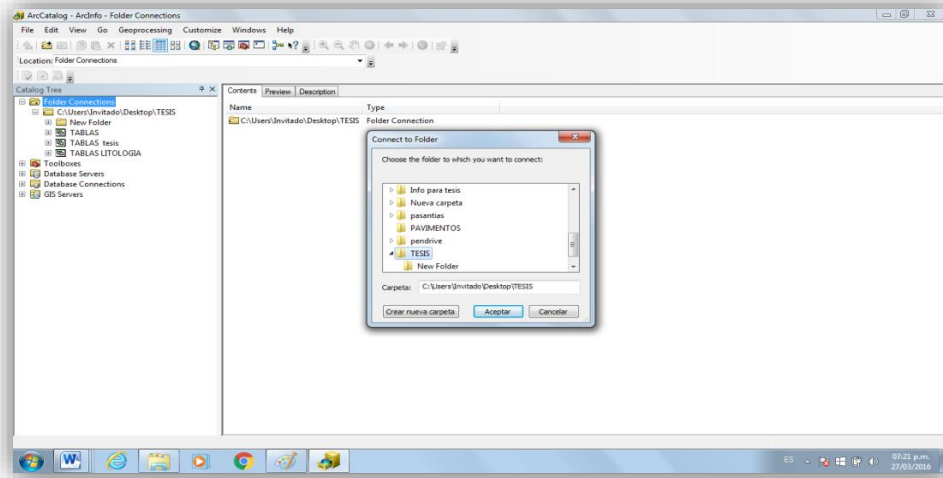
Estos datos de suministrarán al programa de la siguiente manera

- 1- Ingresar a ArcCatalog→ Folder Conections
- 2- Hacer Clic derecho en Folder Conections

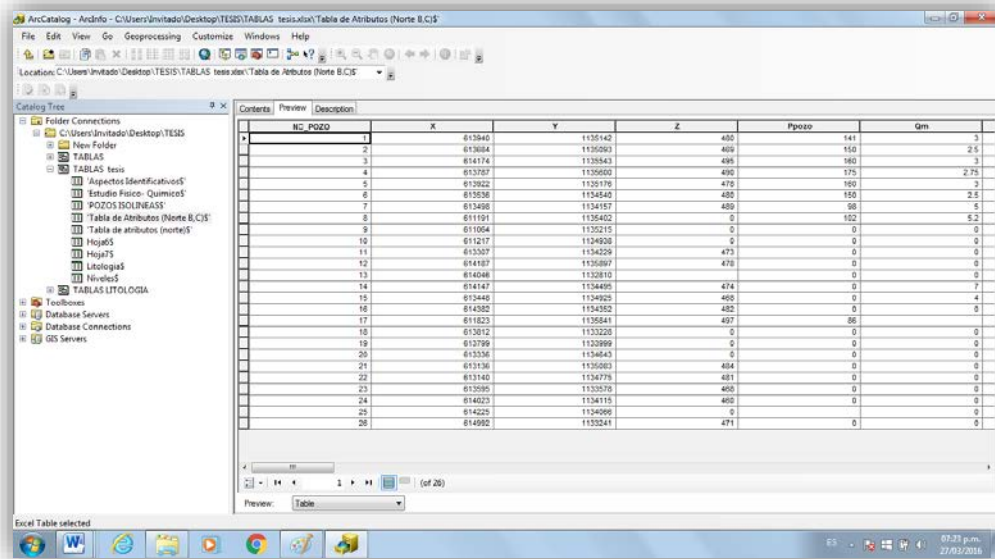


**Figura6. Sincronización de la carpeta de trabajo con ArcCatalog. Fuente: ArcGIS 10.0**

- Se desplegará un cuadro, donde se visualizan las carpetas y se selecciona una donde se encuentren guardados los datos a utilizar y así disponer de la información necesaria para trabajar en ArcCatalog.

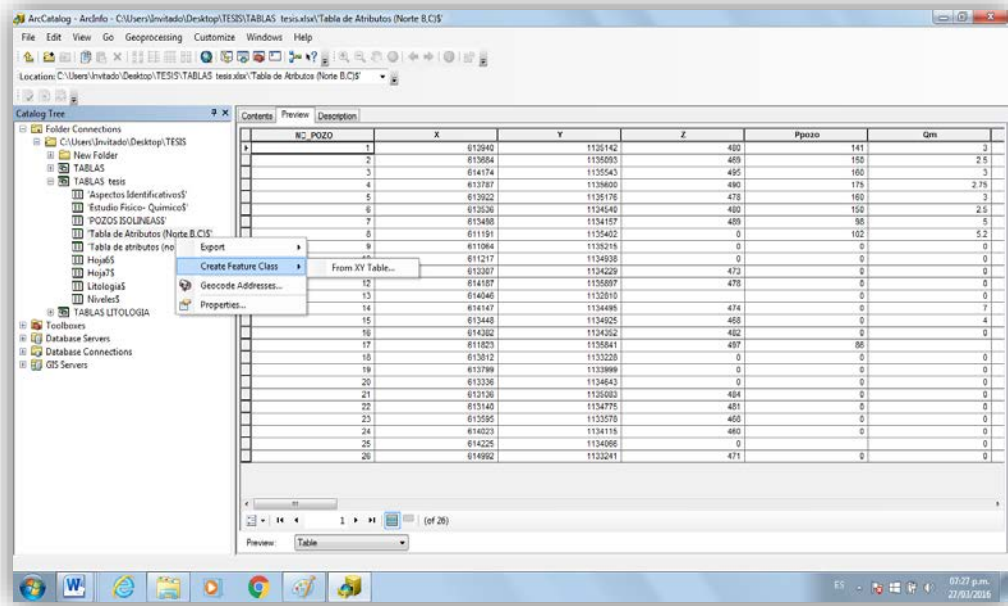


**Figura7. Conexión de la carpeta TESIS y CAPAS en ArcCatalog. Fuente: ArcGIS 10.0.**



**Figura8. Muestra de Tabla de en ArcCatalog. Fuente: ArcGIS 10.0.**

De esta manera se cargan las Tablas de atributos con los datos de los pozos en estudio  
 4- se selecciona cada una de las Tablas a utilizar, se da clic derecho en CreateFeatureClass→ From XY Table...

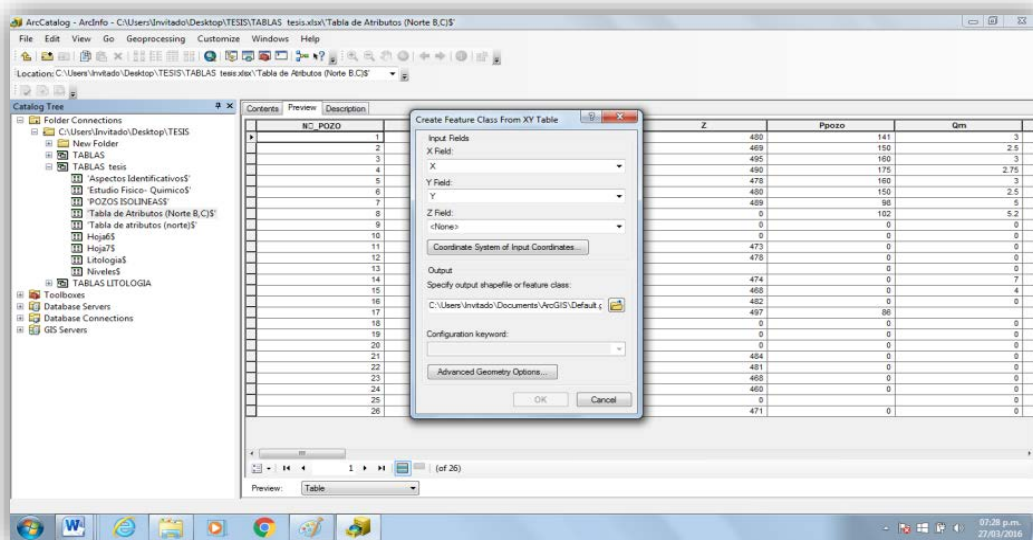


**Figura9. Muestra de pestaña para crear FeatureClass en ArcCatalog. Fuente: ArcGIS 10.0.**

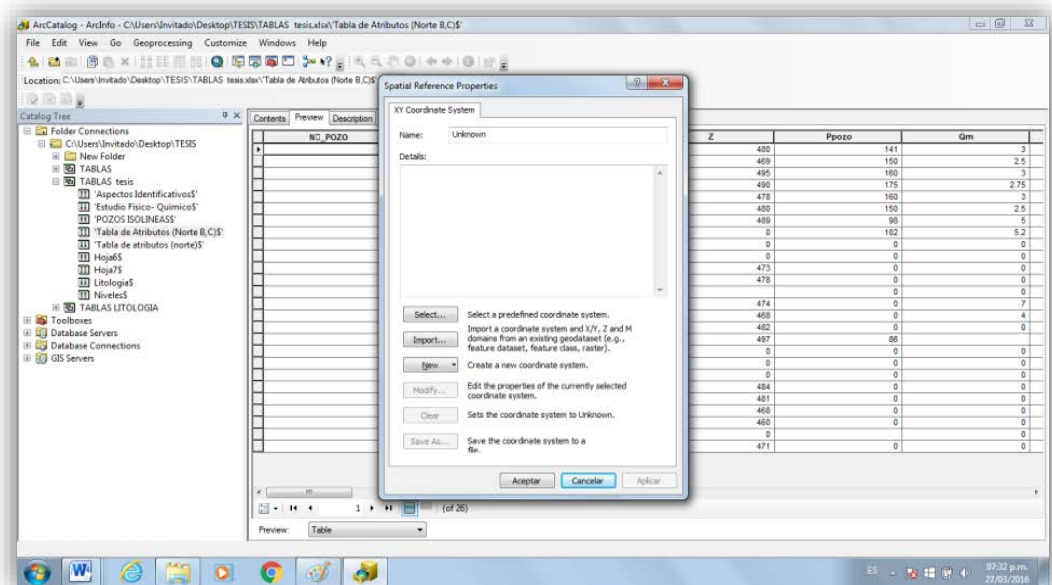
De esta manera se sincronizan las Tablas de atributos en ArcCatalog con los datos de los pozos en estudio. De esta manera se podrá dar inicio a la elaboración de dichos mapas

Se despliega la ventana CreateFeatureClassFrom XY Table.

5-Luego se da clic en Coordinatesystem of input coordinates y se desplegará la ventana (Ver Figura 12). Y click en select.



**Figura10. Muestra de ventana CreateFeatureClass en ArcCatalog. ArcGIS. Fuente: ArcGIS 10.0.**



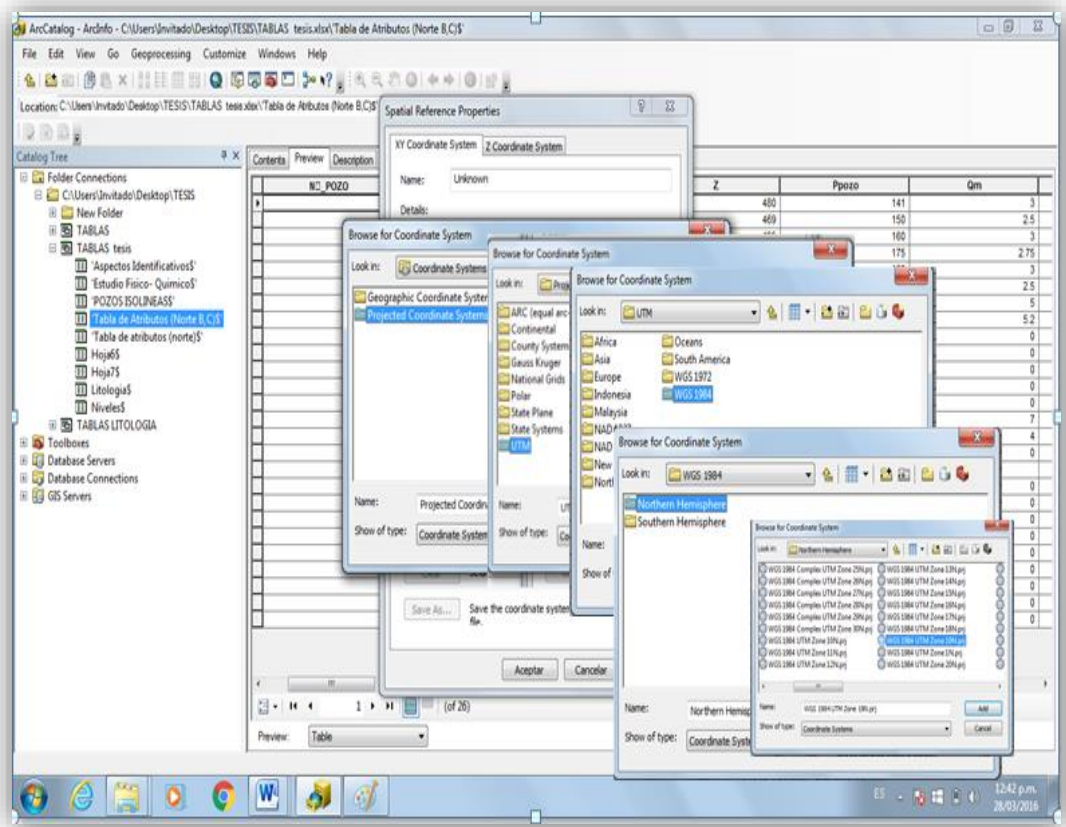
**Figura11. Propiedades del sistema de referencia- seleccionar el sistema de coordenadas. Fuente: ArcGIS 10.0.**



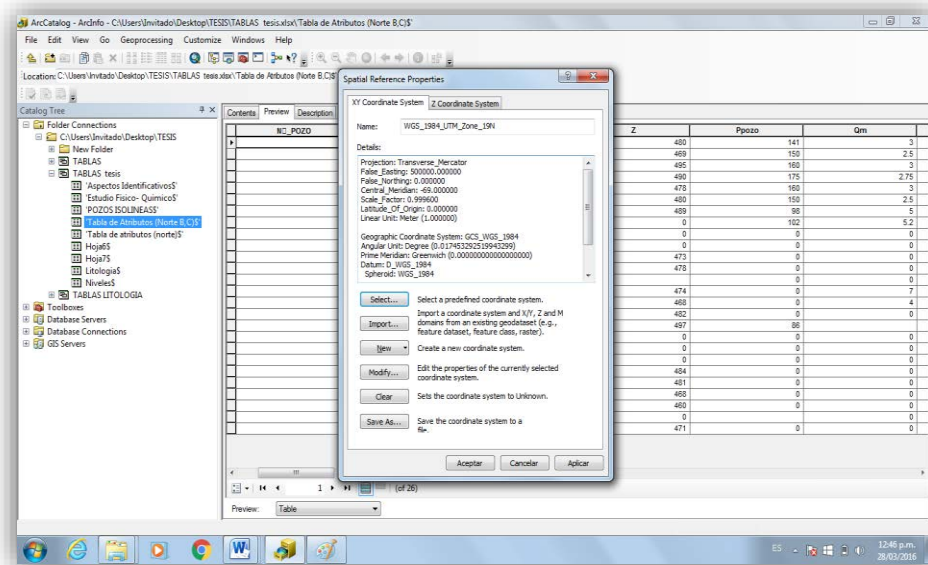
Para esta investigación se deben seleccionar las siguientes opciones:

Sistema de coordenadas espacial. Se selecciona la opción SELECT → ProjectedCoordinateSystems → UTM → WGS 1984 → Northern Hemisphere → WGS 1984 UTM Zone 19 (ver Figura 14).

Se muestra a continuación las múltiples ventanas para seleccionar estas variables:

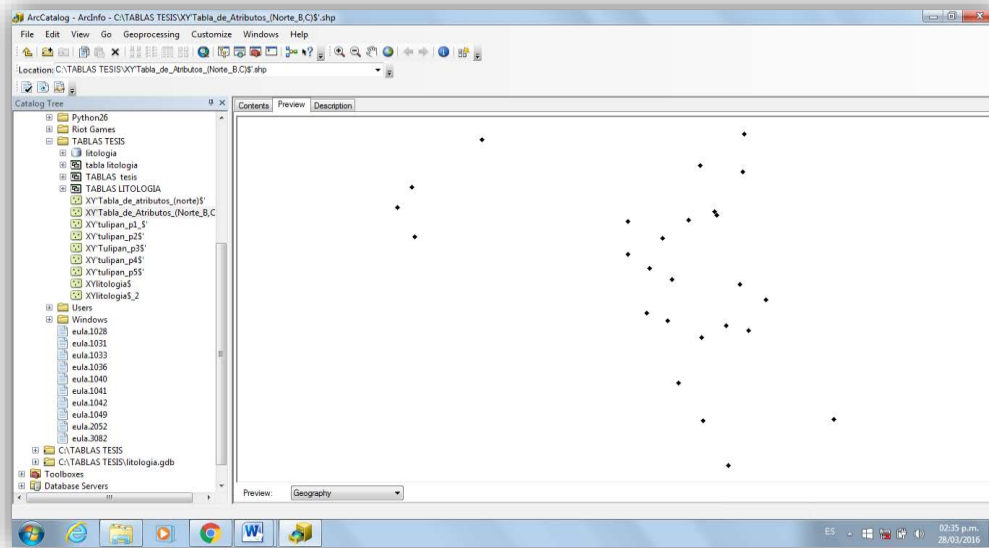


**Figura 12. Múltiples ventanas para la selección del sistema de coordenadas espacial. Fuente: ArcGIS 10.0.**



**Figura13. Sistema de coordenadas de referencia escogido. Fuente:ArcGIS 10.0.**

6-Se da click en aceptar para guardar los datos seleccionados, y se selecciona la pestaña de vista previa para visualizar los resultados.



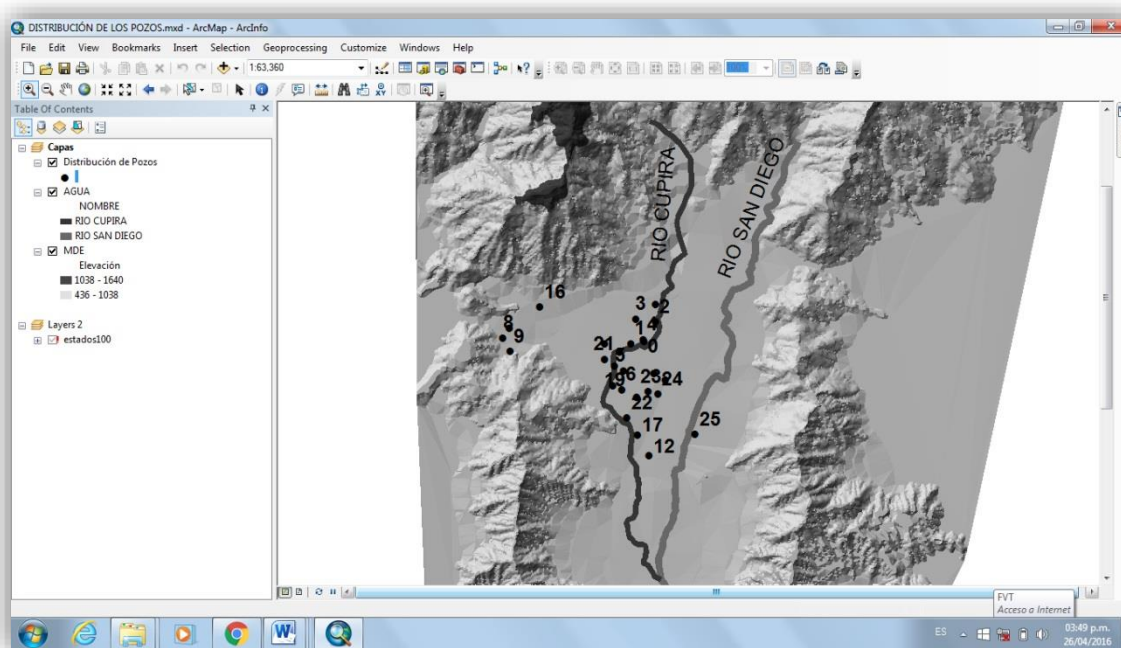
**Figura14.Vista previa de ubicación de los pozos sin el mapa base. ArcGIS 10.0. Fuente:ArcGIS.**



## Mapa de Ubicación de Pozos

Para la realización de los mapas se siguen los siguientes pasos

1. Se debe entrar en ArcMap
2. Desplegar el botón Añadir datos  Seleccionar Agregar Mapa Base.
3. Seleccionar Tabla de Atributos Norte **B y C**




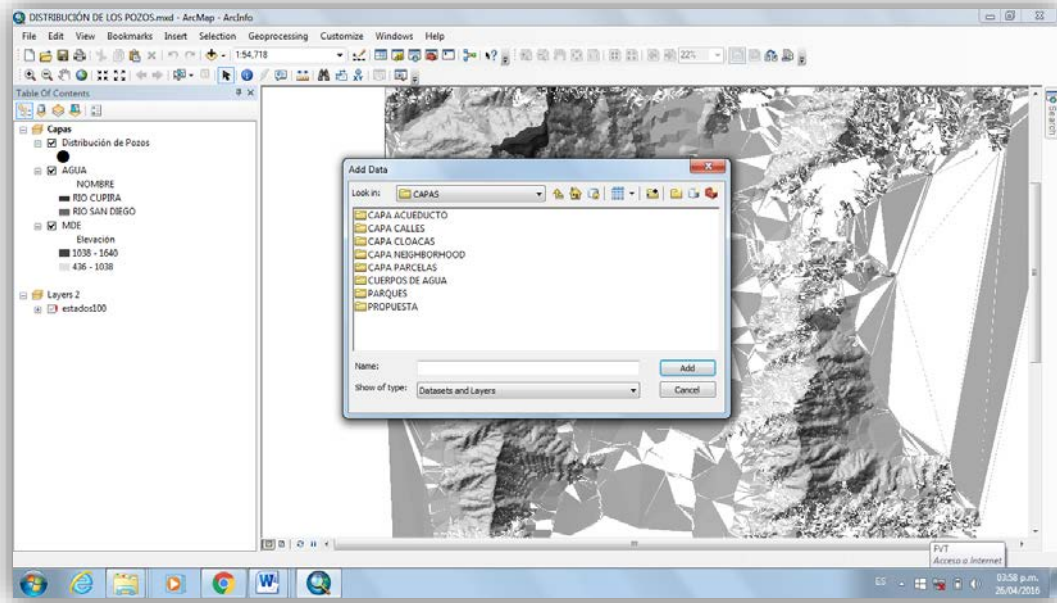
**Figura15.Vista Ubicación de los pozos en el mapa base. Fuente: ArcGIS 10.0.**

4. Para visualizar en totalidad la zona en estudio, se procede a hacer click derecho en “Tabla de atributos” y se da click en Zoom to Layer.

5. Se sigue el mismo procedimiento para adicionar las capas de los datos necesarias que se deseen visualizar en el mapa a realizar.

Se ubica la zona en estudio y se adicionan las capas suministradas por el Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales- UC. Dichas capas, contienen la poligonal del Municipio San Diego, cuerpos de agua y calle.

 Click en Add Data.



**Figura 16. Capas a adicionar en el mapa base. Fuente: ArcGIS 10.0.**

## Fase II

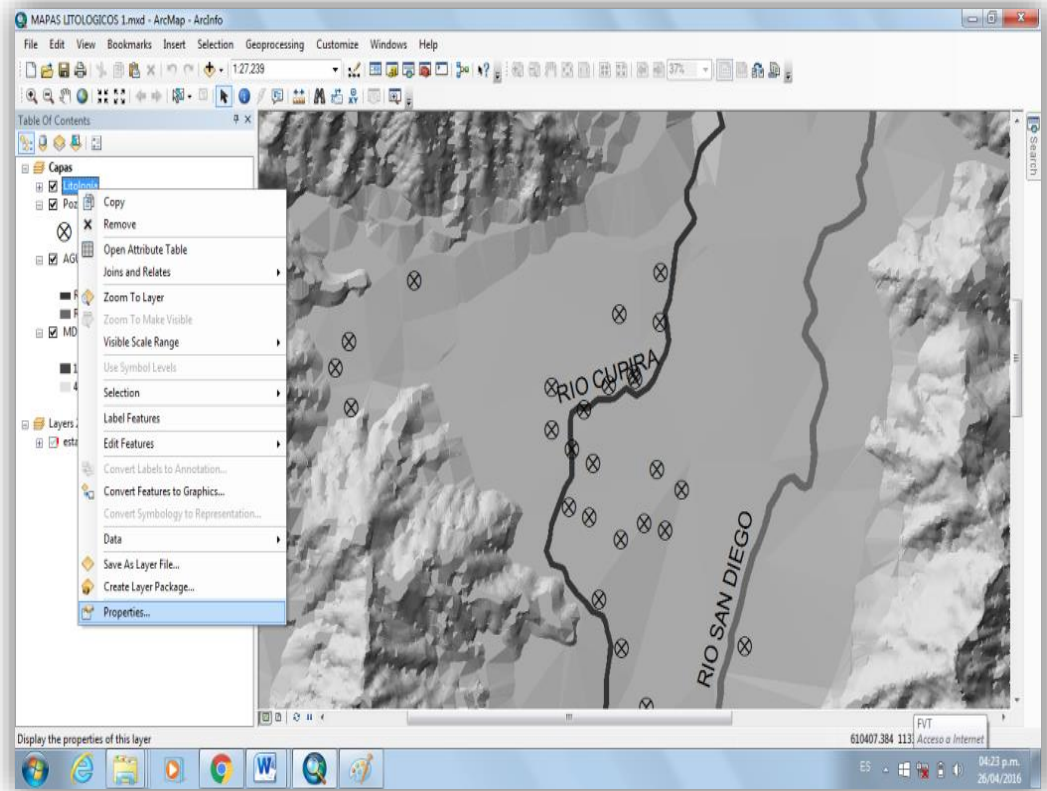
Se representaran las propiedades geofísicas de los pozos del Municipio San Diego Caso Sector Norte B y C, Durante el año 2015, mediante una visualización de símbolos y colores con su respectiva leyenda donde se pueda apreciar la variación de cada propiedad o variable estudiada.

## **Elaboración de mapas de Litología:**

Para la realización de estos mapas, se realizará de igual manera el procedimiento antes explicado, tomando en cuenta que se debe agregar la capa en donde se encuentre la litología de los pozos que se desean representar.

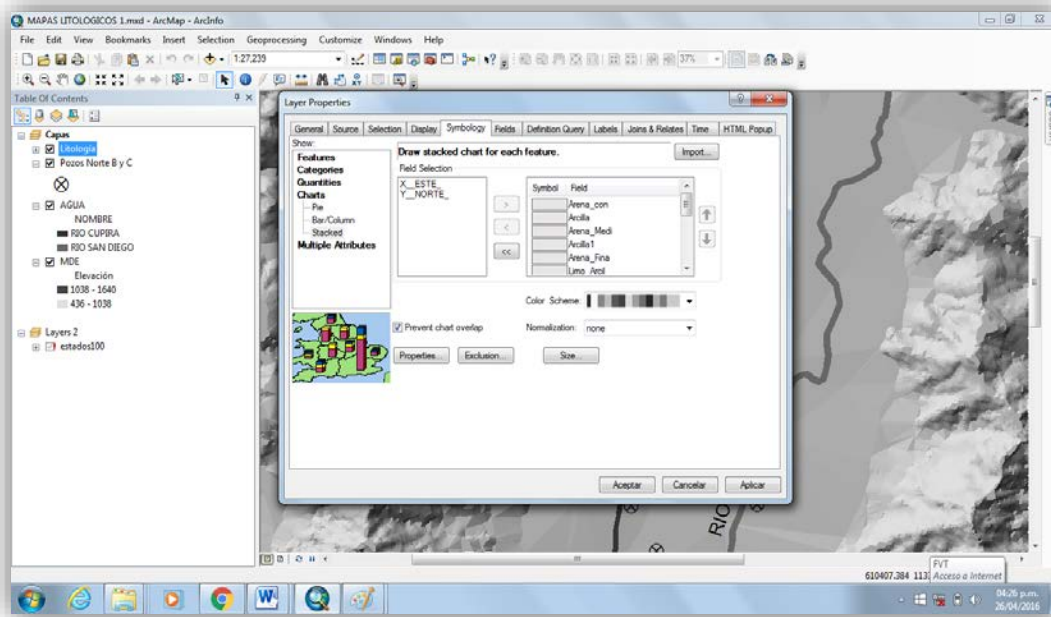
Se representó la litología en diagramas de barras para una fácil visualización, se realizaron los siguientes pasos:

- 1- En la capa donde se encuentra la litología del pozo, se hace click derecho y se selecciona propiedades.



