



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



**ANALISIS DE LA VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN
EL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO, SECTOR CENTRO-B.
PERÍODO 2018.**

Tutor: Msc. Ing. Adriana Márquez

Autores:
Flores V. Ana L.
Urdaneta P. Soniris A.

Naguanagua, Abril 2018



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



**ANALISIS DE LA VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN
EL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO, SECTOR CENTRO-B.
PERÍODO 2018.**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo para
optar por el título de Ingeniera Civil

Tutor: Msc. Ing. Adriana Márquez

Autores:
Flores V. Ana L.
Urdaneta P. Soniris A.

Naguanagua, Abril 2018



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



CERTIFICADO DE APROBACION

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“ANALISIS DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO SECTOR CENTRO-B. PERIODO 2018.”**, realizado por las Bachilleres: Ana Laura Flores Velazquez C.I: 18.469.397 y Soniris Andreina Urdaneta Piña C.I: 23.793.436, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Presidente del Jurado
Adriana Marquez
C.I: 12.604.007

Miembro del Jurado
Mauricio Romanello
C.I: 16.579.384

Miembro del Jurado
Gerardo Huguet
C.I: 4.859.589

Naguanagua, Abril de 2018



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



CERTIFICADO DE APROBACION

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“ANALISIS DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO SECTOR CENTRO-B. PERIODO 2018.”**, realizado por las Bachilleres: Ana Laura Flores Velazquez C.I: 18.469.397 y Soniris Andreina Urdaneta Piña C.I: 23.793.436, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Presidente del Jurado
Adriana Marquez
C.I: 12.604.007

Miembro del Jurado
Mauricio Romanello
C.I: 16.579.384

Miembro del Jurado
Gerardo Huguet
C.I: 4.859.589

Naguanagua, Abril de 2018

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios y a la Virgen del Perpetuo Socorro por guiar y estar presente en cada paso de mi vida y darme la fuerza y perseverancia para llegar hasta este punto.

A mis padres y hermanos por ser mi sostén, pilar y apoyo incondicional en todo momento de mi vida.

A mi abuela que es pieza importante en mi vida y que gracias a Dios está presente en esta etapa de mi vida.

A mis tíos por formar parte de esta meta que hoy se cumple y que desde un principio han sido un apoyo importante a lo largo de mi carrera.

A mis abuelos y tía que aunque no están físicamente conmigo sé que desde donde estén me guían y me han dado fuerza para seguir luchando por esta meta que hoy se cristaliza.

Flores V. Ana Laura

AGRADECIMIENTOS

Primero tengo que dar gracias a Dios y a la Virgen del Perpetuo por la bendición de llegar a este momento de mi vida y poder ver cristalizar esta meta por la cual he trabajado mucho.

A mis padres y hermanos por ser ayuda y sostén en todo momento de esta camino hacia la culminación de mi carrera profesional por ustedes es mi logro.

A mis tíos por ayudarme desde un principio en la culminación de este trabajo de grado por estar siempre disponibles al momento de necesitar de ustedes.

A nuestra tutora Msc. Ing. Adriana Márquez primero por darnos la oportunidad y el privilegio de desarrollar junto a ella este trabajo especial de grado y ser un claro ejemplo de trabajo duro y constante superación para ser cada día mejores personas y profesionales de primera.

A mis amigos por su colaboración y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera profesional que hoy se concreta en este trabajo especial de grado, mil gracias por estar en los trasnochos, triunfos y lágrimas gran parte de este trabajo es con apoyo de ustedes.

A la familia Medina Guillen que a lo largo de este camino han sido un gran apoyo y colaboración en todo momento una parte de la cristalización de esta meta es parte de ustedes. Son parte de mi familia no tengo como pagarles el haberme ayudado y estar para mí cuando los necesite.

A mi compañera de tesis Soniris Urdaneta por aceptar llevar a cabo conmigo este reto que hoy se hace realidad y ser de gran ayuda y apoyo a lo largo de la realización de la tesis sin ti esta meta no hubiese sido posible.

Flores V. Ana Laura

DEDICATORIA

Este trabajo de grado está dedicado a todos aquellos que aún se encuentran en la lucha constante por alcanzar sus sueños y sus metas, hace enésimos años atrás nunca imagine vivir esta experiencia, pero aquí nos encontramos lográndolo, mi grado de Ingeniera Civil que es un logro para todos los que de una forma u otra vivieron este recorrido de una forma cercana. Agradezco a mis padres por haberme permitido vivir esta experiencia, por haberme apoyado desde el comienzo, para mi madre... te informo que 50% de este grado es tuyo, Mil gracias Ing. Iris, a mi familia, a mis tíos, mis primos y a mis hermanos que siempre me calmaron en mis tiempos de desesperación cuando quería abandonar todo. Pero este camino recorrido no fuese sido posible avanzar sin la ayuda de las 200.000 personas que conocí en esta casa de estudios, a mis amigos de la ruta de Turmero por donde viajamos por tantos años y siempre fueron un apoyo fundamental para mi mediana sanidad mental, regresar y siempre tener tantos cuentos y risas, Robert Montero, Mauricio Labra, Jhosep Lomelli, Yusbelyn Medina, Pardiña, al viejo Coraje, a la gocha Yolexis y sé que se me escapan a esta hora casi 199.993 personas más, pero Gracias Totales! Mi mayor y más sincero agradecimiento a la hermana que me regalo la vida y la Escuela de Ingeniería Civil, Fabiola Hernández, no tengo como agradecerle tanto a ti como a la abuela Isabel todo lo que hicieron por mí durante todo este tiempo, me siento como una nieta más, camino que empezamos juntas y terminaremos juntas, como una vez me escribiste “aplaudiéndote desde el mismo anfiteatro donde estaremos ambas”. Te amo!. A mis grandes amigos del básico Raymar Ortega, Gleidysmar Silva, Luis Basulto, TEAM BUSOS!!! Mil gracias, mi team, esto no fuera sido posible tampoco sin su apoyo sincero y sin nuestras trasnochadas del básico y nuestras lágrimas y alegrías. A los IGUANEROS y a los AVENGERS, mil gracias teams, siempre tendrán un lugar especial en mi corazón. A mi amigo Jonder Monserrat, aunque no logramos concluir este camino juntos, este triunfo es tuyo también. Gracias Universo, Gracias Naturaleza por tus respuestas cuando siempre las necesite! GRACIAS! *S.U.*

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer la ejecución de este trabajo de grado a mi compañera Ana Laura Flores Velásquez por haberme dado la oportunidad de trabajar con ella y meterle el pecho a este reto, justo nos encontramos en el momento perfecto cuando nadie creía en ambas, agradecimientos eternos Ana Margarita!

A la Doctora Adriana Márquez, habernos dado la oportunidad de ser sus tesis y concluir esta meta con creces, con sus altos y bajos y sus corre corre y los 7.000 correos que nos habremos enviado entre ambas. Mil gracias profe! Usted es un gran ejemplo de superación y constancia.

Al Técnico electromecánico de la oficina de Hidrocentro en San Diego, Edo. Carabobo, el señor Elisaul García por guiarnos en cada visita a los pozos y compartir sus conocimientos con nosotros, y estar siempre dispuesto a trabajar y colaborar con nosotras.

A la Técnico de Laboratorio, Yamileth Peña del Laboratorio de Aguas Aragua por ser el ángel que nos hizo el milagro de obtener las muestras justo cuando pensábamos que era imposible obtener estos resultados por la burocracia gubernamental, no tengo como agradecerle! En este mismo equipo de trabajo agradezco al Licenciado Alejandro Valles, por haberme guiado y darme apoyo para nunca dejar de desistir con la burocracia del MINEA.

A mi cuñada Arellys Hernández, a mi sobrino Alejandro David, a mi chileno amado Mauricio Labra, a mi amiga Roxana Bravo, quienes de alguna forma u otra justo cuando me quedaba sin aire, me levantaron e hicieron que esto se moviera y con más fuerza. A Dios y a la virgen, no por cliché... sin la fe no fuera sido posible todo esto, fe para continuar, después de haber caído. Si vivimos, es porque creemos en algo, parafraseando a Tolstoi.

Soniris Urdaneta



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



ANALISIS DE LA VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN EL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO, SECTOR CENTRO B- PERÍODO LLUVIOSO 2018.

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo para optar por el título de Ingeniera Civil

Autores:

Flores V. Ana L.
Urdaneta P. Soniris A.

Tutor: Msc. Ing. Adriana Márquez

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal la estimación de los parámetros hidráulicos en el acuífero del Municipio San Diego, Estado Carabobo en el 2018, sector Centro B, para la obtención de estos datos se realizó una visita a las oficinas de Hidrocentro del Municipio San Diego donde se asignaron dos pozos a evaluar, Morro I (pozo de bombeo) y Yuma (pozo de observación). Las coordenadas UTM se obtuvieron mediante el software Google Earth. Los datos se recolectaron mediante la utilización de una sonda marca PLM, un tobo de 18 litros previamente graduado y un cronometro para la determinación del caudal relativo mediante el método de Theis, a través de esta técnica se obtuvo ciertos valores, dando como resultado un acuífero confinado con una Transmisividad baja de 12,87 m²/día y un Coeficiente de Almacenamiento de 7,10E-10. A las aguas subterráneas se le realizaron análisis físico- químicos y bacteriológico, clasificándose las mismas como TIPO 1 Sub-Tipo 1 A, donde la dureza total estuvo entre los valores de 207 - 254 mg/l CaCO₃, pH entre 6,76 – 7,47, los sólidos disueltos se encontraron entre 241-299 mg/l, cloruros entre 22-30 mg/l y obteniendo por ultimo un valor de coliformes totales menores a 1, 1 NMP/100 ml dando como resultado un cumplimiento en todos los parámetros expuestos según la Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5.305. La investigación está enfocada en reflejar y actualizar datos importantes sobre el comportamiento del acuífero en el sector de la Zona Centro - B, facilitando así la planificación de proyectos que beneficien el abastecimiento de agua en la zona y un debido aprovechamiento de este recurso.

INDICE

Pàg

DEDICATORIA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

INTRODUCCION

CAPÍTULO I

- Planteamiento del problema
- Objetivo de la investigacion
- Objetivo General
- Objetivos Especificos
- Justificacion de la Investigacion
- Alcances y Limitaciones

CAPÍTULO II

- Antecedentes d e la Investigacion
- Marco Referencial
- Bases Teoricas

CAPÍTULO III

- Tipo de Investigacion
- Poblacion
- Muestra
- Tecnicas e Instrumentos de Recoleccion de Datos
- Fases de la investigacion
 - Fase I: Identificar los pozos de agua subterranea en la Zona Centro del Municipio San Diego del Estado Carabobo
 - Fase II: Describir los Paràmetros Hidràulicos presentes en la zona

Fase III: Estimar los Parámetros Hidráulicos de
Transmisividad y Coeficiente de
Almacenamiento del acuífero del Municipio San
Diego Estado Carabobo

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

Discusion de Resultados

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Recomendaciones

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE FIGURAS.

Nº		Pàg
1	Mapa Sectorizado del Municipio San Diego, Edo Carabobo	
2	Acuífero libre	
3	Acuífero confinado	
4	Acuífero semiconfinado	
5	Coefficiente de almacenamiento	
6	Curva de Theis	
7	Sonda para medir nivel, marca PLM	
8	Tobo para medir caudal, Capacidad 18 litros	
9	Cronometro	
10	Entrada a la ubicación geográfica	
11	Marca de Posición	
12	Herramientas	
13	Coordenadas UTM	
14	Ubicación de ambos Pozos	
15	Medición del nivel estático del pozo Morro I, en compañía del técnico Elisaul García Coordenadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 08/03/2018	
16	Recipientes para tomar las muestras de agua para realizar los análisis físico-químico y bacteriológico del pozo Morro I Coordenadas UTM 613566E; 1129798 N. Elevación: 462 msnm. Zona centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 03/04/2018	
17	Toma de las muestras de agua para los estudios físico-químicos y bacteriológicos del pozo del Morro I Coordenadas UTM 613566E; 1129798 N. Elevación: 462 msnm. Zona centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 03/04/2018	
18	Toma de las muestras de agua para los estudios físico-químicos y bacteriológicos del pozo de YUMA Coordenadas UTM 614197E; 1130251N. Elevación: 463 msnm. Zona centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 03/04/2018	
19	Medición del nivel estatico del pozo YUMA en compañía del Tecnico Elisaul Garcia. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251	

- N. Elevacion 463 m.s.n.m. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 08/03/2018
- 20 Medición del nivel dinámico y caudal del pozo Morro I, Coordenadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 15/03/2018
- 21 Medición del nivel estático del pozo YUMA en compañía del Técnico Elisaul García Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. elevación 463 m.s.n.m Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 22/03/2018
- 22 Medición del nivel dinámico y caudal del pozo YUMA .Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. elevación 463 m.s.n.m Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 22/03/2018
- 23 Medición del nivel estático del pozo Morro I, Coordenadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 05/04/2018
- 24 . Medición del nivel dinámico y caudal del pozo Morro I, Coordenadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 05/04/2018
- 25 Herramienta regla
- 26 Distancia entre ambos pozos
- 27 Coincidencia de puntos sobre la gráfica de Theis patrón
- 28 Distribución de porcentajes según el uso de los pozos de la zona centro, San Diego, Edo. Carabobo
- 29 G
- 30 L
- 31 A
- 32 A
- 33 A
- 34 A
- 35 A
- 36 A
- 37 A
- 38 A
- 39 A

- 40 A
- 41 A
- 42 A
- 43 A
- 44 A
- 45 A
- 46 Variación del Nivel Dinámico en el pozo Morro I durante el periodo de mediciones. Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462
- 47 Variación del Nivel Estático en el pozo Morro I durante el periodo de mediciones. Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462
- 48 Variación del Caudal en el pozo Morro I durante el periodo de mediciones. Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462
- 49 Variación del Nivel Dinámico en el pozo Yuma durante el periodo de mediciones. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. Elevación 463
- 50 Variación del Nivel Estático en el pozo Yuma durante el periodo de mediciones. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. Elevación 463
- 51 Variación del Caudal en el pozo Yuma durante el periodo de mediciones. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. Elevación 463
- 52 Caudal vs Tiempo del pozo El Morro I. Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462
- 53 Descenso vs Tiempo del pozo El Morro I. Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462
- 54 Resultados de superposición de graficas del pozo El Morro I. Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462
- 55 Identificación y ubicación de los pozos del sector centro del Municipio San Diego del Estado Carabobo
- 56 Mapa de ubicación y uso de los pozos del municipio San Diego Estado Carabobo
- 57 Medición del nivel estático del pozo Morro I, en compañía del técnico Elisaul García Coordenadas UTM 613566E; 1129798N.

- Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 08/03/2018
- 58 Medición del nivel dinámico y caudal del pozo Morro I, en compañía del técnico Elisaul García Coordinadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 08/03/2018
- 59 Medición del nivel estático del pozo YUMA en compañía del Técnico Elisaul García. Coordinadas UTM 614197 E; 1130251 N. Elevación 463 m.s.n.m. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 08/03/2018
- 60 Medición del caudal del pozo YUMA en compañía del Técnico Elisaul García. Coordinadas UTM 614197 E; 1130251 N. Elevación 463 m.s.n.m. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 08/03/2018
- 61 Medición del nivel estático del pozo YUMA en compañía del Técnico Elisaul García Coordinadas UTM 614197 E; 1130251 N. Elevación 463 m.s.n.m. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 22/03/2018
- 62 Medición del nivel dinámico y caudal del pozo Morro I, Coordinadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 05/04/2018
- 63 Técnico de Hidrocentro, Elisaul García junto a las tesis. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 05/04/2018
- 64 Resultados de la clasificación de las aguas de los pozos estudiados. Fecha 12/04/2018
- 65 Resultados físicos-químicos y bacteriológicos del Pozo YUMA. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo
- 66 Resultados físicos-químicos y bacteriológicos del Pozo Morro I. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 12/04/2018

INDICE DE TABLAS

Nº	Pàg
1	Valores de coeficiente de almacenamiento
2	Valores de Transmisividad
3	Identificación geográfica del pozo en estudio Municipio San Diego, Edo Carabobo
4	Ubicación geográfica de los pozos
5	Programación de mediciones del pozo. Morro I. Coordenadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo
6	Programación de mediciones del pozo. YUMA (pozo observación).Coordenadas UTM 614197E; 1130251N. Elevación 463 m.s.n.m. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo
7	Identificación Geográfica del pozo de observación Coordenadas UTM 614197E; 1130251N. Elevación 463 m.s.n.m. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo
8	Identificación geográfica del pozo de Bombeo y el pozo de Observación del Municipio San Diego, Edo. Carabobo.
9	Parámetros relativos a la calidad Organoléptica del Agua Potable
10	Componentes inorgánicos
11	Aguas Subtipo 1-A, Límites y Rangos
12	Clasificación de las aguas según su dureza
13	Frecuencia mínima de muestreo para el análisis de parámetros bacteriológicos en el sistema de distribución del agua potable.
14	Valores promedio para el Nivel Estático, Nivel Dinámico, Caudal Medio en los pozos estudiados del Municipio San Diego, Edo. Carabobo
15	Identificación del pozo utilizado para la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del Municipio San Diego, Edo. Carabobo.
16	Valores obtenidos de la prueba de Caudal Variable en el pozo El Morro I. Coordenadas UTM 613566 E: 1129798 N. Elevación: 462 m. San Diego, Edo. Carabobo

- 17 Punto de Ajuste en el cálculo de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento en el pozo El Morro I. Coordenadas UTM 613566 E: 1129798 N. Elevación: 462 m. San Diego, Edo. Carabobo.
- 18 Parámetros necesarios para la aplicación de Theis en el pozo El Morro I. Coordenadas UTM 613566 E: 1129798 N. Elevación: 462 m. San Diego, Edo. Carabobo
- 19 Parámetros de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento en el pozo El Morro I. Coordenadas UTM 613566 E: 1129798 N. Elevación: 462 m. San Diego, Edo. Carabobo.

INTRODUCCION

El planeta tierra contempla en su naturaleza al agua, el cual se encuentra naturalmente en muchas formas y lugares de la atmosfera, tales como la superficie, bajo tierra y en los océanos. El agua puede presentarse como agua dulce o agua salada, por ser el caso de estudio el agua dulce, se puede señalar que esta representa únicamente el 2,5% del agua de la tierra y se encuentra en mayor parte congelada en glaciares y casquetes glaciares. Aproximadamente el 96% del agua dulce en estado líquido se localiza en aguas subterráneas y la pequeña fracción restantes se encuentra en la superficie y en la atmosfera.

En el subsuelo se encuentran formaciones geológicas consistentes a veces en rocas porosas (arenas, gravas, etc.), o fracturadas (calizas, areniscas, lavas, etc.) las cuales pueden contener agua en sus huecos. Esta agua se denomina agua subterránea y los terrenos que la contienen y la pueden ceder se denominan acuíferos.

El agua subterránea tiene su origen en la lluvia, parte de la cual se infiltra directamente a través del suelo, o desde ríos y lagos, por grietas y poros de la roca, hasta alcanzar un nivel impermeable que no la deja descender más. Allí se va acumulando con los años, llenando los acuíferos, y poco a poco circula a favor del gradiente, hasta encontrar un nivel de salida a la superficie en puntos definidos que se convierten en manantiales o fuentes, o de forma difusa, en áreas tales como los lechos de los ríos, cuyo caudal es mantenido por las aguas subterráneas especialmente en los estiajes.

La cantidad de agua que puede captarse de un acuífero, a corto plazo, depende principalmente del volumen de poros y grietas de la roca que contiene el agua y de la diferencia de niveles entre el agua en la captación y en la roca encajante. Sin embargo, a largo plazo, la cantidad de agua que puede captarse depende del volumen total del agua almacenada en el acuífero y del ritmo de reposición de esta agua

almacenada a partir de las lluvias o de masas de agua superficiales. Hay pues en cada captación dos parámetros condicionantes de la cantidad de agua utilizable: uno es el caudal instantáneo que puede dar la captación, otro es el volumen global que la formación acuífera puede ceder a la captación a lo largo de un ciclo hidrológico (anual). Estos dos conceptos se han confundido a veces, especialmente en aforos de pozos, extrapoliándose indebidamente lo que es caudal instantáneo a volumen anual.

Por otra parte, Venezuela se encuentra representada en el caso de los acuíferos o depósitos explotables de agua subterránea, por una superficie total de 829.000 Km², los cuales a través de estudios preliminares se han estimado en cinco millones de metros cúbico por año (5.000.000 m³/año). Además, se han encontrado hasta la actualidad, la formación de distintos acuíferos importantes, los cuales están presentes en varios estados del país entre ellos se encuentra el Estado Carabobo. Estos acuíferos son extraídos mediante pozos, perforaciones o excavaciones de forma vertical, cortando así la zona de agua freática.