**Figura17. Cuadro propiedades capa litología ArcMap 10.0. Fuente: ArcMap 10.0.**

- 2- Se selecciona la pestaña symbology, y se seleccionó stacked para visualizar la litología en forma de diagrama de barra.



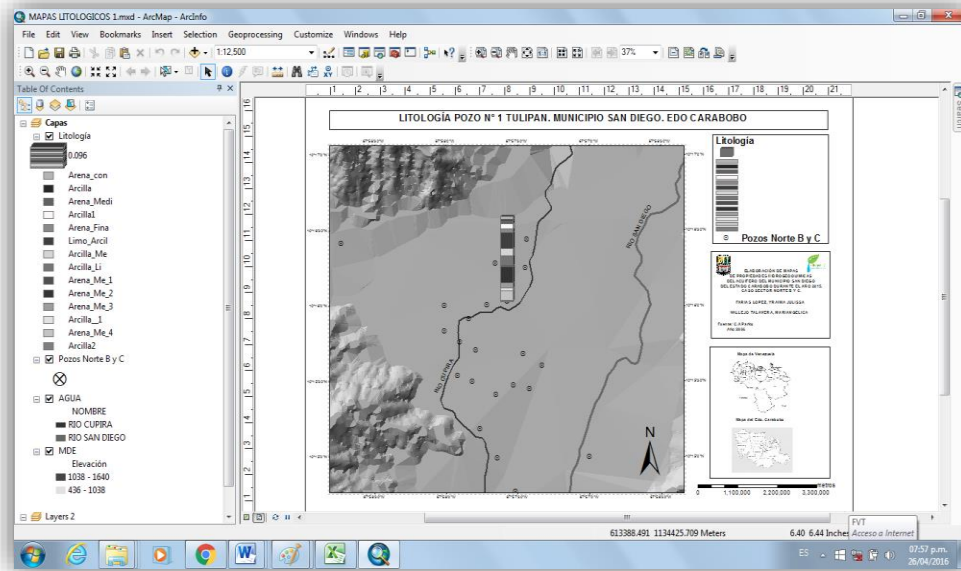
**Figura18. Tipo de presentación de los datos capa litología ArcMap 10.0. Fuente: ArcMap 10.0.**

3-Se seleccionan las variables que se desean representar, en este caso la litología presente en cada punto subterráneo, escala de colores para identificar las variables en donde se seleccionó la escala de grises y así obtener el mapa de propiedades geofísicas de los puntos de agua subterránea en estudio.

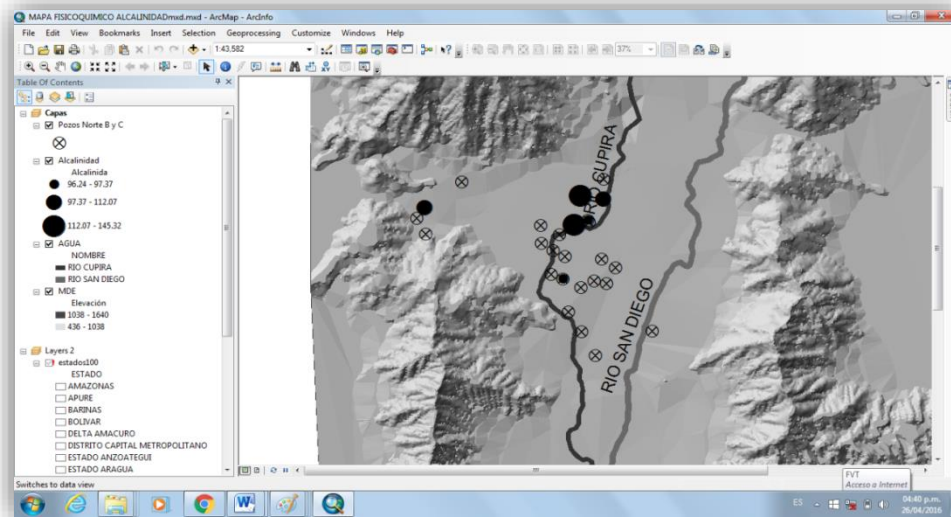
Para elaborar los mapas de propiedades fisicoquímicas, se hará revisión de los registros suministrados por el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Agua y encargados de los puntos subterráneos para obtener los datos de la composición química de los pozos

se realizan los pasos mencionados anteriormente, tomando en cuenta, que para estos las variables en estudio son: pH, Dureza Total, Carbonatos, Cloruros y Solidos Disueltos. Para estos mapas se usarán la opción de Quantities-Graduated Symbols.

Resultado Final de mapa de litología



**Figura19. Presentación de plano de datos de litología ArcMap 10.0. Fuente: ArcMap 10.0.**



**Figura20. Presentación de plano de propiedades Fisicoquímicas. ArcMap 10.0. Fuente: ArcMap 10.0.**



### Fase III

Describir la variación de los caudales y composición química del agua en los pozos el Municipio San Diego, Caso: sector Norte B y C durante el año 2105.

En esta fase, se llevará a cabo la prueba de caudal variable, haciendo uso de la sonda de nivel freático se toman las mediciones de nivel estático y dinámico.

Para realizar esta prueba se debe medir el nivel del agua en un pozo de bombeo y en un pozo de observación, estos deben estar apagados, luego se debe proceder a encender el pozo de bombeo, dicha prueba se realizó por un tiempo de 105 min con intervalos de 15 min, aumentando el caudal de manera progresiva, obteniendo la depreciación y caudal de bombeo del pozo, consiguiendo las trasmisividad y radio de influencia al mismo tiempo se debe tomar el nivel estático en el pozo de observación, de esta manera se obtiene un registro de la respuesta del caudal en dicho pozo.

### Elaboración de mapas de variaciones de caudal y nivel

Se tabularán los datos de la prueba de caudal realizada en un archivo de Excel y se cargarán en el ArcMap, realizando los siguientes pasos:

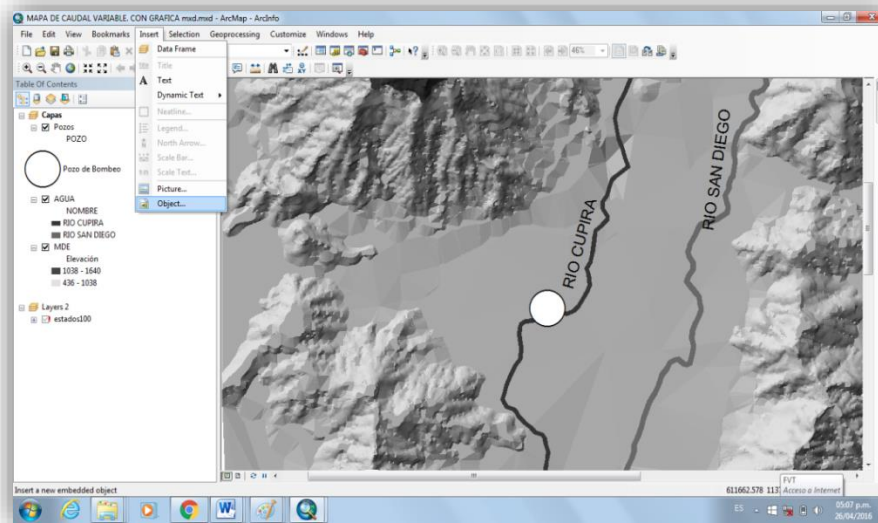
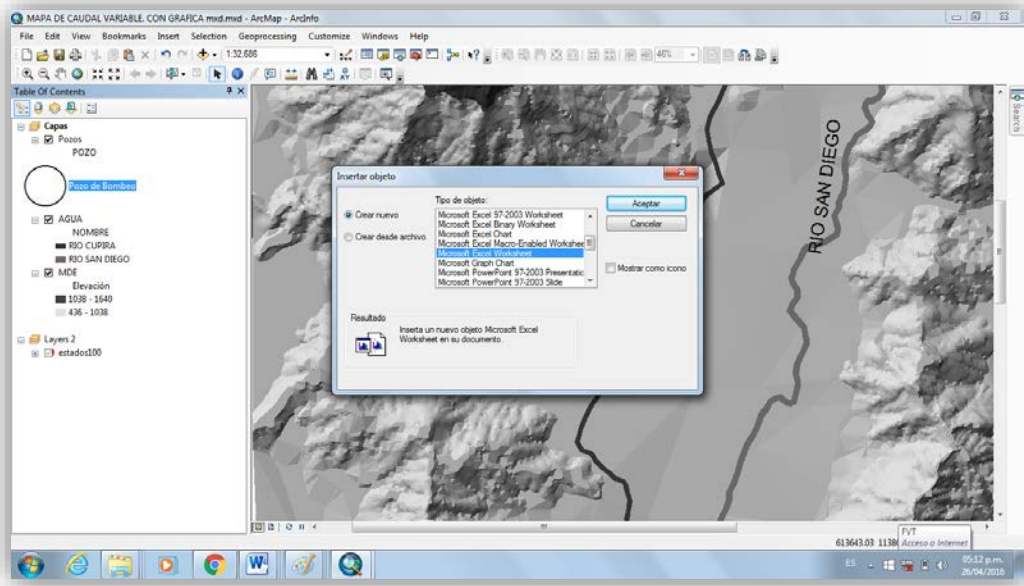
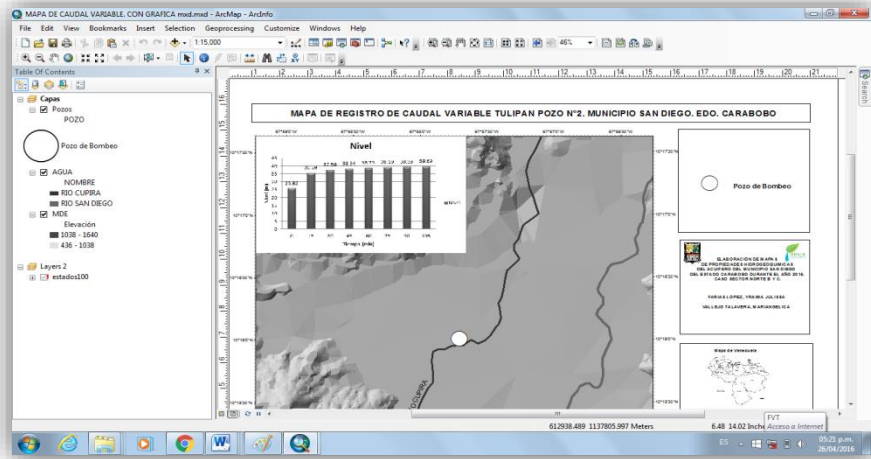


Figura21. Cuadro insertar objeto ArcMap 10.0. Nota. Fuente: ArcMap 10.0.



**Figura22. Insertar Tabla ArcMap 10.0. Nota. Fuente: ArcMap 10.0.**

Luego se tabula la Tabla en Excel con la información de la prueba de caudal variable y se obtiene como resultado el siguiente mapa. Donde se representa mediante una gráfica la variación del caudal en el Acuífero



**Figura23. Grafica creada ArcMap 10.0. Fuente: ArcMap 10.0**

#### Fase IV

Aplicar modelos matemáticos de estimación de los parámetros hidráulicos de los acuíferos del Municipio San Diego durante el año 2015. Caso: Sector Norte B y C

Se vinculan los tipos de acuíferos y el tipo de régimen que presentan para estimar los parámetros hidráulicos de Transmisividad y el coeficiente de almacenamiento, se aplicará el gráfico de Theis.

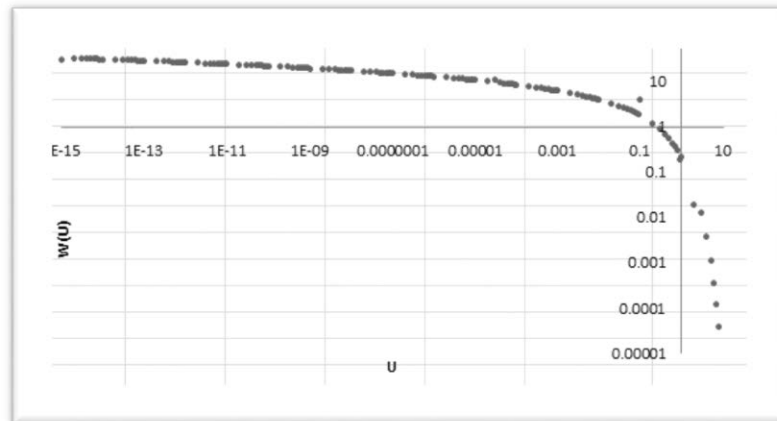


Figura24. Gráfica del Método de Theis. Fuente: Elaboración de los autores.

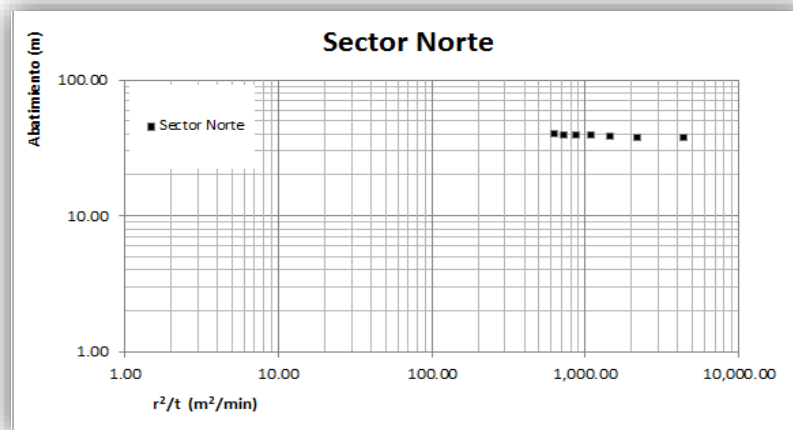
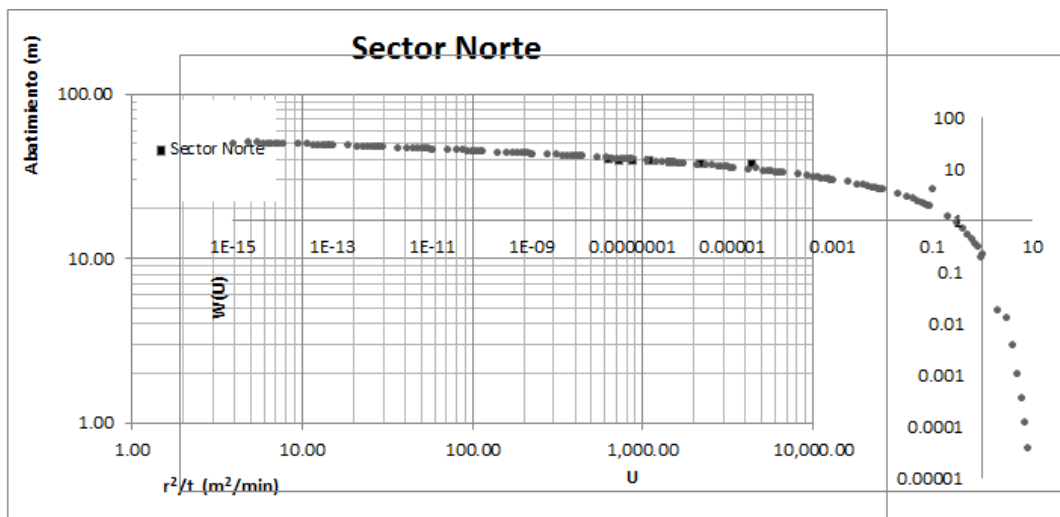


Figura25. Función del pozo N°2 de El Tulipán en el Municipio San Diego. Sector Norte. Coordenadas 1135093N y 613684E. Fuentes: Elaboración de los autores.



Para aplicar el método gráfico del Theis, es necesario tabular los datos obtenidos de la prueba de Caudal Variable, mencionados anteriormente en la Fase III, se crea una Tabla en Excel donde se presentan los descensos del nivel dinámico en el pozo en estudio, los datos del ensayo, el intervalo de estudio en que se realizó en este caso de 15 min, la prueba y la distancia en que se encuentra el pozo en observación y el pozo de bombeo.

- 1- Con los datos obtenidos de los descensos, tiempo y distancia entre el pozo de bombeo y pozo de observación, se debe determinar el coeficiente  $r^2/t$ , a partir de estos datos se hará la gráfica de la función del pozo.
- 2- Posterior a la realización de la Función del pozo, esta se debe superponer sobre la gráfica del método de Theis, se debe buscar la coincidencia de los puntos de las medidas de campo sobre la línea del gráfico patrón, este se puede desplazar sobre la gráfica, pero no debe ser rotado, mediante este proceso se obtendrá el punto de ajuste.



**Figura26. Obtención del punto de ajuste a partir de la superposición de la curva de Theis con la gráfica de la función, pozo N°2 El Tulipán. Fuente: Elaboración de los autores.**

3- Luego de superponer y conseguir el punto de ajuste  $W(U)$  y la función auxiliar  $1/U$ , se observa en la gráfica las coordenadas del punto de ajuste en el gráfico de campo, se procederá a despejar la transmisividad de la ecuación de la ecuación de Theis.

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \quad (1)$$

4- Una vez obtenida la transmisividad se estima el coeficiente de almacenamiento despejando de la ecuación siguiente.

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt} W \quad (2)$$

Cociendo estos coeficientes, es posible conocer el comportamiento del acuífero.

**Tabla8. Valores de Coeficiente de almacenamientos (S), para definir el tipo de acuífero. Fuente: Collazo (2012).**

Material acuífero	Funcionamiento del acuífero	Valor de S
Acuíferos kársticos Calizas Dolomías	Libre	0,02 – 0,06
	Semiconfinado	$10^{-3} - 5 \cdot 10^{-4}$
	Confinado	$10^{-4} - 5 \cdot 10^{-5}$
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

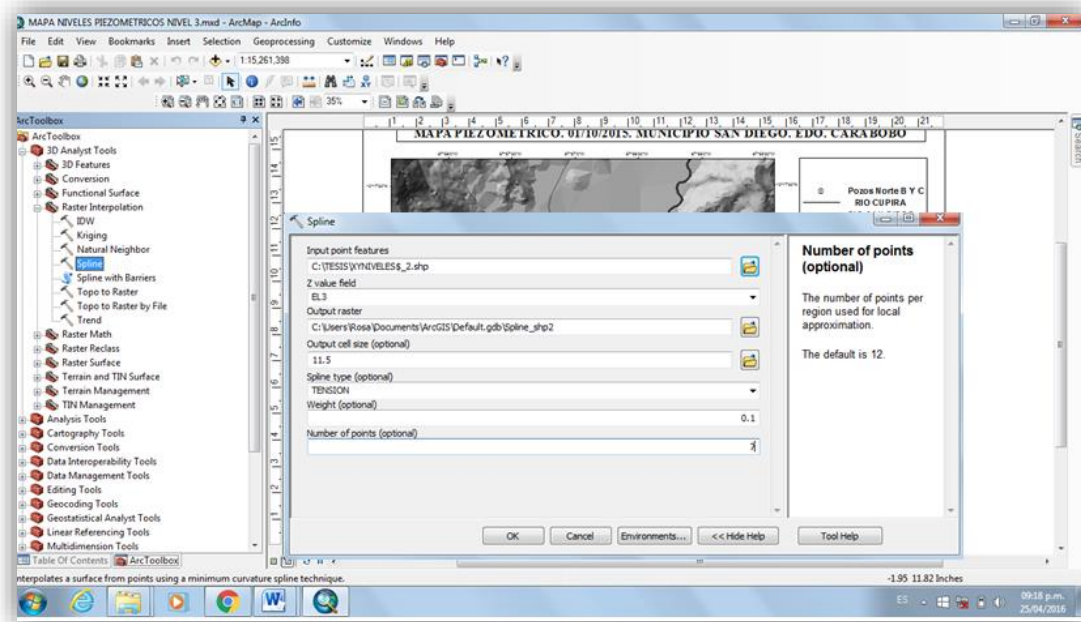
## Fase V

En esta fase se realizarán los mapas piezométricos de las redes de flujo del acuífero del municipio San Diego, Caso: Sector Norte B y C. Estos serán representados tomando en cuenta las elevaciones de los pozos en estudio.

### Mapas de redes de Flujo.

Se procederá en Add Data a añadir las capas correspondientes a los pozos estudiados, superficie y cuerpos de agua presentes.

1-se dará click en el botón de herramientas de ArcMap, donde se creará una interpolación



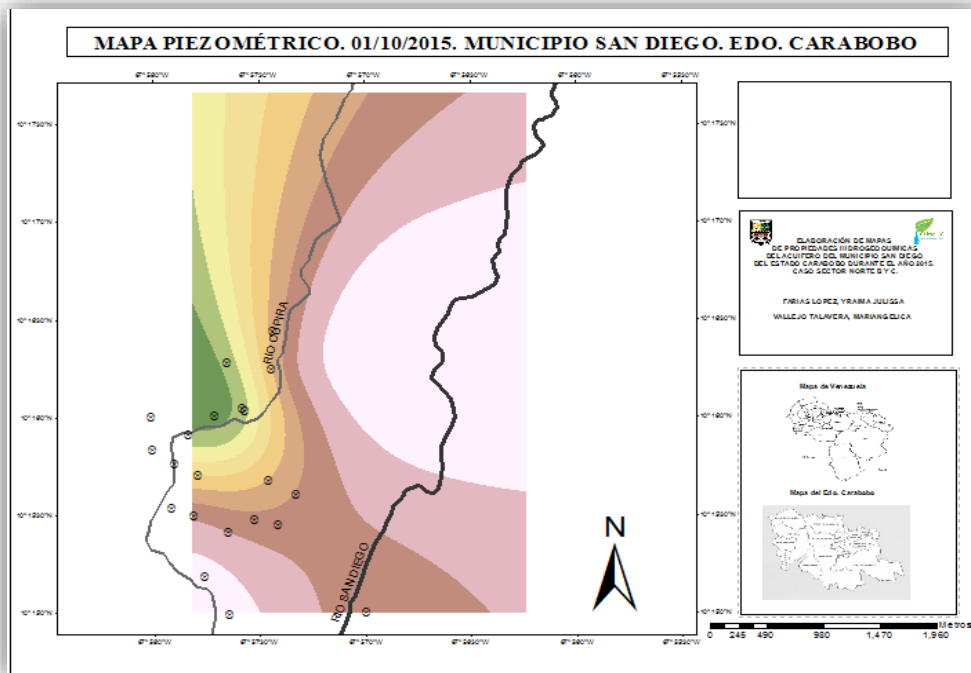
**Figura27. Muestra de la ventana para la creación del Spline en ArcMAP.**

**Fuente: ArcGIS 10.0.**

- 3- Se selecciona el archivo donde se encuentra la información de las elevaciones de los pozos, en la opción de Z valuefield se busca la variable a estudiar en el

mapa, en TypeSpline se seleccionará Tension y en number of points en este caso serán 7 puntos a estudiar.

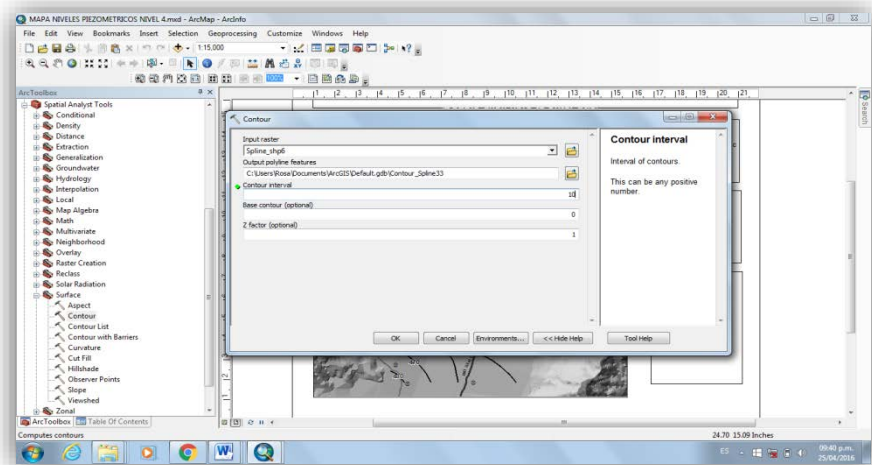
- 4- Una vez al aceptar, se creará la superficie con las curvas de nivel, generadas a partir de las elevaciones de los pozos, donde fácilmente se puede apreciar la dirección del flujo en los pozos estudiados.



**Figura28. Vista previa de la superficie Spline creada en ArcMap. Fuente: ArcGis 10.0.**

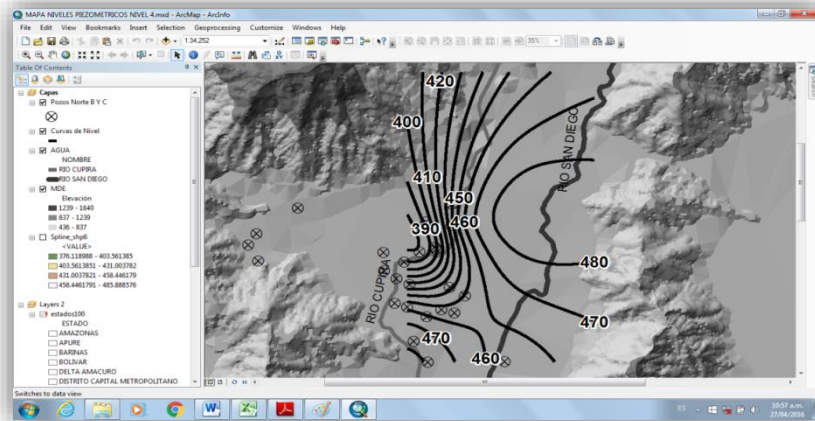
- 5- Luego se crearán las curvas de nivel de la superficie creada, en donde se seguirán los siguientes pasos: se entraran en las herramientas de ArcMap → 3D Analyst Tools → Terrain and TIN Surface → SurfaceContour. Al presionar SurfaceContour se abrirá una ventana donde se debe ingresar la superficie de entrada, la carpeta de salida donde se guardaran dichas curvas de nivel y el

intervalo de las curvas de nivel que en este caso se escogerá un intervalo de 10 (ver Figura 20)



**Figura29. Ventana de valores de entrada para la creación de las curvas de nivel en ArcMAP. Fuente: ArcGIS.**

- 6- Se dáclick en aceptar y se crearán las curvas de nivel de una superficie generada a partir de las elevaciones de los pozos estudiados, donde es posible observar la dirección del flujo en el acuífero presentado en el mapa. (Ver Figura31).



**Figura30. Vista previa de las curvas de nivel según las elevaciones de los puntos de agua subterránea en la zona. Fecha: 01/10/2015. Fuente: ArcGIS 10.0.**

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### **Resultado de la identificación Geográfica y Propiedades Geofísicas de los Pozos Subterráneos en el Municipio San Diego del Estado Carabobo durante el año 2015, Caso Sector Norte B y C.**

Los resultados de la identificación de los pozos del Sector Norte B y C en el Municipio San Diego del Estado Carabobo, se puede observar en el Anexo (B, Tabla 20 y 21) suministrada por el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Agua, Hidrocentro, como por los propietarios de dichos pozos.

Existen 78 pozos en la zona Norte, en este caso se estudió el Sector Norte B y C la cual cuenta con 26 de ellos, cuya zonificación se detalla en el anexo A (Figura.47). Por lo tanto,

**Tabla9. Distribución de Pozos, Zona Norte en el Municipio San diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de las Autoras.**

Sector	Cantidad de Pozos
A	52
B y C	26
<b>Total</b>	<b>78</b>

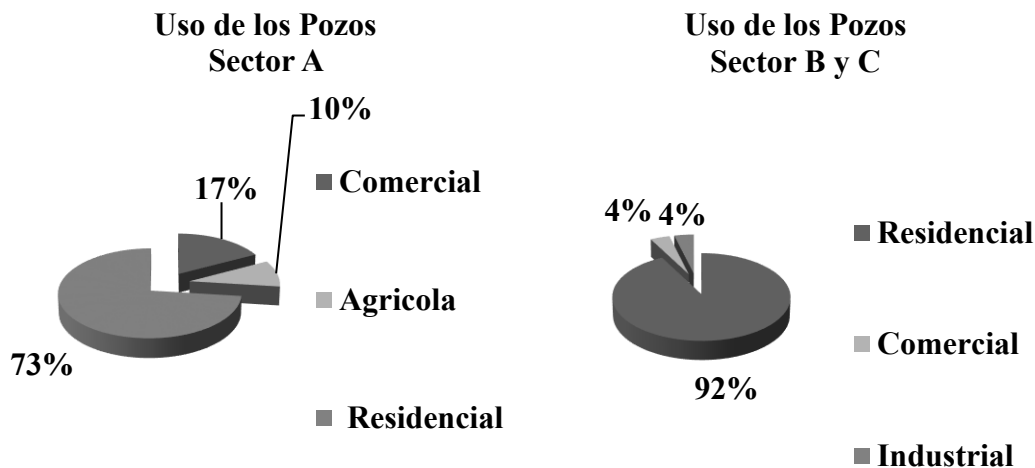
En el Anexo (B, Figura (B.2)) se presenta el mapa de ubicación del sector norte B y C de los pozos en ArcGIS.

De los 26 pozos del Sector Norte B y C, se subdividen en 24 pozos de uso residencial, 1 pozo de uso comercial y 1 de uso industrial, lo cual se puede observar en la siguiente tabla:

1. Según su uso

**Tabla10. Uso de los pozos en el Sector Norte B y C en el Municipio San Diego del Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**

Uso	Cantidad de Pozos
Residencial	24
Comercial	1
Industrial	1
<b>Total</b>	<b>26</b>



**Figura31. Uso de los pozos en el Sector Norte del Municipio San diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**

En el Sector Norte el agua de los pozos se destina para todo uso, principalmente para el residencial, en la Figura.31 se puede observar mas gráficamente el porcentaje de pozos desglosado por uso, lo cual indica que tanto para el sector A como para el

sector B y C se encuentran pozos de uso residencial y como comercial. Observando que el Sector A cuenta con un 73% Residencial, un 17% Comercial y un 10% Agrícola y el Sector B y C con un 92% Residencial, un 4% Comercial y un 4% Industrial.

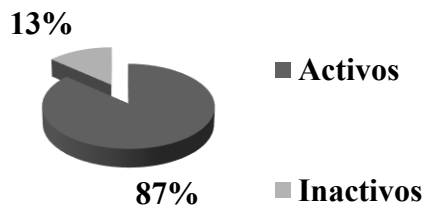
En el Anexo (B, Figura.47)) se presenta el mapa de ubicación debido al uso de dichos pozos en ArcGIS.

2. Según su Estado Operacional

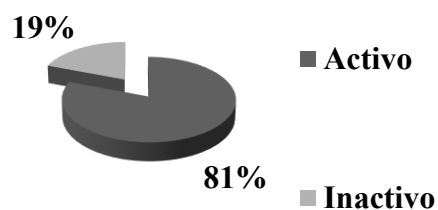
**Tabla11. Estado Operacional de los pozos en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**

Estado	Cantidad de Pozos
Activo	21
Inactivo	5
Total	26

**Estado Operacional de los pozos Sector Norte A**



**Estado Operacional de los pozos Sector Norte B Y C**



**Figura32. Estado Operacional de los pozos en el Sector Norte B y C en el Municipio San Diego del Estado Carabobo. Elaboración de los autores.**

















En la actualidad, los pozos es una posesión fundamental para la población del municipio San Diego, Estado Carabobo, es por ello que la inactivación de un 13% en el sector A y un 19% en el sector B y C es perjudicial para dicha comunidad. La falta de mantenimiento a lo largo del tiempo es la principal causa del deterioro de las perforaciones.

En el Anexo (B, Figura (B.4)), se presenta la ubicación geográfica debido al estado operacional de dichos pozos en ArcGIS.

En las Figura (de la 33 a 37), se presentan los mapas de los perfiles litológicos de los 5 pozos del Conjunto Residencial El Tulipán en el Municipio San Diego del Estado Carabobo, representado en con un gráficos donde se demuestra las variaciones litologías mediante colores.

En el análisis de los perfiles litológicos suministrado por el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Agua realizado por la empresa C.A PARKO e Inversiones Hidro C.A se obtuvo que en el Conjunto Residencial El Tulipán pozo N° 1 en el Municipio San Diego del Estado Carabobo , coordenadas UTM 1135142N; 613940E, presenta una composición litología con un espesor de 5m de Arena con Arcilla, 2m de Arcilla, 5m de Arena media, 8m de Arcilla, 6m de Arena Fina con Arcilla, 27m de Limo Arcilloso, 12m de Arcilla media Intercalada, 16m de Arcilla Limosa, 2m de Arena media, 27m de Arena media a fina con Arcilla, 9m de Arena media con Arcilla, 4m de Arcilla Limosa, 16m de Arena Media a Gruesa con Arcilla y 2m de Arcilla. Por lo que se puede observar en este pozo abunda por estrado: Limo arcilloso y Arena media a fina con arcilla con un espesor de 27m.

Ubicación	Urbanización Tulipán	Pozo N°	1
Coord. UTM	1135142N		613940E
DESDE(m)	HASTA(m)	DESCRIPCION	
0	5		Arena con Arcilla
5	7		Arcilla
7	12		Arena Media
12	20		Arcilla
20	26		Arena Fina / Arcilla
26	53		Limo Arcilloso
53	65		Arcilla Media Intercalada
65	81		Arcilla Limosa
81	83		Arena Media
83	110		Arena Media a fina con Arcilla
110	119		Arena Media con Arcilla
119	123		Arcilla Limosa
123	139		Arena Media a Gruesa con Arcilla
139	141		Arcilla



**Figura33. Perfil Litológico del Pozo N°1 del Conjunto Residencial El Tulipán en el Municipio San Diego del Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**

En el Conjunto Residencial El Tulipán pozo N° 2 en el Municipio San Diego del Estado Carabobo, coordenadas UTM 1135093N; 613684E, presenta una composición litología con un espesor 0.5m de Capa Vegetal, 4.5m de Arena Fina con Arcilla, 2m de Arcilla, 13m de Arena Fina con Arcilla, 5m de Arena Fina a media, 31m de Limo Arcilloso, 8m de Arena Fina con Arcilla, 10m de Arcilla, 8m de Arena media, 25m de Arcilla Limosa, 7m de Arena media con Intercalaciones de Arcilla , 12m de Arena Arcillosa, 6m de Arena Media, 5m de Arcilla Limosa, 8m de Arena Media y 4m de Arcilla. Por lo que se puede observar que en este pozo abunda por estrado: Limo arcilloso con un espesor de 31m y Arcilla Limosa con un espesor de 27m.

Ubicación	Urbanización Tulipán	Pozo N°	2
Coord. UTM	1135093N		613684E
DESDE(m)	HASTA(m)	DESCRIPCION	
0	0.5		Capa Vegetal
0.5	5		Arena Fina con Arcilla
5	7		Arcilla
7	20		Arena Fina con Arcilla
20	25		Arena Fina a Media
25	56		Limo Arcilloso
56	64		Arena Fina con Arcilla
65	75		Arcilla
75	83		Arena Media
83	108		Arcilla Limosa
108	115		Arena Media con Intercalaciones de Arcilla
115	127		Arena Arcillosa
127	133		Arena Media
133	138		Arcilla Limosa
138	146		Arena Media
146	150		Arcilla

**Figura34. Perfil Litológico del Pozo N°2 del Conjunto Residencial El Tulipán en el Municipio San Diego del Estado Carabobo. Fuentes: Elaboración de los autores.**

En el Conjunto Residencial El Tulipán pozo N° 3 en el Municipio San Diego del Estado Carabobo, coordenadas UTM 1135543N; 614174E, presenta una composición litología con un espesor 0.5m de Capa Vegetal, 4.5m de Arena Fina con Arcilla, 2m de Arcilla, 11m de Arena Fina a media, 3m de Arcilla, 21m de Arena Fina con Limo, 2m de Arena Gruesa ,49m de Arena Fina con Lentes de Arcilla, 3m de Arcilla, 6m de Grava Fina, 3m de Arcilla, 3m de Grava Fina, 2m de Arcilla, 9m de Grava Fina con Lentes de Arcilla, 9m de Arcilla Limosa, 11m de Grava Fina con Lentes de Arcilla, 3m de Arcilla, 8m de Grava Fina Cuarzosa, 3m de Arena Media a Gruesa y 7m de Arcilla. Por lo que se puede observar que en este pozo abunda por estrado: Arena Fina con Lente de Arcilla con un espesor de 49m y Arena Fina con Limo con un espesor de 21m.

Ubicación	Urbanización Tulipán	Pozo N°	3
Coord. UTM	1135543N		614174E
DESDE(m)	HASTA(m)	DESCRIPCION	
0	0.5		Capa Vegetal
0.5	5		Arena Fina con Arcilla
5	7		Arcilla
7	18		Arena Fina a Media
18	21		Arcilla
21	42		Arena Fina con Limo
42	44		Arena Gruesa
44	93		Arena Fina Con lentes de Arcilla
93	96		Arcilla
96	102		Grava Fina
102	105		Arcilla
105	108		Grava Fina
108	110		Arcilla
110	119		Grava Fina con lentes de Arcilla
119	128		Arcilla Limosa
128	139		Grava Fina con lentes de Arcilla
139	142		Arcilla
142	150		Grava fina Cuarzosa
150	153		Arena Media Gruesa
153	160		Arcilla

**Figura35. Perfil Litológico del Pozo N°3 del Conjunto Residencial El Tulipán en el Municipio San Diego del Estado Carabobo. Fuentes: Elaboración de los Autores.**

En el Conjunto Residencial El Tulipán pozo N° 4 en el Municipio San Diego del Estado Carabobo, coordenadas UTM 1135600N; 613787E, presenta una composición litología con un espesor 0.5m de Capa Vegetal, 4.5m de Arena Fina con Arcilla, 2m de Arcilla, 12m de Arena Fina con Arcilla, 4m de Arena Media, 8m de Arcilla Limosa, 23m de Arena Media, 22m de Arcilla Limosa, 2m de Arena Fina, 15m de Arcilla con Lentes de Arena de Fina, 4m de Arena Fina, 21m de Arcilla con Lentes de Arena Fina, 3m de Arena Media Fina, 4m de Arcilla Limosa, 4m de Arena Media, 13m de Arcilla Limosa, 6m de Arena Media, 5m de Arcilla, 6m de Arena Media Fina, 3m de Arcilla, 5 de Arena Media Fina, 3m de Arcilla, 12m de Arena Media Fina, 8m de Arcilla, 3m de Arena Media Fina, 2m de Arcilla . Por lo que se puede observar que en este pozo abunda por estrado: Arcilla Limosa con un espesor de 22m y Arcilla con Lente de Arena Fina con un espesor de 21m

Ubicación	Urbanización Tulipán	Pozo N°	4
Coord. UTM	1135600N		613787E
DESDE(m)	HASTA(m)	DESCRIPCION	
0	0.5	■	Capa Vegetal
0.5	5	■	Arena Fina con Arcilla
5	7	■	Arcilla
7	19	■	Arena Fina con Arcilla
19	23	■	Arena Media
23	31	■	Arcilla Limosa
31	34	■	Arena Media
34	56	■	Arcilla Limosa
56	58	■	Arena Fina
58	73	■	Arcillas con lentes de Arena Fina
73	77	■	Arena Fina
77	98	■	Arcillas con lentes de Arena Fina
98	101	■	Arena Media Fina
101	105	■	Arcilla Limosa
105	109	■	Arena Media
109	122	■	Arcilla Limosa
122	128	■	Arena Media
128	133	■	Arcilla
133	139	■	Arena Media Fina
139	142	■	Arcilla
142	147	■	Arena Media Fina
147	150	■	Arcilla
150	162	■	Arena Media Fina
162	170	■	Arcilla
170	173	■	Arena Media Fina
173	175	■	Arcilla

**Figura36. Perfil Litológico del Pozo N<sup>a</sup>4 del Conjunto Residencial El Tulipán, en el Municipio San Diego del Estado Carabobo. Fuentes: Elaboración de los autores.**

En el Conjunto Residencial El Tulipán pozo N° 5 en el Municipio San Diego del Estado Carabobo, coordenadas UTM 1135176N; 613922E, presenta una composición litología con un espesor 17m de Limo Arenoso intercalado con Arena Fina , 35m de Arena y Arcilla, 15m de Grava y Arena Gruesa, 10m de Grava y Arcilla, 28m de Arcilla, 7m de Cuarzo, 5m de Arcilla y Arena Gruesa, 9m de Limo Arcilloso, 10m de Arena Fina, 20m de Arena Gruesa y 4m de Arcilla Limosa. Por lo que se puede observar que en este pozo abunda por estrado: Arena y Arcilla con un espesor de 35m

Ubicación	Urbanización Tulipán	Pozo N°	5
Coord. UTM	1135176N		613922E
DESDE(m)	HASTA(m)	DESCRIPCION	
0	17	Limo arenoso intercalado con Arena Fina	
17	52	Arena y Arcilla	
52	67	Grava y Arena Gruesa	
67	77	Grava y Arcilla	
77	105	Arcilla	
105	112	Cuarzo	
112	117	Arcilla y Arena Gruesa	
117	126	Limo Arcilloso	
126	136	Arena Fina	
136	156	Arena Gruesa	
156	160	Arcilla Limosa	

**Figura37. Perfil Litológico del Pozo N°5 del Conjunto Residencial El Tulipán, en este pozo abunda por estrado: Arena y Arcilla con un espesor de 35m y Arcilla con un espesor de 28m. Fuente: Elaboración de los autores.**

En el Análisis de las propiedades Fisicoquímicos se puede resaltar que de los 26 pozos en estudio, ubicado en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo, se obtuvieron datos de 6 pozos, cuya información fue suministrada por el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Agua.

Anexo (D), se presentan los mapas Fisicoquímicos de los 6 pozos en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo, distribuidos de la siguiente manera:

**Tabla12. Ubicación de los pozos con datos Fisicoquímicos. Fuente: Elaboración de los autores.**

Ubicación	Coordenadas
Conjunto Residencial El Tulipán Pozo N° 2	1135093N ; 613684E
Conjunto Residencial El Tulipán Pozo N° 3	1135543N ; 614174E
Conjunto Residencial El Tulipán Pozo N° 4	1135600N ; 613787E
Conjunto Residencial El Tulipán Pozo N° 5	1134157N ; 613498E
Monteserino	1134157N ; 613498E
Lomas de la Hacienda	1135402N ; 611191E

**Tabla13. Datos fisicoquímicos de los pozos en estudio. Fuente: Elaboración de los Autores.**

U	Sector	pH	Alcalinidad (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	Cloruros (mg/l)	Carbonatos (mg/l)
A.C conjunto residencial El Tulipan pozo 2	Tulipan	6.89	129.16	3.98	17.6
A.C conjunto residencial El Tulipan pozo 3	Tulipan	6.92	112.03	2.48	20.82
A.C conjunto residencial El Tulipan pozo 4	Tulipan	6.94	145.32	4.25	18.02
A.C conjunto residencial El Tulipan pozo 5	Tulipan	7.2	96.24	17.76	13.38
Victor Perera Gomez	Monteserino	6.37	97.37	4.72	12.8
MINVIH Pozo 1	Lomas de la hacienda	6.8	112.07	5.92	18.8

En el Anexo (D) antes mencionado se representan los mapas de cada dato fisicoquímico. En las Figuras (de 65 a 68) se encuentran los mapas de pH, alcalinidad, Cloruros y Carbonatos, donde se representa la variación de las propiedades en los pozos descritos en la Tabla (N°13)

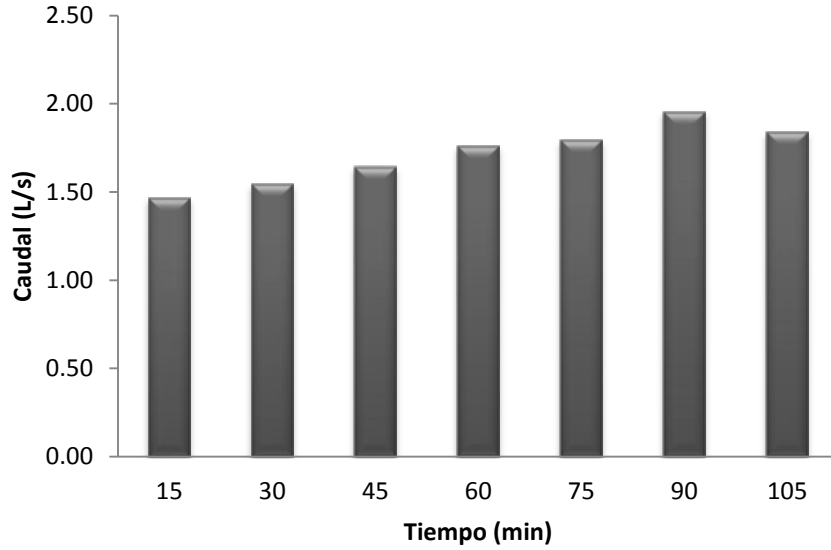
**Resultados de la variación de los caudales y niveles de pozos en el Sector Norte B y C en el Municipio San Diego del Estado Carabobo, durante el año 2015.**

Los resultados obtenidos al realizar la prueba de registro a caudal variable al pozo N°2 en estudio del Conjunto Residencial El Tulipán en el municipio San Diego del Estado Carabobo, Coordenadas UTM 1135543N; 614174E, para así obtener el caudal y descenso, que se expresan en la Tabla 15.

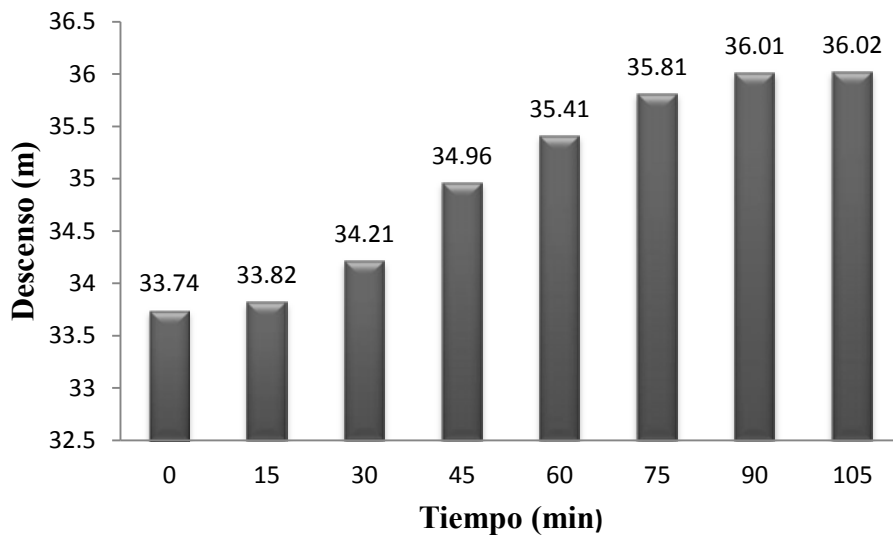
**Tabla14. Valores obtenidos al realizar la Prueba de Caudal Variable, Pozo N°2 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**

<b>T</b>	<b>Q</b>	<b>DESCENSO</b>
<b>(min)</b>	<b>(L/s)</b>	<b>M</b>
0	0	33.74
15	1.46	33.82
30	1.54	34.21
45	1.64	34.96
60	1.76	35.41
75	1.79	35.81
90	1.95	36.01
105	1.84	36.02





**Ilustración 38. Caudal en función del Tiempo, análisis de la prueba de caudal variable del pozo N°2, coordenadas UTM 1135543N; 614174E, del Conjunto Residencial del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**



**Figura39. Descenso en función del Tiempo, análisis de la prueba de caudal variable del pozo N°2 coordenadas UTM 1135543N; 614174E del Conjunto Residencial del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores**

**Aplicación de los modelos matemáticos de estimación de parámetros hidráulicos Transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego, durante el año 2015. Caso Sector Norte B y C.**

Por el método de theis, con la función del pozo  $W(u)$  que resulta de la Figura (N°26) se obtuvo el valor de transmisividad y coeficiente de almacenamiento tomando los datos obtenidos de la prueba de caudal variable, los cuales fueron recolectados y tabulados, ver Figura (C).

**Tabla15. Ubicación de los Pozos utilizados en la prueba de caudal variable del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**

	<b>POZO OBSERVACION</b>	<b>POZO BOMBEO</b>
	N: 1.135.440	N: 1.135.431,77
	E: 614.155	E: 613.903,96
<b>DESCENSO</b>	3.38	
<b>R</b>	257	

Aplicando el método gráfico de Theis, tomando en cuenta los datos antes mencionados, se obtuvieron los siguientes valores

<b>W(U)</b>	2.96
<b>ho-h (m)</b>	34.21
<b>r<sup>2</sup>/t (m<sup>2</sup>/min)</b>	2205.16267
<b>1/U</b>	3.00E-02

<b>TRANSMISIVILIDAD</b>	<b>T (m<sup>2</sup>/d)</b>	<b>10.32</b>
<b>COEF. DE ALMACEAMIENTO</b>	<b>S</b>	<b>4.33E-04</b>

**Elaborar mapas piezométricos de las redes de flujo del Acuífero del Municipio San Diego durante el año 2015. Caso: Sector Norte B y C.**

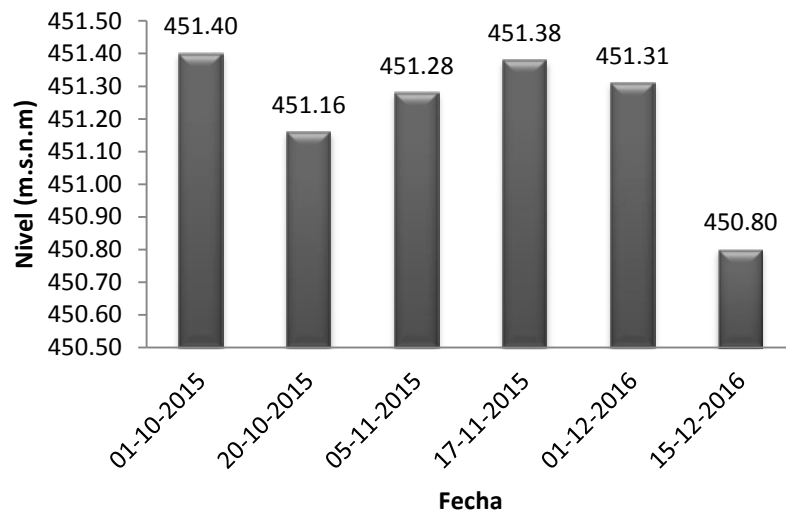
El estudio de los niveles estáticos, se realizó en 4 pozos de los 26 del Sector Norte B y C, de lo cual se subdividió de la siguiente manera:

**Tabla16. Ubicación de los pozos por sector para la medición del nivel estático en el Municipio San Diego del Estado Carabobo. Fuentes: Elaboración de los autores.**

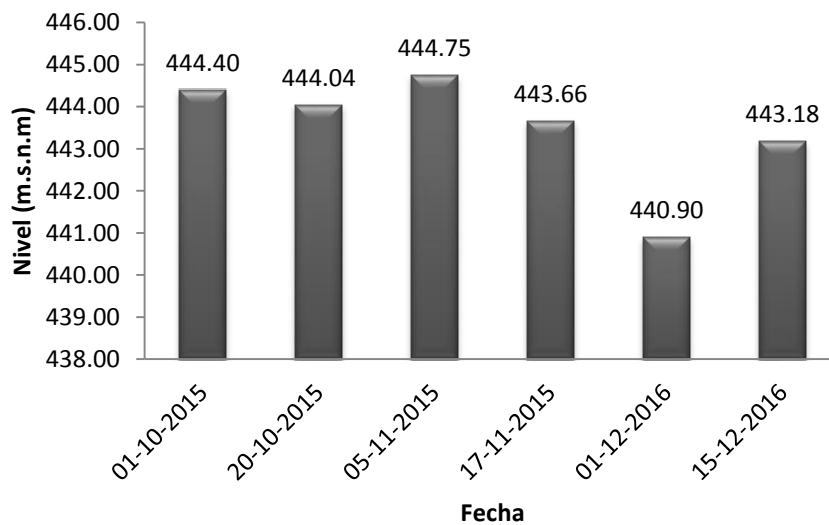
<b>Sector</b>	<b>Cantidad de Pozos</b>
<b>B</b>	3
<b>C</b>	1

Se registró el nivel a 4 pozos mencionados en la Tabla (N°16) debido a que el sector en estudio en su mayoría es de abastecimiento de agua residencial y no se puede suspender el servicio, ya que para medir el nivel estático es necesario mantener los pozos inoperativos al menos 12H antes de la prueba.

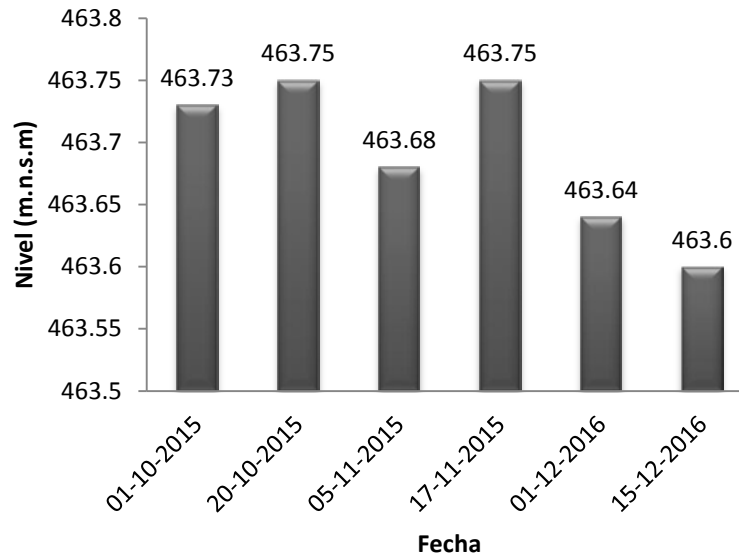
Este estudio se realizó con la supervisión de un técnico del Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Agua e Hidrocentro, requisito indispensable para realizar la prueba ya que no todos los pozos tienen las condiciones aptas para este análisis. En los 3 meses de estudio se pudo observar que no hubo un gran cambio en los niveles de cada pozo, dicho razonamiento se puede observar en las Figuras (de la N°38 a la N°41).