El difícil acceso al agua debido a factores como problemas de planificación urbanística, como de contaminación del agua o el poco mantenimiento en las plantas de tratamiento ha generado una creciente tendencia a la creación de pozos de agua, bien sea por su potabilidad o por su fácil adquisición en comparación con un sistema de tuberías, el problema radica en la creación desmesurada de los mismo y el mal uso que ha estos se les da. El conocimiento de los parámetros hidráulicos de los pozos de San Diego permitirá emprender el monitoreo de su sustentabilidad y así evitar la sobre explotación, también generar una base de datos para las autoridades de San Diego para su desarrollo urbanístico a futuro y así obtener una buena administración del agua.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó la siguiente estructuración mediante capítulos como se describen a continuación: Capítulo I o el Problema, este

contiene el planteamiento del problema, la formulación del mismo, el objetivo general y los específicos, así como la justificación de la investigación y la delimitación. El Capítulo II o Marco Teórico, comprende los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y las bases legales que la sustentan. Capítulo III o Marco Metodológico, está definido por el tipo y diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección de los datos y las fases para realizar el trabajo. El Capítulo IV muestra los resultados obtenidos y su discusión, mostrando en el Capítulo V las conclusiones y recomendaciones de dicho estudio.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

El agua subterránea es aquella que se encuentra contenida en los espacios vacíos o intersticios de los suelos y rocas de la corteza terrestre. Desde el punto de vista conceptual, ésta se encuentra contenida en los llamados acuíferos, entendiéndose por ello a la unidad geológica con características de porosidad y permeabilidad capaz de almacenar agua y de alimentar manantiales y pozos, cuyo propósito es el de suplir agua a las poblaciones o de ser utilizadas en actividades agrícolas, pecuarias, industriales, ornamentales o recreacionales, entre otros usos (López, 2009).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015), la sobreexplotación de un acuífero se produce cuando la extracción de agua del subsuelo se realiza a un ritmo superior al de la infiltración o recarga natural durante un periodo prologando. En 2011, 41 países experimentaron estrés hídrico. De estos, 10 países ubicados en la Península Arábiga, África Septentrional y Asia Central extrajeron más del 100% de los recursos renovables de agua subterránea.

Mihelcic (2012) refiere que los acuíferos se ven afectados por una amplia variedad de fuentes naturales y antropogénicas, que a lo largo del tiempo han causado la agravación de los mismos tanto en calidad como en cantidad, por los contaminantes liberados en la subsuperficie y por las actividades que afectan a los

suelos, tales como: las prácticas agrícolas inadecuadas, la deforestación, el crecimiento urbano, las actividades industriales, entre otras que afectan el equilibrio de los cuerpos de agua.

La preocupación por los problemas crecientes relativos a los recursos hídricos subterráneos impulsó a la comunidad internacional, gobiernos y otras partes interesadas a comenzar a tratarlos. De igual forma, el Tercer Foro Mundial del Agua realizado en marzo de 2003, organizó un taller especial sobre las aguas subterráneas. Entre las recomendaciones surgidas en dicho taller, puede mencionarse la obligación de crear conciencia pública, que incluya el reconocimiento de las aguas subterráneas como fuente esencial de agua para el consumo humano, asimismo recalca la necesidad de redistribuir los permisos existentes de extracción de aguas subterráneas, las mejoras del conocimiento científico y la inversión adecuada para la buena gerencia del recurso World Water Council (WWC, 2003). En Venezuela existen grandes reservorios subterráneos de agua, lo cual se ha evidenciado en cerca del 55% de la superficie del país cubierta por sedimentos poco o no consolidado con buenas posibilidades para la acumulación de agua. De acuerdo a la evaluación de los órdenes de magnitudes, las reservas renovables de aguas subterráneas se ubican en 22.312 millones de m³ y las reservas totales en el territorio a la margen izquierda del río Orinoco son del orden de 7.7 billones de m³. Las zonas con mejores disponibilidades de aguas subterráneas y de acuíferos de importancia se encuentran principalmente en la Región Central, en el sur y planicie del Lago de Maracaibo, en el piedemonte de la Región Andina de los Llanos Centrales y Occidentales, en la Mesa de Guanipa, al centro del estado Anzoátegui y en algunos sectores de la extensa franja de los acuíferos costeros (Decarli, 2009).

Actualmente en Venezuela, existe el Plan Nacional de Recursos Hídricos (COPLANARH) que nace como una necesidad de la nación en el año 2007 para

identificar, ordenar y cuantificar la cantidad y calidad de las aguas, superficiales y subterráneas. Las principales instituciones que participan en Venezuela en los recursos hídricos subterráneos, incluyen el Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (MINEA), el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), el Laboratorio Nacional de Hidráulica (LNH), Hidrológica de Venezuela (HIDROVEN) matriz de las hidrológicas regionales (Decarli, 2012).

El Estado Carabobo se encuentra ubicado dentro de tres cuencas hidrográficas de mayor importancia como lo son la Cuenca del Litoral Caribe, la Cuenca del Río Orinoco y la Cuenca del Lago de Valencia, siendo esta última una cuenca de drenaje interno cuyas aguas no fluyen hacia el mar. Posee un área aproximada de 3.100 Km², entre áreas planas, montañosas y superficie acuática. Sus cursos de agua proceden de la vertiente meridional de la serranía del Litoral y de la vertiente septentrional de la serranía del interior. En ella predominan los ríos de montaña, algunos de los cuales son el Tapa, el Tocorón, el Güigüe, el Aragua y el Mariara (Fernández, 2012). El Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo está desarrollando estudios progresivamente en municipios de la entidad homónima; abarcando en esta primera etapa los Municipios San Diego y Guacara. La investigación llevada a cabo desde 2014 hasta el presente ha surgido motivado a la alta demanda de agua para consumo humano como consecuencia de la alta tasa de desarrollo urbano que han experimentado estos municipios.

Según los datos reflejados en el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2011) el municipio San Diego ha sido uno de las municipalidades de mayor crecimiento dentro de la entidad carabobeña, con una población de 93.257 habitantes para el censo del año 2011, una proyección poblacional de 121.625 habitantes para el año 2018, de esta forma concentrando al menos el 4,8% de la población total del Estado Carabobo. Esto ha incrementado sus zonas residenciales, comerciales e industriales,

lo cual ha ocasionado un sustancial aumento en la demanda por recursos hídricos, ocasionando la extracción de agua de las reservas subterráneas, conocidas como mantos acuíferos. Por lo antes expuesto, esta investigación se plantea en realizar el estudio de análisis de los parámetros hidráulicos del acuífero del municipio San Diego durante el periodo del 2018 en el Sector Centro-B, con la finalidad de evaluar las propiedades geofísicas del acuífero, que contribuyan a garantizar el monitoreo estacional de los parámetros físico-químicos a fin de tomar decisiones orientadas a la sostenibilidad de los acuíferos de Estado Carabobo; sirviendo de base para posteriores estudios académicos y científicos que puedan solucionar los problemas de suministro de agua en la municipalidad, proporcionando de esta manera el control racional de las aguas subterráneas, y por ultimo asegurar su buen uso .

Formulación del Problema

- ¿Cuántos pozos están incluidos en el acuífero del Municipio San Diego?
- ¿Cuál es el valor de la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento de los pozos del Municipio San Diego?
- ¿Cuáles son los valores de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos del pozo en estudio?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Analizar la variación de los parámetros hidráulicos en el acuífero de San Diego, Sector Centro B – Periodo 2018.

Objetivos Específicos

- Seleccionar los pozos de aguas subterráneas del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Sector Centro-B.
- Describir los parámetros físico-químicos del agua proveniente de los pozos de estudio en la Zona Centro-B del Municipio San Diego, Estado Carabobo.
- Estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego del Estado Carabobo, de acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos.

Justificación de la Investigación

Decarli (2012) define la posición del país con respecto a las aguas como. “Un recurso que jamás podrá ser privatizado ya que constitucionalmente es un bien público y el estado garantiza su uso y disfrute a todos los habitantes del país” (p.5).

El aporte social de esta investigación se ve reflejado en el análisis de la problemática planteada, ya que según datos aportados por el (INE, 2011) un total de 40.876 viviendas en el Estado Carabobo se abastecen de agua mediante pozos subterráneos con tuberías o bombas, de un universo de 586.609 viviendas con abastecimiento de agua en la entidad, representando un 7,0%. Siendo de esta forma importante conocer los parámetros hidráulicos característicos del acuífero del municipio San Diego, lo cual ayuda a obtener una mejor comprensión del comportamiento del mismo y al mismo tiempo de los pozos estudiados durante el periodo lluvioso, lo cual aporta información respecto a la hidrología del acuífero, parámetros bacteriológicos y su evolución en el tiempo. Esto permitirá un adecuado aprovechamiento de las aguas subterráneas, de manera que garantice un suministro

confiable de dicho recurso para la comunidad de tal forma que pueda existir una articulación con la gestión social y políticas públicas, y así obtener un volumen determinado de agua de formación acuífera para satisfacer una demanda.

Desde el punto de vista técnico el estudio y análisis de los parámetros hidráulicos característicos del acuífero del Municipio San Diego, permitirá a los profesionales e instituciones del área ambiental ejecutar metodologías actualizadas y accesibles, para complementar y mejorar la información hidrogeológica y desarrollar programas para la reactivación de sistema de observación de pozos de agua, para así hacer seguimiento a las fuentes de agua subterráneas en el país, que servirá como base de datos a todas las instituciones tanto públicas como privadas que gestionen las aguas subterráneas.

En el aspecto académico permite al Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales (CIHAM-UC) en la cátedra de Hidrología, aumentar la línea de investigación que presenta modelos de simulación de comportamiento de la cuenca, como unidad hidrológica de uso de los recursos y estudio, frente al impacto o acción de factores externos y la modelación de las variables hidrológico-ambientales para la remediación y conservación del ambiente, a su vez podrá servir de referencia para futuras investigaciones proporcionando información sobre los aspectos teóricos metodológicos a seguir para el desarrollo de otros Trabajos Especiales de Grado. Entre otros de los aportes de este trabajo, es sentar un precedente para crear la conciencia ambiental y estudios de casos en las asignaturas de pregrado de la Escuela de Ingeniería Civil enfocadas en Ingeniería Hidráulica y Ambiental, mejorando la integración y contribución en respuesta a las problemáticas de gestión de recursos hídricos de la Universidad de Carabobo con su entorno social.

Limitaciones y Alcances

El alcance de la presente investigación sobre el análisis de los parámetros hidráulicos de los pozos del Municipio San Diego en el Sector Centro durante el periodo lluvioso, velará por el fortalecimiento del bienestar de los acuíferos y su preservación, a pesar de su explotación para el consumo humano. El monitoreo continuo de los parámetros hidráulicos representara un equilibrio ecológico, cuya finalidad es ofrecer información preliminar de referencia del comportamiento de niveles en metros, desde la superficie hasta alcanzar la profundidad del agua, además se pueden obtendrán resultados físicos-químicos y bacteriológicos para conocer la calidad de las aguas. Tomando en cuenta que puede ser una contribución en la planificación macro para la gestión del aprovechamiento de los Recursos Hídricos Subterráneos. Las mediciones serán tomadas una vez por semana durante tres meses.

El decreto 2.048 establece normas para la ubicación, construcción, protección, operación y mantenimiento de pozos perforados destinados al abastecimiento del agua potable, ya que dichos pozos constituyen obras de captación de las aguas de origen subterráneo muy utilizada en los últimos años, proliferando la perforación de pozos profundos, cabe destacar que el agua destinada para el consumo humano deben regirse por la Gaceta Oficial 36.395 donde dicta que cuando el agua que se destine al suministro como potable no cumpla con los requisitos establecidos en las presentes Normas, el responsable del sistema de abastecimiento deberá aplicar el tratamiento que la haga apta para dicho uso.

La delimitación geográfica de la presente investigación se encuentra en el Municipio San Diego del Estado Carabobo, que enclava en la región centro-norte del país, en las zonas residenciales centro de dicho municipio para dicho estudio. Por otro lado, el mismo sigue la línea de investigación adjunta al CIHAM-UC

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El Marco Teórico presenta la descripción de los elementos teóricos planteado por uno o por diferentes autores que permiten al investigador fundamentar los procesos de conocimientos. Según Gómez (2006), lo define “como la etapa donde se exponen y analizan las teorías, enfoques teóricos, las investigaciones y los antecedentes que se consideran pertinentes para el correcto encuadre de nuestro estudio” (p.48).

Antecedentes de la Investigación

Decoud y Rocha (2011) en su investigación titulada: Aportes a la Hidráulica subterránea del acuífero Guaraní en el noroeste de Uruguay. El objetivo de la investigación fue mostrar los resultados obtenidos mediante continuas pruebas de bombeo y exponer la evolución registrada en la calidad del agua, tomando en cuenta el muestreo realizado durante un periodo de 7 años.

La metodología empleada para el estudio del comportamiento hidráulico de una muestra de 6 acuíferos en la margen uruguaya del Río Uruguay, se realizó a partir del cálculo de parámetros basados en la observación de los caudales de surgencia y la evolución piezométrica desde de la acumulación de presión en la cabeza de los poros, en la última etapa de la investigación se dispuso de datos a partir de ensayos con bomba realizados en 2 perforaciones profundas de la zona.

Los resultados obtenidos a partir de los ensayos de bombeo permiten ubicar la Trasmisividad (T) para esta área del acuífero en un rango entre 145-190 m³/d

observándose un deterioro de este parámetro hidráulico que podría tener explicación en el régimen continuo de bombeo al que fueran sometidos los pozos del área, observando en el pozo Salto Grande un caso atípico respecto a la generalidad de los pozos de la región, registrando una disminución de 45% del caudal desde el momento de inicio de la surgencia (420 m³/h) hasta obtener una estabilización (230 m³/h) cuyo comportamiento parece derivar a un evento asociado a la geología del área aún no determinado. Los datos de descenso y recuperación de los niveles fueron tratados con los softwares GWW y Aquifer-Test, no se registró interferencia entre pozos ubicados entre 8 a 12 km de distancia del área en estudio. Si bien la calidad del agua de la región es buena, en los resultados se observó una evolución con tendencia a aumentar las concentraciones de sodio. Esta investigación guarda relación con la metodología en estudio ya que busca determinar los parámetros hidráulicos en los acuíferos y el análisis de la Hidrogeoquímica de los mismos.

Pacheco y Villegas (2003) en su trabajo especial de grado titulado: Caracterización Hidráulica del acuífero de Morroa utilizando pruebas de bombeo. Para optar al título de ingeniero civil en la Universidad de Sucre, Colombia. El objetivo principal del trabajo es determinar el comportamiento del acuífero de Morroa, bajo las condiciones actuales de explotación.

La metodología empleada para la realización del trabajo incluye la interpretación de pruebas de bombeo realizadas en campo, analizadas con los softwares Aquifer-Test y Hytest, los mismos se llevaron a cabo entre los años 2001 y 2003. En la investigación se presenta el cálculo de los parámetros hidráulicos del acuífero como lo son, la Conductividad Hidráulica (K), Transmisividad (T) y el Coeficiente de Almacenamiento (S).

Los resultados obtenidos a partir de los ensayos de bombeo permiten conocer las características hidráulicas del acuífero de Morroa, mediante el método de Theis se obtuvo parámetros de Transmisividad (T) en el periodo de estudio entre 2001 y 2003

en (2,4 – 215 m³/día), el Coeficiente de Almacenamiento (S) ubicándose en (5,29* 10⁻⁷ – 3,5* 10⁻²) y la Conductividad Hidráulica (K) con un valor estimado en (0,1 – 7,7). De acuerdo a los resultados obtenidos se estiman las reservas de agua explotables en el acuífero de Morroa en 722.715.531 m³. En conclusión este trabajo dedujo que los abatimientos excesivos y por ende la explotación extensiva del acuífero se debe a los prolongados regímenes de bombeo y altos caudales que se están extrayendo, presentando un nivel crítico de descenso en el año 2002 de 11,2 m/año. El antecedente citado por los investigadores, se encuentra relacionado con el presente trabajo especial de grado debido a su aporte teórico acerca de los acuíferos y el cálculo de los parámetros hidráulicos principales como lo son la Transmisividad y el Coeficiente de Almacenamiento mediante el método de Theis.

Comisión Nacional de Aguas (CONAGUA, 2013) En su estudio técnico titulado: Determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero Ápan (1320) del Estado de Hidalgo, México. El objeto del presente documento técnico es publicar claramente el balance de las aguas subterráneas y la disponibilidad de las mismas que sean susceptibles a concesionar, dicha publicación a su vez sirve como sustento legal para la autorización de los nuevos aprovechamientos de aguas subterráneas y la resolución de casos de sobreexplotación de los acuíferos.

La metodología para la realización del documento técnico fue mediante la ejecución de 25 pruebas de bombeo de larga duración, en etapas de abatimiento y recuperación, para el análisis e interpretación de los parámetros hidráulicos se aplicó el método de Hantush. Los resultados indican que los valores de Transmisividad (T) en el acuífero varían entre 0,1 y 51,4 m²/s, predominando los valores de 0,1 a 6,0 m²/s, los valores promedios de la Conductividad Hidráulica (K) varían de 1,0* 10⁻⁵ y 6,0* 10⁻³ m/s, que por lo general se asocian a sedimentos de granulometría fina. Ninguna prueba de bombeo contó con pozo de observación por lo que no fue posible estimar el valor del coeficiente de almacenamiento. Sin embargo, por correlación con

acuíferos vecinos que tienen la misma constitución geológica, para fines del balance se adoptó un valor de 0,07. El valor estimado de la extracción por bombeo es del orden de 14.8 hm³/año. De las 22 extracciones que se realizaron para el análisis físico químico de las aguas del acuífero, se determinó que cumplen con todos los ítems que exige la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 para el agua destinada al consumo humano, destacando entre estos el valor del ph en los límites máximos que registran valores de 6.3 a 7.6, lo que representa agua neutra. Esta investigación guarda relación con la metodología en estudio ya que busca determinar los parámetros hidráulicos en los acuíferos.

Cordero y Jiménez (2017) en su trabajo especial de grado titulado: Análisis de los parámetros hidráulicos del acuífero del Municipio San Diego, durante 2017, Caso: Sector Norte. Trabajo especial de grado presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo para optar al título de ingeniero civil. La investigación tuvo como finalidad la estimación de los parámetros hidráulicos del en el acuífero del Municipio San Diego en el Estado Carabobo, Venezuela. La metodología empleada consistió en ubicar dos pozos, uno de bombeo y el ultimo de observación, para determinar la Transmisividad (T) y el Coeficiente de Almacenamiento (S) realizando pruebas de caudal variable para adquirir los datos y posteriormente realizar la estimación mediante el Método de Theis.

Entre los resultados de esta investigación puede aseverarse que el comportamiento del acuífero corresponde al de un acuífero confinado, debido a los valores de Transmisividad (T) y el Coeficiente de Almacenamiento (S) resultantes en el orden de los 34,07 m²/día y $1,71 \times 10^{-13}$ respectivamente. En la prueba de nivel dinámico no se evidencio una disminución considerable sino algunos centímetros a lo largo de todo el estudio realizado al pozo, por lo cual se concluye que el mismo no está siendo sobreexplotado ni se ve afectado por el consumo de tipo residencial en la Urbanización Los Colores de la municipalidad anteriormente mencionada,

dichas mediciones se realizaron en un periodo de estudio de dos meses, a fin de poder describir las variaciones. Además mediante el análisis físico químico de las aguas, se evidencio que la misma es apta para el consumo de los usuarios. . Este trabajo guarda una estrecha relación con la metodología en estudio ya que busca determinar los parámetros hidráulicos en los acuíferos, además de formar parte de un proyecto macro encabezado por el CIHAM-UC para estudio del acuífero en el Municipio San Diego, del cual la investigación presente también forma parte.

Palma y Vegas (2016) realizaron su trabajo especial de grado titulado: Estimación de los parámetros hidráulicos del Acuífero del Municipio San Diego, Estado Carabobo, presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo para optar al título de ingeniero civil. Cuya idea principal a su vez fue basada en la estimación de parámetros hidráulicos en el acuífero de San Diego, específicamente en el sector Norte en la Urbanización Villas de San Diego Country Club.

Las muestras fueron recabadas con una sonda PLM, para la determinación del caudal relativo mediante el método de Theis, estos pozos en estudio al mismo tiempo se les ejecuto análisis físico – químicos y bacteriológicos, donde se evidenciaron valores de dureza entre los 100 a 139 mg/l CaCO₃ y un ph entre 7,10 a 7,30, clasificando en valores de agua neutra resultando así el cumplimiento de las Normas sanitarias de la calidad del agua potable, Gaceta N° 35.395. La determinación de los parámetros hidráulicos dio como resultado una Transmisividad (T) de 19,47 m²/día, un valor bajo el cual podría deberse a la gran catidad de material de baja permeabilidad, ya que poseen una litología de arena, gravas y arcillas, un Coeficiente de Almacenamiento estimado en $1,55 \times 10^{-14}$ clasificando al acuífero como confinado. Esta investigación ha sido una de las precursoras sobre el monitoreo estacional en el acuífero del Municipio San Diego, realizado en conjunto entre organizaciones como el CIHAM-UC e HIDROCENTRO, de esta forma guardando estrecha relación con el trabajo presente en la ejecución de la metodología.