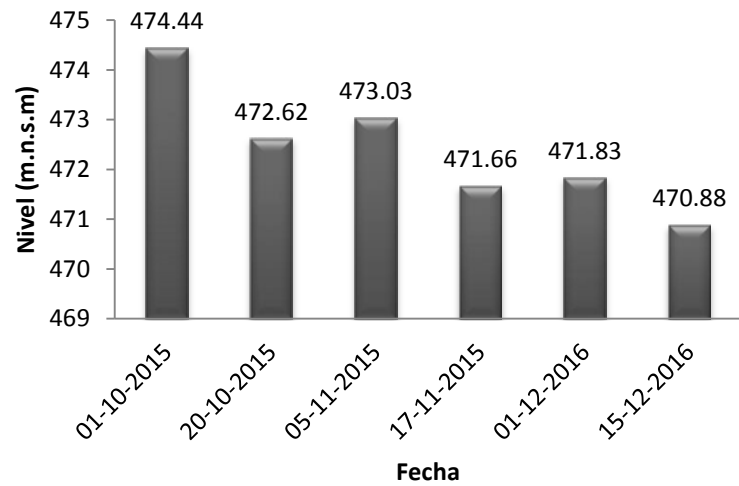
**Figura 40. Nivel estático en función de los días de medición, en el Conjunto Residencial El Tulipán pozo N°1 coordenadas UTM 1135093N; 613684E, del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**



**Figura 41. Nivel estático en función de los días de medición, en el Conjunto Residencial El Tulipán pozo N°2, coordenadas UTM 1135093N; 613684E, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**



**Figura 42. Nivel estático en función de los días de medición en el Remanso, Urb. Las Aves, coordenadas UTM 1133241N; 614992E, Municipio San Diego del Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**



**Figura 43. Nivel estático en función de los días de medición en Montaserino, coordenadas UTM 1134157N; 613498E, Municipio San Diego del Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**

En los mapas piezometricos se representan las elevaciones de los pozos ubicados en el sector norte B y C del Municipio San Diego, específicamente 4 pozos ubicados en el Conjunto Residencial el Tulipán pozo N°1 y N°2, Remanso y Monteserico, en donde tomando en cuenta las líneas de flujos de dichos mapas, es posible inferir que el flujo del agua en dirección hacia el este, donde el Rio Cúpira es rio efluente.

En el anexo (E) se presentan los mapas piezometricos de la Figura (75 a la 81).

### **Discusión de Resultado**

#### **Identificar la ubicación geográfica y propiedades geofísicas de los pozos subterráneos en el Municipio San Diego durante el año 2015. Caso: Sector Norte B y C.**

De la base de datos suministrada por el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Agua se observó que para la zona norte B y C se encuentran 26 pozos, ver (Tabla 19 y 20). Al analizar esta información se encontraron dos aspectos importantes como son el uso y el estado operacional de los mismos, en donde 5 pozos se encuentran inactivos por la falta de mantenimiento o falta de equipos necesarios para su funcionamiento, ver (Tabla N°21) y 24 pozos son de uso residencial.

De los perfiles litológicos realizados por la empresa C.A PARKO e Inversiones Hidro C.A, ver Figura N°34 a N°37 se puede observar que la profundidad de los 5 pozos del conjunto residencial El Tulipán, Municipio San Diego se encuentra entre 141m y 175m, encontrando estratos con material de muy baja permeabilidad (Arcilla), y tomando en cuenta la distribución de la composición litológica de los pozos, es posible aseverar que se está en presencia de un acuífero confinado, ya que se presentan materiales de alta permeabilidad encerrados entre materiales de baja permeabilidad como puede observarse en el pozo N°3 del conjunto residencial El Tulipán (ver Figura 37).

Es posible dar una clasificación según la movilidad del agua, tomando en cuenta los materiales que conforman la litología, donde hay presencia de arenas porosas y gravas se podría decir que por la capacidad de almacenar y transmitir el agua subterránea es posible llamarlo Acuífero, sin embargo hay estratos donde se encuentran compuestos de limos aunque en menor cantidad, como en la litología del pozo N° 2 de Tulipán, Municipio San Diego (ver Figura 36), por lo que se puede decir de igual manera, que puede ser mal transmisor de las aguas subterránea por transmitirla lentamente y así ser clasificado como Acuitardo.

La variación del pH de los pozos en estudio se encuentra en el rango de 6.37 y 7.20 lo que nos indica que los pozos a estudiar tienen valores aceptables para el consumo.

- El cloruro se encuentra por debajo del límite permitido.
- La alcalinidad total se encuentra por debajo del rango aceptado, encontrándose entre (96.24 y 145.32) mg/l  $CaCO_3$ .

Por lo antes descrito, es posible aseverar que el agua de los pozos estudiados es apta para el consumo humano.

**Tabla 17. Componentes relativos a la calidad organolépticos del agua potable. Fuente: Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 36.395 (1.998).**

Componente o característica	Unidad	Valor Deseable menor a	Valor Máximo Aceptable (a)
Color	UCV (b)	5	15 (25)
Turbiedad	UNT (c)	1	5 (10)
Olor o sabor	--	Aceptable para la mayoría de los consumidores	
Sólidos disueltos totales	mg/L	600	1000
Dureza total	mg/L. $CaCO_3$	250	500
PH	--	6.5 - 8.5	9.0
Aluminio	mg/L	0.1	0.2
Cloruro	mg/L	250	300
Cobre	mg/L	1.0	(2.0)
Hierro total	mg/L	0.1	0.3 (1.0)
Manganeso total	mg/L	0.1	0.5
Sodio	mg/L	200	200
Sulfato	mg/L	250	500
Cinc	mg/L	3.0	5.0

**Tabla18. Algunos valores típicos de la Alcalinidad Total. Fuente: Figueredo y Aular(2015).**

Aplicación	Alcalinidad (mg/L CaCO <sub>3</sub> )
Cauce alto de río (calizo)	50 - 200
Lago en cauce bajo	10 - 30
Agua potable	50 - 200
Agua residual doméstica	200 - 400
Sobrenadante de lodo anaeróbico	2000 - 8000
Desechos de animales (cerdos)	15000 - 20000

**Describir la variación de los caudales y niveles de pozos en el Sector Norte B y C, del municipio San Diego durante el año 2015.**

En el anexo (C) se observa como el nivel al inicio de la prueba realizada en el pozo N°2 del Conjunto Residencial El Tulipán, cuyas coordenadas son 1135093N; 613684E, inicia en 443.18 (m.s.n.m) y luego se mantiene en un rango entre 431.8 (m.s.n.m) y 429.6 (m.s.n.m), esto representa un salto debido a que al inicio de la prueba (tiempo=0) en donde se obtuvo la medición del nivel estático, y posterior a eso mediante el nivel dinámico, tomando en cuenta que la profundidad de este pozo es de 150m , los resultados expresados anteriormente indican que el pozo al estabilizarse en 429.6 m.s.n.m, no se encuentra sobreexplotado y posee una buena capacidad de almacenamiento.

De igual manera, en la prueba se obtuvo la variación del caudal respecto al tiempo, el cual aumenta progresivamente en los primeros 90min en un rango de (1.46-1.95 (l/s)), posteriormente en el siguiente intervalo de tiempo se pudo observar que el caudal disminuyó a 1.84 (l/s).



**Aplicar el modelo matemático de estimación de los parámetros hidráulicos, transmisividad y coeficiente de almacenamiento de los Acuíferos del Municipio San Diego durante el año 2015. Caso: Sector Norte B y C**

Considerando el valor de los parámetros obtenidos y comparándolos con los valores especificados en las bases teóricas de esta investigación, se observa un coeficiente de transmisividad bajo, debido a la presencia de materiales de baja permeabilidad, por lo que el movimiento de las aguas es lento y observando el coeficiente de almacenamiento es posible afirmar la presencia de un acuífero confinado, donde el acuífero presenta materiales como gravas, arenas y arcilla. Es importante acotar que la prueba realizada para la determinación de dichos parámetros fue realizada una sola vez, por lo que los valores obtenidos cuentan con un grado de incertidumbre

**Elaborar mapas piezométricos de las redes de flujo del Acuífero del Municipio San Diego durante el año 2015. Caso: Sector Norte B y C.**

El Resultado de las isopiezas creadas mediante una interpolación en el programa ArcGIS, suministran información respecto a la dirección del flujo en el acuífero donde se observó que el Río San Diego se recarga de la cadena montañosa y este a su vez se comporta como río perdedor o influente, puesto que en todos los muestreos se detecta un patrón en el gradiente hidráulico donde el sentido del flujo va del Río San Diego al Río Cúpiraa, actuando este como río que drena o efluentes

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **CONCLUSION**

1. Se generó una base datos con los 26 pozos pertenecientes a la zona Norte, sector: B y C del Municipio San Diego, en donde el 81% de los pozos se encuentra activo y un 92% de los pozos son de uso Residencial. Los estudios Químicos de las aguas del acuífero en estudio reflejan que según la Normas Sanitarias de Calidad del agua Potable, el acuífero en estudio es apta para el consumo humano.
2. Al realizar la prueba de caudal variable se registró que en el pozo N°2 del Conjunto Residencial El Tulipán, ubicado en el Municipio San Diego, Sector Norte B y C, presenta un descenso menor al 7% de la profundidad inicial, lo que indica que dicho acuífero no presenta problemas de sobreexplotación.
3. Se concluyó que el acuífero del Municipio San Diego, Sector Norte B y C, presenta una transmisividad baja y que por el valor obtenido del coeficiente de almacenamiento y los estudios litológicos entregados en el Ministerio de Ecosocialismo y Agua, el acuífero es confinado por lo que la extracción procede de la descompresión del agua.
4. Los niveles piezométricos en los pozos estudiados del Municipio San Diego, Sector Norte B y C, describen el movimiento del flujo, en donde se determinó que el acuífero en la zona Norte B y C de San Diego se recarga del río

Cúpira, tomando en cuenta que a éste le aporta el río San Diego, el cual se recarga de la cadena montañosa.

### **RECOMENDACIONES**

1. Actualizar los estudios de la estratigrafía y la composición química del agua de los 26 pozos ubicados en el Municipio San Diego, Sector Norte B y C.
2. Realizar la prueba de caudal variable en todos los pozos ubicados en el sector Norte B y C del Municipio San Diego, con el fin de estimar con un mayor porcentaje de confiabilidad los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento.
3. Realizar la medición de caudales y nivel, en todos los pozos del Municipio San Diego, Sector Norte B y C, como registro para futuras investigaciones.
4. Tomar los datos obtenidos de las mediciones de nivel de los 26 pozos del Municipio San Diego, Sector Norte B y C, con el fin de representarlos en los mapas piezométricos y conocer con certeza las zonas de carga y recarga.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION (2002) **Manual de Publicaciones**. Adaptado en español por Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V. México. D.F. Santa Fe de Bogotá.
- CERDA, H. (1991) **Los Elementos de la Investigación**. Editorial El Búho, Ltda. Bogotá. Colombia.
- HERNÁNDEZ, R. Fernández, C. y Baptista, L. (2010) **Metodología de la Investigación**. México: Mc. Graw- Hill.
- MORLES, V. Medina, E. y Álvarez, N. (2003) **La Educación Superior** (Informe 2002 a IESALC-UNESCO). Caracas.
- King, M. (2008) Evaluación de las aguas subterráneas en los sectores Monay, Municipio Pampan- Agua Viva, Municipio Miranda. Trujillo.  
Disponible:[http://tesis.ula.ve/pregrado/tde\\_busca/archivo.php](http://tesis.ula.ve/pregrado/tde_busca/archivo.php).(Consulta: 2015, Diciembre 17)
- Rojas E. y Serrano A. (2007). Importancia del Agua subterránea como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable en Venezuela. Trabajo de Grado presentado en la Universidad de Oriente. Disponible:  
<http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/272/1/Tesis-IC007-R72>. (Consulta 2015, Noviembre 10)
- Glessn et al (2012). Agua para un Mundo Sostenible. UNESCO. Disponible <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002322/232273S.pdf>.  
(Consulta,2015, Octubre 4)
- Dailey L. (2014)¿ Qué es un Acuífero?.Disponible:  
<https://www.rwlwater.com/que-es-un-acuifero/?lang=es>  
(Consulta,2015,Noviembre13)
- Vélez M. (1999) Hidráulica de Aguas Subterráneas. 2da Edición. Medellín, Colombia. Disponible :[http://www.bdigital.unal.edu.co/4993/1/Capitulos\\_1-5.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/4993/1/Capitulos_1-5.pdf)  
(Consulta: 2015, Diciembre 14)
- López M. y Morón M. (2007). Propuesta de un Organismo a nivel Nacional Encargado de aplicar un programa de prevención y control en la contaminación de Las aguas subterráneas en Venezuela. Trabajo de Grado presentado en la Universidad de Oriente. Disponible:  
<http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/261/1/Tesis-IC007-G302.pdf> . .

(Consulta, 2015, Noviembre 12)

Peralta A y López E. (2012). Los Acuíferos para nuestro país: un tesoro para las Generaciones venideras. Disponible:

[http://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2013/12/12CyT\\_06losacuíferos.pdf](http://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2013/12/12CyT_06losacuíferos.pdf)

(Consulta, 2015, Noviembre 16)

Rojas E, y Serrano A. (2007). Importancia del agua subterránea como fuente de abastecimiento de agua potable en Venezuela. Trabajo de grado presentado en la Universidad de Oriente. Disponible:

<http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/272/1/Tesis-IC007-R72.pdf>

(Consulta, 2015, Noviembre 20)

Collazo, P. y Montaña J. (2012). Manual de Agua Subterránea. Montevideo, Uruguay.

Aular, M. (2012). Instructivo para la Transcripción de los Proyectos de Investigación. Universidad de Carabobo.

Moliner, U (2005). Hidrología. Tipos de Acuíferos. Universidad de Santiago de Compostela.

Bosque, S. (1997) Sistema de Información Geográfica. Ediciones Rialp S.A., Segunda Edición corregida, Madrid, España.

M Villanueva y A. Iglesias. Capítulo III Métodos en Régimen. Disponible:

[http://aguas.igme.es/igme/publica/libro35/pdf/lib35/in\\_3.pdf](http://aguas.igme.es/igme/publica/libro35/pdf/lib35/in_3.pdf). (Consulta:

Diciembre.18)

Benítez, Alberto (1972). Captación de aguas subterráneas. 2da edición, Editorial DOSSAT S.A,

**Anexo A**

**INSTRUMENTOS USADOS PARA EL LEVANTAMIENTO DE  
LA INFORMACIÓN**

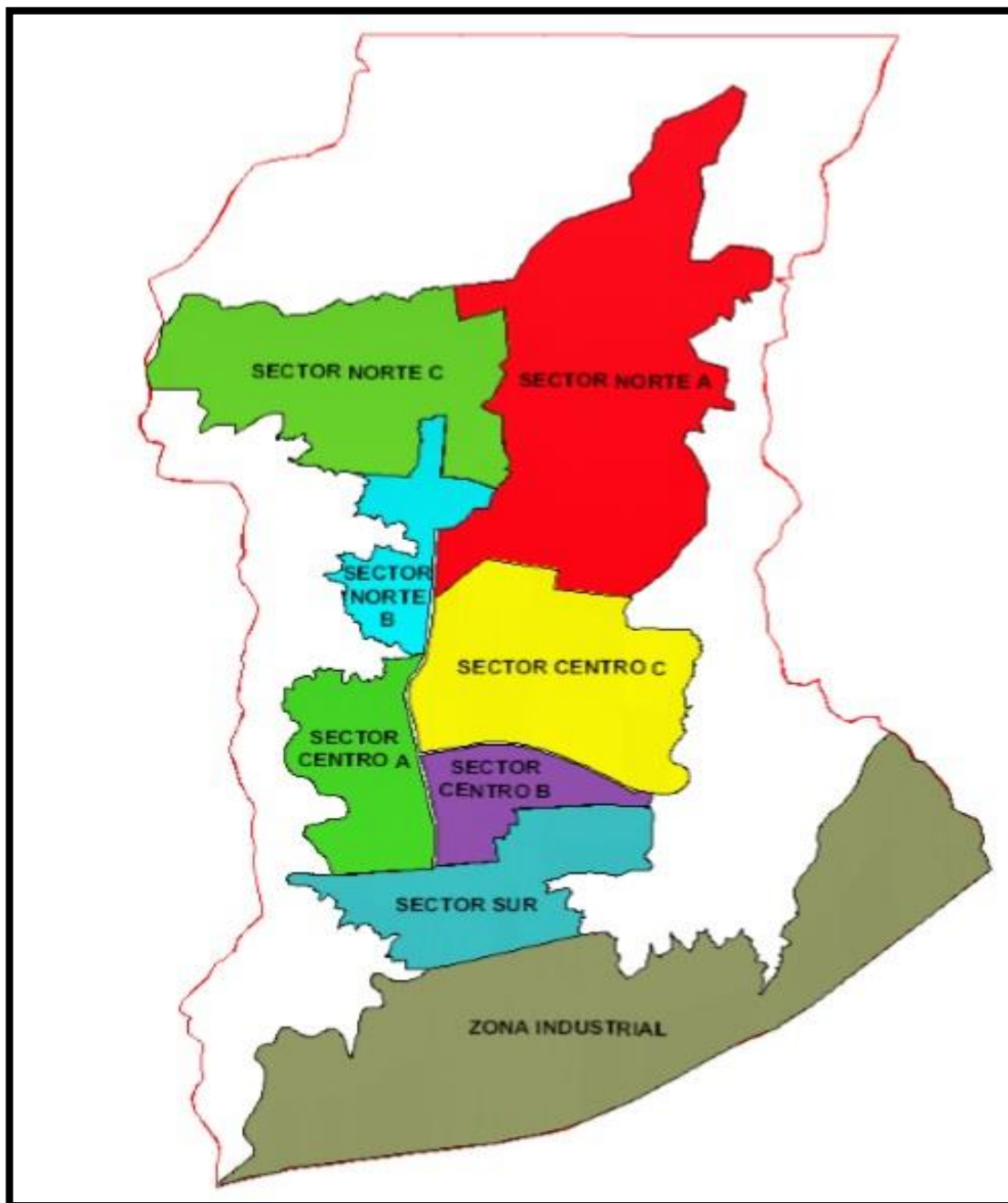
PLANILLA DE INVENTARIO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

		HOJA CARTOGRAFICA	COORDENADAS			HOJA	G.P.S																								
IDENTIFICACION	FECHA DE INVENTARIO		UTM.	NORTE	ESTE																										
ESTADO:	MUNICIPIO:	ELEVACION:				m																									
PROPIETARIO:	LUGAR O SITIO:	TEMPERATURA:				m																									
CROQUIS DE UBICACIÓN		FECHA DE CONSTRUCCION:																													
		COMPañÍA:																													
		DIRECCION:																													
		TELEFONO:																													
		N° ORIGINAL:																													
		N° MODIFICADO:																													
		FECHA:																													
		PROFUNDIDAD DEL POZO:																													
		PERFORADA:		DIAMETRO:																											
		ENTURBADA:		DIAMETRO:																											
PERTENECE A LA RED:		SI: <input type="checkbox"/>		NO: <input type="checkbox"/>																											
TIENE PLACA DE IDENTIFICACION:		SI: <input type="checkbox"/>		NO: <input type="checkbox"/>																											
N°:		_____																													
ESTADO ACTUAL DEL POZO:																															
ACTIVO:		<input type="checkbox"/>		NO ACTIVO		<input type="checkbox"/>																									
TIEMPO SIN FUNCIONAR:		_____																													
MOTIVO:		_____																													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">USO DEL AGUA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INDUSTRIAL:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ABASTECIMIENTO POBLAC:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>COMERCIAL:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AGRÍCOLA:</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						USO DEL AGUA		INDUSTRIAL:		ABASTECIMIENTO POBLAC:		COMERCIAL:		AGRÍCOLA:															
USO DEL AGUA																															
INDUSTRIAL:																															
ABASTECIMIENTO POBLAC:																															
COMERCIAL:																															
AGRÍCOLA:																															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">NIVELES</th> </tr> <tr> <th>ESTATICO</th> <th>DINAMICO</th> <th>CAUDAL (l/s)</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INFORMACION EL CAMPO:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>INFORMACION VERBAL:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						NIVELES				ESTATICO	DINAMICO	CAUDAL (l/s)	FECHA	INFORMACION EL CAMPO:				INFORMACION VERBAL:											
NIVELES																															
ESTATICO	DINAMICO	CAUDAL (l/s)	FECHA																												
INFORMACION EL CAMPO:																															
INFORMACION VERBAL:																															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">UBICACIÓN DE LOS FILTROS</th> </tr> <tr> <th colspan="2">1</th> <th colspan="2">2</th> <th colspan="2">3</th> </tr> <tr> <th>DESDE</th> <th>ANTES</th> <th>DESDE</th> <th>ANTES</th> <th>DESDE</th> <th>ANTES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						UBICACIÓN DE LOS FILTROS						1		2		3		DESDE	ANTES	DESDE	ANTES	DESDE	ANTES						
UBICACIÓN DE LOS FILTROS																															
1		2		3																											
DESDE	ANTES	DESDE	ANTES	DESDE	ANTES																										

Figura44. Planilla de Recolección de Datos

**Anexo B**  
**ZONIFICACIÓN Y UBICACIÓN DE LOS POZOS**



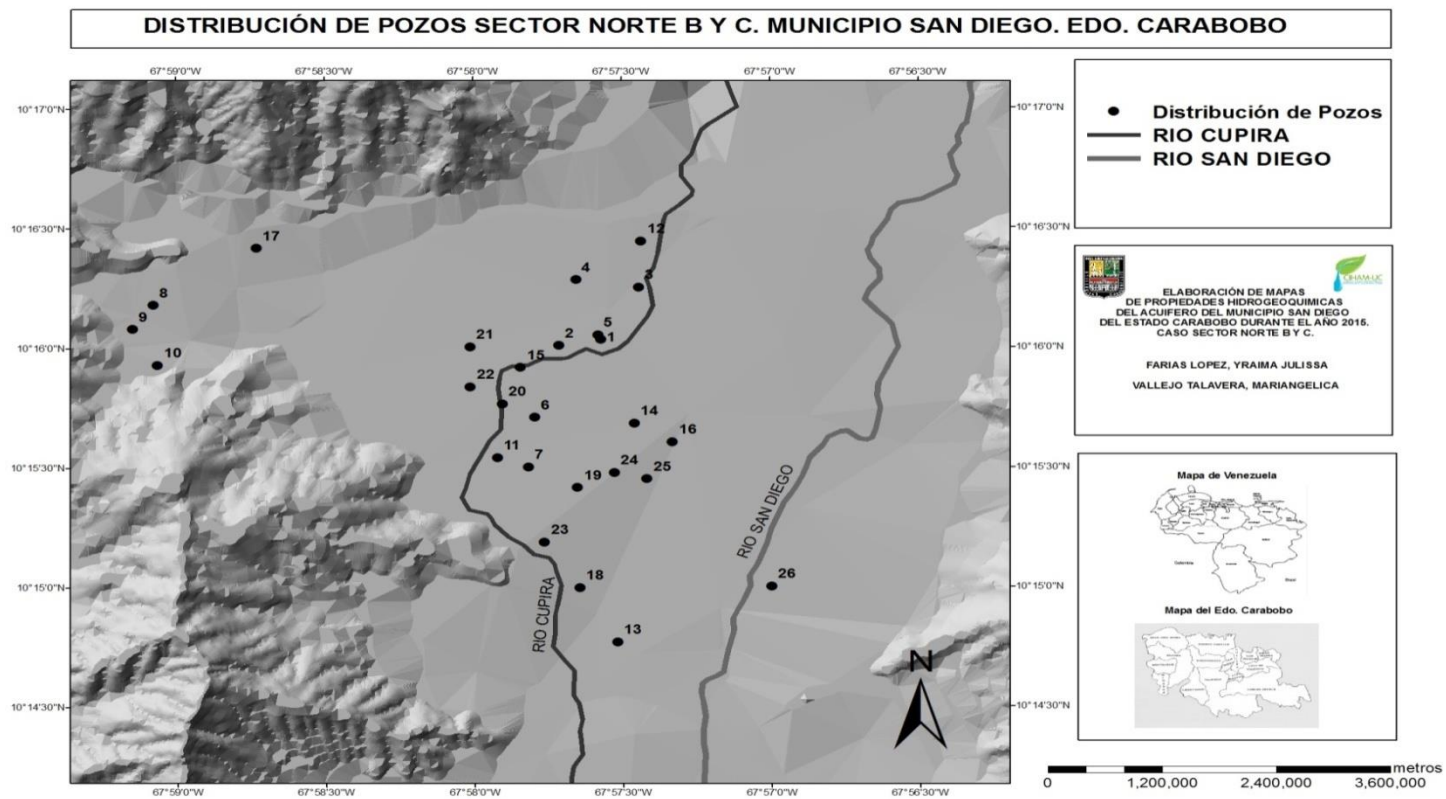


**Figura45. Zonificación por sectores del Municipio San Diego, Estado Carabobo.**  
**Fuente: Alcaldía de San Diego**

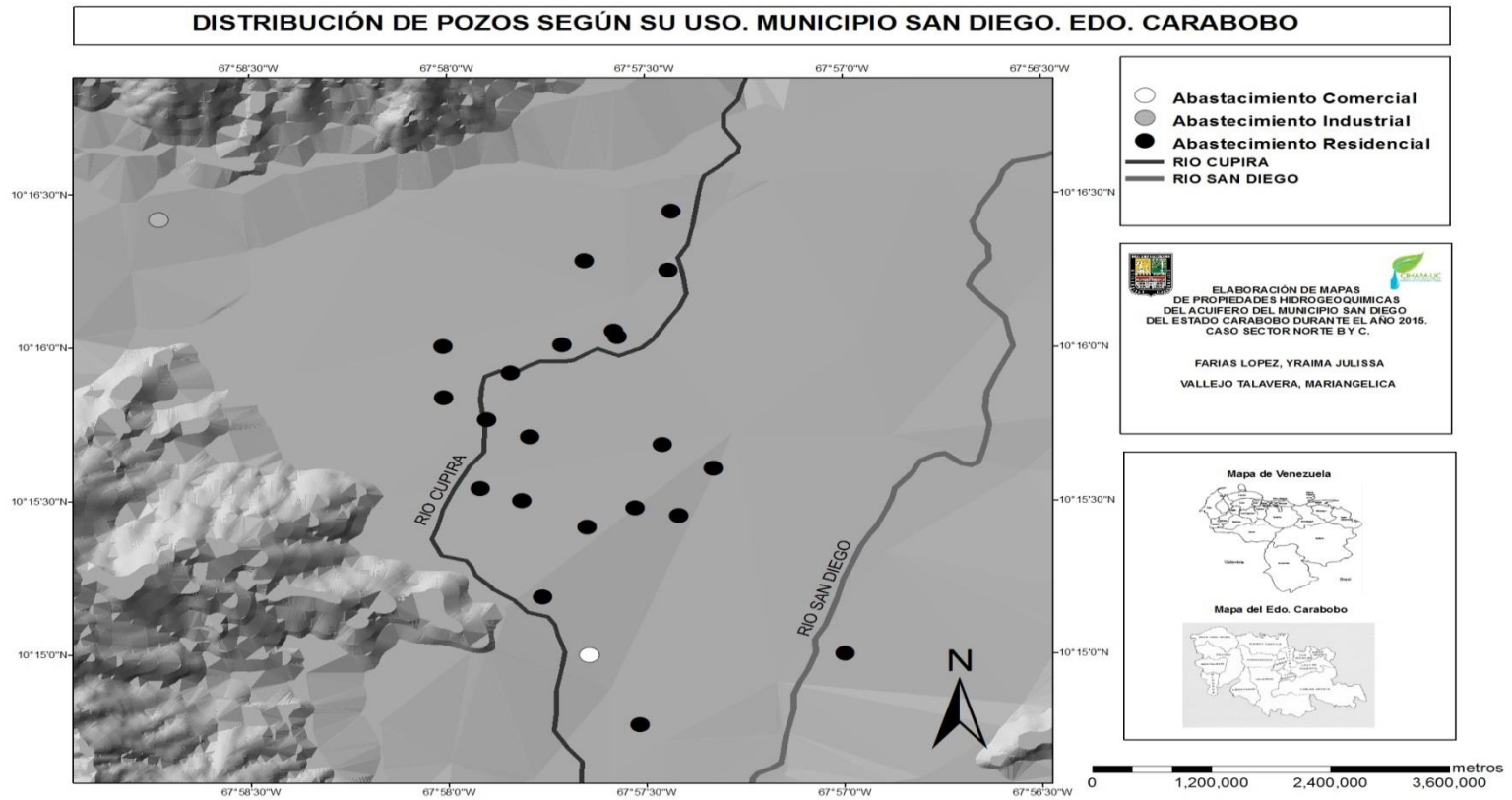
**Tabla19. Ubicación de los pozos Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**

Nº POZO	X	Y	Z	Ppozo	Qm	ND	NE	U	RF	Const	Fp	Sector	Uso	Edo	Material Redeno	Arcilla	Limosa	Arcilla	Roca meteorizada	Arena media	Arcilla arenosa	Arena fina y arcilla	Arena media con lentos de	pH	Alcalinidad	Sólidos disueltos	Dureza total	Cloruros	Carbonatos	Resp
1	613940	1135142	480	141	3	65	29	Conjunto Residencial El Tulipan pozo 1	J-40268525-4	C.A PARKO	12/01/2006	Tulipan	Abastecimiento Poblacional	Activo	1	3	3	-	3	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	Eduardo Rodriguez C.I 13.304.763
2	613684	1135093	469	150	2.5	110	13	Conjunto Residencial El Tulipan pozo 2	J-40268525-4	C.A PARKO	14/11/2006	Tulipan	Abastecimiento Poblacional	Activo	1	3	3	-	3	1	3	1	7	129	-	-	3.98	17.6	Eduardo Rodriguez C.I 13.304.763	
3	614174	1135543	495	160	3	120	13	Conjunto Residencial El Tulipan pozo 3	J-40268525-4	C.A PARKO	30/12/2006	Tulipan	Abastecimiento Poblacional	Activo	1	1	7	-	1	-	3	2	7	112	-	-	2.48	20.8	Eduardo Rodriguez C.I 13.304.763	
4	613787	1135600	490	175	2.8	120	13	Conjunto Residencial El Tulipan pozo 4	J-40268525-4	C.A PARKO	27/11/2006	Tulipan	Abastecimiento Poblacional	Activo	1	2	6	-	8	-	4	-	7	145	-	-	4.25	18	Eduardo Rodriguez C.I 13.304.763	
5	613922	1135176	478	160	3	58	12	Conjunto Residencial El Tulipan pozo 5	J-40268525-4	Inversiones Hidro, C.A	20/12/2006	Tulipan	Abastecimiento Poblacional	Activo	1	2	1	-	-	1	1	-	7	96.2	-	-	17.8	13.4	Eduardo Rodriguez C.I 13.304.763	
6	613536	1134540	480	150	2.5	-	17	Conjunto Residencial El Tulipan pozo 6	J-40268525-4	C.A PARKO		Monteserino	Abastecimiento Poblacional	Activo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Eduardo Rodriguez C.I 13.304.763	
7	613498	1134157	489	98	5	40	21	Victor Perera Gomez	6.915.459			Monteserino	Abastecimiento Poblacional	Activo	-	-	-	-	-	-	-	-	6	97.4	-	-	4.72	12.8	Victor Perera Gomez C.I 6.915.459	
8	611191	1135402	-	102	5.2	62	14	MINVIH (Pozo 1)	G-20009652-7			Lomas de la hacienda	Abastecimiento Poblacional	Activo	-	-	-	-	-	-	-	-	7	112	-	-	5.92	18.8	Ricardo Ramos	
9	611064	1135215	-	-	-	-	-	MINVIH (Pozo 2)	G-20009652-7			Lomas de la hacienda	Abastecimiento Poblacional	Activo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ricardo Ramos	
10	611217	1134938	-	-	-	-	-	MINVIH (Pozo 3)	G-20009652-7	C.A PARKO		Lomas de la hacienda	Abastecimiento Poblacional	Activo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ricardo Ramos	
11	613307	1134229	473	-	-	-	13	Conj. Residencial Villa Bahia San Diego				Bosqueserino	Abastecimiento Poblacional	Activo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

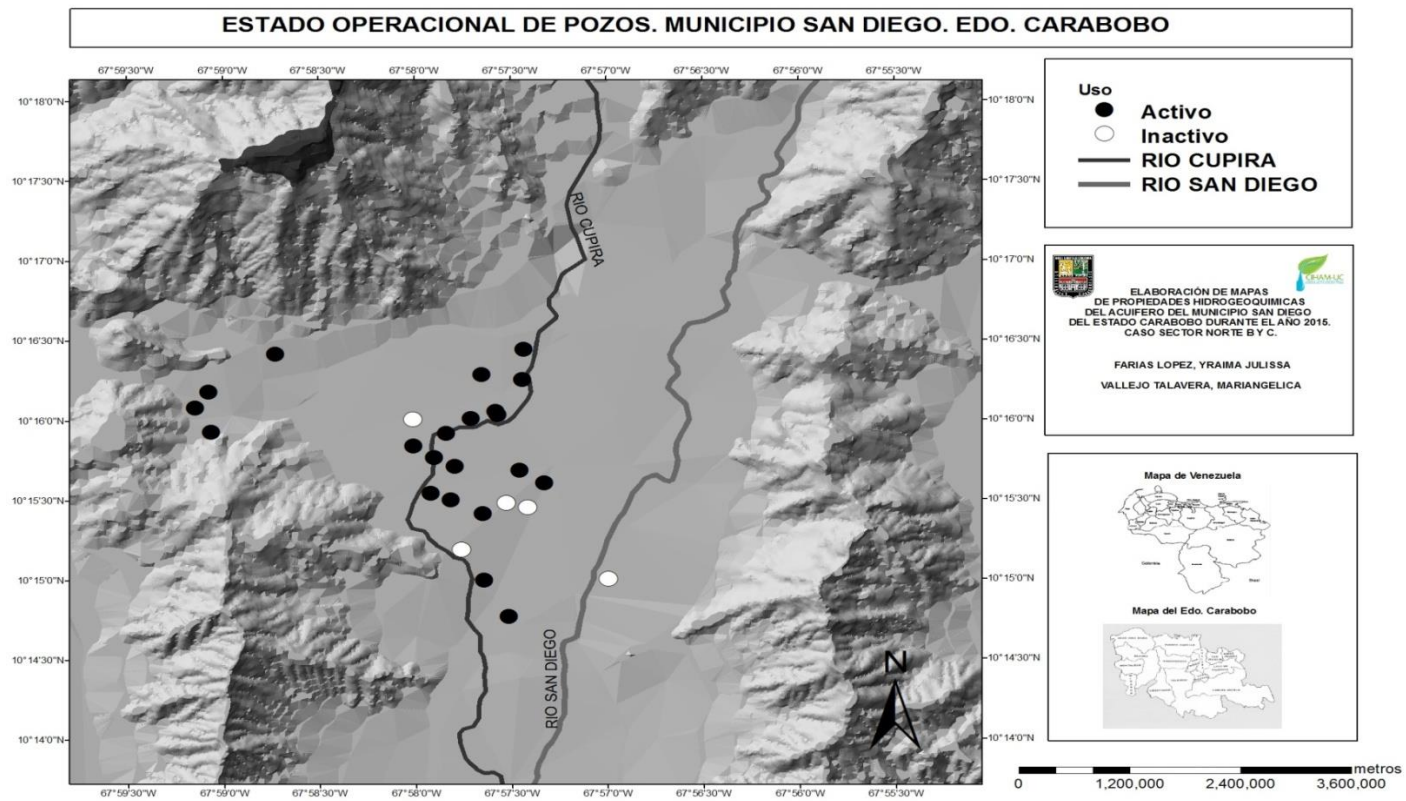




**Figura46. Mapa de ubicación de los pozos en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**



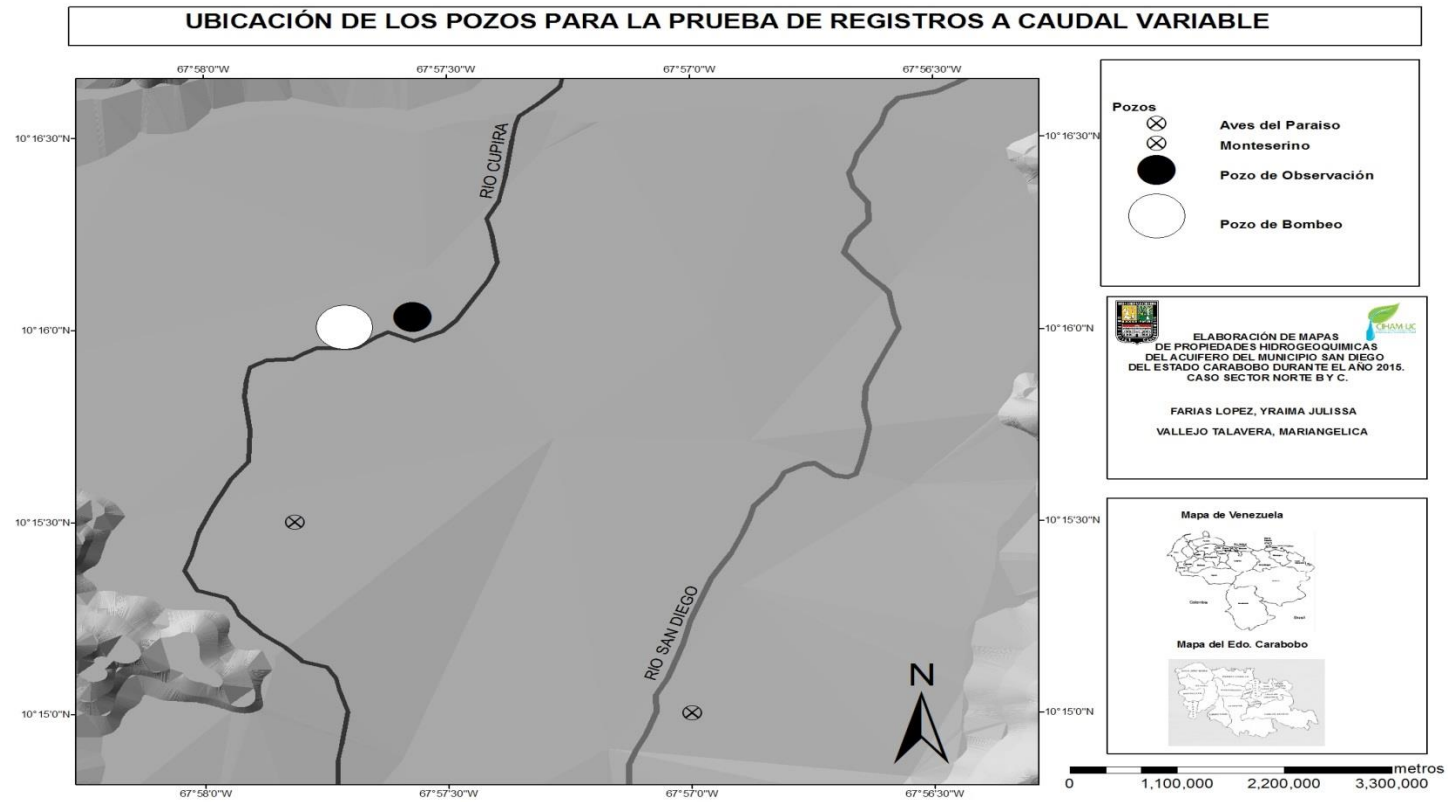
**Figura47. Mapa de ubicación de los pozos según su uso en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**



**Figura48. Mapa de ubicación de los pozos según su estado operacional en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**

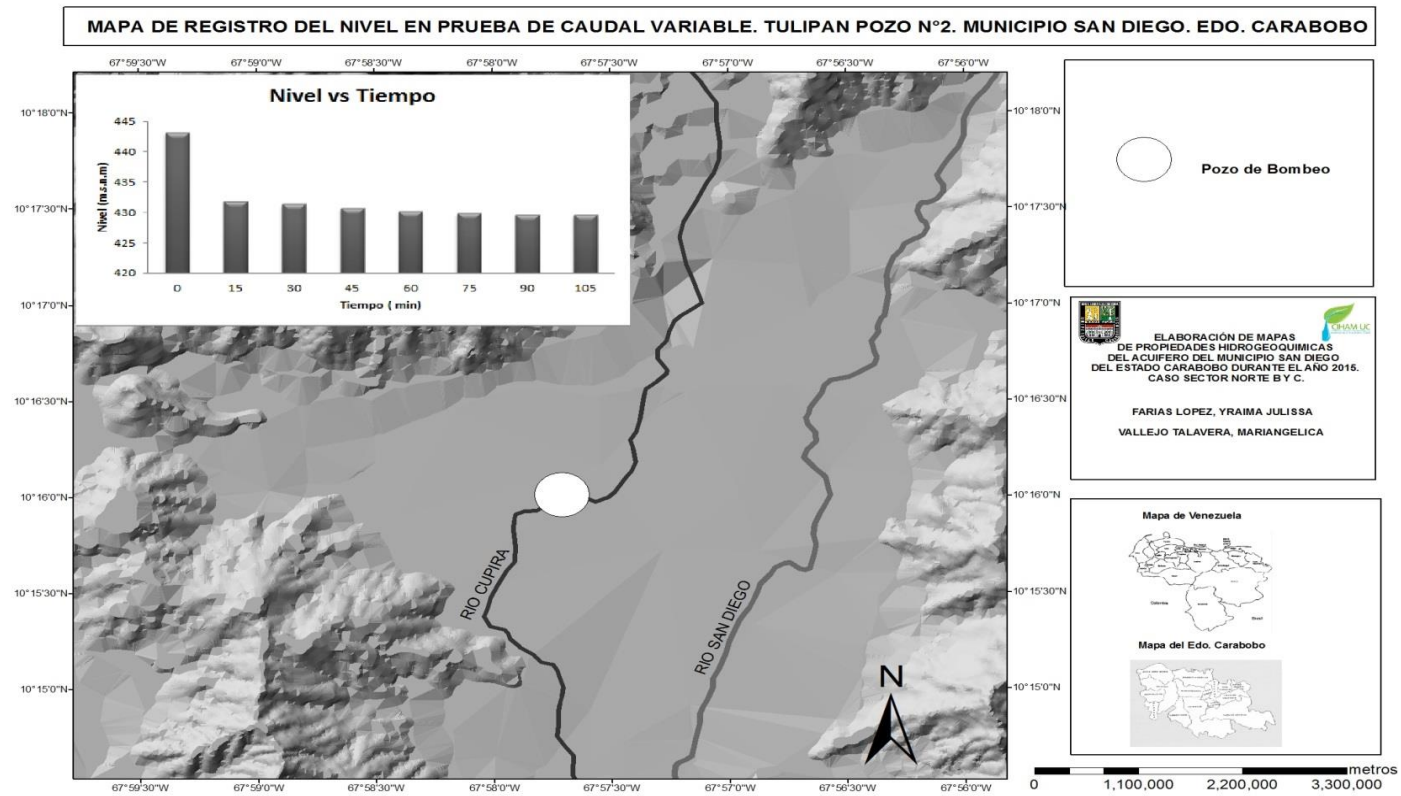
**Anexo C**

**MAPA DE VARIACIÓN DE CAUDAL Y NIVEL**

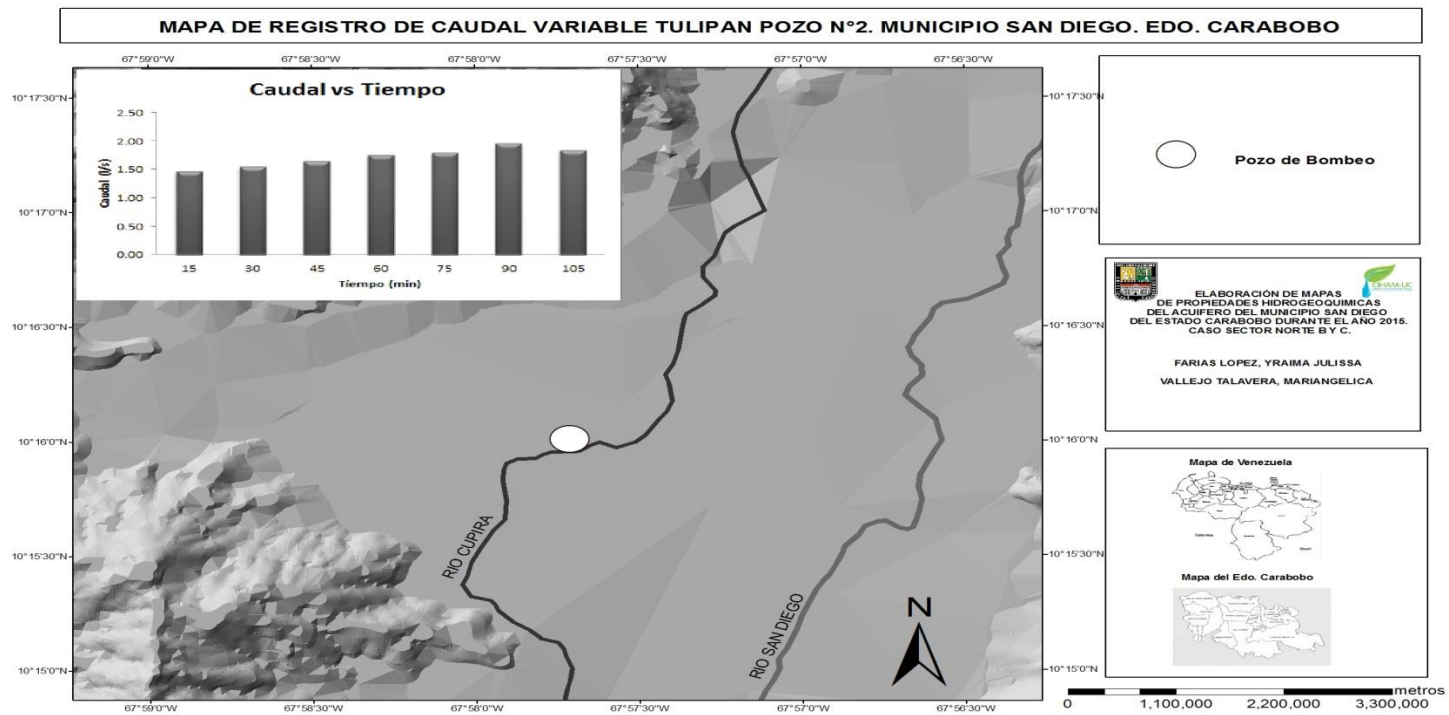


**Figura49. Mapa de ubicación de los pozos para la prueba de Caudal Variable en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**





**Figura50. Mapa de Variación del Nivel en Prueba de Caudal Variable, pozo N° 2 Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo.(1135431.77E; 613903.96N).**



**Figura51. Mapa de Variación del Caudal en Prueba de Caudal Variable, pozo N° 2 Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. (1135431.77E; 613903.96N).**

**Anexo D**

**DOCUMENTOS Y MAPAS PROPIEDADES GEOFISICAS**

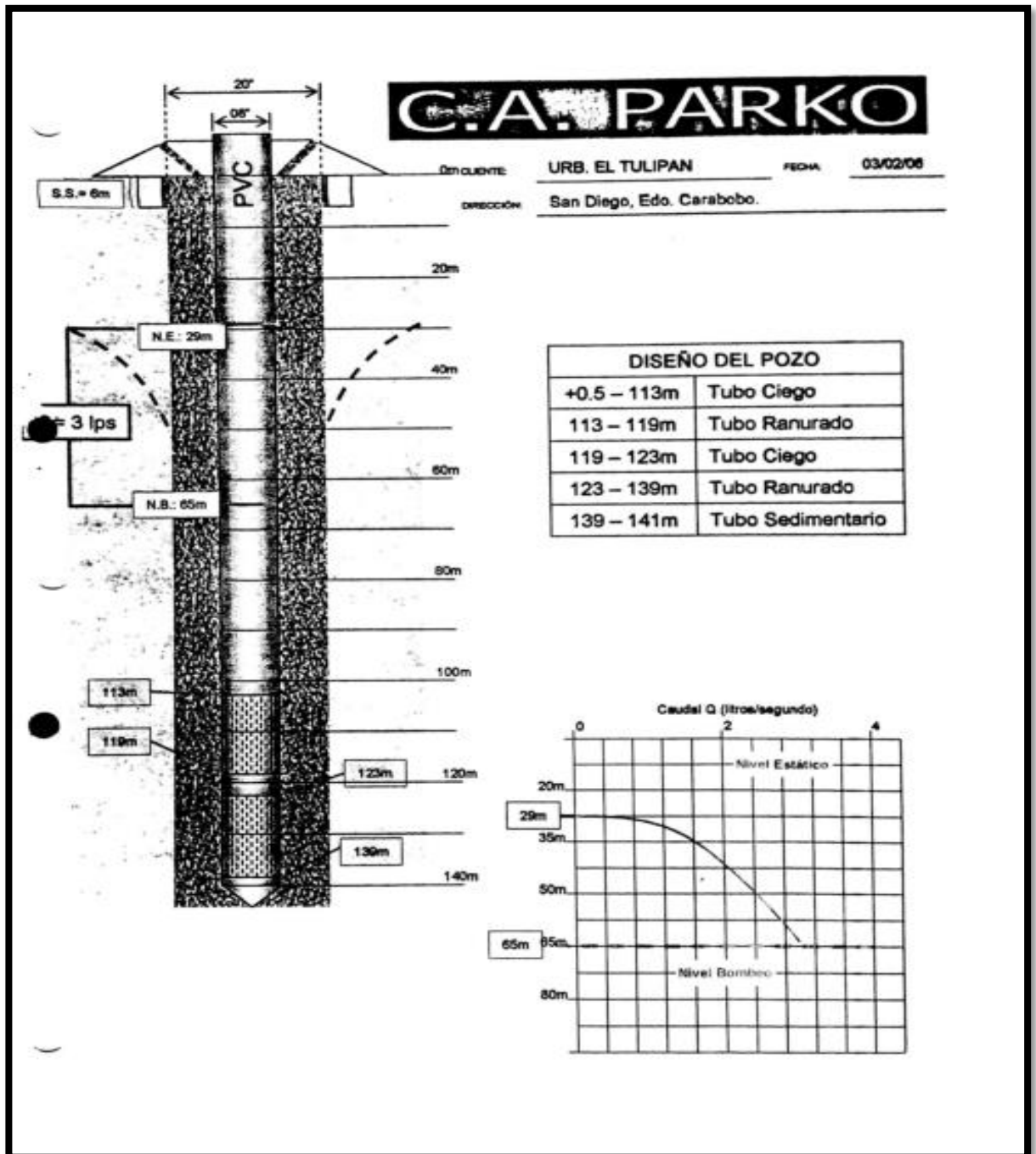


Figura52. Informe de la perforación del pozo N°1 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Empresa C.A. PARKO.

**DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DEL SONDEO PARA EL POZO EFECTUADO  
EN URB. EL TULIPAN (EDO. CARABOBO)**

DESDE	HASTA	DESCRIPCIÓN
0m	5m	Arena Fina con Arcilla
5m	7m	Arcilla
7m	12m	Arena Media
12m	20m	Arcilla
20m	26m	Arena Fina con Arcilla
26m	53m	Lino Arcilloso
53m	65m	Arcilla Media Intercalada
65m	81m	Arcilla Limosa
81m	83m	Arena Media
83m	110m	Arena Media a Fina con Arcilla
110m	119m	Arena Media con Arcilla
119m	123m	Arcilla Limosa
123m	139m	Arena Media a Gruesa con Arcilla
139m	141m	Arcilla

**Figura53. Informe Litológico del pozo N°1 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: EmpresaC.A. PARKO.**

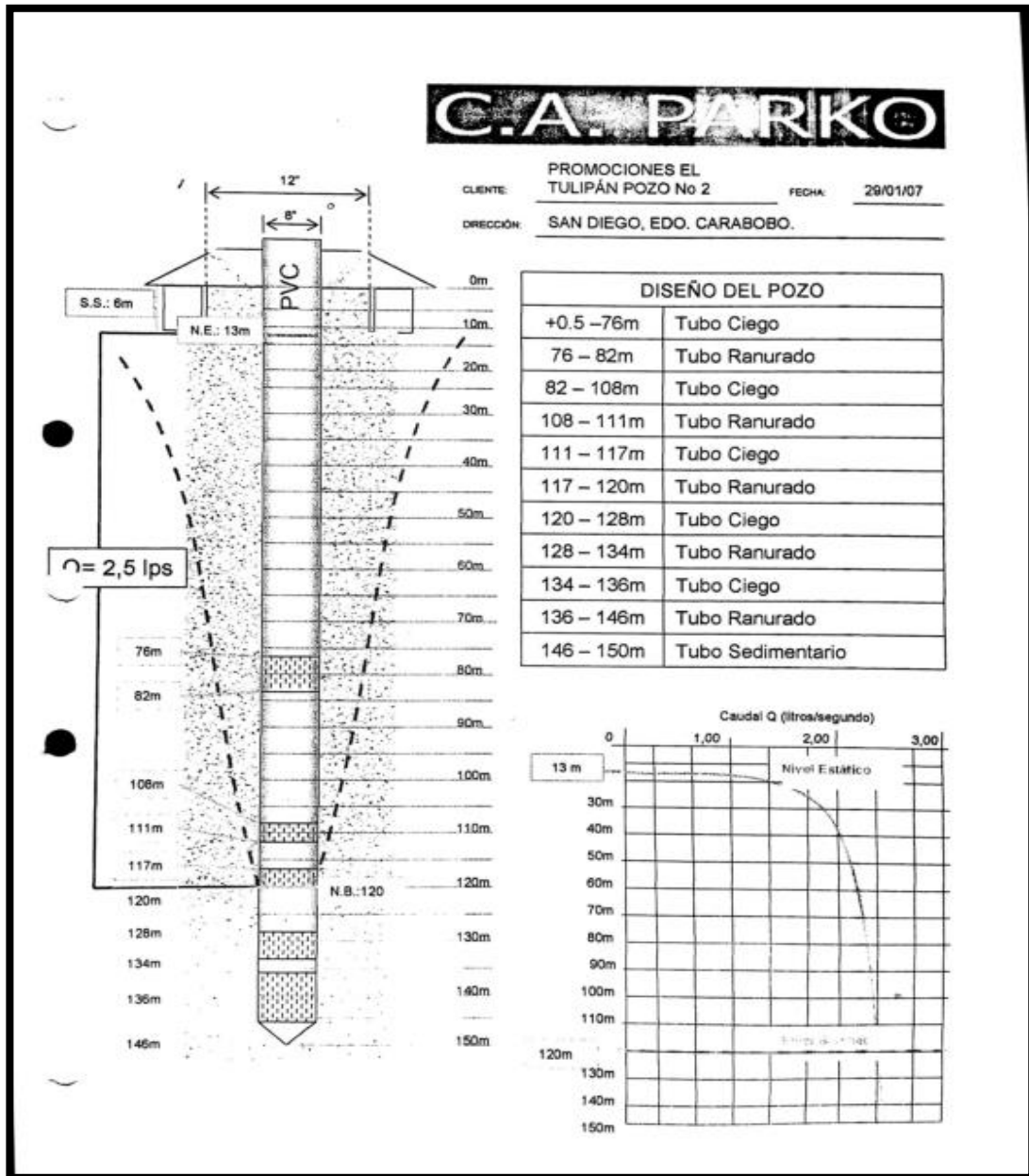


Figura54. Informe de la perforación del pozo N°2 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Empresa C.A. PARKO.