Rivero (2015) realizó su trabajo de grado titulado: Elaboración de mapas de propiedades Hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego Estado Carabobo durante el año 2015. Caso: Sector Industrial, presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo para optar al título de ingeniero civil. Donde indica que el 92,31% de los pozos que están en esta zona se encuentran en estado activo, estos con profundidades mayores a 70m, a su vez, realizó también la prueba de caudal variable y los resultados arrojaron que el pozo en estudio no se encuentra sobreexplotado, factor importante debido al alto consumo que demanda el Municipio; por otra parte, se determinó que la Transmisividad (T) del acuífero es baja por que la cantidad de agua que es transmitida horizontalmente también lo es. Resultante del análisis hecho a los estudios litológicos junto con los mismos del coeficiente de almacenamiento se llegó a la conclusión que se está en presencia de un acuífero confinado por lo que el agua procede de la descompresión. La citada investigación suministra información de apoyo a esta investigación, ya que realizaron geoestadísticas de parámetros hidrogeológicos.

MARCO REFERENCIAL

En cuanto a lo establecido por la Alcaldía del Municipio San Diego, se presenta que la ubicación del mismo, se sitúa en el extremo Centro-Norte del Estado Carabobo, en la Región Central del País, ocupando el área de la antigua Parroquia San Diego del Municipio Valencia, con una superficie aproximada de 106 Km².

Limita por el Norte con el Municipio Puerto Cabello, por la divisoria de aguas de la Cordillera de la Costa, atravesando el Parque San Esteban. Sur: con los Municipios Valencia y Los Guayos por el eje de la autopista Caracas-Valencia, desde el distribuidor el Morro hasta Punta Tapiaca. Este: con el Municipio Guacara,

siguiendo la divisoria de aguas del cerro la Josefina desde Punta Tapiaca hasta el límite con el Municipio Puerto Cabello y Oeste: con los Municipios Valencia y Naguanagua, por la divisoria de aguas del cerro El Trigal, pasando por estrecho de Bárbula hasta el límite con el Municipio Puerto Cabello.

La parroquia que conforma al Municipio, se encuentra dividida en siete (7) ámbitos de planificación a saber:

- Norte A: Conformado por las vecindades de; Josefina I, Josefina II, casco de San Diego, Las Mercedes, Emmanuel I y II, Sabana del Medio, El Polvero, Hacienda San Antonio, Higuerote, Hacienda San Antonio, La Lopera, La Leonera, Los Tamarindos, El Manantial, La Ponderosa, Santa Eduvigis, Mini Granja Colonial, Mini Granja San Diego, El Llanito, El Polvero, El Otro Lado, Las Morochas I, II ,III, IV, Valle Fresco Norte, Hacienda La Caracara, El Mirador, Montecarmelo, San Francisco de Cúpira, Los Pinos, Pueblo Nuevo, Guarda Tinaja, Villa del Valle 2001-2002.
- Norte B: Montaserino, Montaserino 12, Bosqueserino, Villa Maporal, Parqueserino, Villaserino Country Park, Santa Marta, Divino Niño, Portachuelo, Villas de San Diego, Parque Campestre La Cumaca, Rivera Country Club, Monterrey Suite, Villas Monterrey, Las Majaguas, Los Colores, Las Aves.
- Norte C: El Remanso, Tulipán, San Antonio, La Haciendita. Senderos de san Diego.
- Centro A: Urb. El Morro II, La Esmeralda, Lomas de la Esmeralda, Altos de la Esmeralda.

- Centro B: El Morro I, Yuma I y II, Res. Los Andes I y II, Las Gaviotas, Valle Verde.
- Centro C: Aseprovica, El Parque, Sansur, Poblado de San Diego, Valle de Oro, Yuma 26-28, Resd. Los Anaucos, Resd. Orión y Chalets Country.
- Sur: Campo Solo, Fundación Los Cedros, Primero de Mayo, Los Próceres, Paraíso, Magallanes, Asentamiento Campesino Santa Ana, Ciudadela Enrique Bernardo Núñez, Ciudadela Valencey, Urb. Enmanuel, Altos de Paraíso, Harales, Colinas de los Árales, Jarales, laguna Club, Paso Real.
- Zona Industrial: Urb. Industrial Castillito, Urb. Industrial Terrazas de Castillito, Urb. Industrial San Diego, Urb. Industrial Castillete, Mozanga, Fundo la Unión, Terminal de Pasajeros Big Low Center.

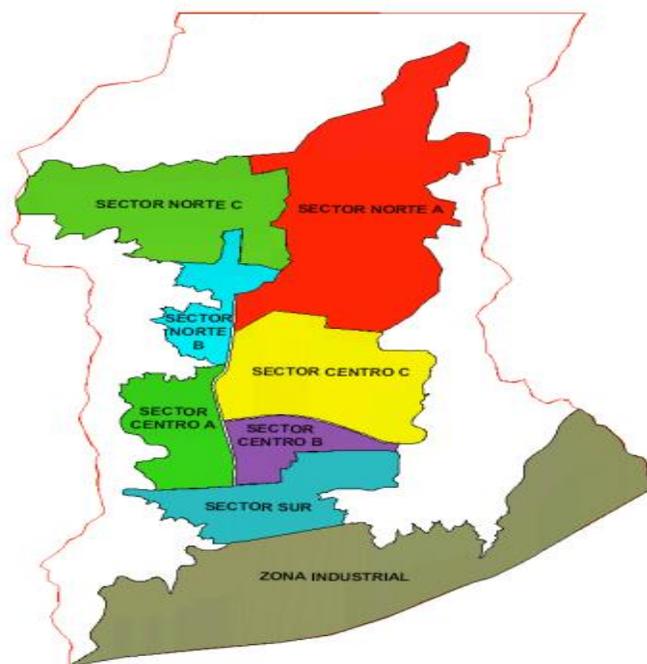


Figura 1. **Mapa sectorizado del Municipio San Diego, Edo. Carabobo.**
Fuente. Alcaldía de San Diego (Página web).

BASES TEORICAS

Acuíferos

Son aquellas formaciones geológicas capaces de almacenar y transmitir cantidades importantes de agua. Por lo tanto, los acuíferos se caracterizan por poseer una permeabilidad significativa así como por una extensión y espesor considerables. Según Custodio y Llamas (1983) un acuífero, o embalse subterráneo ‘es aquel estrato o formación geológica que permitiendo la circulación del agua por sus poros o grieta, hace que el hombre pueda aprovecharla en cantidades económicamente apreciables para subvenir a sus necesidades’. Cabe destacar que el agua almacenada en el acuífero es proveniente de las precipitaciones, aunque puede recibirlas de otras vías, que percolan desde de la superficie de la tierra, según Auge (2004) a través de tres zonas:

- **La zona de recarga o alimentación**, es aquella donde el agua de precipitación se infiltra. Pero estas zonas son más permeables a la contaminación, por eso es tan importante localizar con exactitud y resguardarlas.
- **La zona de descarga**, es la zona donde el agua sale del acuífero, como puede ser un manantial, la descarga al mar o a un río.
- **La zona de circulación**, es la parte comprendida entre la zona de alimentación y la zona de descarga.

Asimismo, para que el agua se infiltre en el subsuelo es condición indispensable que las rocas sean permeables. Dentro de estas rocas el agua infiltrada alcanza grandes profundidades, dependiendo de su espesor y su estructura y textura, pueden quedar retenidas, lateralmente y en profundidad. En el caso contrario, cuando las rocas son impermeables impiden la infiltración a otros niveles más profundos o la circulación lateral dentro de los acuíferos.

Además, estos recursos hídricos se encuentran ubicados a diferentes niveles de profundidad, pueden ser desde muy someros (poco profundos) o alcanzar profundidades de hasta tres kilómetros (Km). Por ello, el Instituto Geológico Minero de España (2014) clasifica estos acuíferos de acuerdo a su litología o tipo de hueco en:

Acuíferos detríticos: están conformados por formaciones geológicas de carácter detríticos, cuyo componente mayoritario son partículas de tamaño como mínimo arenas. De esta forma, cuando se habla de acuíferos detríticos no consolidados se está haciendo referencia a depósitos sedimentarios dominados por arenas, gravas, arcosas, areniscas, conglomerados, entre otros. Su permeabilidad se debe a sus huecos de porosidad intergranular, por lo que tienen excelentes condiciones para almacenar y transmitir el agua, aunque las velocidades de esta son, por lo general, bajas.

Acuífero fisurados: estarán constituidos por aquellas formaciones geológicas rocosas susceptibles, tales como: calizas, dolomías, areniscas, granitos y basaltos, entre otras, las cuales presentan un grado de fracturación, disolución o diaclasado, causadas por movimiento de la corteza terrestre, por lo que poseen altas o muy altas permeabilidades, permitiendo así el paso del agua.

Acuíferos kárticos: corresponde a estructuras bien organizadas en cavidades de formaciones rocosas carbonatadas (calizas, dolomías o mármol) las cuales tienen una porosidad secundaria originada por disolución. Son de gran tamaño, provocando que cuando se saturan de agua constituyen acuíferos muy importantes.

De acuerdo al comportamiento hidráulico de las formaciones geológicas, así como a su posición estructural en el terreno, se distinguen tres tipos principales de acuíferos.

Acuíferos libres: También llamados no confinados o freáticos. No tienen una capa de materiales impermeables encima de ellas. En el acuífero libre el nivel freático coincide con la superficie y se encuentra en contacto directo con la zona del suelo.

El nivel freático define el límite de saturación del acuífero libre y coincide con la superficie piezométrica. Su posición no es fija sino que varía en función de las épocas secas o lluviosas. (“Clasificación del acuífero”,2005).

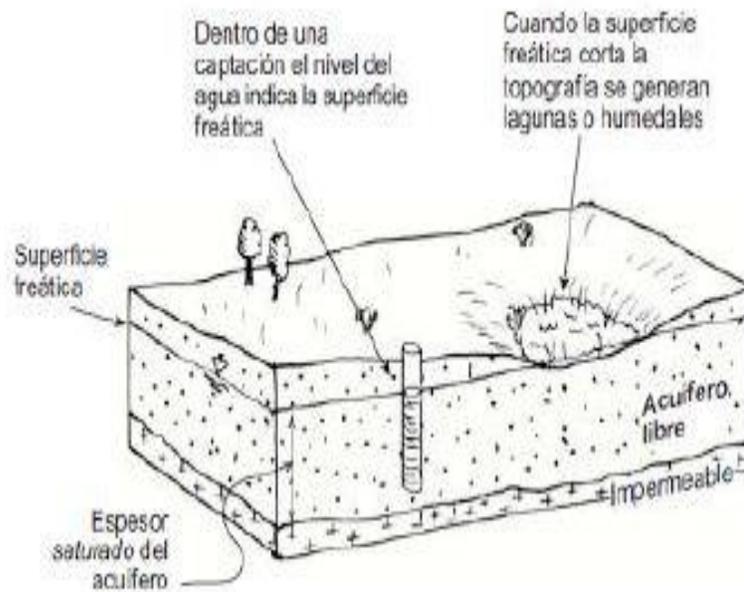


Figura 2. Acuífero libre. Fuente: Sánchez (2007)

Acuífero confinado

También llamados cautivos, a presión o en carga. El agua está sometida a una presión superior a la atmosférica y ocupa totalmente los poros o huecos de la formación geológica, saturándola totalmente. No existe zona no saturada. Si perforamos, el nivel de agua asciende hasta situarse en una determinada posición que coincide con el nivel de saturación del acuífero en el área de recarga. Si la topografía es tal que la boca del pozo está por debajo del nivel del agua, el pozo es surgente o artesiano; si no es así el nivel del agua ascenderá hasta el nivel correspondiente, pero no será surgente. La superficie piezométrica es una superficie ideal resultante de unir todos los niveles en diferentes perforaciones que capten el acuífero.

La forma más común de realizar una prueba de bombeo, es bombeando agua desde un pozo, a una tasa constante, por lo menos durante un día, mientras se miden cuidadosamente los niveles de agua en los pozos de observación. Cuando el agua es bombeada desde el pozo de bombeo, la presión en el acuífero disminuye, provocando el descenso del nivel de agua en los pozos de observación. El descenso disminuye radialmente desde el pozo de bombeo, y aumenta a medida que el bombeo continúa.

Las características del acuífero evaluadas más comúnmente son:

- Coeficiente de almacenamiento (S)
- Transmisividad

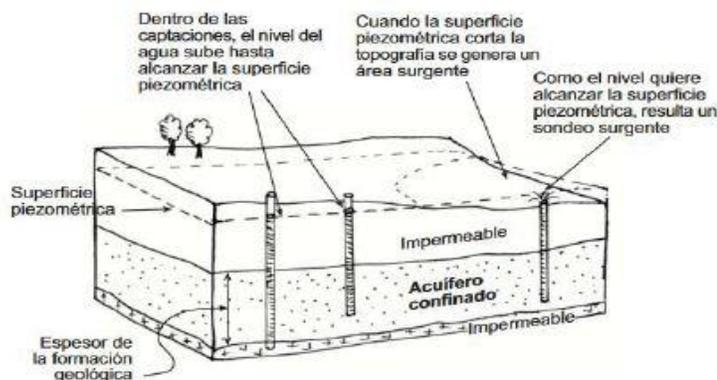


Figura 3. Acuífero confinado. Fuente: Sánchez (200)

Acuíferos semiconfinados

Son aquellos en donde el agua se halla a la misma presión que los confinados, con la diferencia de que en este caso, las capas que lo confinan no son del todo impermeables y permiten pequeñas filtraciones que repercuten en el caudal extraído del acuífero semiconfinado. Este tipo de acuíferos son mucho más frecuentes que los confinados, ya que en rocas sedimentarias son más abundantes las formaciones poco permeables que las absolutamente impermeables; aunque la permeabilidad de la capa confinante sea muy baja. (Sánchez, 2007).

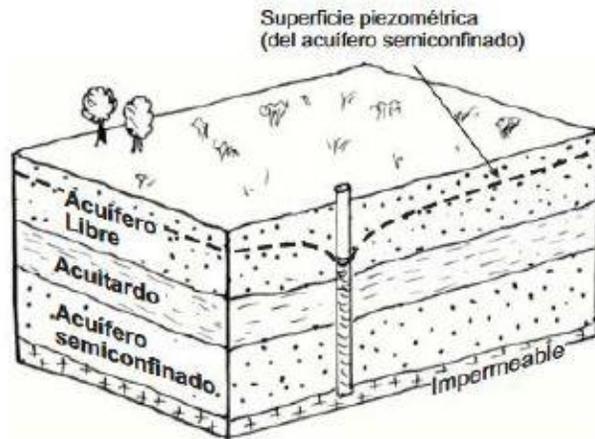


Figura 4. Acuífero semiconfinado. Fuente: Sánchez (2007)

Para explotar este recurso se hace uso de las obras de captación para el caso de pozos profundos que permitan realizar un diseño que esté acorde con los aspectos hidrogeológicos del acuífero que se va a captar con este tipo de estructuras. Para su diseño se deben conocer algunos factores como los mapas geológicos y datos que permitan determinar el tipo de formación geológica y su litología, además de datos sobre puntos de agua (vertientes, manantiales), datos hidrogeológicos y calidad del agua, ya que es un gran recurso hídrico, que puede extraerse para el consumo, aunque puede hallarse contaminado, por fertilizantes o pesticidas, por lo cual las aguas subterráneas requieren una revisión especializada (análisis bacteriológicos) antes de ser usada.

Parámetros hidráulicos

Después de la segunda guerra mundial la hidráulica de las aguas subterráneas tuvo avances significativos, debido principalmente al problema de evacuación de desechos radioactivos de plantas nucleares, ya que se empezaron a estudiar los efectos en las formaciones geológicas y en las aguas que almacenaban, lo que obligó a los investigadores a profundizar en el conocimiento de su hidráulica. Las medidas de las propiedades hidráulicas del suelo son fundamentales para numerosos estudios relacionados con la agronomía, hidrología y ciencias ambientales o trabajos que permiten la localización de acuíferos de los que se puede obtener agua en cantidad y calidad adecuada para el fin que se pretende, en este caso para el consumo humano, el cual es realizado mediante un sondeo que refleja la altura de la presión del agua mientras que el caudal que puede proporcionar el sondeo depende de la transmisividad y del coeficiente de almacenamiento.

Coficiente de almacenamiento: Es el volumen de agua que se libera de un volumen prismático del acuífero, que tenga por base la unidad de área y por altura, la altura saturada del acuífero, cuando se desciende el nivel piezométrico una unidad. Se sabe que el volumen de agua que proporciona un acuífero libre se puede calcular mediante la porosidad eficaz, mientras que el volumen de agua que proporciona un acuífero confinado no se puede calcular con el parámetro de la porosidad eficaz, ya que todos sus poros continúan saturados y por lo tanto solo disminuye la presión. Es por ello que se necesita un parámetro que indique el agua liberada al disminuir la presión en el acuífero.

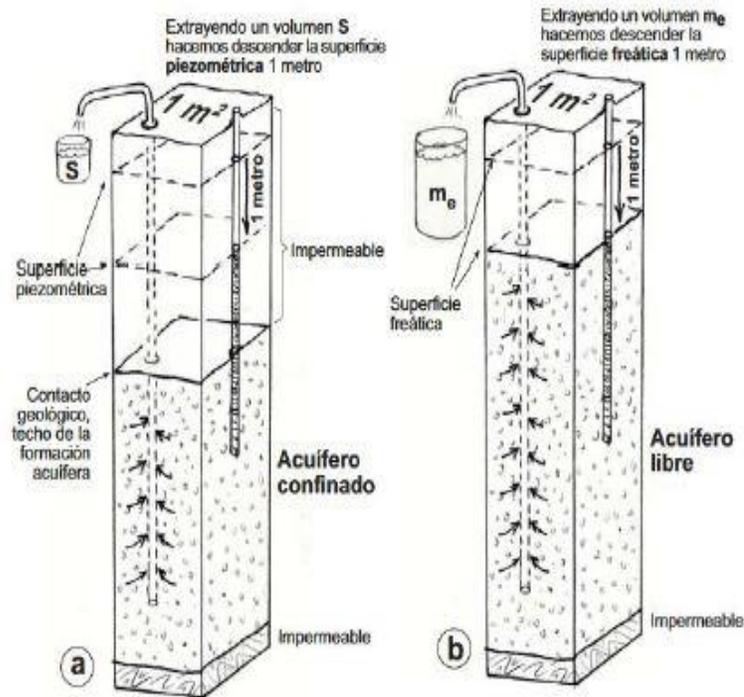


Figura 5. Coeficiente de almacenamiento. Fuente: Sánchez (2007).

En la figura 4 el acuífero libre sólo aporta agua por vaciado, mientras que en el confinado aporta agua por descompresión.

Tabla 1. Valores de coeficiente de almacenamiento

Coeficiente de almacenamiento (S)	
Acuíferos libres Porosidad Eficaz: 0,3 a 0,01	El agua proviene del vaciado de los poros
Acuíferos Semiconfinados Coef. de Almacenamiento: 0,1 a 0,0001	El agua proviene de descompresión y de los rezumes desde las capas confinantes
Acuíferos Confinados Coef. de Almacenamiento: 0,0001 a 0,00001	El agua proviene de descompresión

Fuente: Sánchez (2007).

Transmisividad: Se define como el caudal que se filtra a través de una franja vertical de terreno de ancho unidad y de altura igual a la de la zona saturada bajo un gradiente unidad y a una temperatura fija de 20°C. El parámetro que indica la facilidad del agua para circular horizontalmente por una formación geológica es la combinación de la conductividad hidráulica y del espesor.

Tabla 2. *Valores de Transmisividad*

T (m²/día)	Calificación estimada
T<10	Muy baja
10<T<100	Baja
100<T<500	Media
500<T<1000	Alta
T>1000	Muy alta

Fuente: Benitez (1992)

Para determinar los valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento se deben hacer pruebas de bombeo que las mismas se muestran como una cantidad preespecificada de descarga y observan el cambio resultante en el nivel de agua del pozo bombeado. Es por ello que Theis dibujó la analogía entre calor y flujo de agua subterránea, desarrolló un método para determinar la transmisibilidad y el coeficiente de almacenamiento para acuíferos completamente penetrantes.