# C.A. PARKO

## PERFORACION DE POZOS PARA AGUA

RIF: J-00028247-1

NIT: 0006115900

MARACAY 2103 - CALLE ESTE 2, N° 80, LA MORITA I, EDO. ARAGUA

TELEFAX: (0243) 2693750 - 2692390 - 2690911 - 2691942

WEB SITE: [www.aguaparko.com](http://www.aguaparko.com) E-MAIL: [aguaparko@sanv.net](mailto:aguaparko@sanv.net)

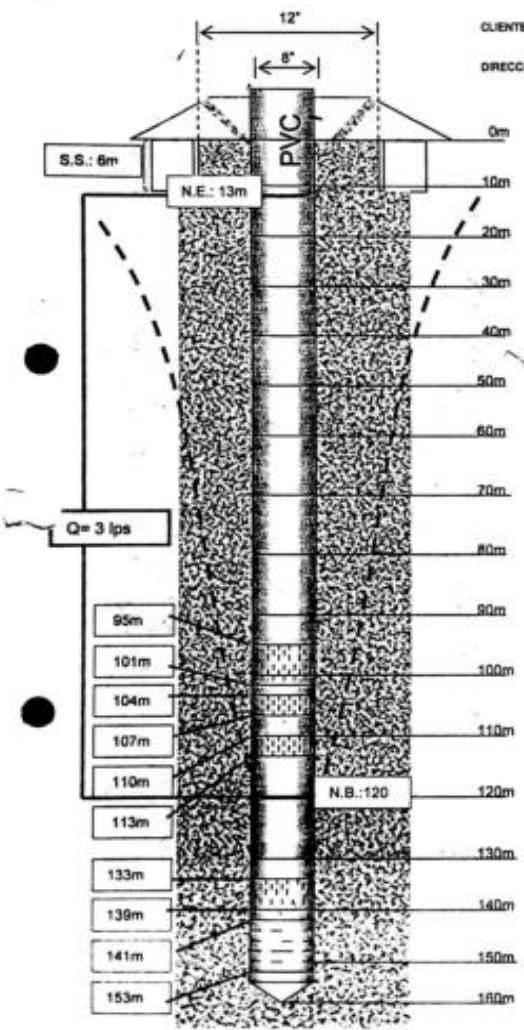
### DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DEL SONDEO PARA EL POZO N° 2 EFECTUADO PARA PROMOCIONES EL TULIPAN, EN SAN DIEGO, EDO. CARABOBO

DESDE		HASTA		DESCRIPCION
0	m	0,5	m.	Capa vegetal
0,5	"	5	"	Arena fina con arcilla
5	"	7	"	Arcilla
7	"	20	"	Arena fina con arcilla
20	"	25	"	Arena fina a media
25	"	56	"	Limo arcilloso
56	"	64	"	Arena fina con arcilla
64	"	75	"	Arcilla
75	"	83	"	Arena media
83	"	108	"	Arcilla limosa
108	"	115	"	Arena media con intercalaciones de arcilla
115	"	127	"	Arena arcillosa
127	"	133	"	Arena media
133	"	138	"	Arcilla limosa
138	"	146	"	Arena media
146	"	150	"	Arcilla

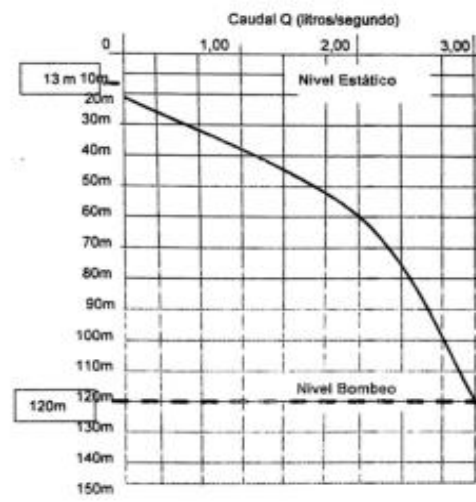
Figura55. Informe Litológico del pozo N°2 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Empresa C.A. PARKO.

# C.A. PARKO

CLIENTE: PROMOCIONES EL TULIPAN POZO 3      FECHA: 12/02/07  
 DIRECCIÓN: SAN DIEGO, EDO. CARABOBO.



DISEÑO DEL POZO	
+0.5 – 95m	Tubo Ciego
95 – 101m	Tubo Ranurado
101 – 104m	Tubo Ciego
104 – 107m	Tubo Ranurado
107 – 110m	Tubo Ciego
110 – 113m	Tubo Ranurado
113 – 133m	Tubo Ciego
133 – 139m	Tubo Ranurado
139 – 141m	Tubo Ciego
141 – 153m	Rejillas Johnson
153 – 160m	Tubo Sedimentario



**Figura56. Informe de la perforación del pozo N°3 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Empresa C.A. PARKO.**



# C.A. PARKO

## PERFORACION DE POZOS PARA AGUA

RIF: J-00028247-1

NIT: 0006115900

MARACAY 2103 - CALLE ESTE 2, Nº 80, LA MORITA I, EDO. ARAGUA

TELEFAX: (0243) 2693750 - 2692390 - 2690911 - 2691942

WEB SITE: [www.aguaparko.com](http://www.aguaparko.com) E-MAIL: [aguaparko@cmfz.net](mailto:aguaparko@cmfz.net)

### DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DEL SONDEO PARA EL POZO Nº 3 EFECTUADO PARA PROMOCIONES EL TULIPAN, EN SAN DIEGO, EDO. CARABOBO

DESDE		HASTA		DESCRIPCION
0	m	0,5	m.	Capa vegetal
0,5	"	4	"	Arena fina con arcilla
4	"	7	"	Arcilla
7	"	18	"	Arena fina a media
18	"	21	"	Arcilla
21	"	42	"	Arena fina con limo
42	"	44	"	Arena gruesa
44	"	93	"	Arena fina con lentes de arcilla
93	"	96	"	Arcilla
96	"	102	"	Grava fina
102	"	105	"	Arcilla
105	"	108	"	Grava fina
108	"	110	"	Arcilla
110	"	119	"	Grava fina con lentes de arcilla
119	"	128	"	Arcilla limosa
128	"	139	"	Grava fina con lentes de arcilla
139	"	142	"	Arcilla
142	"	150	"	Grava fina cuarzosa
150	"	153	"	Arena media a gruesa
153	"	160	"	Arcilla

Figura57. Informe Litológico del pozo N°3 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Empresa C.A. PARKO.

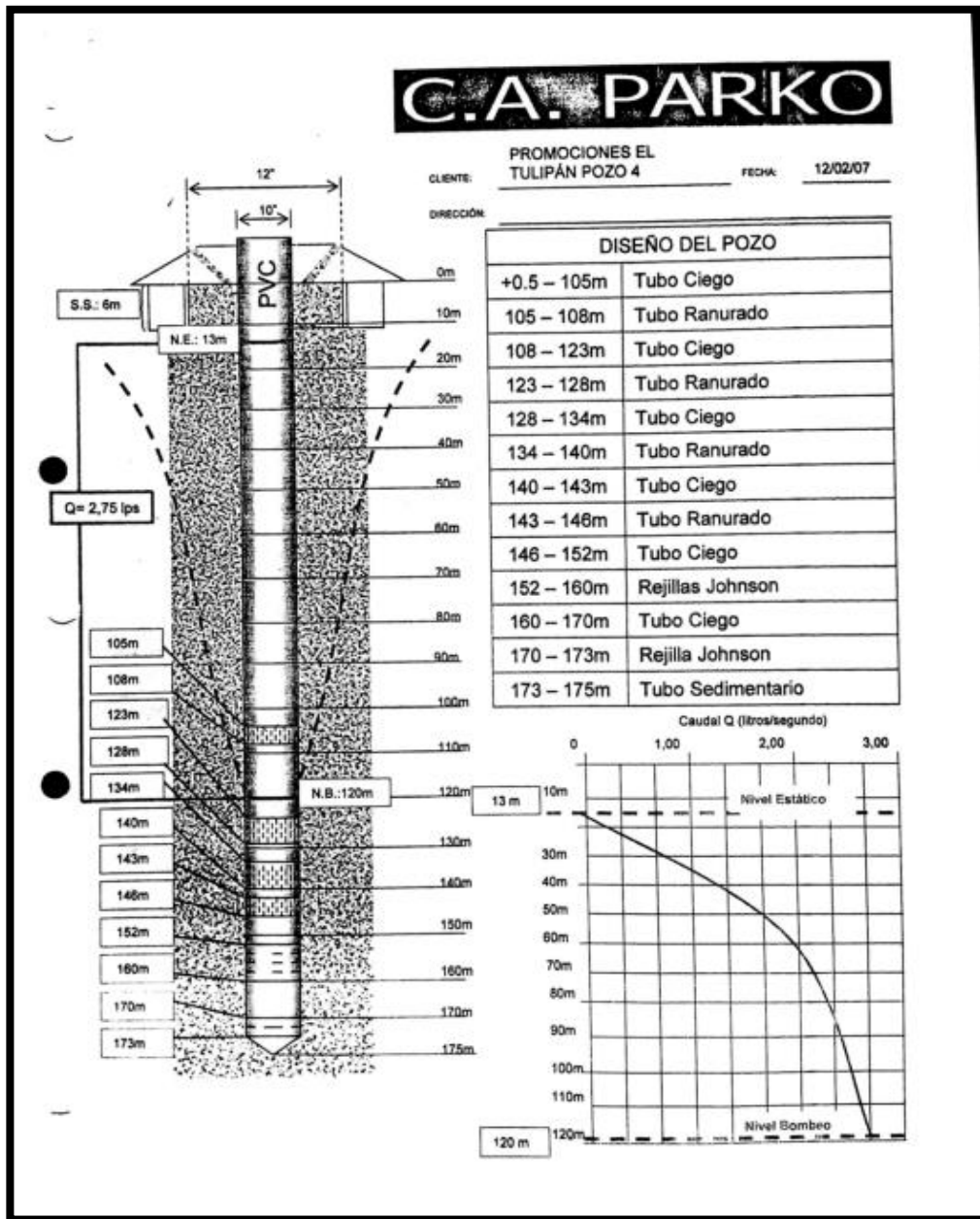


Figura58. Informe de la perforación del pozo N°4 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Empresa C.A. PARKO.

**C.A. PARKO**  
**PERFORACION DE POZOS PARA AGUA**

RIF: J-00028247-1  
 NIT: 0006115900

MARACAY 2103 - CALLE ESTE 2, N° 80. LA MORITA I, EDO. ARAGUA  
 TELEFAX: (0243) 2693750 - 2692390 - 2690991 - 2691942  
 WEB SITE: www.parko.com.ve

**DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DEL SONDEO PARA EL POZO N° 4 EFECTUADO  
 PARA PROMOCIONES EL TULIPAN, EN SAN DIEGO, EDO. CARABOBO**

DESDE	HASTA	DESCRIPCION
0 m	0,5 m.	Capa vegetal
0,5 "	5 "	Arena fina con arcilla
5 "	7 "	Arcilla
7 "	19 "	Arena fina con arcilla
19 "	23 "	Arena media
23 "	31 "	Arcilla limosa
31 "	34 "	Arena media
34 "	56 "	Arcilla limosa
56 "	58 "	Arena fina
58 "	73 "	Arcilla con lentes de arena fina
73 "	77 "	Arena fina
77 "	98 "	Arcilla con lentes de arena fina
98 "	101 "	Arena media a fina
101 "	105 "	Arcilla limosa
105 "	109 "	Arena media
109 "	122 "	Arcilla limosa
122 "	128 "	Arena media
128 "	133 "	Arcilla
133 "	139 "	Arena media a fina
139 "	142 "	Arcilla
142 "	147 "	Arena media a fina
147 "	150 "	Arcilla
150 "	162 "	Arena media a fina
162 "	170 "	Arcilla
170 "	173 "	Arena media a fina
173 "	175 "	Arcilla

**Figura59. Informe Litológico del pozo N°3 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Empresa C.A. PARKO.**

**Memoria Descriptiva**  
**Construcción Pozo N° 5**


La construcción del mismo se efectuó en terrenos de la Urb. El Tulipán, ubicado en la Intercomunal Valencia-San Diego, al Este del Distribuidor San Diego-Puerto Cabello.

- Ubicación del pozo dentro del parcelamiento. Coordenadas UTM  
N 1136.336,50 E 614.147,00.
- Datos de construcción:
  - Compañía ejecutora: Inversiones Hidro, C.A.
  - Dirección: c/133 Urb. Prebo, Casa N° 106-A-43
  - Teléfonos: 0241-8215074
  - Fecha culminación: Noviembre 2008.
- Profundidad del pozo:
  - Perforada: 160 MTS.
  - Diámetro: 17"
  - Entubado: 160 MTS.
  - Diámetro: 8" PVC
- Estado actual del pozo: Activo.
- El agua extraída será para uso urbano y consumo humano.
- Niveles:
  - Estático: 12 MTS.
  - Dinámico: 58 MTS.
  - Caudal: 3 LPS.
- Ubicación de los filtros:
  - De 42-72 MTS.
  - 96-120 MTS.
  - 126-156 MTS.Tubería ranurada.
- Datos de la bomba:
  - Bomba turbina sumergible.

**Figura60. Memoria descriptiva del pozo N°5 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Ing. Víctor Carrillo, funcionario del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas.**

-	Marca bomba: Faboven modelo 00754L18
-	RPM Bomba – 3.500 RPM
-	RPM Motor – 3.500 RPM
-	Capacidad – 3 LPS
-	Diámetro tubería descarga 2 ½ "
-	Sello sanitario 6 MTS x 12" Diámetro.
-	Perfil litológico:
0 M	17 M Limo arenoso intercalado con arena fina
17 M	52 M Arena y arcilla
52 M	67 M Grava y arena gruesa
67 M	77 M Grava y arcilla
77 M	105 M Arcilla
105 M	112 M Cuarzo
112 M	117 M Arcilla y arena gruesa
117 M	126 M Limo arcilloso
126 M	136 M Arena fina
136 M	156 M Arena gruesa
156 M	160 M Arcilla limosa

**Figura61. Memoria descriptiva del pozo N°5 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Ing. Víctor Carrillo, funcionario del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas.**

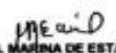
 <b>HIDROCENTRO</b> C.A. HIDROLÓGICA DEL CENTRO Gerencia de Captación, Tratamiento y Mantenimiento	<b>LABORATORIO CENTRAL CARABOBO</b>  <b>AREA DE FISICOQUIMICA</b>	Formato: F-PT10-24 Informe N°: 631 N° de muestra: 631 Pág.: 1 / 1					
<b>INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS EN AGUA</b>							
Nombre del cliente: Promociones Tulpan C.A.							
Dirección del cliente: Sector Monteserino Urbanización Tulpan							
Lugar de captación: Sector Monteserino Urbanización Tulpan							
Punto de captación: Salida del pozo # 2							
Fecha de captación de muestra: 29/05/2007							
Fecha de recepción de muestra: 29/05/2007							
Descripción de la muestra: Subterránea							
Fecha de Análisis: Inicio: 29/05/2007      Culminación: 01/06/2007							
ANÁLISIS	MÉTODO	* Máximo Permisible	RESULTADOS	ANÁLISIS	MÉTODO	* Máximo Permisible	RESULTADOS
Color Aparente/Real (Pt/Co)	2120 B	15	2,50	Cloro Residual (mg/l)	-----	1,0	-----
Turbiedad (NTU)	2130 B	5	0,67	Calcio (mg/l)	2340 C	N/R	17,60
Temperatura (C°)	-----	N/R	22,4	Magnesio (mg/l)	2340 C	N/R	5,12
pH	4500-H B	9**	6,89	Sulfuro (mg/l)	4500-S D	N/R	0,010
Cloruros (mg/l)	4500-Cl B	300	3,98	Silice (mg/l)	4500-Si D	N/R	64,88
Sulfatos (mg/l)	4500-SO E	500	7,0	Sodio+Potasio (mg/l)	-----	200	50,22
Aluminio (mg/l)	3500-Al D	0,2	-----	Débito de Carbono (mg/l)	4500-H B: 2500 B	N/R	40,36
Hierro Total (mg/l)	3500-Fe D	0,3	0,131	Cobre (mg/l)	3500-Cu C	1	0,02
Manganeso (mg/l)	3500-Mn D	0,5	0,065	Dureza Total (mg/l)	2340 C	500	65,34
Fluoruro (mg/l)	4500-F D	0,6 - 0,8	0,000	Alcalinidad Total (mg/l)	2320 B	N/R	129,16
Nitritos (mg/l)	4500-NO B	0,03	0,020	Fosfato (mg/l)	-----	N/R	0,39
Nitrosos (mg/l)	4500-NO B	45	4,75	Concl. Esp. a 25°C (mmhos/cm)	2510 B	N/R	200,49
Microorganismos (mg/l)	-----	N/R	277,96	Índice de Langkier	-----	N/R	-0,855


Metodologías Utilizadas según APHA- AWWA-WPCF (Métodos Normalizados), Edición 20, año 98  
 \* Máximos Aceptables según Gaceta Oficial # 36395 de fecha 13/02/98.      \*\*Valor Deseable (6,5-8,5) pH.  
 N/R: No Reglamentado

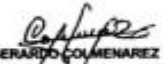
**Conclusiones e interpretaciones:** La muestra analizada presenta los parametros dentro de norma.

**Observaciones:**

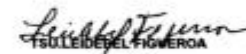
Muestras captadas según procedimiento de captación HCLE-PT-07.  
 Declaración solo objeto de ensayo: Los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra analizada.  
 Declaración de Incertidumbre: La incertidumbre estimada para los resultados se encuentran a la disposición del cliente en las instalaciones del Laboratorio Central Carabobo.

  
**ING. MARINA DE ESTABA**  
 GERENTE DE CAPTACIÓN, TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO

  
**ING. LAURA ARAUJO**  
 SUPERVISOR DE FISICOQUÍMICO

  
**ING. GERARDO COLMENAREZ**  
 COORDINADOR DE LABORATORIO


**HIDROCENTRO.C.A.**  
(Continúa en la página 2)

  
**TSULEIDE DEL FIGUEROA**  
 ANALISTA

Nota: Este documento no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de HIDROCENTRO C.A.

Urb. Terrazas de Los Nisperos, Av. Julio Centeno, Laboratorio Carabobo, Valencia-Edo. Carabobo. Teléfono: 0245-5601740. Fax: 0241-8211022

Figura62. Informe de resultados de análisis fisicoquímicos en el agua, pozo N°2 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Hidrocentro.

 <b>HIDROCENTRO</b> C.A. HIDROLOGICA DEL CENTRO <small>Gerencia de Captación, Tratamiento y Mantenimiento</small>	<b>LABORATORIO CENTRAL CARABOBO</b>  AREA DE FISICOQUIMICA	Formato: F-PT10-24
		Informe N°: 1180
		N° de muestra: 1180
		Pág: 1 / 1

**INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS EN AGUA**


Nombre del cliente: Promociones El Tulipan C.A.  
 Dirección del cliente: Urb. Tulipan, Don Julio Centeno, Sector Monteserino  
 Lugar de captación: Urb. Tulipan, San Diego  
 Punto de captación: Salida del pozo #4  
 Fecha de captación de muestra: 17/09/08  
 Fecha de recepción de muestra: 18/09/07  
 Descripción de la muestra: Agua de pozo  
 Fecha de Analisis: Inicio: 18/09/07 Culminación: 18/09/07

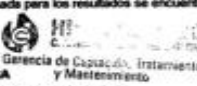
ANÁLISIS	MÉTODO	* Máximo Aceptable	RESULTADOS	ANÁLISIS	MÉTODO	* Máximo Aceptable	RESULTADOS
Cloro libre/Residual (PVCe)	2120 B	15	10.5	Cloro Residual (mg/l)	.....	1.0	.....
Turbiedad (NTU)	2130 B	5	3.34	Calcio (mg/l)	2340 C	N/R	18.02
Temperatura ( C°)	.....	N/R	27.70	Magnesio (mg/l)	2340 C	N/R	8.98
pH	4500-H B	9**	8.94	Sulfuro (mg/l)	4500-S D	N/R	0.005
Cloruros (mg/l)	4500-Cl B	300	4.25	Silice (mg/l)	4500-Si D	N/R	23.00
Sulfatos (mg/l)	4500-SO E	500	5.5	Sodio+Potasio (mg/l)	.....	200	52.57
Aluminio (mg/l)	3500-Al D	0.2	.....	Dióxido de Carbono (mg/l)	4500-H a; 2320 B	N/R	35.88
Hierro (mg/l)	3500-Fe D	0.3	.....	Cobre (mg/l)	3500-Cu C	1	0.10
Manganeso (mg/l)	3500-Mn D	0.5	.....	Dureza Total (mg/l)	2340 C	500	82.48
Fluoruro (mg/l)	4500-F D	0.8 - 0.8	0.098	Alcalinidad Total (mg/l)	2320 B	N/R	145.32
Nitratos (mg/l)	4500-NO B	0.03	0.017	Forfeto (mg/l)	.....	N/R	0.82
Nitritos (mg/l)	4500-NO B	45	8.8	Cond. Esp.a 25°C (reshos/cm)	2510 B	N/R	254.64
Minerales Disueltos (mg/l)	.....	N/R	257.83	Índice de Langelier	.....	N/R	-0.74599251

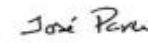
Metodologías Utilizadas según APHA- AWWA-WPCF (Métodos Normalizados). Edición 20. año 98  
 \* Máximos Aceptables según Gaceta Oficial # 36385 de fecha 13/02/98. \*\*Valor Deseable (8.5-8.5) pH.  
 ..... No Reglamentado


Conclusiones e Interpretaciones: Los parámetros analizados se encuentran dentro de especificación.


**Observaciones:**  
 Muestras captadas según procedimiento de captación HCLE-PT-07.  
 Declaración solo objeto de ensayo: Los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra analizada.  
 Declaración de Incertidumbre: La incertidumbre estimada para los resultados se encuentran a la disposición del cliente en las instalaciones del Laboratorio Central Carabobo.

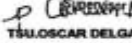
  
**ING. MARINA DE ESTABA**  
 GERENTE DE CAPTACION, TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO

  
 Gerencia de Captación, Tratamiento y Mantenimiento

  
**LIC. JOSÉ PARRA**  
 SUPERVISOR


  
**ING. GERARDO COLMENAREZ**  
 COORDINADOR DE LABORATORIO

  
 C.A. HIDROLOGICA DEL CENTRO  
 Gerencia de Agua Físicoquímica

  
**TSU. OSCAR DELGADO**  
 ANALISTA

Note: Este documento no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de HIDROCENTRO C.A.

Figura63. Informe de resultados de análisis fisicoquímicos en el agua, pozo N°4 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Hidrocentro.

 <b>HIDROCENTRO</b> C.A. HIDROLOGICA DEL CENTRO <small>Captación, Tratamiento y Mantenimiento</small>	<b>LABORATORIO CENTRAL CARABOBO</b>  AREA DE FISICOQUIMICA	Formato: F-PT10-24 Informe N°: 1666
		N° de muestra: 1666 Pág: 1 / 1

---

**INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS EN AGUA**

---

Nombre del cliente: Promociones Tulipan C.A.  
 Dirección del cliente: Urb. Tulipan, Final Av Don Julio Centeno, San Diego Carabobo  
 Lugar de captación: Urb. Tulipan.  
 Punto de captación: Salida de pozo # 5 *POZO # 5*  
 Fecha de captación de muestra: 08/12/08  
 Fecha de recepción de muestra: 08/12/08  
 Descripción de la muestra: Agua de pozo  
 Fecha de Analisis: Inicio: 08/12/08      Culinación: 09/12/08

---

ANÁLISIS	MÉTODO	* Máximo Aceptable	RESULTADOS	ANÁLISIS	MÉTODO	* Máximo Aceptable	RESULTADOS
Opacidad/Real (PU/Co)	2120 B	15	12,5/7,5	Cloro Residual (mg/l)	.....	1,0	0,0
Turbiedad (NTU)	2130 B	5	2,65	Calcio (mg/l)	2340 C	N/R	13,38
Temperatura (C°)	.....	N/R	23,60	Magnesio (mg/l)	2340 C	N/R	7,42
	4500-H B	9**	7,20	Sulfuro (mg/l)	4500-S D	N/R	0,007
Flúor (mg/l)	4500-Cl B	300	17,76	Silice (mg/l)	4500-Si D	N/R	14,16
Nitritos (mg/l)	4500-SO E	500	1,0	Sodio+Potasio (mg/l)	.....	N/R	39,58
Nitrato (mg/l)	3500-Al D	0,2	.....	Dióxido de Carbono (mg/l)	4500-H # 2320 B	N/R	12,03
Hierro Total (mg/l)	3500-Fe D	0,3	0,19	Cobre (mg/l)	3500-Cu C	1	0,00
Manganeso (mg/l)	3500-Mn D	0,5	.....	Dureza Total (mg/l)	2340 C	500	64,36
Amonio (mg/l)	4500-F D	0,6 - 0,8	0,59	Alcalinidad Total (mg/l)	2320 B	N/R	96,24
Nitros (mg/l)	4500-NO <sub>2</sub> B	0,03	0,021	Fosfato (mg/l)	.....	N/R	0,98
Nitros (mg/l)	4500-NO <sub>3</sub> B	45	6,16	Cond. Esp a 28°C (mmhos/cm)	2510 B	N/R	150,2
Sólidos Disueltos (mg/l)	.....	N/R	189,54	Índice de Langelier	.....	N/R	-0,738


Metodologías Utilizadas según APHA- AWWA-WEF (Métodos Normalizados). Edición 21. Año 2005  
 \*Valores Aceptables según Gaceta Oficial # 36395 de fecha 13/02/98.      \*\*Valor Deseable (6,5-8,5) pH.  
 #No Reglamentado


**Conclusiones e Interpretaciones:** La muestra analizada se encuentra dentro de norma.\*


---


**Observaciones:**

Muestras captadas según procedimiento de captación HCLE-PT-07.  
 Declaración solo objeto de ensayo: Los resultados presentados se refieren unicamente a la muestra analizada.  
 Declaración de Incertidumbre: La incertidumbre estimada para los resultados se encuentran a la disposición del cliente en las instalaciones del Laboratorio Central Carabobo.

  
**ING. MARINA DE ESTABA**  
 GERENTE DE CAPTACIÓN, TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO

  
**LIC. JOSÉ PARRA**  
 SUPERVISOR DE FISICOQUIMICO

  
**ING. GERARDO COLMENAREZ**  
 COORDINADOR DE LABORATORIO

  
**ING. OSCAR DELGADO**  
 ANALISTA

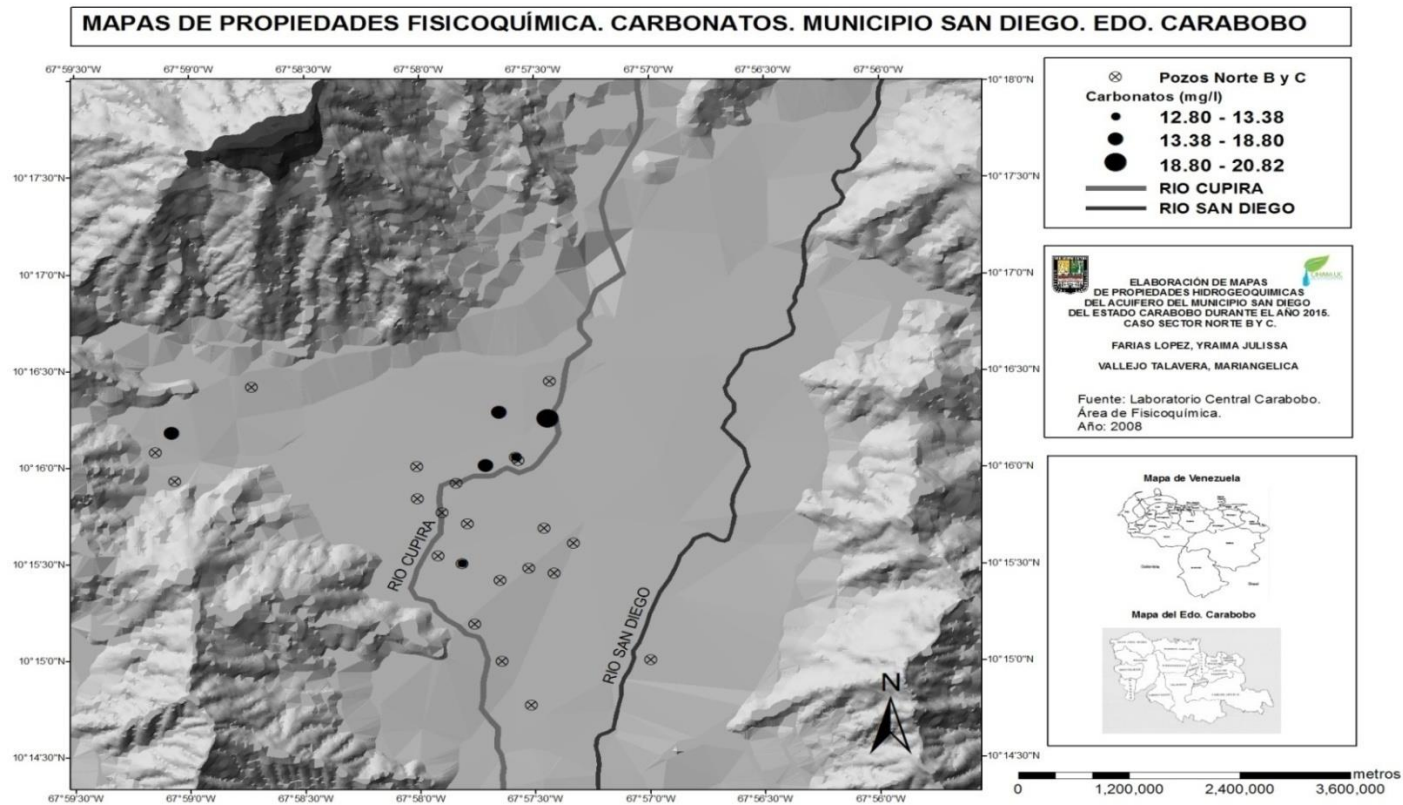
Nota: Este documento no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de HIDROCENTRO C.A.  
 Urb. Terrazas de Los Nisperos, Av. Julio Centeno, Laboratorio Carabobo Valencia-Edo. Carabobo. Telefono: 0245-5601740. Fax: 0241-8211022

**Figura64. Informe de resultados de análisis fisicoquímicos en el agua, pozo N°5 del Conjunto Residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Hidrocentro**

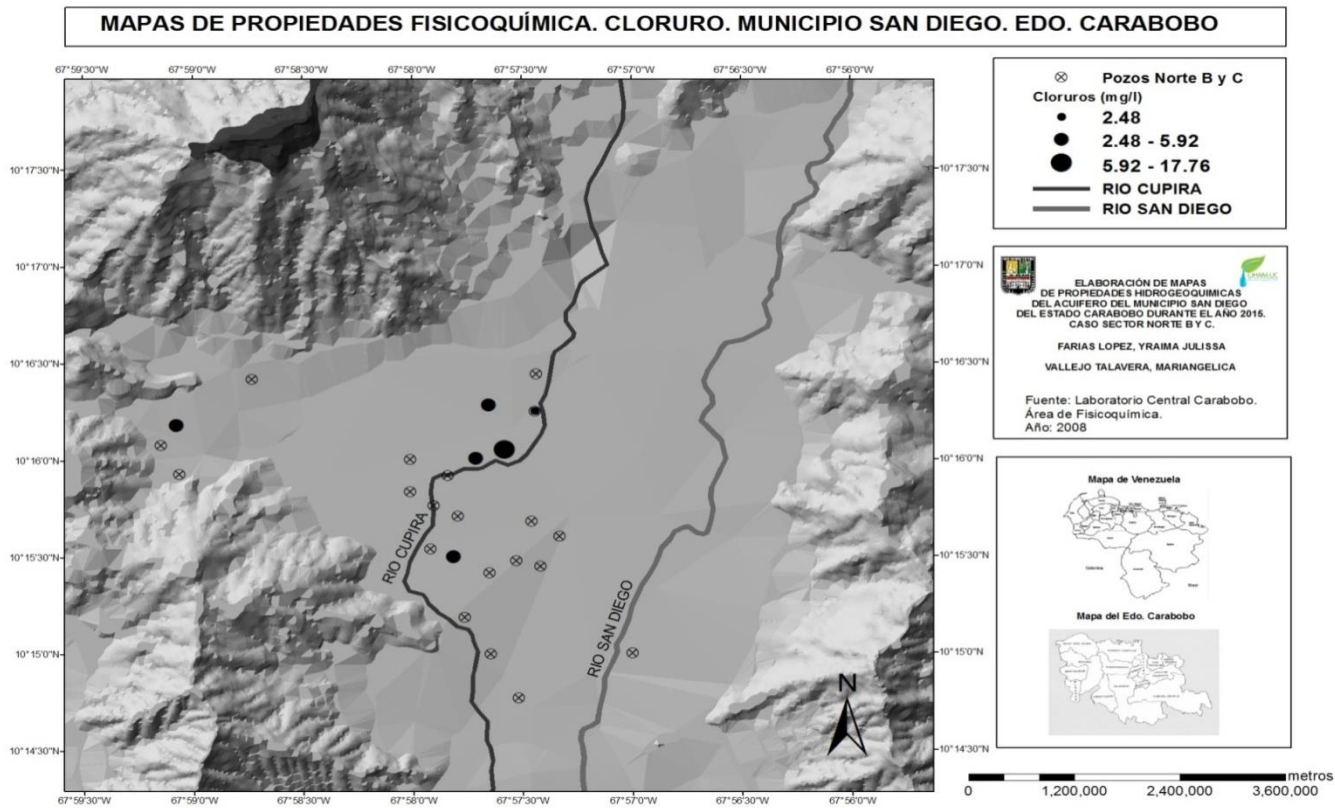


**Tabla21. Propiedades Fisicoquimicas en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**

N POZO	X	Y	Z	Ppozo	Qm	ND	NE	U	Sector	Mcp	Uso	Edo	pH	Alcalinidad	Solidos disueltos	Dureza total
1	613684	1135093	469	150	2.5	110	13	A.C conjunto residencial El Tulipan pozo 2	Tulipan	San Diego	Abastecimiento Poblacional	Activo	6.89	129.16	0	0
2	614174	1135543	495	160	3	120	13	A.C conjunto residencial El Tulipan pozo 3	Tulipan	San Diego	Abastecimiento Poblacional	Activo	<b>6.92</b>	<b>112.03</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
3	613787	1135600	490	175	2.75	120	13	A.C conjunto residencial El Tulipan pozo 4	Tulipan	San Diego	Abastecimiento Poblacional	Activo	6.94	145.32	0	0
4	613922	1135176	478	160	3	58	12	A.C conjunto residencial El Tulipan pozo 5	Tulipan	San Diego	Abastecimiento Poblacional	Activo	<b>7.2</b>	<b>96.24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
5	613498	1134157	489	98	5	40	21	Victor Perera Gomez	Monteserino	San Diego	Abastecimiento Poblacional	Activo	6.37	97.37	0	0
6	611191	1135402	0	102	5.2	62	14	MINVIH Pozo 1	Lomas de la hacienda	San Diego	Abastecimiento Poblacional	Activo	<b>6.8</b>	<b>112.07</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

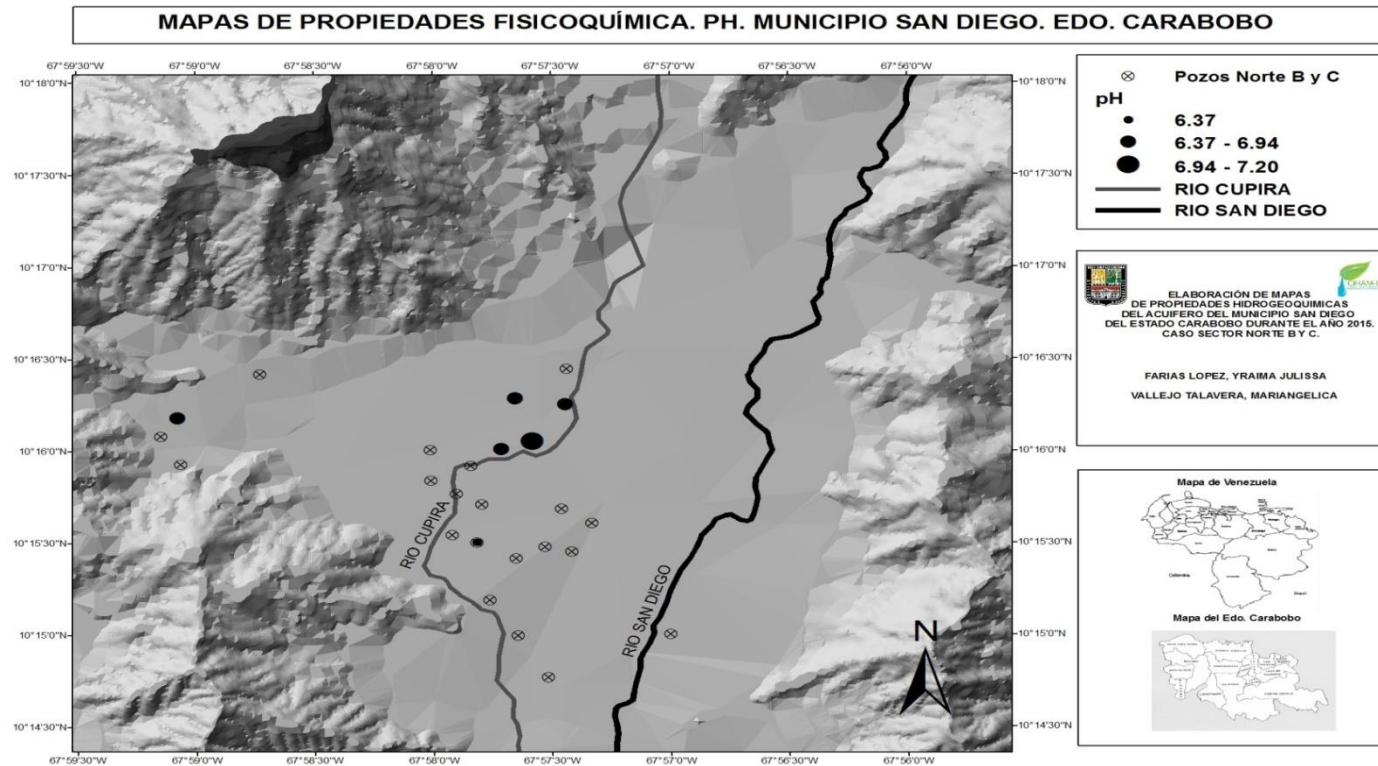


**Figura65. Mapa de Propiedades Químicas- Carbonatos en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores**

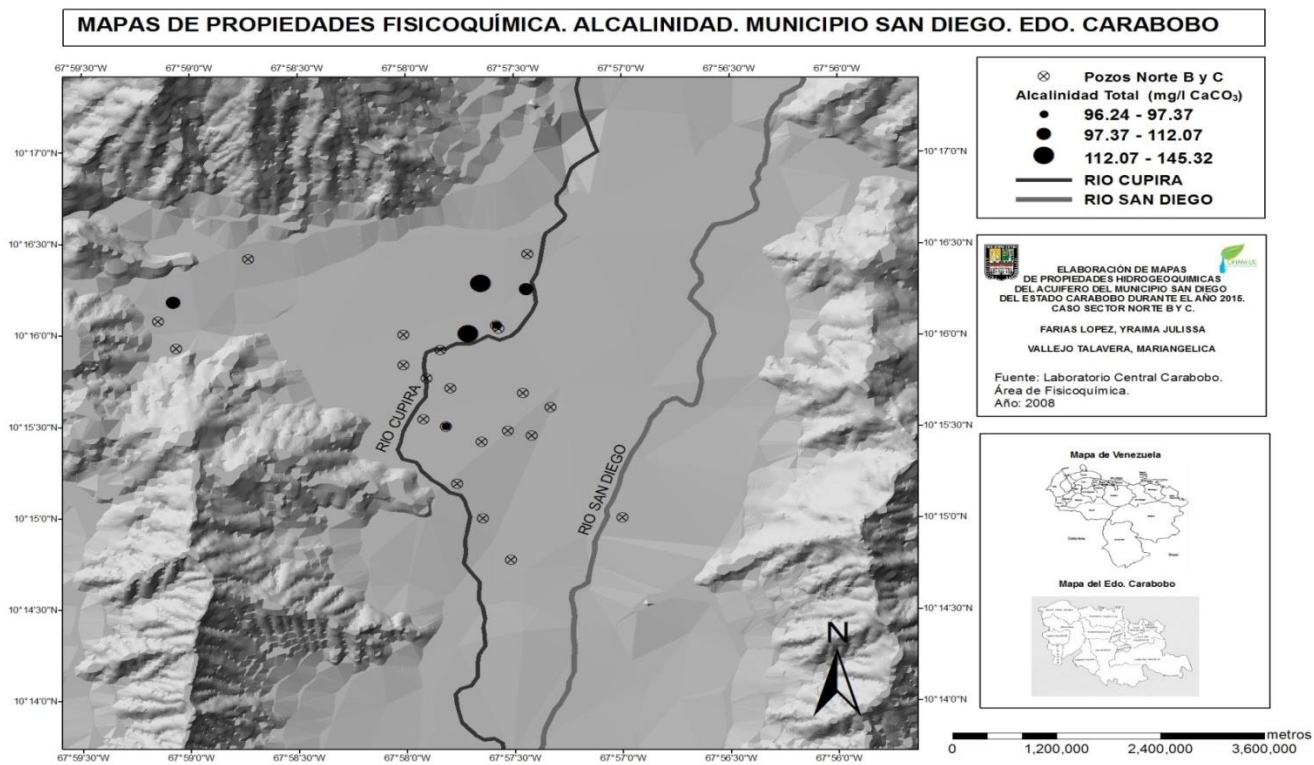


**Figura66. Mapa de Propiedades Químicas- Cloruros en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Edo Carabobo.**

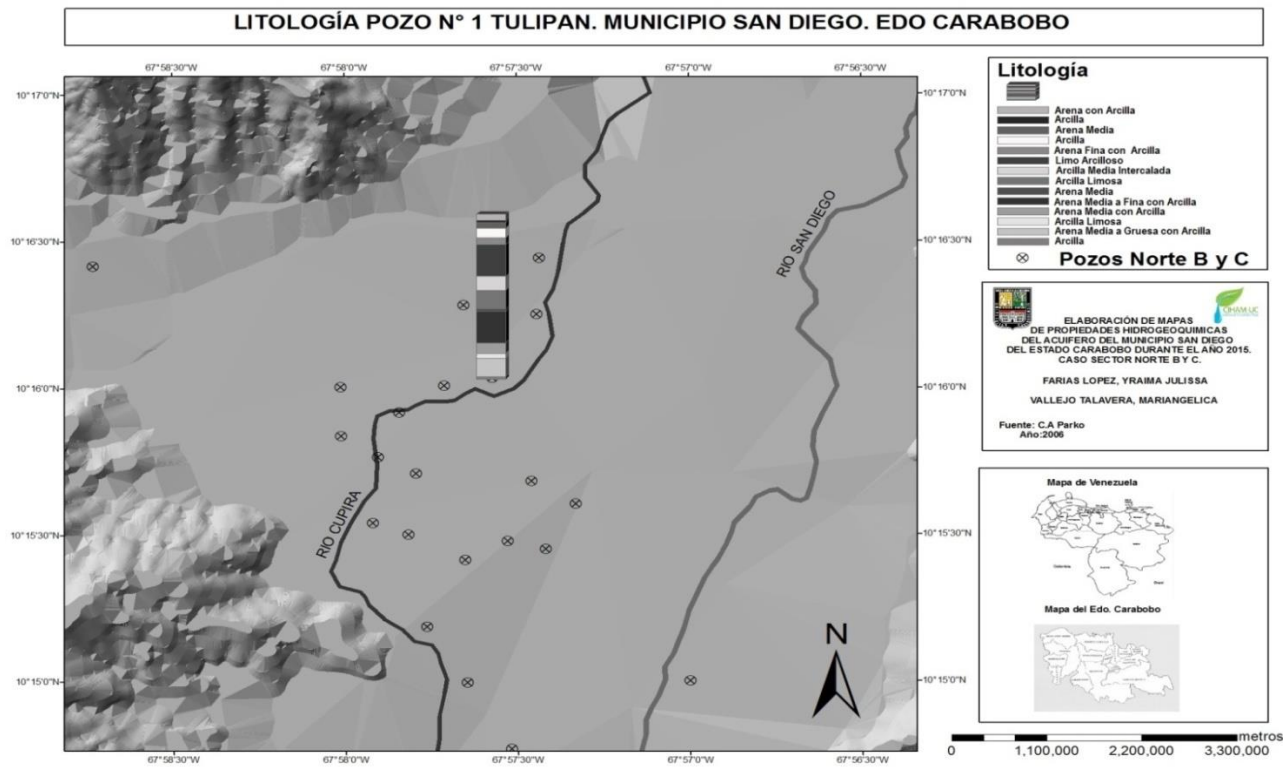
**Fuente: Elaboración de los autores**



**Figura67. Mapa de Propiedades Químicas- pH en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Edo Carabobo. Fuente: Elaboración de las Autoras**

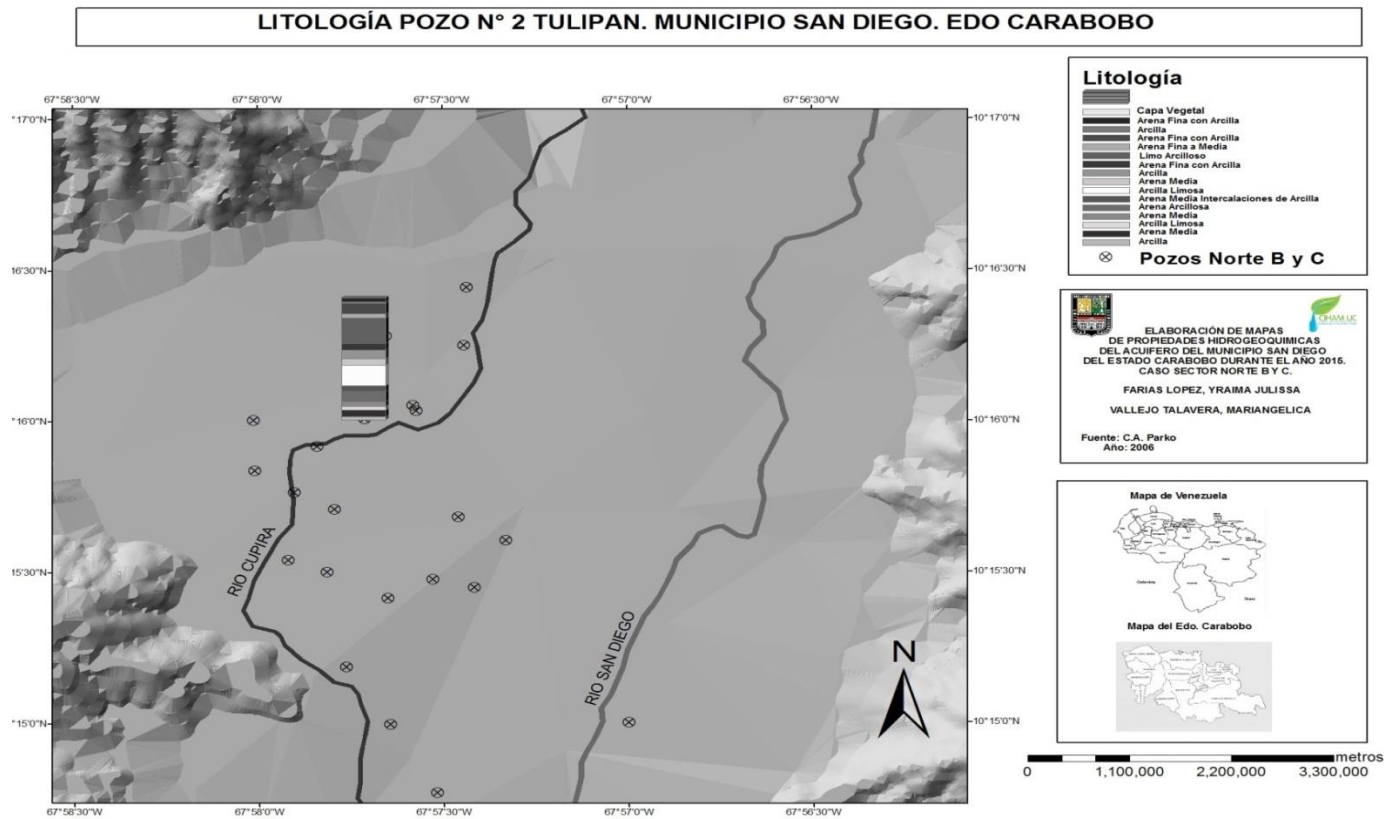


**Figura68. Mapa de Propiedades Químicas- Alcalinidad Total en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**

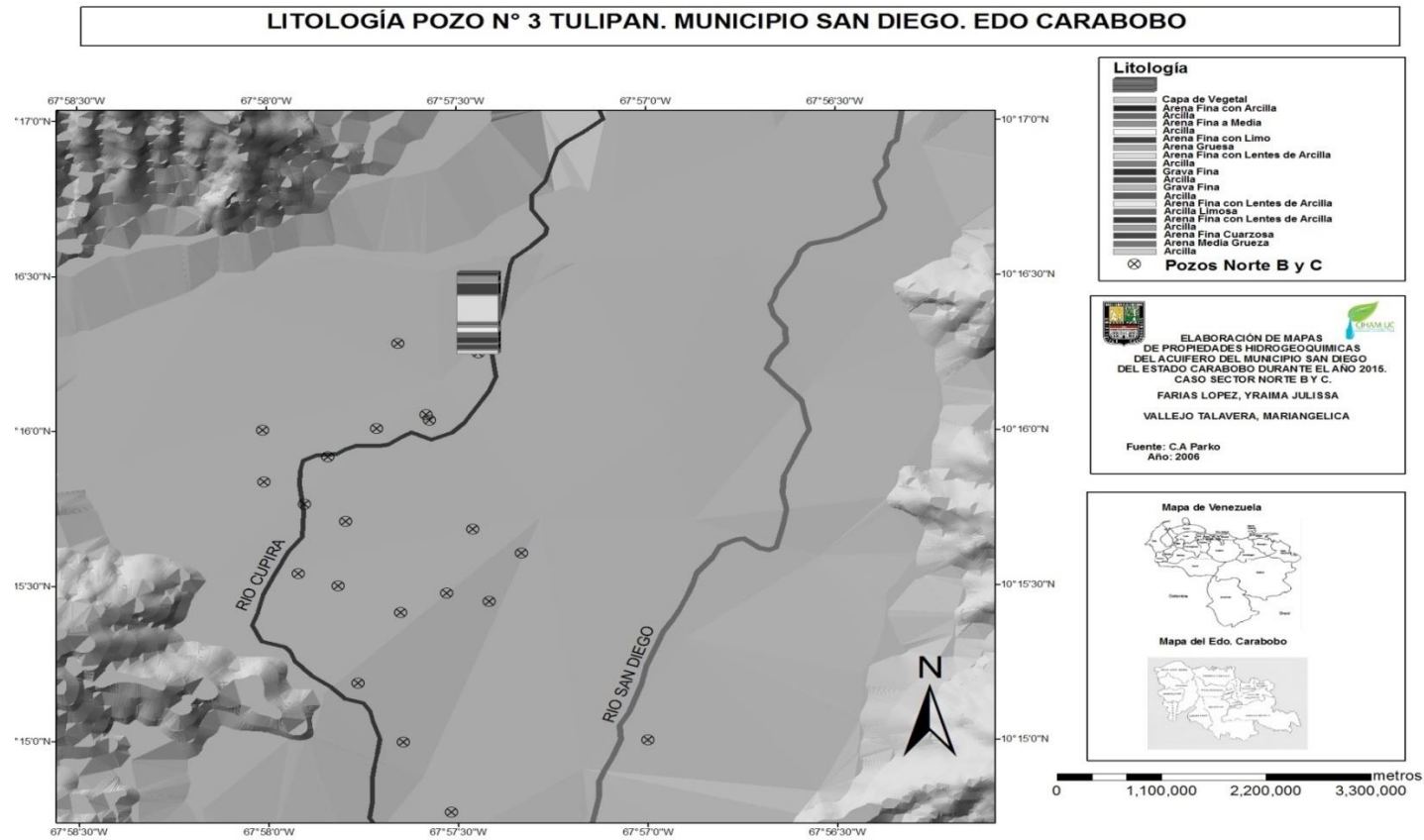


**Figura69. Mapa del Perfil Litológico del pozo N°1, Conjunto Residencial El Tulipán Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**



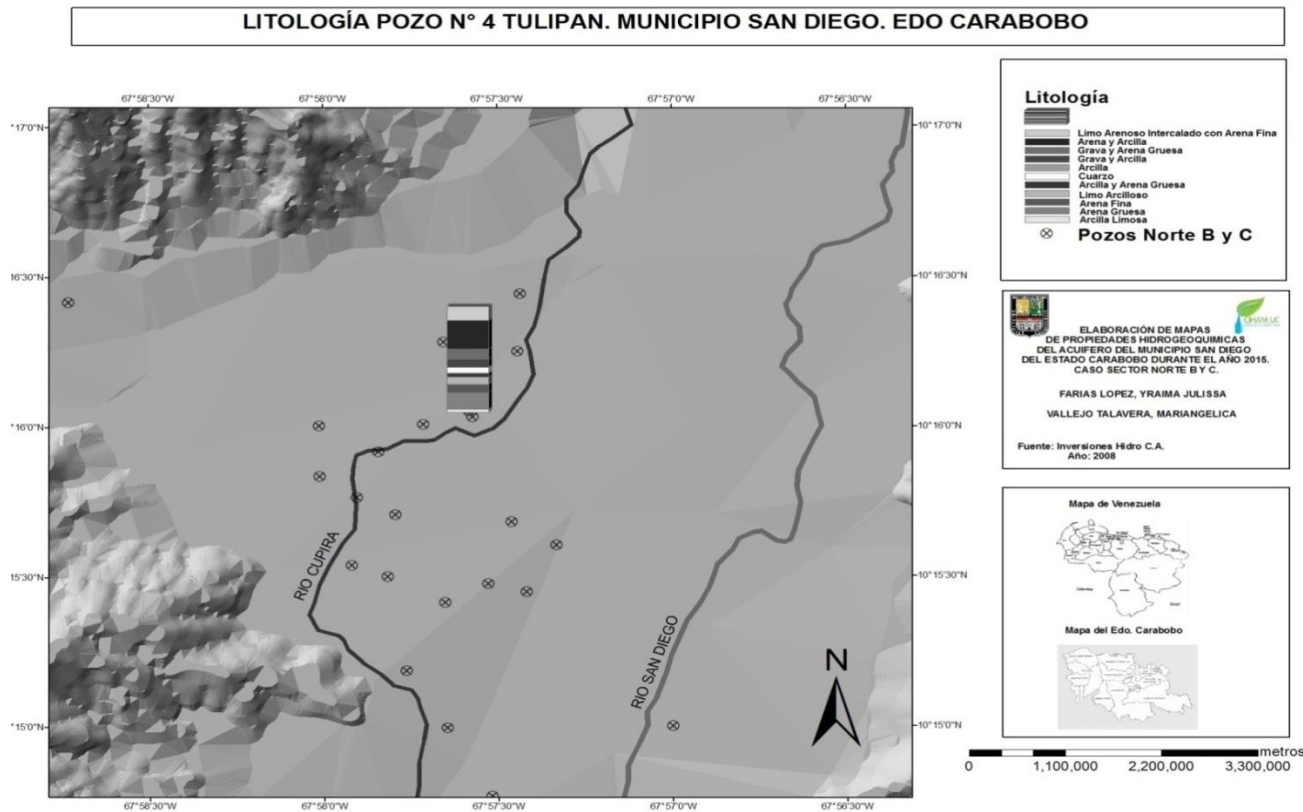


**Figura70. Mapa del Perfil Litológico del pozo N°2, Conjunto Residencial El Tulipán Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.Fuente: Elaboración de los autores.**