Formula de theis

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

$$d = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \quad \text{Despejando } T \quad T = \frac{Q}{4\pi S} W(u) \quad (1)$$

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

Dónde:

d = es el descenso (cambio en la presión hidráulica en un punto desde el comienzo de la prueba)

u = es un parámetro adimensional

Q = es la tasa de bombeo del pozo (volumen por unidad de tiempo, en m³/s)

T y S son la transmisividad y el almacenamiento del acuífero alrededor del pozo (m²/s y adimensional respectivamente)

r = es la distancia al pozo de bombeo, donde se observa el descenso (en metros),

t = es el tiempo que ha transcurrido desde que comenzó el bombeo (minutos o segundos)

$W(u)$ = es la "Función de pozo" (llamada también la integral exponencial, E1, en literatura no relacionada a la hidrogeología).

Típicamente esta ecuación se utiliza para encontrar los T y S promedio, cerca del pozo de bombeo, a partir de los datos de descenso recolectados durante la prueba de bombeo. Esta es una forma simple de modelamiento inverso, ya que el resultado (s) es medido en el pozo, r , t , y Q son observados, y los valores de T y S que mejor reproduzcan los datos observados son puestos en la ecuación hasta que el mejor ajuste entre los datos observados y la solución analítica sea encontrada.

La ecuación de Theis no puede solucionarse directamente. Para superar este problema, Theis ideó un método conveniente gráfico, la solución que implica el uso de la curva mostrada a continuación:

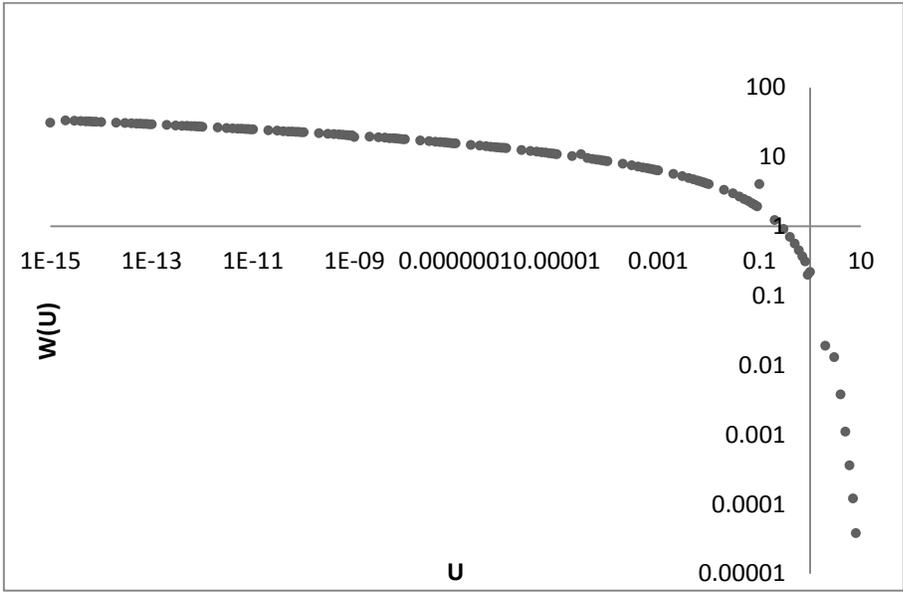


Figura 6. Curva de Theis. Fuente: Guevara y Cartaya (2004)

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

El marco metodológico de la investigación se refiere a las vías a seguir desde que se inicia la investigación hasta la finalización del mismo. En este sentido Franco, Y (2011) define el marco metodológico como:

“Es el conjunto de acciones destinadas a describir y analizar el fondo del problema planteado, a través de procedimientos específicos que incluyen las técnicas de observación y recolección de datos, determinan el “cómo” se realizará el estudio, esta tarea consiste en hacer operativa los conceptos y elementos del problema que estudiamos, al respecto Carlos Sabino nos dice: “En cuanto a los elementos que es necesario operacionalizar pueden dividirse en dos grandes campos que requieren un tratamiento diferenciado por su propia naturaleza: el universo y las variable” (Pág. 118).

El objetivo de esta investigación es analizar los parámetros hidráulicos del acuífero del Municipio San Diego Edo Carabobo. Caso: Sector Centro-B.

Tipo de investigación

Por la forma de obtención y recolección de datos, esta investigación se realiza como Investigación no experimental descriptiva con estudio de campo, que según Fernández, Hernández y Lucio (2010) en estas investigaciones se miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a

investigar, los estudios descriptivos pueden ofrecer la posibilidad de predicciones aunque sean rudimentarias.

Diseño de la investigación

De Acuerdo con Fernández, Hernández y Lucio (2010) la investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que se hacen en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Entonces se puede afirmar que el diseño de la investigación es no experimental.

Población

La población es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo. La población a la cual está referida el presente trabajo lo constituye la población finita de 17 pozos pertenecientes al Municipio San Diego del Estado Carabobo, Sector Centro. Cabe destacar que la fuente de información para obtener dicho número de pozos fue aportado por el Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (MINEA).

Muestra

Fernández, Hernández y Lucio (2010), establecen que en esencia, la muestra es un subgrupo de la población. En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características del investigador o del que hace la muestra. En este caso se seleccionó un pozo de la población, ubicado en la zona Centro del Municipio San Diego, el pozo del Morro I cuyas coordenadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm y el otro pozo “YUMA” (pozo de observación) de coordenadas UTM 614197E; 1130251N. Elevación 463 m.s.n.m.

Tabla 3. *Identificación geográfica del pozo en estudio Municipio San Diego, Edo Carabobo.*

IDENTIFICACION DEL POZO DE AGUA SUBTERRANEA						
URBANIZACION	COORDENADAS			PROFUNDIDAD	MUNICIPIO	USO
	(m)					
	X	Y	Z	(m)		
Morro I	613566	1129798	462	N/E	San Diego	Abastecimiento poblacional

Fuente: Ministerio de Ecosocialismo y Aguas (MINEA)

Técnicas e Instrumento de Recolección de información.

Las técnicas de recolección de información se refiere a los procedimientos que originan información válida y confiable para ser utilizada como datos científicos; se utilizó la técnica de observación estructurada ya que los autores construyeron un plan referente a las características a observar y a los datos que deben ser recolectados, aunado a la revisión documental, puesto que la información requerida para efectos de la investigación en algunos casos ya se encontraba registrada por propietarios de pozos y entes públicos, sin embargo ésta, no se encuentra sistematizada en una base de datos.

Rodríguez, Ochoa y Pineda (2012), acotan que en cada investigación existe un tipo particular de análisis para recabar la información requerida, pudiendo combinarse varias estrategias en cada paso de la misma.

Afirma Sabino (1992), que la observación es una técnica que consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que queremos estudiar.

Para Hernández y Col (2006), un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información.

Para fines de la investigación se empleó un instrumento elaborado previamente por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente del Estado Carabobo, el cual incluye la ficha de registro que está constituida por dos partes. La primera está conformada por cinco ítems a saber: identificación y ubicación del pozo, datos de su construcción, estado actual del pozo, uso y nivel del agua.

Los instrumentos utilizados son los siguientes:



Figura 7. Sonda para medir nivel, marca PLM. Fuente: Los Autores (2018)



Figura 8. Tobo para medir caudal, Capacidad 18 litros. Fuente: Los Autores (2018)

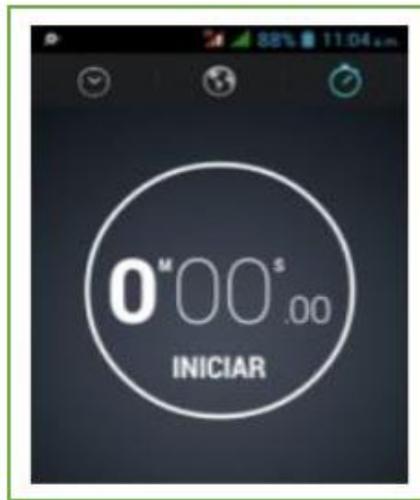


Figura 9. Cronometro. Fuente: Los Autores (2018)

Para el caso del tobo, el mismo fue calibrado en el laboratorio de hidráulica de la Universidad de Carabobo, mediante recipientes graduados para así garantizar que el volumen de agua sean los 18 Lts, para la medición de caudal en el campo.

Fases de la Investigación

Fase I: Identificar los pozos de agua subterránea en la zona centro del municipio San Diego estado Carabobo.

Para la identificación de los pozos de agua subterránea se pautó una reunión en las oficinas de Hidrocentro del municipio San Diego con el Ing. Nelson Córdoba en donde se pautó un recorrido por los pozos de la zona Centro en compañía del Técnico Elisaul García, el cual nos dio la selección del pozo estudiado en el presente trabajo. En cada pozo que se llegaba, como primer paso y determinante para la selección del pozo, era introducir la sonda por el orificio destinado para esto, muy importante debido al poco mantenimiento de los pozos, la sonda se podía quedar atascada, presentando así dificultades para un correcto estudio durante todo el periodo de mediciones. En esta misma fase se ubican las coordenadas UTM de ambos pozos en estudio, mediante el software Google Earth.

1. Se inicia el programa y en “buscar” se escribió “San Diego, Carabobo” para tener un punto de partida.

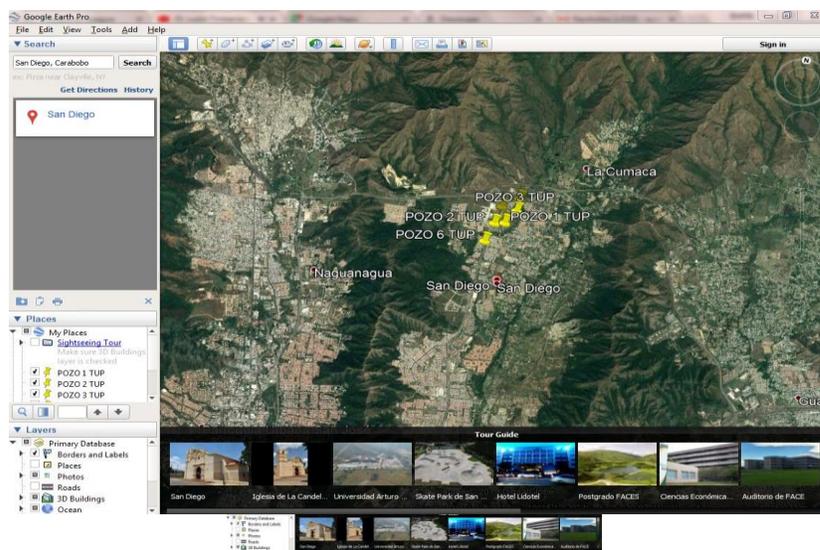


Figura 10. Entrada a la ubicación geográfica. Fuente: Google Earth (2018)

2. Ubicar la marca en donde se encuentra el primer pozo y posteriormente se determinan sus coordenadas UTM. Para esto se debe dar clic en el icono amarillo (añade un marcador de posición), de la barra de herramientas ubicada en la parte superior.

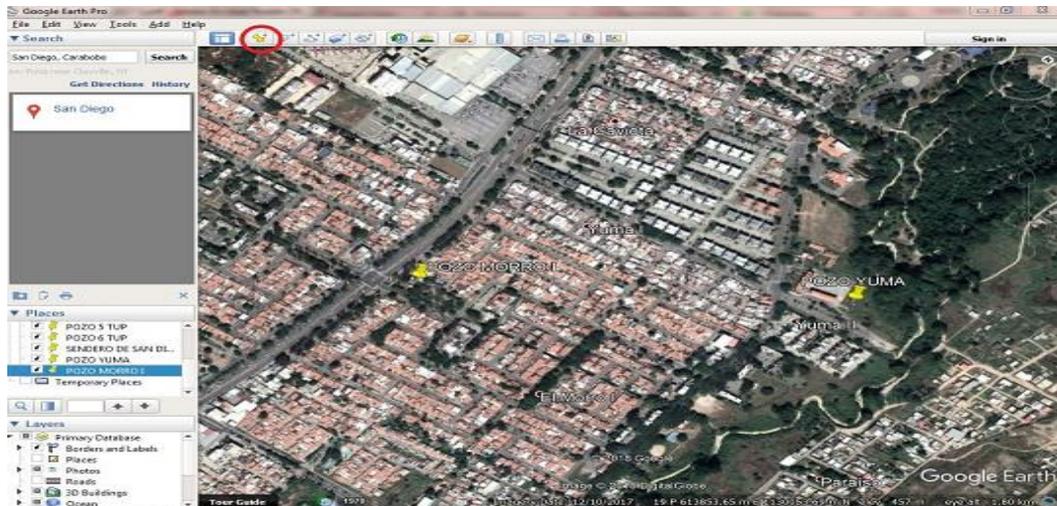


Figura 11. Marca de Posición. Fuente: Google Earth (2018)

3. El programa por defecto los resultados de las coordenadas los arroja en grados, minutos y segundos, se deben convertir a UTM, para esto se da clic en herramientas luego opciones, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 12. Herramientas. Fuente: Google Earth (2018)

4. Se cambia la opción para obtener los resultados en UTM. Luego de opciones de herramientas, en el grupo Lat./long. Se selecciona la opción Universal Transversal de Mercator. Luego aplicar y aceptar.

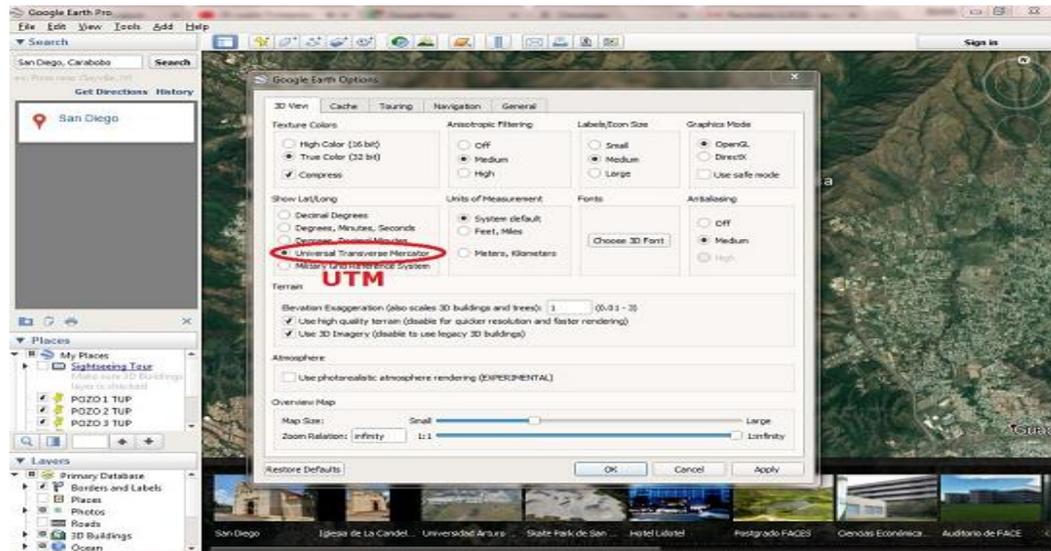


Figura 13. Coordenadas UTM. Fuente: Google Earth (2018)

5. Se aplica el mismo procedimiento para obtener las coordenadas del segundo pozo (de observación). Se muestran ambos en la siguiente figura.



Figura 14. Ubicación de ambos Pozos. Fuente: Google Earth (2018)

Tabla 4. *Ubicación geográfica de los pozos.*

Coordenadas UTM	N	E	Elevación (m)
POZO BOMBEO	1129798	613566	462
POZO OBSERVACION	1130251	614197	463

Fuente: Ministerio de Ecosocialismo y Aguas (MINEA)

Fase II: Registrar la variación del caudal y niveles del pozo en estudio de la zona centro, del Municipio San Diego, Edo Carabobo durante el año 2018.

En la segunda semana de medición se toma una muestra para ser analizada en el Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas donde se le realizarán los análisis físico-químico y bacteriológico del agua existente en el pozo de bombeo de la zona centro de San Diego en el Morro I.

En esta fase se medirán los niveles de ambos pozos, tanto el de observación como el de bombeo, adicionalmente al pozo de bombeo se le hará las pruebas de caudal variable, todo esto con el fin de obtener datos para realizar dos gráficos, uno de nivel vs tiempo y otro de caudal vs tiempo. Se muestra el procedimiento ejecutado en campo:

1. Con el uso de la sonda se mide el nivel estático de ambos pozos, para ello se introduce el sensor por el orificio destinado para medir el nivel freático hasta que encienda la luz, la cual indica que en ese momento hizo contacto con el agua, importante saber que para medir el nivel estático el sistema de bombeo deberá estar apagado 12 horas antes de realizar la medición.
2. Se toma la medida, recordando que se debe restar cierta longitud.

3. Se enciende el sistema de bombeo para realizar la prueba de caudal variable y obtener el nivel para distintas aberturas de la llave.
4. Encendida la bomba se abre completamente la llave se mide caudal y nivel, luego se va cerrando la llave y se mide nuevamente caudal y nivel, así hasta que esté completamente cerrada la llave.
5. Para medir caudal se deja llenar un tobo de 18 litros y se registra el tiempo que tarda en llenarse.
6. Entre cada variación de caudal se dejan pasar aproximadamente 3 min, para que se estabilice el nivel del pozo y así obtener una correcta medición.
7. Se tabulan los datos de caudal, capacidad del tobo, tiempo de llenado, niveles del pozo en una base de datos en Excel.

Fechas de las mediciones:

Tabla 5. Programación de mediciones del pozo. Morro I. Coordenadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

PROGRAMACION POZO EL MORRO I
08/03/2018
15/03/2018
22/03/2018
05/04/2018

Tabla 6. Programación de mediciones del pozo. YUMA (pozo observación). Coordenadas UTM 614197E; 1130251N. Elevación 463 m.s.n.m. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

PROGRAMACION POZO YUMA
08/03/2018
15/03/2018
22/03/2018
05/04/2018



Figura 15. Medición del nivel estático del pozo Morro I, en compañía del técnico Elisaul García Coordenadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 08/03/2018. Fuente: Los Autores



Figura 16. Recipientes para tomar las muestras de agua para realizar los análisis físico-químico y bacteriológico del pozo Morro I Coordenadas UTM 613566E; 1129798 N. Elevación: 462 msnm. Zona centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 03/04/2018. Fuente: Los Autores



Figura 17. Toma de las muestras de agua para los estudios físico-químicos y bacteriológicos del pozo del Morro I Coordenadas UTM 613566E; 1129798 N. Elevación: 462 msnm. Zona centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 03/04/2018. Fuente: Los Autores



Figura 18. Toma de las muestras de agua para los estudios físico-químicos y bacteriológicos del pozo de YUMA Coordenadas UTM 614197E; 1130251N. Elevación: 463 msnm. Zona centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 03/04/2018. Fuente: Los Autores



Figura 19. Medicion del nivel estatico del pozo YUMA en compañía del Tecnico Elisaul Garcia. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. Elevacion 463 m.s.n.m. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 08/03/2018. Fuente: Los Autores



Figura 20. Medición del nivel dinámico y caudal del pozo Morro I, Coordenadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 15/03/2018. Fuente: Los Autores



Figura 21. Medición del nivel estático del pozo YUMA en compañía del Técnico Elisaul García Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. elevación 463 m.s.n.m Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 22/03/2018. Fuente: Los Autores



Figura 22. Medición del nivel dinámico y caudal del pozo YUMA .Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. elevación 463 m.s.n.m Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 22/03/2018. Fuente: Los Autores



Figura 23. Medición del nivel estático del pozo Morro I, Coordenadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 05/04/2018. Fuente: Los Autores

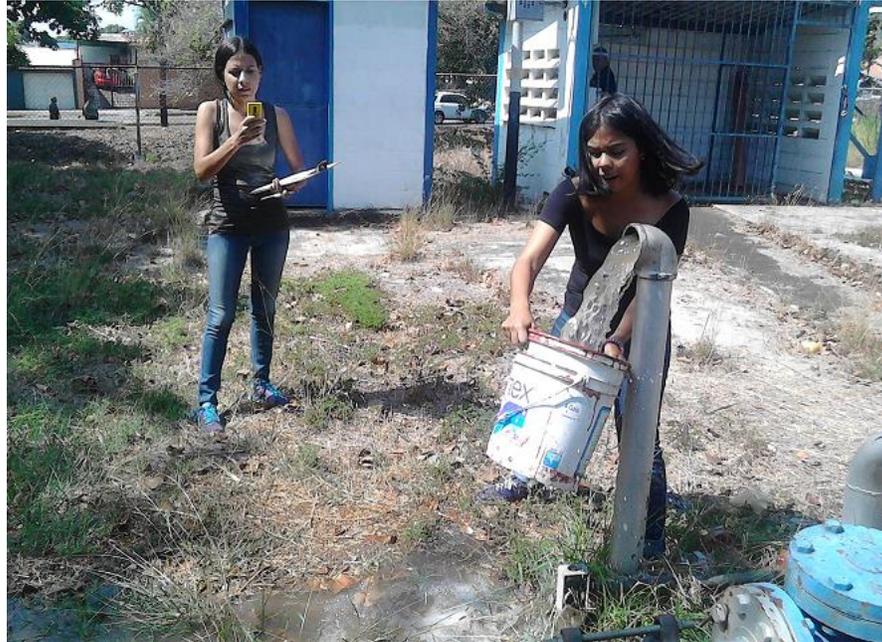


Figura 24. Medición del nivel dinámico y caudal del pozo Morro I, Coordenadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 05/04/2018. Fuente: Los Autores

Fase III. Estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego. Caso: Sector Centro.