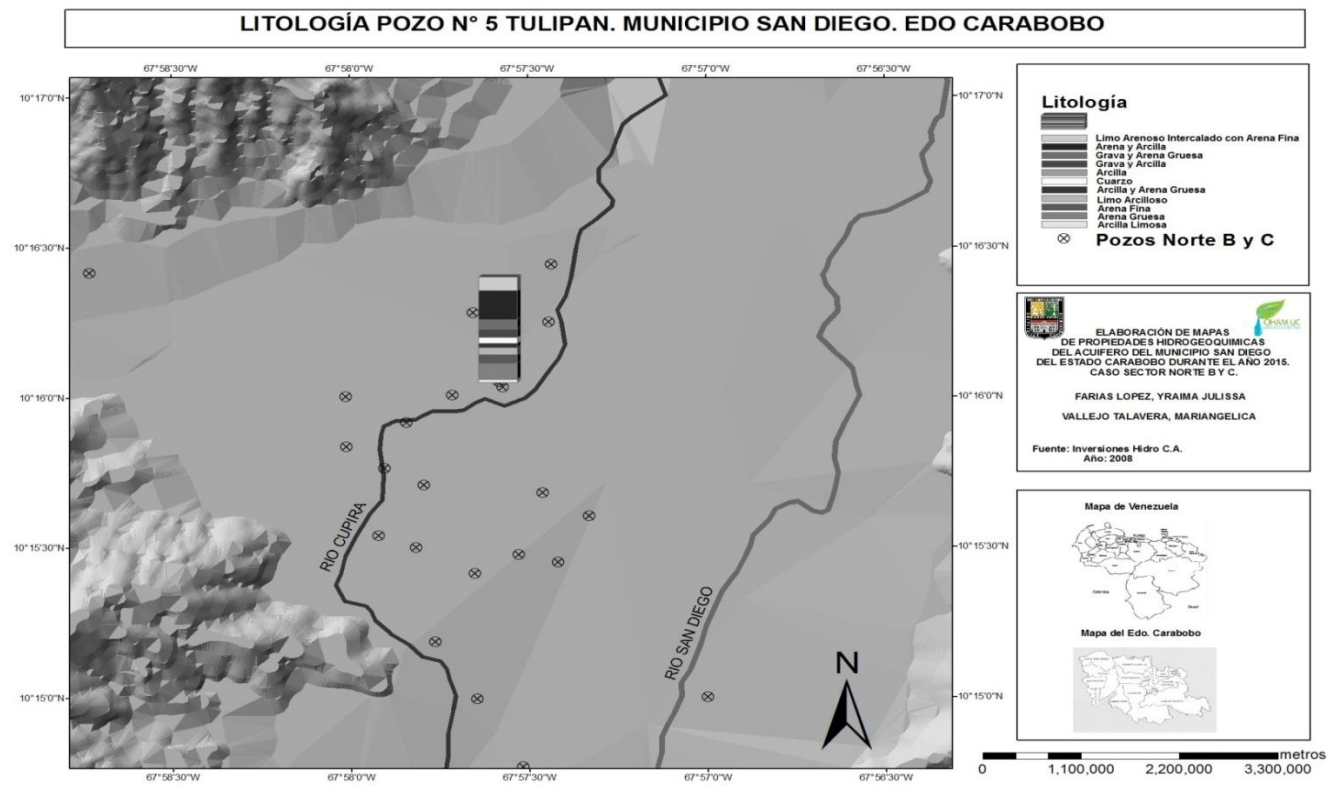


**Figura71. Mapa del Perfil Litológico del pozo N°3, Conjunto Residencial El Tulipán Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.Fuente: Elaboración de los autores.**



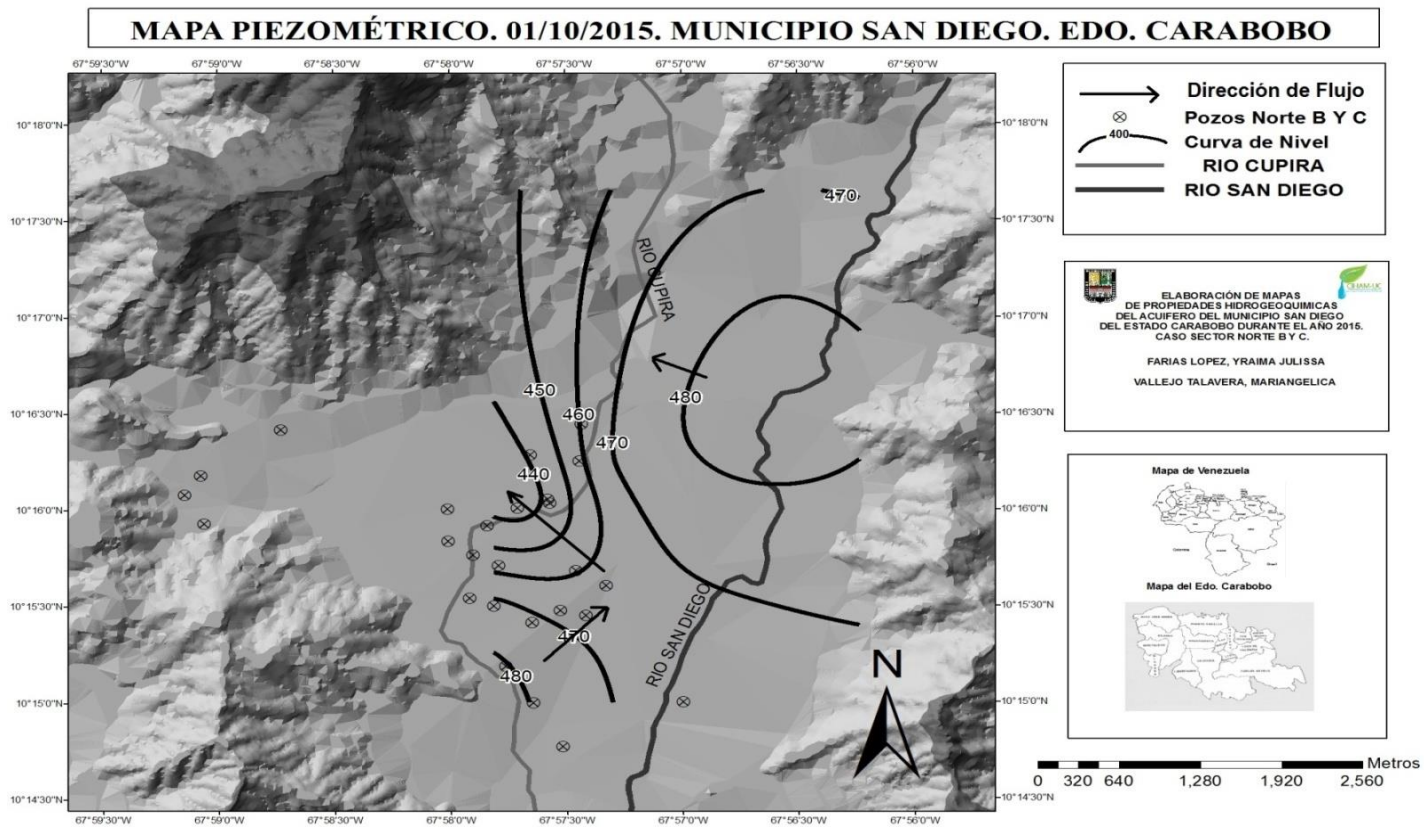


**Figura72. Mapa del Perfil Litológico del pozo N°4, Conjunto Residencial El Tulipán Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.Fuente: Elaboración de los autores.**



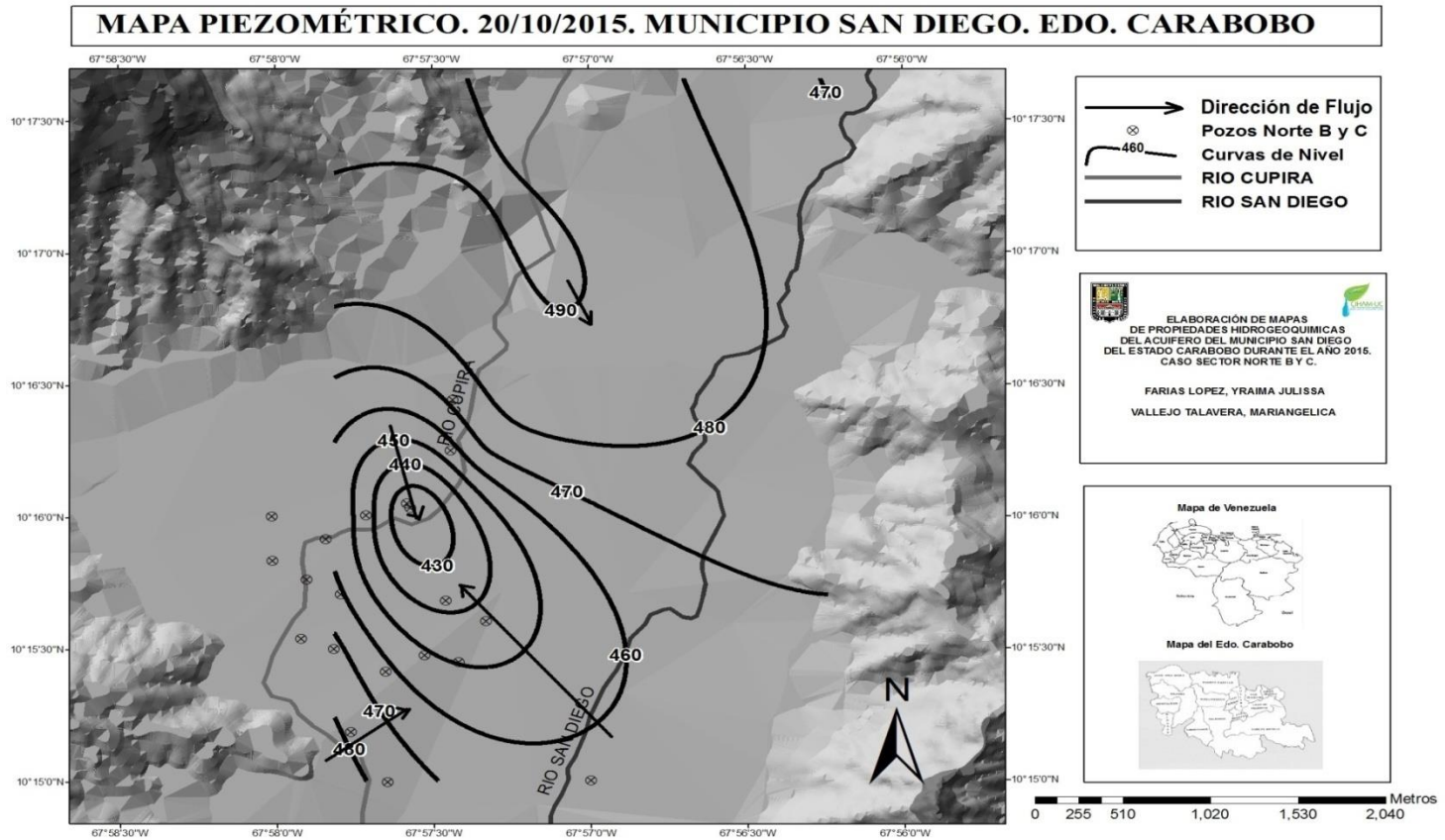
**Figura73. Mapa del Perfil Litológico del pozo N°5, Conjunto Residencial El Tulipán Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**

**Anexo E**  
**MAPAS PIEZOMÉTRICOS**



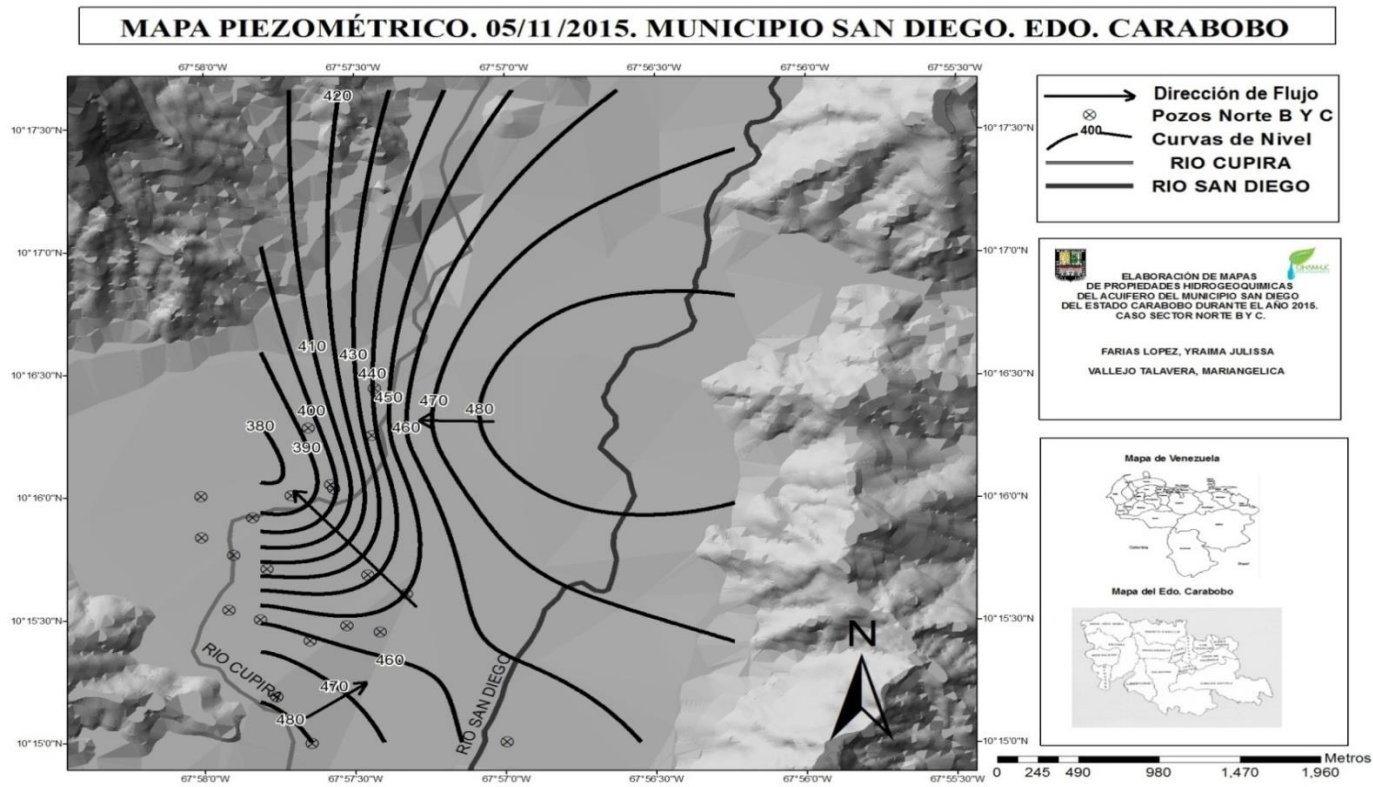
**Figura74. Mapa Piezométricos, Fecha 01/10/2015 en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.**

**Fuente: Elaboración de los autores.**



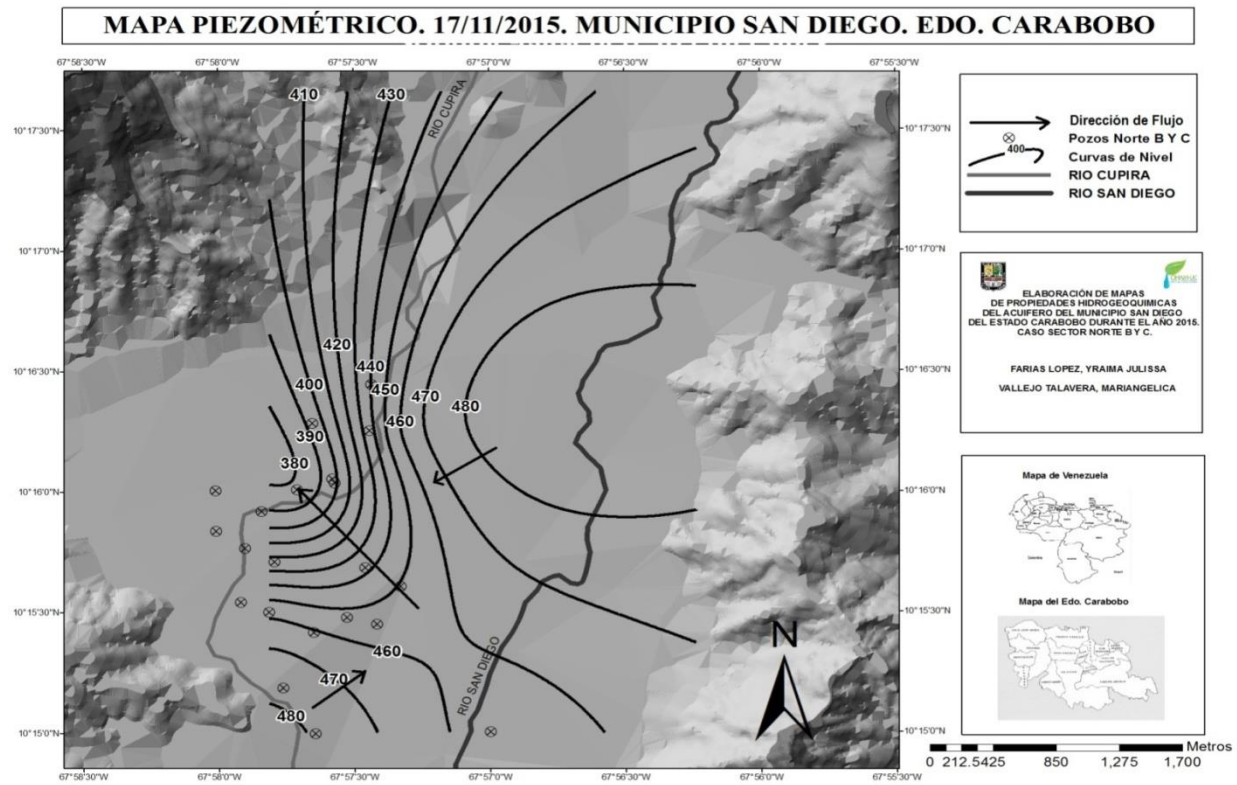
**Figura75. Mapa Piezométrico, Fecha 20/10/2015 en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.**

**Fuente: Elaboración de los autores.**

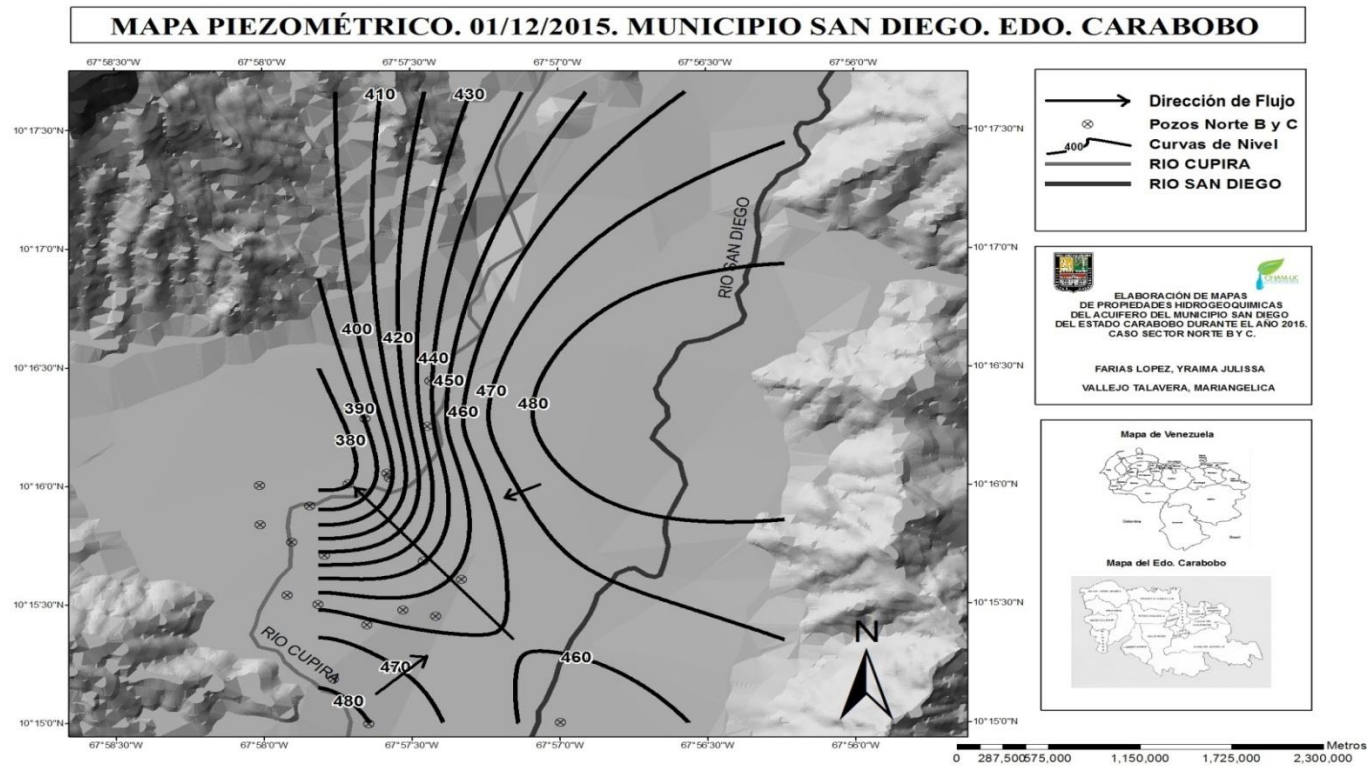


**Figura76. Mapa Piezométrico, Fecha 05/11/2015 en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**





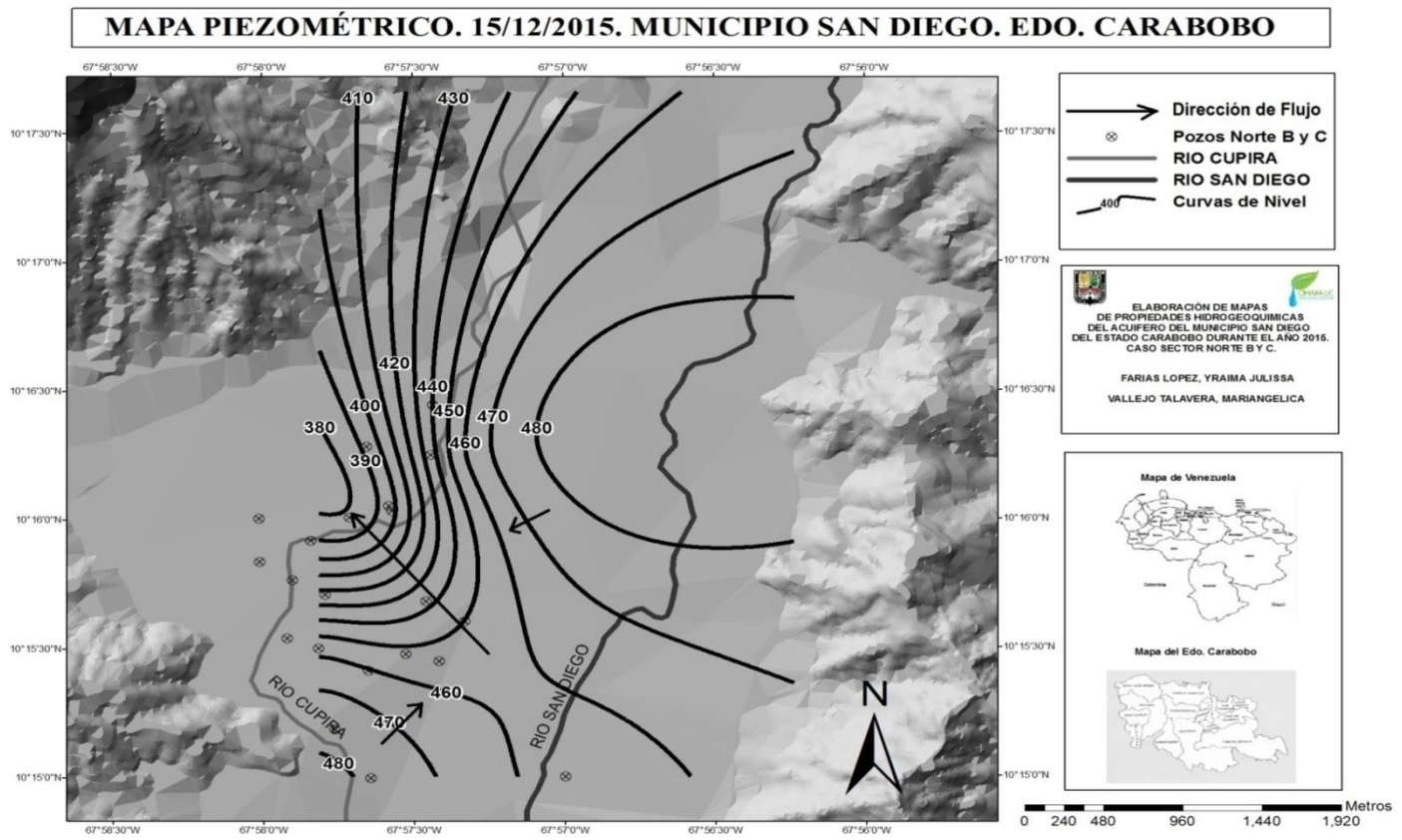
**Figura77. Mapa Piezométrico, Fecha 17/11/2015 en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.  
Fuente: Elaboración de los autores.**



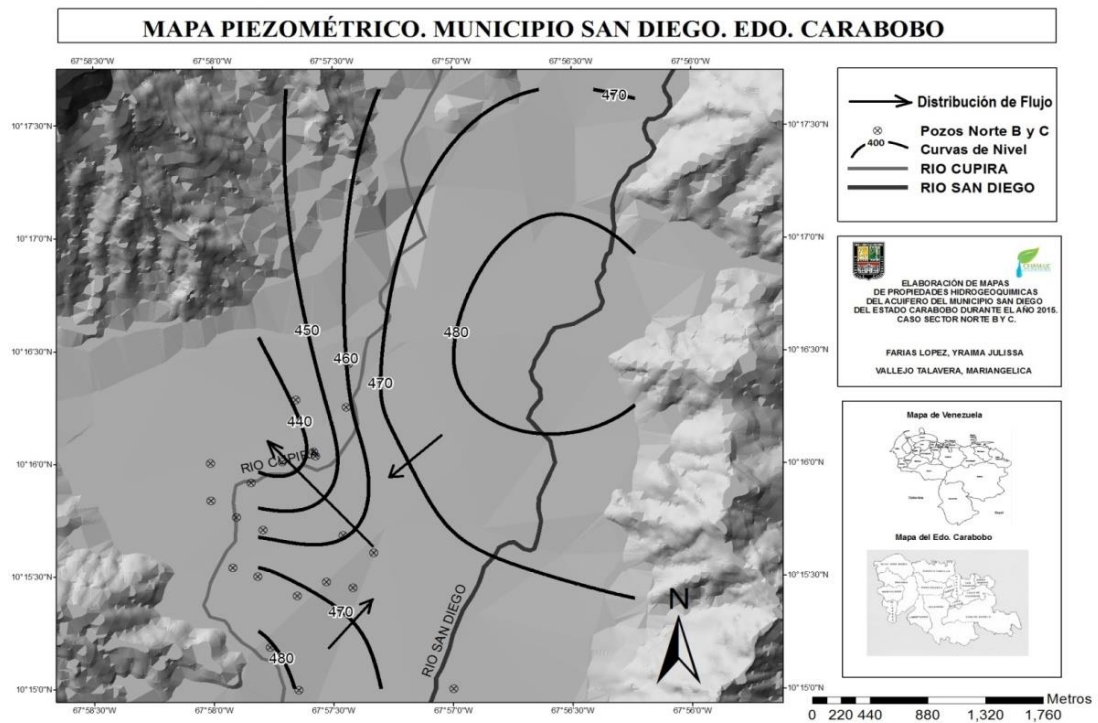
**Figura78. Mapa Piezométrico, Fecha 01/12/2015 en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.**

**Fuente: Elaboración de los autores.**





**Figura79. Mapa Piezométrico, Fecha 15/12/2015 en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo.**  
**Fuente: Elaboración de los autores.**



**Figura80. Mapa Piezométrico Promedio en el Sector Norte B y C del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Elaboración de los autores.**