Con los datos obtenidos en la fase II se estimaran los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento, se debe crear una tabla en Excel en donde se evidencie el cambio de nivel debido a cada variación en la abertura de la llave, el intervalo de tiempo con que se realizará la prueba de caudal variable, así como también la distancia entre ambos pozos (observación y de bombeo). Ya conociendo esto se determinara el coeficiente r^2/t y luego realizar la gráfica de la función del pozo de bombeo. Para la realización de esta fase se procedió a:

1. Se selecciona el pozo que se utilizará de observación y mediante el programa Google Earth se ubicaran las coordenadas y se medirá la distancia mínima entre ambos pozos. Esto para aplicar el método Theis.

Tabla 7. Identificación Geográfica del pozo de observación Coordenadas UTM 614197E; 1130251N. Elevación 463 m.s.n.m. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

IDENTIFICACION DEL POZO DE AGUA SUBTERRANEA						
URBANIZACION	COORDENADAS (m)			PROFUNDIDAD (m)	MUNICIPIO	USO
	X	Y	Z			
YUMA	614197	1130251	463	N/E	San Diego	Abastecimiento poblacional

Fuente: Ministerio de Ecosocialismo y Aguas (MINEA)

- Para hallar la distancia entre ambos pozos se utiliza la herramienta “regla” del programa Google Earth.

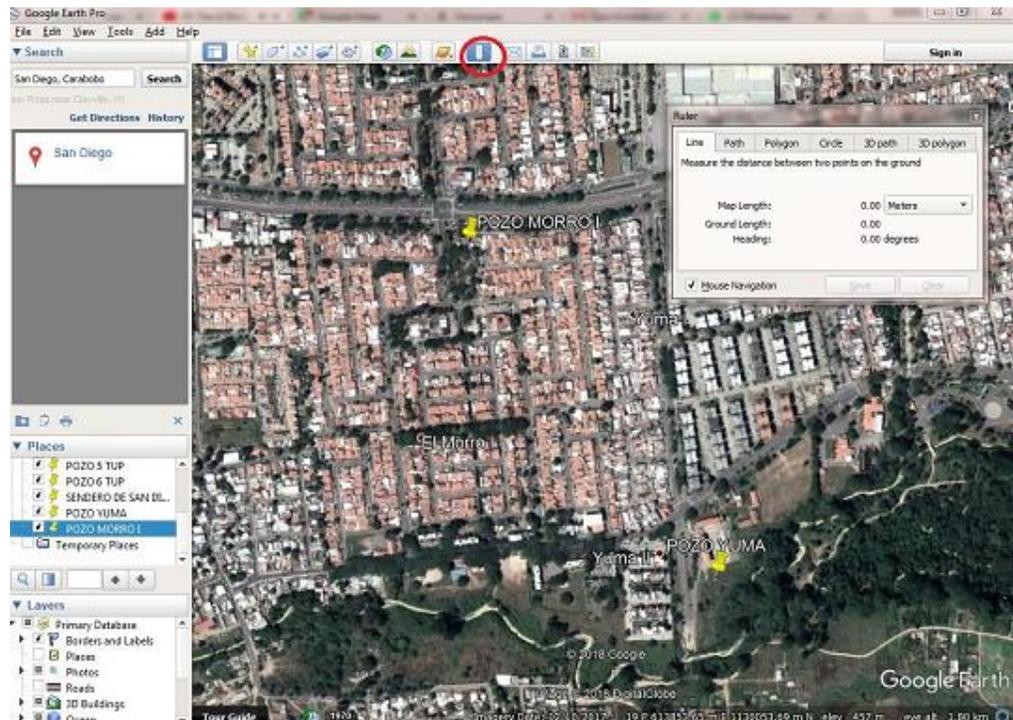


Figura 25. Herramienta regla. Fuente: Google Earth (2018)

Aparecerá la pestaña de regla, luego se selecciona distancia en metros, seguido de esto hacer clic en el primer pozo y luego en el segundo pozo, obteniendo así la distancia lineal entre ellos.

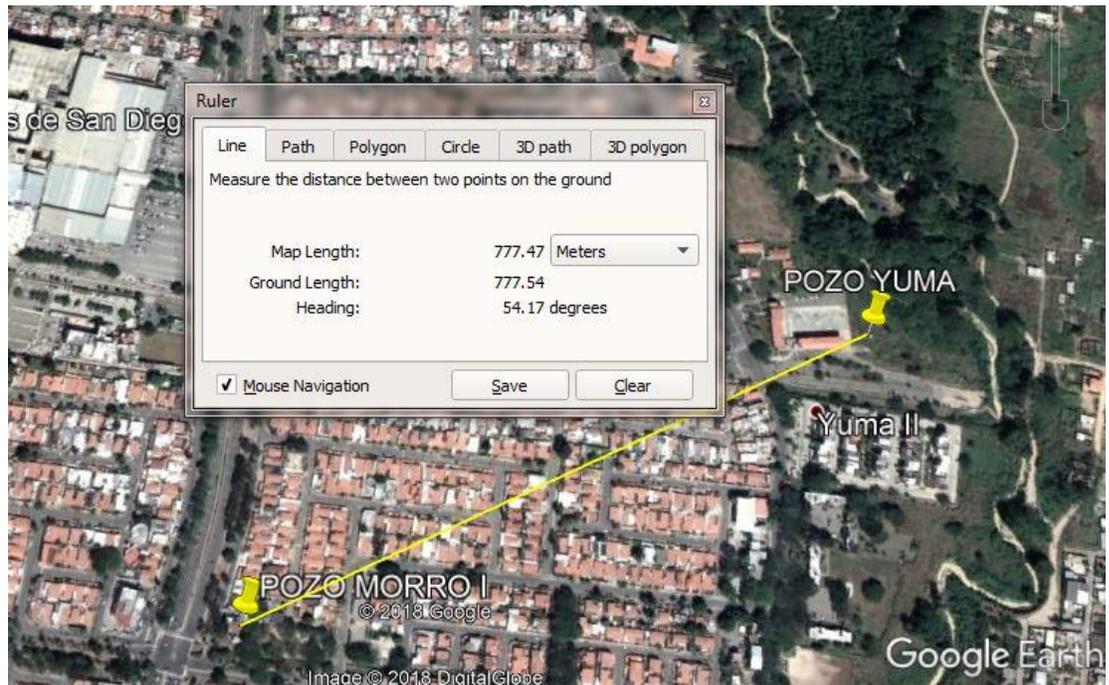


Figura 26. Distancia entre ambos pozos. Fuente: Google Earth (2018)

3. Ya obtenida la distancia de X metros entre los pozos (observación y bombeo).
4. Con los datos obtenidos de los descensos, tiempo y distancia entre los pozos, se calcula el coeficiente r^2/t , luego se realiza la gráfica de la función del pozo.
5. Seguido de esto se deben superponer las gráficas de la función del pozo con la gráfica del método de Theis haciendo coincidir los puntos de las muestras de campo con la gráfica patrón, importante mantener el eje X o Y de ambas graficas en un mismo sentido y dirección, con esto se obtiene $W(u)$.

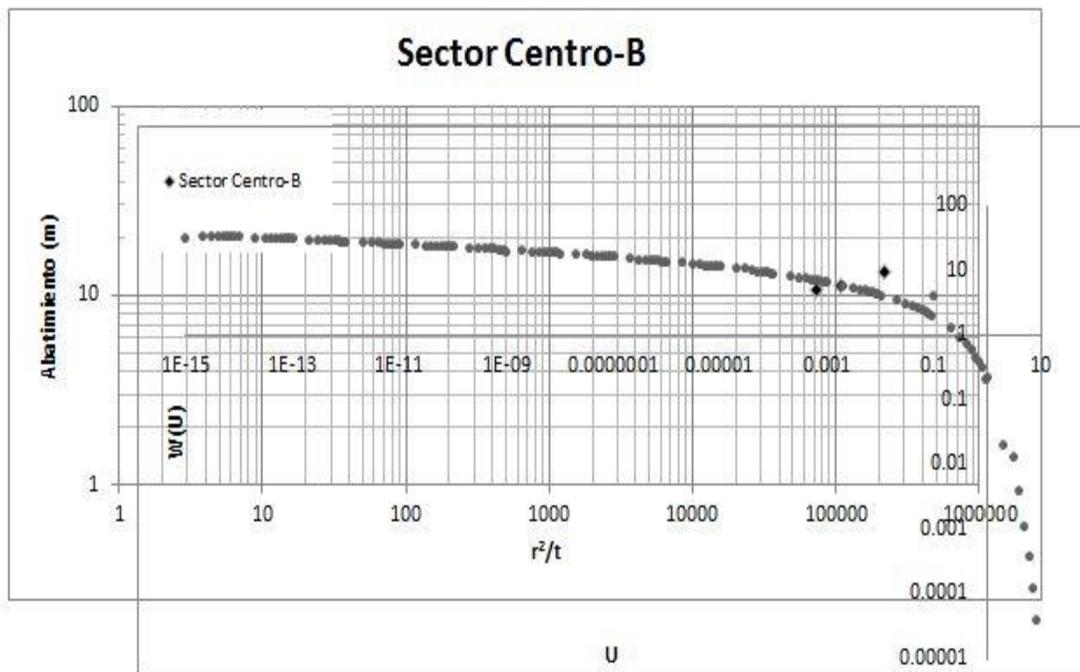


Figura 27. Coincidencia de puntos sobre la gráfica de Theis patrón. Fuente: Los Autores

6. A partir de las gráficas superpuestas se obtiene $W(u)$ y la función auxiliar $1/U$, luego se despeja la transmisividad de la ecuación del método de Theis.

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

7. Una vez obtenida la transmisividad se estima el coeficiente de almacenamiento a través del despeje de la siguiente ecuación.

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

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

Resultados de la Identificación los pozos de agua subterránea en la zona Centro-B del Municipio San Diego, Edo. Carabobo

Los resultados de la identificación de los pozos de agua subterránea de la zona centro del Municipio San Diego del Estado Carabobo. Muestran un total de 17 pozos de agua subterránea, clasificándolos de acuerdo a su uso se observó que 16 pozos se encuentran destinados al abastecimiento poblacional, representando un 94,12% y un pozo destinado al uso comercial, representando un 5,88% de la muestra. Además, se encontró un solo pozo inactivo ubicado en la urbanización El Morro II. Los datos fueron facilitados por el ingeniero Víctor Carrillo de su trabajo de grado Vulnerabilidad Hidrogeológica del Acuífero del Municipio San Diego, Edo. Carabobo. La distribución del porcentaje se muestra en la figura 28.

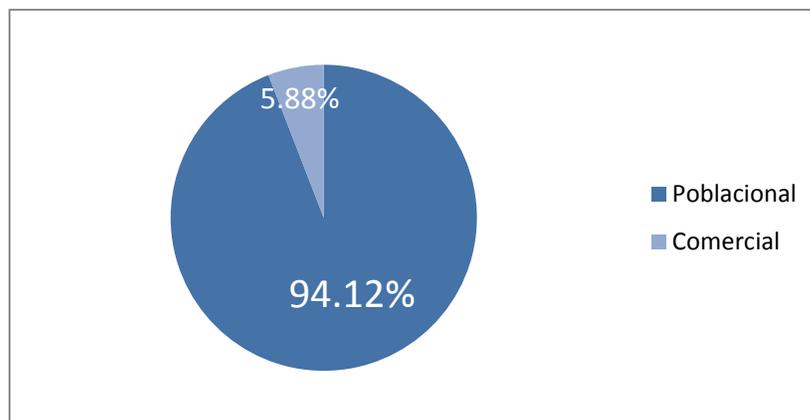


Figura 28. Distribución de porcentajes según el uso de los pozos de la zona centro, San Diego, Edo. Carabobo. Fuente: Carrillo (2015)

La ubicación geográfica tanto del pozo de estudio como el pozo de observación, se realizó con la ayuda del software Google Earth, permitiendo así obtener las coordenadas UTM: En la urbanización El Morro I, Av. 72-A c/c Av. 142 se encuentra el Pozo de Bombeo, coordenadas 6136566 E; 1129798 N, elevación 462 m.s.n.m. En la ubicación Yuma, al final de la Av. Principal detrás del colegio se encuentra el Pozo de Observación, coordenadas 614197 E; 1130251 N, elevación 463 m.s.n.m.

Tabla 8. *Identificación geográfica del pozo de Bombeo y el pozo de Observación del Municipio San Diego, Edo. Carabobo.*

IDENTIFICACION DE LOS POZOS DE AGUA SUBTERRANEAS							
URBANIZACION	Coordenadas (m)			Profundidad	Sector	Municipio	Uso
	X	Y	Z				
El Morro I BOMBEO	613566	1129798	462	-	Centro	San Diego	Abastecimiento Poblacional
Yuma OBSERVACION	614197	1130251	463	120			

Fuente: Ministerio de Ecosocialismo y Aguas (MINEA)

Resultados de la descripción de los parámetros físico-químicos del agua proveniente de los pozos ubicados en la zona Centro del Municipio San Diego, Edo. Carabobo

Se realizó un análisis físico-químico de las aguas crudas captadas en los pozos profundos de las Urbanizaciones El Morro I y Yuma, respectivamente, ubicadas en San Diego, Edo Carabobo. Los resultados indican que los parámetros cumplen con los rangos máximos permitidos según las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 36.395, la Norma COVENIN 2771-91 Aguas Naturales, Industriales y Residuales, la Norma para la clasificación y el control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 55305 y la Norma COVENIN 3124:2001. El análisis de la muestra se realizó como colaboración y

aporte a este Trabajo de Grado por el Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas.

Tabla 9. *Parámetros relativos a la calidad Organoléptica del Agua Potable*

PARAMETROS RELATIVOS A LA CALIDAD ORGANOLEPTICA DEL AGUA POTABLE			
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DESEABLE <	VALOR MAXIMO ACEPTABLE
COLOR	UCV (b)	5	15(25)
TURBIEDAD	UNT (c)	1	5(10)
OLOR O SABOR	-	Aceptable para los Consumidores	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l	600	100
DUREZA TOTAL	mg/l CaCO ₂	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
ZINC	mg/l	3.0	5.0

Fuente: Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, Gaceta N° 36.395

(a) Los valores entre 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

Tabla 10. Componentes inorgánicos

Componentes	Valor Máximo Aceptable (mg/l)
NITRITO	0.03
NITRATO	45.0

Fuente: Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, Gaceta N° 36.395

Tabla 11. Aguas Subtipo 1-A, Límites y Rangos

PARAMETRO	LIMITE O RANGO MAXIMO
Organismos Coliformes Totales	Promedio mensual, menor a 2000 NMP por cada 10 ml
Coliformes Fecales	9.0

Fuente: Norma para la clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5.305.

Tabla 12. Clasificación de las aguas según su dureza.

CLASIFICACION DE LAS AGUAS SEGÚN SU DUREZA	
TIPO DE DUREZA	mg/l de Dureza
Suave	0 – 75
Moderadamente dura	75 – 150
Dura	150 – 300
Muy dura	>300

Fuente: Norma COVENIN 2771-91.

Tabla 13. Frecuencia mínima de muestreo para el análisis de parámetros bacteriológicos en el sistema de distribución del agua potable.

Población Abastecida	Frecuencia Mínima (a)
Menor de 5.000	Una (01) muestra mensual
5.000 a 100.000	Una (01) muestra mensual por cada 5.000 personas
Más de 100.000	Una (01) muestra mensual por cada 10.000 personas, más 10 muestras adicionales

Fuente: Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, Gaceta N° 36.395

Tabla 14. Resultados del análisis físico-químico y bacteriológico del pozo de Bombeo, ubicado en la urbanización El Morro I, coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N, Elevación: 462 m, Zona Centro-B. Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Código	Parámetro	UNIDAD	Resultados	Agua TIPO 1-TIPO 1A*	OBSERVACION
2510-B	Conductividad Eléctrica	μS/cm	371	N.A	-
2340-C	Dureza Total	mg/l CaCO ₃	207	500	CUMPLE
3500-D	Dureza Cálctica		137	N.A	-
3500-Mg-E	Dureza Magnésica		70	N.A	-
2320-B	Alcalinidad		145	N.A	-
4500HB	pH	-	6,76	6,0-8,5	CUMPLE
2540-C	Solidos Totales Disueltos	mg/L	241	1.500	CUMPLE
4500-B	Cloruro		30	600	CUMPLE
4500-E	Sulfato		25	400	CUMPLE
4500-C	Nitrito (N)		<0,01	Suma Nitrito y Nitrato <10	CUMPLE
4500-C	Nitrato (N)		0,02		
3500-D	Calcio		55	N.A	-
3500-E	Magnesio		17	N.A	-
9221-B	Coliformes Totales	NMP/100ml	8,0	<2.000	CUMPLE

Fuente: Laboratorio Ambiental Aragua, MINEA (2018)

La evaluación a las aguas captadas a la salida del pozo de Bombeo ubicado en la urbanización El Morro I, coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N, Elevación: 462 m, Zona Centro-B. Municipio San Diego, Estado Carabobo, indican que las mismas cumplen con los rangos máximos permitidos para los parámetros analizados y establecidos en el artículo 8 contenido dentro de las Normas para la clasificación y el

Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5.305, en concordancia las aguas se pueden clasificar como agua Tipo 1: “Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que esta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él”, en su desagregado Sub-Tipo 1A: “Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes”, de acuerdo a lo establecido en el artículo 5 de la norma antes mencionada. Como observación general se percibió aguas cristalinas e inodoras, con ligero precipitado color rojizo, empleadas para el consumo humano sin proceso de desinfección previo.

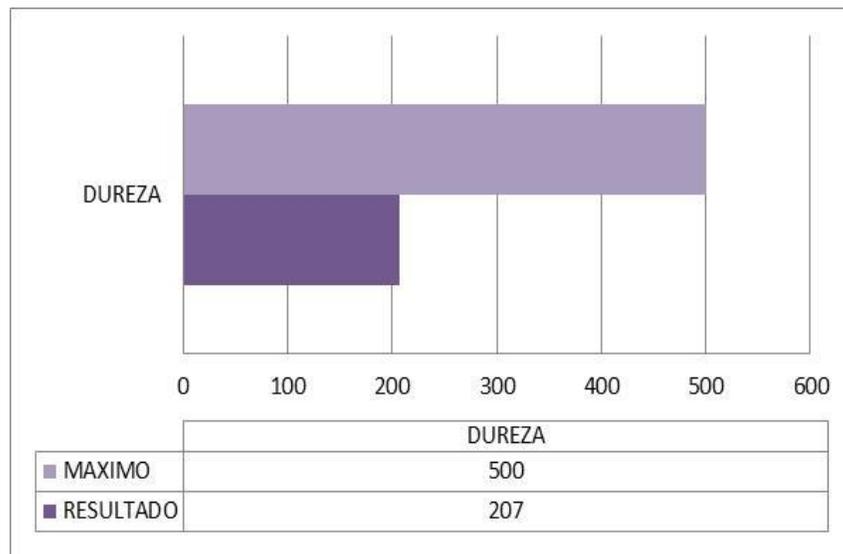


Figura 29. Comparación de los resultados obtenidos de la Dureza con la Norma para la Clasificación y el control de Calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, en el pozo Morro I el día 03/04/2018 Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462. Fuente: Los Autores (2018)

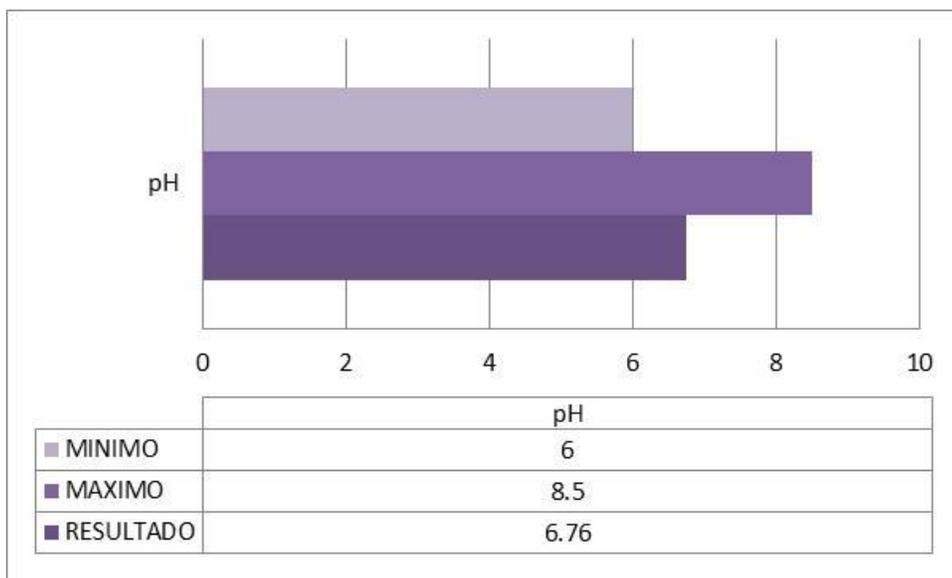


Figura 30. Comparación de los resultados obtenidos del pH con la Norma para la Clasificación y el control de Calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, en el pozo Morro I el día 03/04/2018 Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462. Fuente: Los Autores (2018)

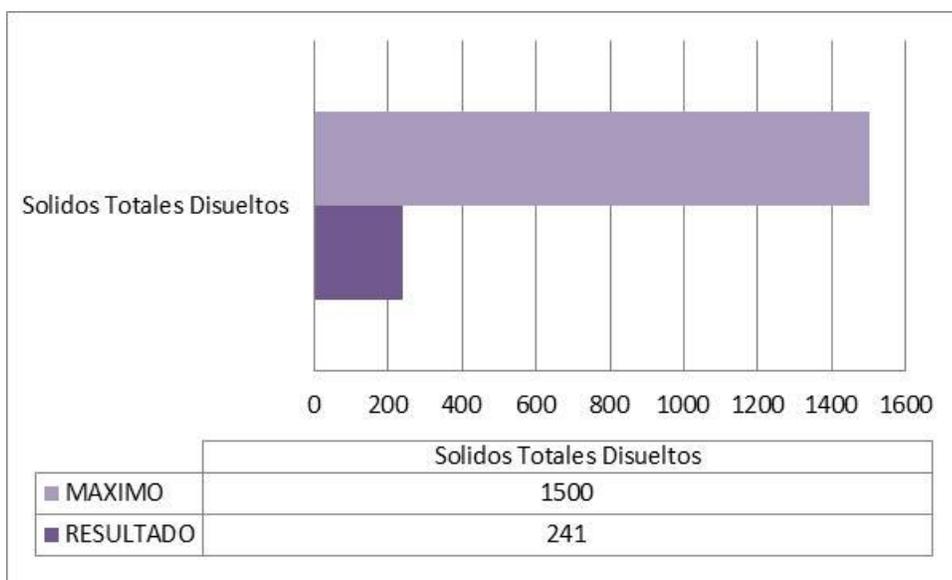


Figura 31. Comparación de los resultados obtenidos de los Solidos Totales Disueltos con la Norma para la Clasificación y el control de Calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, en el pozo Morro I el día 03/04/2018 Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462. Fuente: Los Autores (2018)

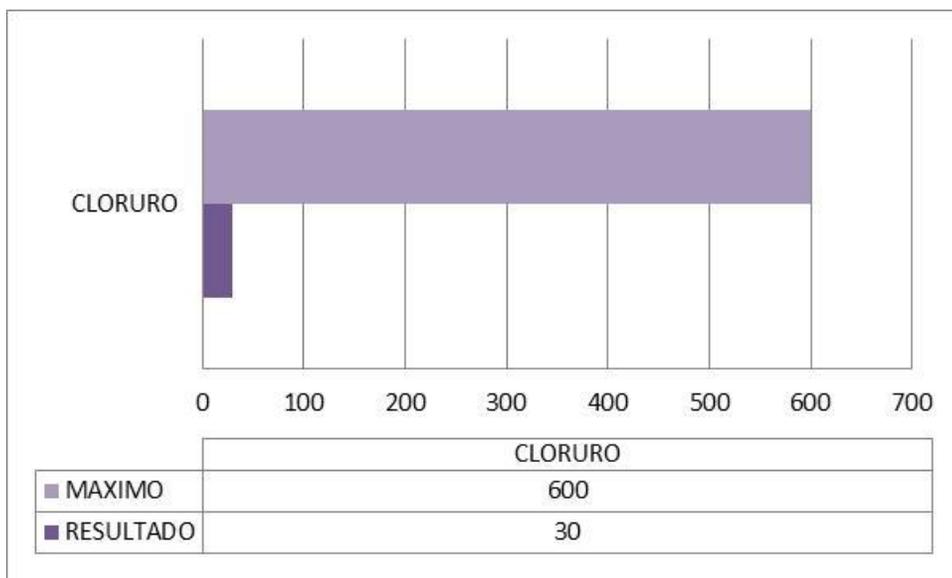


Figura 32. Comparación de los resultados obtenidos del Cloruro con la Norma para la Clasificación y el control de Calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, en el pozo Morro I el día 03/04/2018 Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462. Fuente: Los Autores (2018)

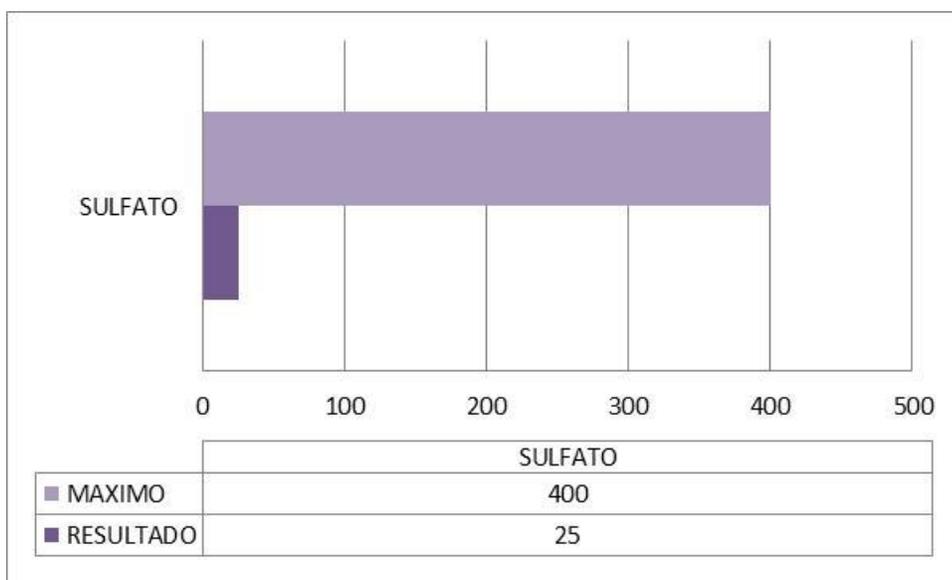


Figura 33. Comparación de los resultados obtenidos del Sulfato con la Norma para la Clasificación y el control de Calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, en el pozo Morro I el día 03/04/2018 Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462. Fuente: Los Autores (2018)

Tabla 15. Resultados del análisis físico-químico y bacteriológico del pozo de Observación, ubicado en la urbanización Yuma, coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N, Elevación 463 m, Zona Centro-B. Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Código	Parámetro	UNIDAD	Resultados	Agua TIPO 1- TIPO 1A*	OBSERVACION
2510-B	Conductividad Eléctrica	μS/cm	460	N.A	-
2340-C	Dureza Total	mg/l CaCO ₃	254	500	CUMPLE
3500-D	Dureza Cálctica		119	N.A	-
3500-Mg-E	Dureza Magnésica		135	N.A	-
2320-B	Alcalinidad		220	N.A	-
4500HB	pH	-	7,47	6,0-8,5	CUMPLE
2540-C	Solidos Totales Disueltos	mg/L	299	1.500	CUMPLE
4500-B	Cloruro		22	600	CUMPLE
4500-E	Sulfato		25	400	CUMPLE
4500-C	Nitrito (N)		<0,01	Suma Nitrito y Nitrato <10	CUMPLE
4500-C	Nitrato (N)		0,6		
3500-D	Calcio		48	N.A	-
3500-E	Magnesio		33	N.A	-
9221-B	Coliformes Totales	NMP/100ml	<1,1	<2.000	CUMPLE

Fuente: Laboratorio Ambiental Aragua, MINEA (2018)

La evaluación a las aguas captadas a la salida del pozo de Observación ubicado en la urbanización Yuma, coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N, Elevación 463 m, Zona Centro-B. Municipio San Diego, Estado Carabobo, indican que las mismas cumplen con los rangos máximos permitidos para los parámetros analizados

y establecidos en el artículo 8 contenido dentro de las Normas para la clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5.305, en concordancia las aguas se pueden clasificar como agua Tipo 1: “Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que esta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él”, en su desagregado Sub-Tipo 1A: “Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes”, de acuerdo a lo establecido en el artículo 5 de la norma antes mencionada. Como observación general se percibió aguas cristalinas e inodoras, empleadas para el consumo humano sin proceso de desinfección previo.

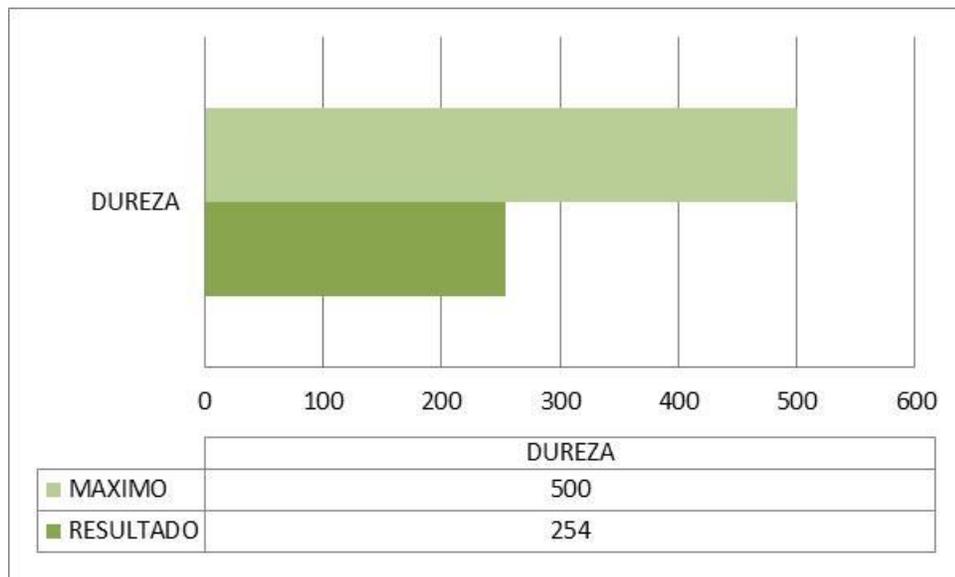


Figura 34. Comparación de los resultados obtenidos de la Dureza con la Norma para la Clasificación y el control de Calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, en el pozo Yuma el día 03/04/2018. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N, Elevación 463 m. Fuente: Los Autores (2018)

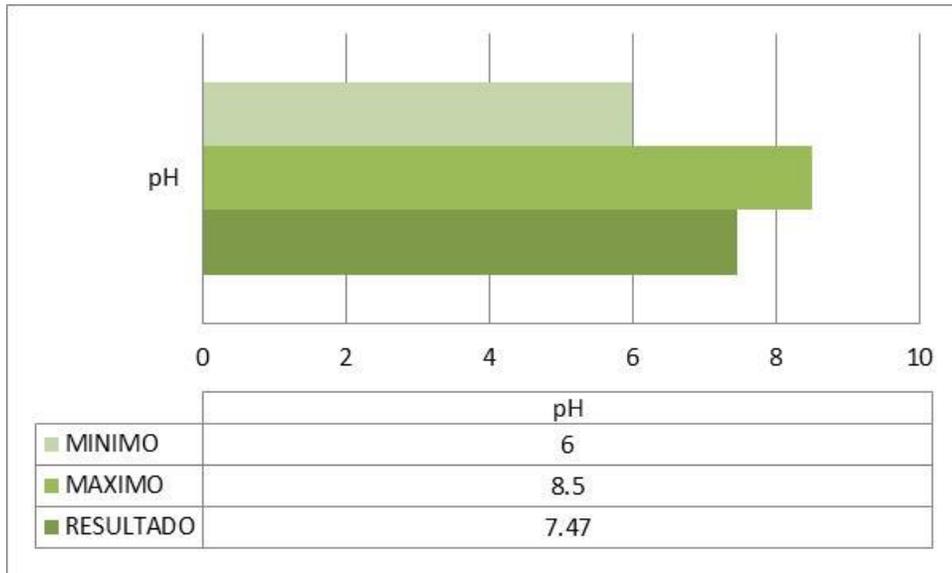


Figura 35. Comparación de los resultados obtenidos del pH con la Norma para la Clasificación y el control de Calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, en el pozo Yuma el día 03/04/2018. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N, Elevación 463 m. Fuente: Los Autores (2018)

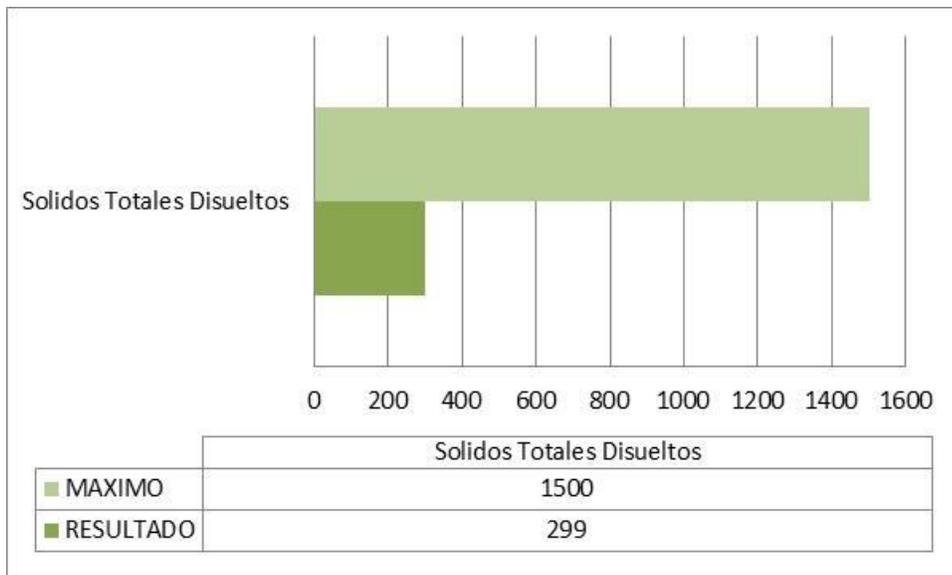


Figura 36. Comparación de los resultados obtenidos de los Solidos Totales Disueltos con la Norma para la Clasificación y el control de Calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, en el pozo Yuma el día 03/04/2018. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N, Elevación 463 m. Fuente: Los Autores (2018)

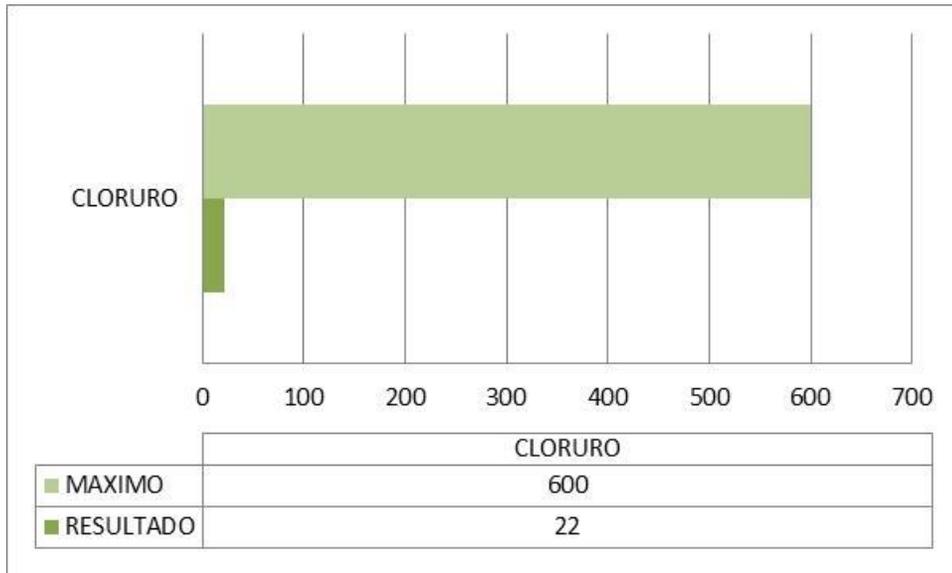


Figura 37. Comparación de los resultados obtenidos del Cloruro con la Norma para la Clasificación y el control de Calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, en el pozo Yuma el día 03/04/2018. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N, Elevación 463 m. Fuente: Los Autores (2018)

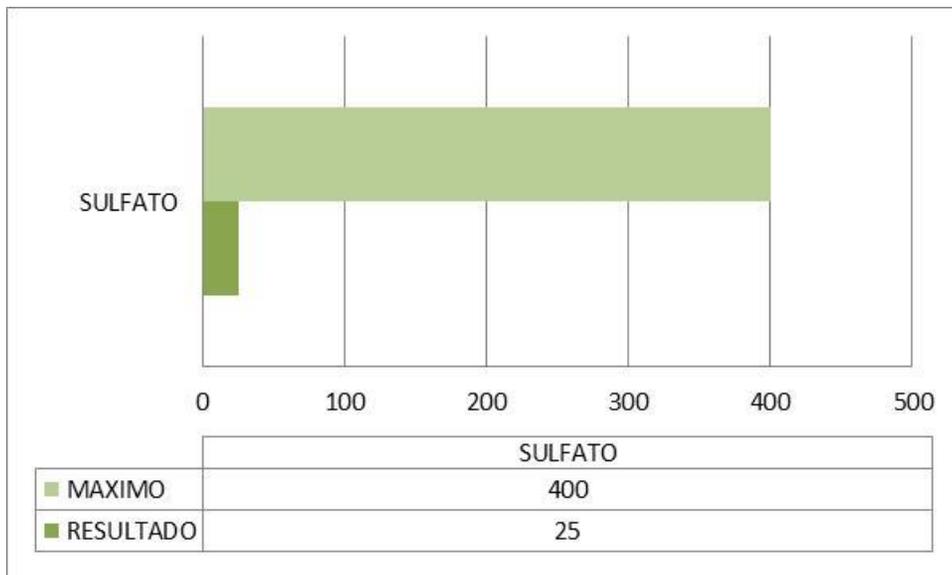


Figura 38. Comparación de los resultados obtenidos del Sulfato con la Norma para la Clasificación y el control de Calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, en el pozo Yuma el día 03/04/2018. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N, Elevación 463 m. Fuente: Los Autores (2018)

Observando los resultados suministrados por el Laboratorio Ambiental

Aragua, cabe destacar lo siguiente:

- La dureza total de la muestra del pozo El Morro I y Yuma, resulto ser 207 y 254, respectivamente, encontrándose así dentro del rango que establece la Norma COVENIN 2771-91 como aguas DURA, generalmente este tipo de aguas duras no reacciona bien con elementos tensoactivos (detergentes).
- El pH se encuentra entre 6,76-7,47, lo cual está dentro del rango permitido por la Norma Sanitaria de Calidad del Agua Potable, Gaceta N° 36.395.
- En las pruebas bacteriológicas, los coliformes totales arrojaron valores menores de 1.1 NMP/100 ml, valores aceptados según la Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5.305.
- Los resultados obtenidos para el Nitrato y Nitrito se encuentran en un rango máximo de 0,61 mg/L, cumpliendo con lo establecido en la Norma Sanitaria de Calidad del Agua Potable, Gaceta N° 36.395. La mayor concentración de Nitrato (N) se encuentra en el pozo de observación Yuma, esto debido a la disolución natural de este elemento en el suelo.
- Los Solidos Totales Disueltos fueron en el orden máximo de 299 mg/L siendo menor a 1.500 mg/L, rango máximo establecido en la Norma Sanitaria de Calidad del Agua Potable, Gaceta N° 36.395.
- Finalmente analizados cada uno de los parámetros y observando que todos y cada uno de ellos se encuentran dentro del rango aceptado, indica que el agua es apta para el consumo humano o entre en contacto con el mismo.

Resultado de la Descripción de los Parámetros Hidráulicos presentes en la Zona Centro del Municipio San Diego, Edo. Carabobo.

Para describir los resultados de los parámetros hidráulicos se tiene que en el pozo de la urbanización el Morro I, se mantienen unos valores promedios de 13.57 m. para el Nivel Estático, 24.98 m. Nivel Dinámico y un Caudal medio de 4.73 l/s, como se muestra en la tabla 14, adicionalmente se muestran las gráficas que evidencian los cambios de caudal y de nivel durante el mes que se realizó el muestreo. Entre tanto, para el pozo Yuma se obtuvo los siguientes resultados promedios 13.75 m. para el Nivel Estático, 17.6 m. para el Nivel Dinámico y un Caudal medio de 20 l/s, este último destaca por ser un pozo de alta producción y con un caudal a llave abierta de 25 l/s aproximadamente.

Tabla 16. Valores promedio para el Nivel Estático, Nivel Dinámico, Caudal Medio en los pozos estudiados del Municipio San Diego, Edo. Carabobo.

Nivel Estático, Nivel Dinámico y Caudal Medio del Pozo en Estudio			
POZO	Nivel Estático (m.s.n.m)	Nivel Dinámico (m.s.n.m)	Caudal (l/s)
EL MORRO I	13.57	24.98	4.73
YUMA	13.75	17.6	20

Fuente: Los Autores

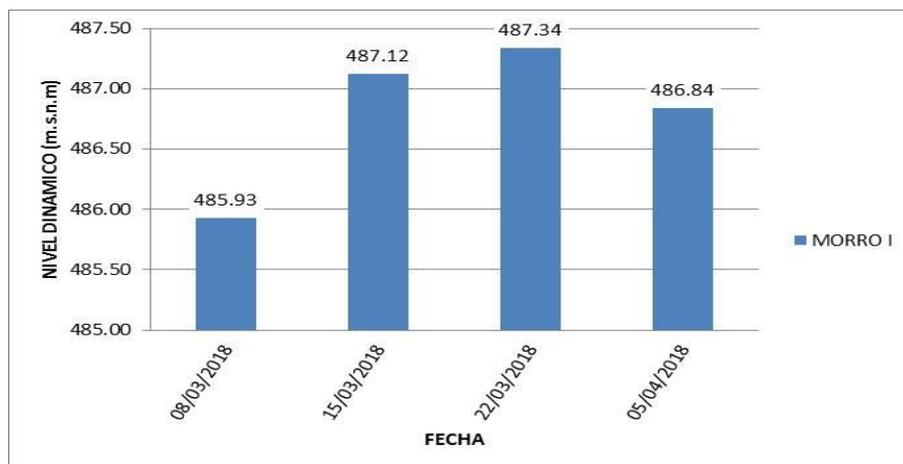


Figura 39. Variación del Nivel Dinámico en el pozo Morro I durante el periodo de mediciones. Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462. *Fuente:* Los Autores (2018)

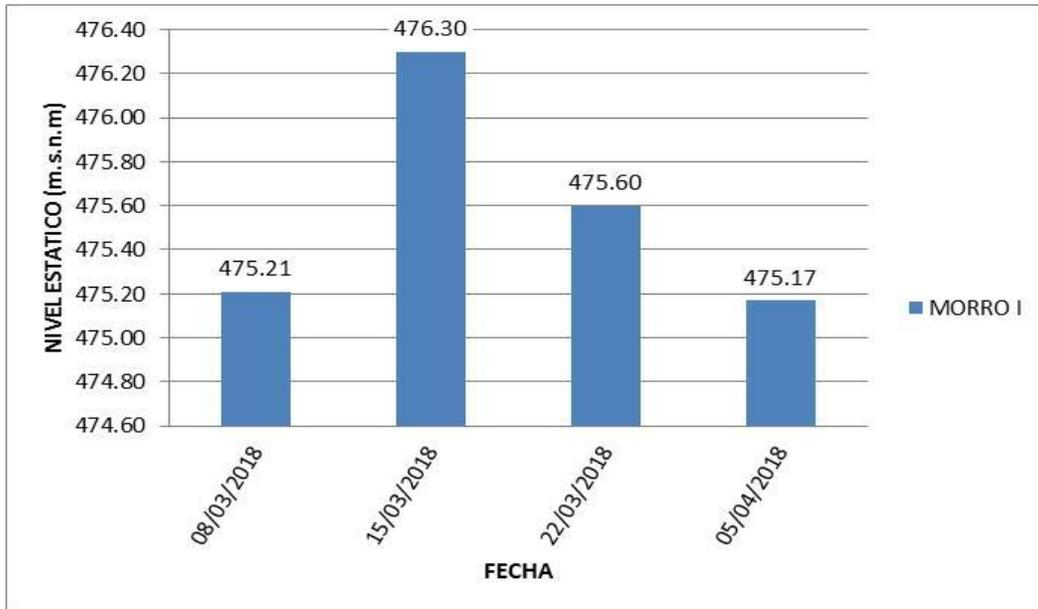


Figura 40. Variación del Nivel Estático en el pozo Morro I durante el periodo de mediciones. Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462. Fuente: Los Autores (2018)

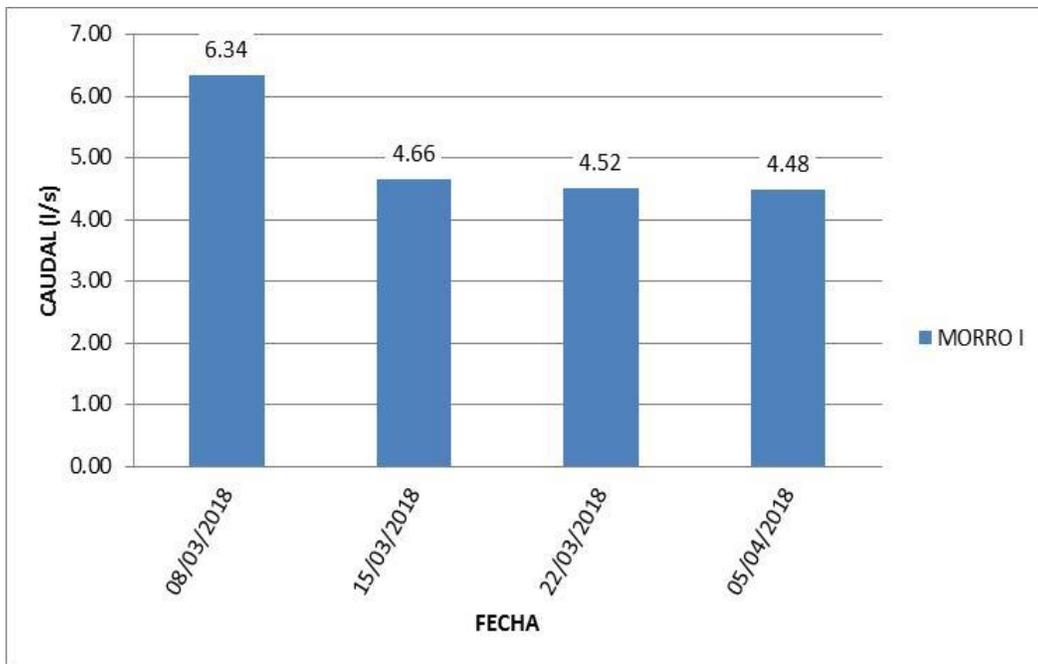


Figura 41. Variación del Caudal en el pozo Morro I durante el periodo de mediciones. Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462. Fuente: Los Autores (2018)

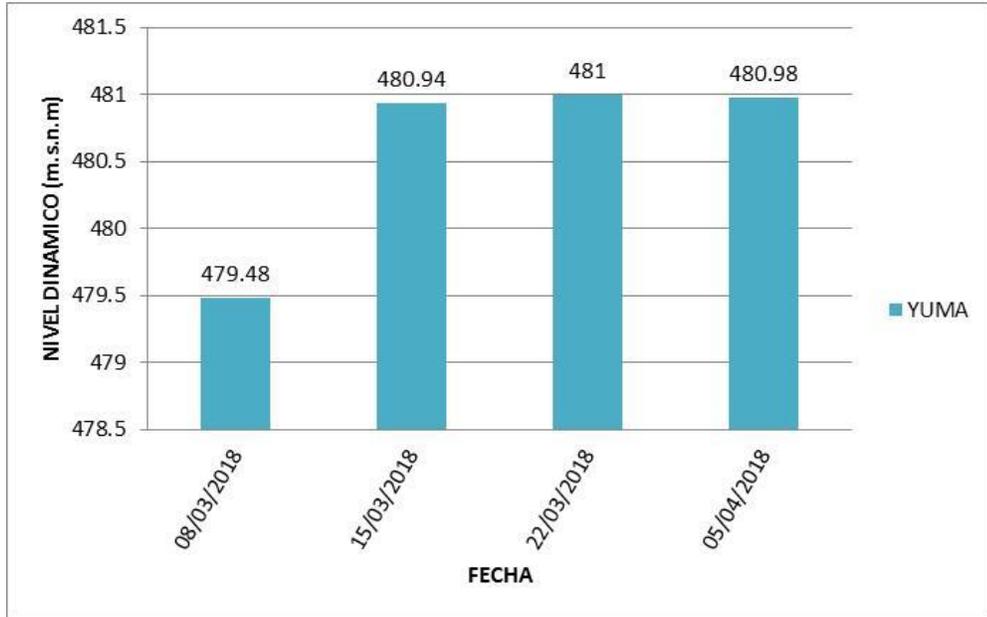


Figura 42. Variación del Nivel Dinámico en el pozo Yuma durante el periodo de mediciones. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. Elevación 463. Fuente: Los Autores (2018)

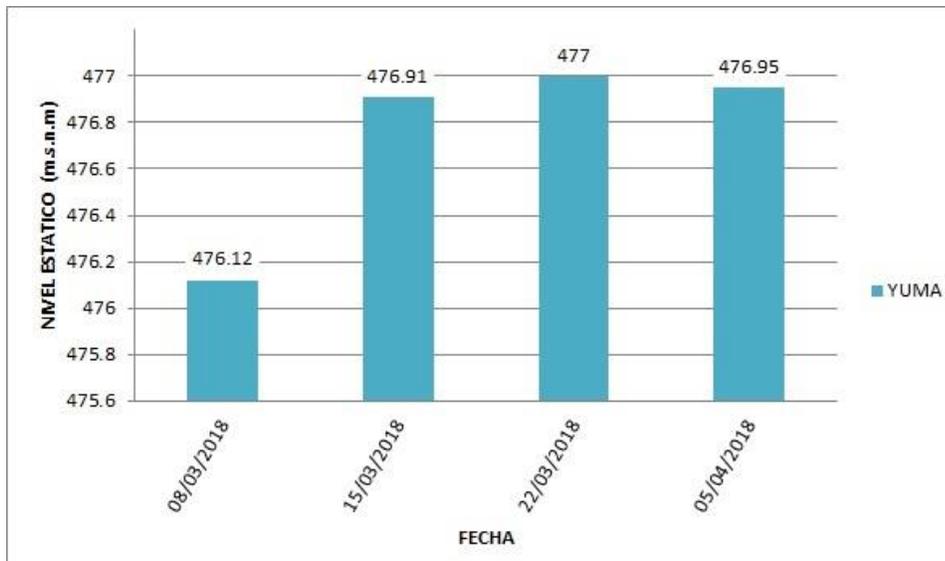


Figura 43. Variación del Nivel Estático en el pozo Yuma durante el periodo de mediciones. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. Elevación 463. Fuente: Los Autores (2018)

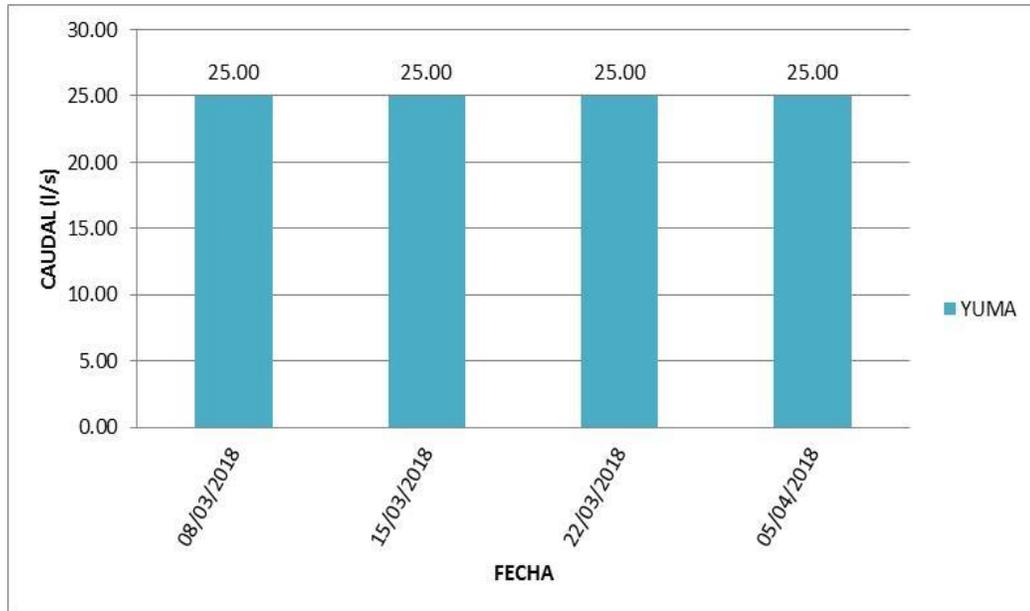


Figura 44. Variación del Caudal en el pozo Yuma durante el periodo de mediciones. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. Elevación 463. Fuente: Los Autores (2018)

Resultados de la Estimación de Parámetros hidráulicos de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento de la Zona Centro-B del Municipio San Diego, Edo. Carabobo

Los resultados de la estimación de parámetros hidráulicos como transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego del Estado Carabobo, se logró mediante la prueba de caudal variable realizada el día 22/03/2018. Los resultados se muestran en la tabla 16. La prueba de Caudal Variable fue realizada en el pozo El Morro I de coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. San Diego, Edo. Carabobo, teniendo como pozo de observación el pozo Yuma, coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. San Diego, Edo. Carabobo.

Tabla 17. Identificación del pozo utilizado para la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del Municipio San Diego, Edo. Carabobo.

Coordenadas UTM	Pozo de Observación		Pozo de Bombeo	
		1130251 N	614197 E	1129798 N
Descenso (m)	13.60			
r (m)	777.54			

Fuente: Los Autores

Tabla 18. Valores obtenidos de la prueba de Caudal Variable en el pozo El Morro I. Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación: 462 m. San Diego, Edo. Carabobo.

PRUEBA DE CAUDAL VARIABLE (22/03/2018)		
TIEMPO (min)	CAUDAL (l/s)	DESCENSO (m)
3	5.94	26.87
6	4.31	24.85
9	3.30	24.3

Fuente: Los Autores

1. A partir de la prueba de caudal variable se realizó un gráfico de caudal vs. Tiempo donde se evidencie el cambio de caudal a medida que se cierra la llave cada 3 minutos

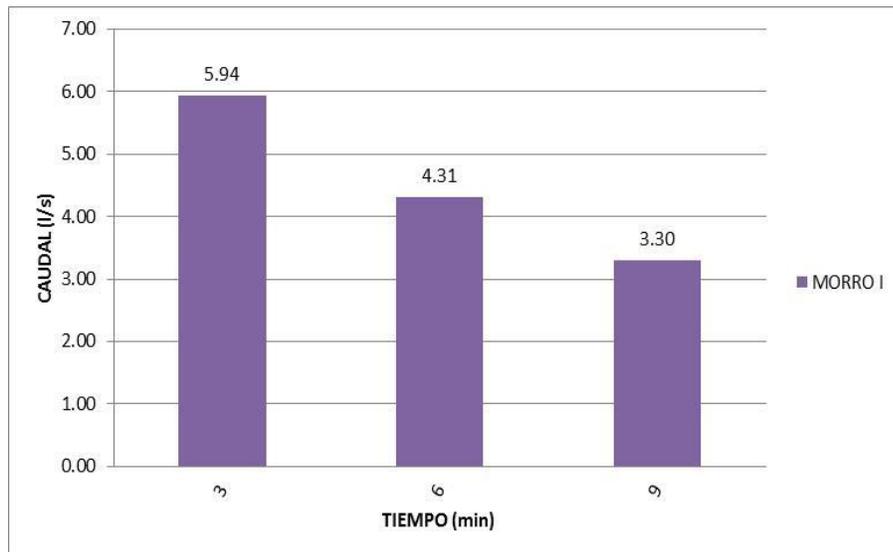


Figura 45. Caudal vs Tiempo del pozo El Morro I. Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462. Fuente: Los Autores (2018)

- También se elaboró una gráfica de Descenso vs. Tiempo, que evidencia de mejor manera la variación de nivel del pozo El Morro I, durante la prueba de caudal variable.

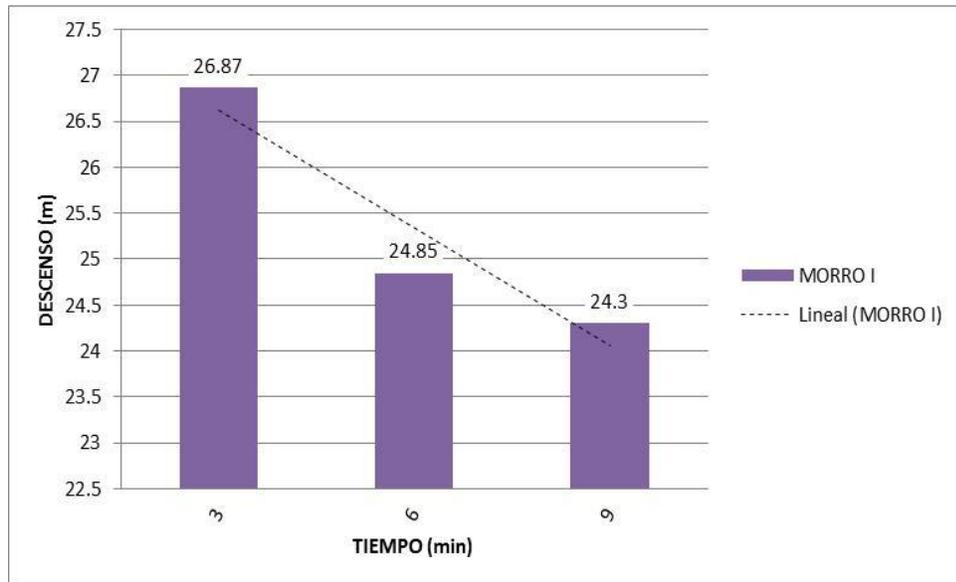


Figura 46. Descenso vs Tiempo del pozo El Morro I. Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462. Fuente: Los Autores (2018)

- Al aplicar el método de Theis, se obtienen los parámetros hidráulicos como lo es la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento del acuífero en estudio, se calculan los puntos de ajuste a partir de la superposición de las gráficas (curva de Theis y curva de la función del pozo), de esto se obtuvo como resultado una Transmisividad de 12,87 m²/día y un Coeficiente de Almacenamiento de 7,10E-10.

Ejemplo de Cálculo de Theis

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

Dónde:

d = es el descenso (cambio en la presión hidráulica en un punto desde el comienzo de la prueba)

Q = es la tasa de bombeo del pozo (volumen por unidad de tiempo, en m^3/s)

T y S son la transmisividad y el almacenamiento del acuífero alrededor del pozo (m^2/s y adimensional respectivamente)

u = es un parámetro adimensional, que se representa con la siguiente ecuación:

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

Despejando los valores de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento, resulta:

$$T = \frac{Q}{4\pi d} W(u) \quad (3) \quad \text{y} \quad S = \frac{4tTu}{r^2} \quad (4)$$

Sustituyendo los valores en la Ecuación (3), resulta:

$$QW(u) = W(u) * Q \frac{m^3}{dia} = 5,64 * 390,13 = 2200,36 \frac{m^3}{dia}$$

$W(u)$ se obtiene de la Superposición de Graficas y Q es el caudal medio en m^3/dia

$$4\pi d = 4 * \pi * 13,60 \text{ m} = 170,90 \text{ m}$$

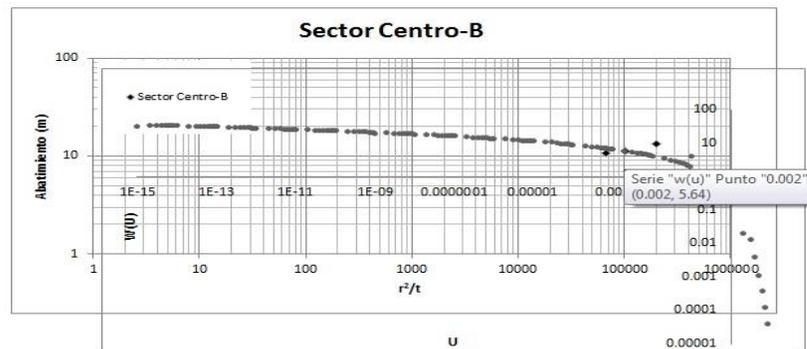


Figura 47. Resultados de superposición de graficas del pozo El Morro I. Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462. Fuente: Los Autores (2018)

Sustituyendo finalmente en la ecuación (3), resulta:

$$T = \frac{2200,36 \frac{m^3}{dia}}{170,90 m} = 12,87 \frac{m^2}{dia}$$

Sustituyendo valores en la ecuación (4), resulta:

$$\frac{r^2}{t} = 145.096.428 \frac{m^2}{dia}$$

$$\frac{1}{u} = 500,000$$

$$T = 12,87 \frac{m^2}{dia}$$

$$S = 7,10 * 10^{-10}$$

Tabla 19. Punto de Ajuste en el cálculo de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento en el pozo El Morro I. Coordenadas UTM 613566 E: 1129798 N. Elevación: 462 m. San Diego, Edo. Carabobo.

Punto de Ajuste			
W(u)	U	ho-h (m)	r ² /t (m ² /dia)
5,64	0,002	11,25	145.096.428

Fuente: Los Autores (2018)

Tabla 20. Parámetros necesarios para la aplicación de Theis en el pozo El Morro I. Coordenadas UTM 613566 E: 1129798 N. Elevación: 462 m. San Diego, Edo. Carabobo.

Parámetros para la Aplicación de Theis				
QW(u)	1/u	4πd	4T	r ² /t (m ² /dia)
2200,36	170,90	5.00E+02	5,15E+01	145.096.428

Fuente: Los Autores (2018)

Tabla 21. Parámetros de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento en el pozo El Morro I. Coordenadas UTM 613566 E: 1129798 N. Elevación: 462 m. San Diego, Edo. Carabobo.

Transmisividad	T (m ² /día)	12,87
Coeficiente de Almacenamiento	S	7.10E-10

En la estimación del coeficiente de almacenamiento se obtuvo $7,10E-10$ que de acuerdo a la Tabla 2. Valores de Coeficientes de Almacenamiento de Sánchez (2007), se clasifica como un Acuífero Confinado. Y un valor de Transmisividad de $12,87 \text{ m}^2/\text{día}$ que al comparar con la Tabla 3. Valores de Transmisividad de Benítez (1992) se clasifica como un acuífero de Baja Transmisividad.

Discusión de Resultados

- Se realizó una visita guiada por los pozos en la Zona Centro del Municipio San Diego, junto con el personal de Hidrocentro donde se constató la existencia de 17 pozos de agua subterránea, de los cuales 16 están destinados para abastecimiento poblacional, uno de estos se encuentra inactivo y por último uno para abastecimiento comercial.
- Se obtuvieron las Coordenadas UTM tanto del pozo de observación (Pozo Yuma) como del pozo de bombeo (Pozo El Morro I), mediante el software Google Earth
- Se realizó un análisis físico-químico y bacteriológico en el Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas a muestras obtenidas en ambos pozos tanto de bombeo como de observación, Coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N y 614197 E; 1130251 N, el día 03/04/2018 arrojando valores aceptables y dentro del rango máximo establecido por la Norma Sanitaria de Calidad del Agua Potable Gaceta N° 36395, la Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia Gaceta N° 5305 y la Norma de Calidad de Aguas Naturales, Industriales y Residuales COVENIN 2771-91
- El estudio de los pozos se llevó a cabo durante un mes, con una medición semanal. Las variaciones del nivel estático oscilaron en promedio alrededor de los 70 cm, este drástico cambio se debe a que

estadísticamente el muestreo se ejecutó en uno de los meses donde se registran altas temperaturas, especialmente en la región Central. La primera semana de mediciones el nivel freático se encontraba a un nivel mayor, presentando el descenso a lo largo del mes por el periodo de sequía experimentado en el Municipio San Diego. Con respecto al nivel dinámico oscilaron cerca de los 60 cm, sin embargo en la medición del caudal variable experimento su mayor descenso de 2,00 m debido al gasto extraído a caudal constante durante un periodo de 5 minutos.

- La prueba de caudal variable fue realizada el día 22/03/2018 en el pozo de bombeo, El Morro I de coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N, y teniendo como pozo de observación al ubicado en la urbanización Yuma de coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. La distancia lineal medida entre ambos pozos fue de 777,54 m, estimada mediante el software Google Earth. En la estimación del coeficiente de almacenamiento se obtuvo $7,10E-10$ que de acuerdo a la Tabla 2. Valores de Coeficientes de Almacenamiento de Sánchez (2007), se clasifica como un Acuífero Confinado. Y un valor de Transmisividad de 12,87 m²/día que al comparar con la Tabla 3. Valores de Transmisividad de Benítez (1992) se clasifica como un acuífero de Baja Transmisividad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se estableció la ubicación geográfica de los pozos en estudio (Bombeo y Observación) mediante la aplicación del software Google Earth, resultando el pozo de Bombeo, ubicado en la urbanización El Morro I de coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N, Elevación: 462 m. y el pozo de Observación, ubicado en la urbanización Yuma de coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N, Elevación 463 m. Sin embargo, se identificaron en la zona Centro del Municipio San Diego, Estado Carabobo en totalidad 17 pozos de aguas subterráneas, que clasificados de acuerdo a su uso, 16 pozos son destinados para el abastecimiento poblacional, lo cual representa un 94.12% de la muestra, y un pozo destinado abastecimiento comercial, lo cual es un 5.88% de la data; además de la totalidad de los pozos destinados al abastecimiento poblacional un pozo se encuentra inactivo por fallas electromecánicas, el cual está ubicado en la urbanización El Morro II.
2. Los estudios físico-químicos y bacteriológicos realizados a las muestras de agua de ambos pozos El Morro I y Yuma, realizados por el Laboratorio Ambiental Aragua, Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas, arrojaron valores aceptables según las especificaciones contenidas en la Norma Sanitaria de Calidad del Agua Potable Gaceta N° 36.395, la Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia Gaceta N° 5.305 y la Norma de Calidad de Aguas Naturales, Industriales y Residuales COVENIN 2771-91, siendo el agua subterránea contenida en el pozo apta para el consumo diario de los habitantes de las zonas residenciales del estudio.

3. La variación del nivel estático y nivel dinámico del pozo de Bombeo de coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N, Elevación: 462 m (El Morro I) se mantuvo en rangos aceptables a lo largo del tiempo de estudio del mismo, lo cual indica que el pozo no se encuentra sobre explotado
4. La transmisividad se encuentra en el rango de clasificación Baja, lo que indica que la cantidad de agua que se filtra a través del suelo es poca debido a la composición geológica del mismo, como acuífero detrítico debido a los depósitos sedimentarios que forman parte de su perfil litológico lo cual le confiere al acuífero una transmisividad baja.
5. El estudio de los parámetros hidráulicos estimados como el coeficiente de almacenamiento y la transmisividad servirá para tener control, cuidado y preservación del acuífero del Municipio San Diego del Estado Carabobo, los cambios en los niveles estáticos, dinámicos y de caudal durante el periodo de estudio se mantuvieron constantes.

Recomendaciones

1. Ejecutar la prueba de caudal variable a los 17 pozos de la zona Centro del Municipio San Diego del Estado Carabobo, para tener una mejor estimación de los parámetros hidráulicos de acuífero.
2. Desarrollar estos estudios al menos dos veces al año para tener mejor control sobre el estado actual y comportamiento del acuífero.
3. Realizar el análisis físico-químico a los demás pozos de la zona centro de San Diego para estar seguro que el agua de cada pozo sea apta para el consumo humano.
4. Hacer el mismo caso de estudio a nivel regional, especialmente en los municipios con mayor densidad poblacional, como Guacara, Los Guayos, Libertador y Valencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUAS NATURALES, INDUSTRIALES Y RESIDUALES. COVENIN 2771-91

Alcaldía de San Diego (2014) *Plan Municipal de Desarrollo San Diego 2012-2017*. Disponible en: http://www.alcaldiadesandiego.gob.ve/pdf/clpp_ibhm/Plan%20Mcpal.%20Desarrollo%202014-2017.pdf

Arias F. (2006) *Proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. Cuarta Edición. Editorial: Epsiteme. Caracas.

Auge (2004). *Vulnerabilidad de acuíferos. Conceptos y métodos*. Buenos Aires: CONICET

Cartaya H. y Guevara E. (1991) *Hidrología: una introducción a la ciencia hidrológica aplicada*. Primera Edición. Editorial: Universidad de Carabobo, Venezuela.

Carrillo V. (2015) *Vulnerabilidad Hidrogeológica del Acuífero del Municipio San Diego, Estado Carabobo*. Trabajo especial de Postgrado. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela. Disponible en: <http://pdgbc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/2420/1/vcarrillo.pdf>

Carrizales A. y Urdaneta L. (2017) *Análisis de los parámetros hidráulicos del Municipio San Diego durante 2017. Caso: Sector Centro*. Trabajo especial de grado. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

Cordero J. y Jiménez M. (2017) *Análisis de los parámetros hidráulicos del acuífero del Municipio San Diego durante 2017. Caso: Sector Norte*. Trabajo especial de grado. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

Decarli, F. (2012). *Institucionalidad y participación social en la gestión de las aguas subterráneas en Venezuela*. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/groundwatergovernance/docs/Montevideo/Presentations/PS5_FDecarli.pdf

Decoud P. y Rocha L. (2011) *Aportes a la hidráulica subterránea del acuífero Guaraní en el NW del Uruguay*. Conferencia. First Joint World Congress on Groundwater. Montevideo, Uruguay. Disponible en: <https://aguassubterraneeas.abas.org/asubterraneeas/article/view/23504/15590>

Fernandez S. (2012) *Caracterización del comportamiento de las aguas subterráneas en Venezuela mediante el análisis de datos de gravedad derivados de sensores satelitales (GRACE)*. Trabajo especial de Postgrado. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. Disponible en: http://bibliogeo.ing.ucv.ve/cgi-win/be_alex.cgi?Acceso=T041500007944/0&Nombrebd=bfiegucv

Gil J. (2011) *Recursos Hidrogeológicos*. Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad Central de Venezuela, Caracas. Venezuela. Disponible en: <http://gea.ciens.ucv.ve/geoquimi/hidro/wpcontent/uploads/2011/07/recursos.pdf>

Granadino M. (2012) *Evaluación hidrogeológica-geofísica de las formaciones Mesa y Las Piedras aflorantes en Santa Clara, Estado Anzoátegui*. Trabajo especial de grado, Universidad Central de Venezuela. Disponible en: http://bibliogeo.ing.ucv.ve/cgi-win/be_alex.cgi?Acceso=T041500007487/0&Nombrebd=bfiegucv&Destacar=agua;subterranea;venezuela;

Instituto Geológico Minero de España (2014). *A cuidar las aguas subterráneas. Acuíferos*. Disponible en: http://www.cs_sociales/091127aguas%20subterraneas/acuferos.html

Instituto Nacional de Estadística (2014) XIV censo nacional de población y vivienda, Estado Carabobo. Disponible en: <http://www.ine.gov.ve/documentos/Demografia/CensodePoblacionyVivienda/pdf/carabobo.pdf>

Mihelcic J. y Zimmerman J. (2012) *Ingeniería Ambiental: fundamentos, sustentabilidad, diseño*. Primera Edición. Editorial: Alfaomega, México

NORMA PARA LA UBICACIÓN, CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO DE POZOS DESTINADOS AL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. Gaceta N° 36.395

NORMAS SANITARIAS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE. N° 36.395

NORMA PARA LA CLASIFICACION Y EL CONTROL DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE VALENCIA, Gaceta N° 5.305

ONU (2015) *GRAPHIC Aguas subterráneas y cambio climático*. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002428/242861s.pdf>

Palma M. y Vegas D. (2016) *Estimación de parámetros hidráulicos del acuífero del Municipio San Diego 2016: Zona Norte, Estado Carabobo*. Trabajo especial de grado. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

Rivero (2015) *Elaboración de mapas de propiedades Hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego Estado Carabobo durante el año 2015. Caso: Sector Industrial*. Trabajo especial de grado. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

Rojas E. y Serrano A. (2007) *Importancia del agua subterránea como fuente de abastecimiento de agua potable en Venezuela*. Trabajo especial de grado. Universidad de Oriente. Puerto la Cruz, Venezuela. Disponible en: <http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/handle/123456789/272>

Sánchez F. () *Hidráulica de captaciones: Fundamentos*. Universidad de Salamanca. Disponible en: <http://hidrologia.usal.es/temas.html>

World Water Council (2003) *Summary of the third world water forum & ministerial conference in Kyoto, Japan*. Disponible en: <http://www.iisd.ca/sd/3wwf/>

ANEXO A

Identificación y ubicación de los pozos del sector centro del Municipio San Diego del Estado Carabobo. Información facilitada por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente.

Nº POZO	X	Y	Z	Ppozo	Qm	ND	NE	Usuario	RF	Sector	Uso	Resp	Fnf	Lic.	
1	613568	1128798	462.00	N/E	12.00	30.9	11.23	Hidrocentro	G-20008027-2	Lib. Mono1, Av 12-A CIC Av 142	Abastecimiento poblacional	HIDROCENTRO	NO	NO	
2	613892	1128903	470.00	N/E	12.00	18.2	N/E	Hidrocentro	G-20008027-3	Lib. Mono, Av 144	Abastecimiento poblacional	HIDROCENTRO	NO	NO	
3	614368	1131358	462.00	N/E	12.00	N/E	N/E	Hidrocentro	G-20008027-4	Lib. Valle de Oro, Final Av Principal	Abastecimiento poblacional	HIDROCENTRO	NO	NO	
4	614472	1131704	467.00	N/E	13.00	27.30	N/E	Hidrocentro	G-20008027-5	Zonas verdes de la Lib. Valle de oro cercanas a las zonas protectoras del río	Abastecimiento poblacional	HIDROCENTRO	NO	NO	
5	613367	1130435	465.00	N/E	20.00	24.00	N/E	Hidrocentro	G-20008027-6	Lib. La esmeralda, Donjulo Centeno, vía de servicio CIC Av 1	Abastecimiento poblacional	HIDROCENTRO	NO	NO	
6	612589	1130935	483.00	N/E	12.00	65.10	N/E	Hidrocentro	G-20008027-7	Lib. La esmeralda Av Desarrollación Sur, dentro de las instalaciones del	Abastecimiento poblacional	HIDROCENTRO	NO	NO	
7	613060	1130695	460.00	N/E	20.00	51.4	N/E	Hidrocentro	G-20008027-8	Lib. La esmeralda, Av 79 CIC calle 154	Abastecimiento poblacional	HIDROCENTRO	NO	NO	
8	612708	1130457	472.00	N/E	5.00	N/E	N/E	Hidrocentro	G-20008027-9	Lib. La esmeralda, Av 79 CIC calle 153	Abastecimiento poblacional	HIDROCENTRO	NO	NO	
9	614197	1130261	463.00	N/E	120.00	20.00	12.00	Hidrocentro	G-20008027-10	Lib. Yuma, al final de Av. Ppal. Detrás del colegio	Abastecimiento poblacional	HIDROCENTRO	NO	NO	
10	612914	1131472	473.00	N/E	9.00	45.1	N/E	Hidrocentro	G-20008027-11	Lib. La esmeralda, dentro de las instalaciones del colegio Clorinda	Abastecimiento poblacional	HIDROCENTRO	NO	NO	
11	613957	1130818	475.00	N/E	14.00	14.4	7.55	Hidrocentro	G-20008027-12	Lib. Valle Verde, dentro de las instalaciones del parque metropolitano	Abastecimiento poblacional	HIDROCENTRO	NO	NO	
12	613290	1130041	458.00	N/E	13.00	2.00	27.00	17.5	Cirilo Valle de San Diego	J-31152635-1	Av. Donjulo centeno entre mono 1 y fin de siglo	Comercial	Alejandro Perez	SI	NO
13	613796	1130979	447.00	N/E	4.00	24.8	14.33	IAMDESANDI	G-20004918-9	Lib. Valle Verde Av Desarrollación Sur	Abastecimiento poblacional	Francisco Djeda	NO	NO	
14	613944	1131956	458.00	N/E	13.00	10.9	N/E	Monte mayor	G-20008027-12	Lib. Valle de Oro, detrás de UJAP	Abastecimiento poblacional	HIDROCENTRO	NO	NO	
15	612812	1131194	477.00	N/E	N/E	N/E	N/E	Hidrocentro	N/E	La Esmeralda	Abastecimiento poblacional				
16	614122	1130878	460.00	N/E	N/E	N/E	N/E	Hidrocentro	G-20008027-12	Valle de Oro	Abastecimiento poblacional				
17	613556	1129161	476.00	N/E	N/E	33.1	N/E	Asado las Mifotas	N/E	Los Jarales	Abastecimiento poblacional				

Figura 48. Identificación y ubicación de los pozos del sector centro del Municipio San Diego del Estado Carabobo. Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente.

ANEXO B

Mapa de ubicación y uso de los pozos del municipio San Diego Estado Carabobo

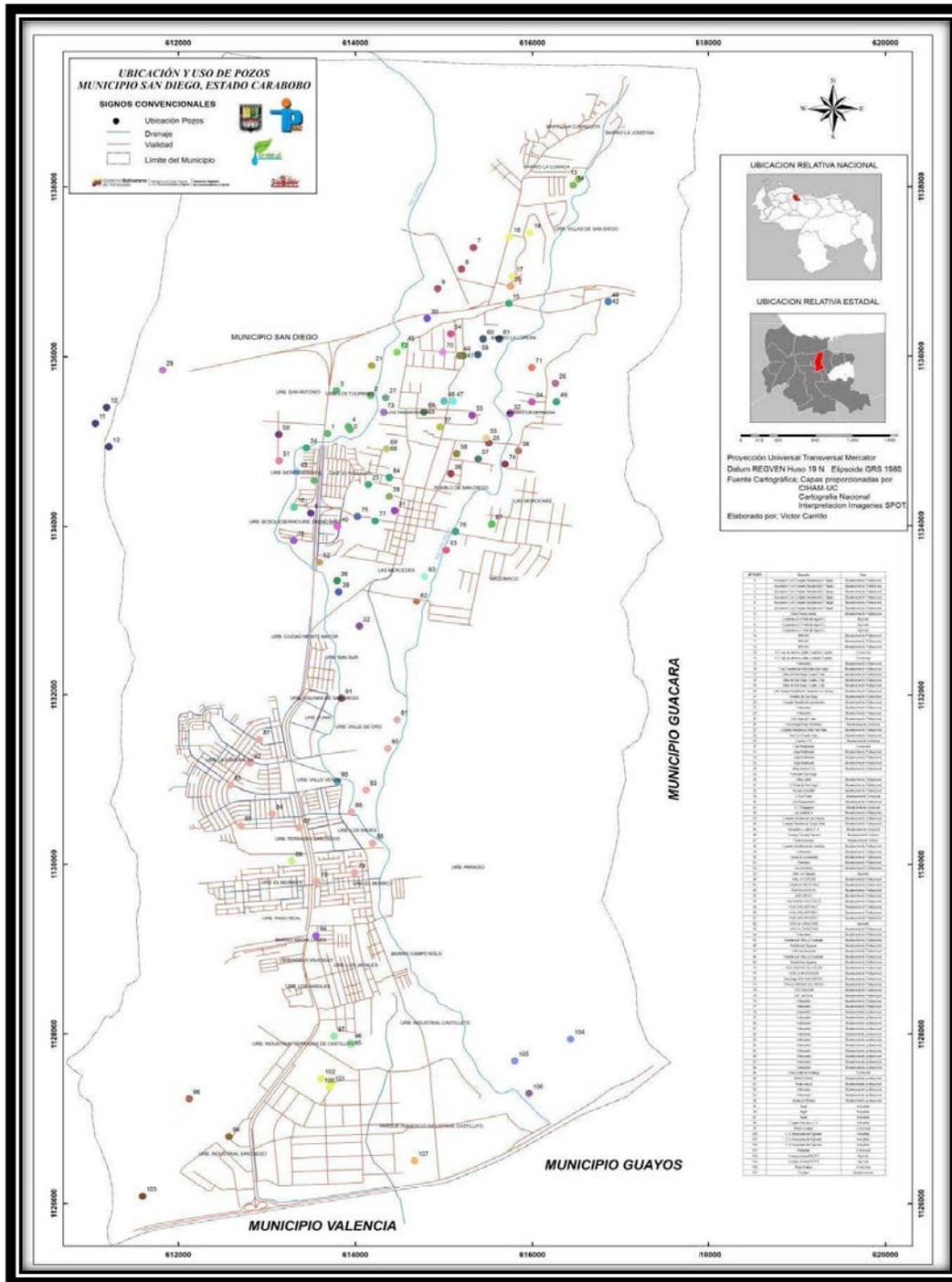


Figura 49. Mapa de ubicación y uso de los pozos del municipio San Diego Estado Carabobo. Fuente: Alcaldía de San Diego, Estado Carabobo.

ANEXO C
Mediciones de campo

Tabla 22 .Caudal Nivel Estático, Nivel Dinámico del pozo de bombeo (Morro I), coordenadas UTM 613566 E; 1129798 N. Elevación 462. Durante el periodo de mediciones.

FECHA	CAPACIDAD DEL TOBO (L)	ABERTURA DE LLAVE	TIEMPO DE LLENADO (s)	CAUDAL (L/s)	CAUDAL PROMEDIO (L/s)	NIVEL DINAMICO (m)	NIVEL ESTÁTICO (m)
08/03/2018	18,00	4/4 (FULL)	2,39	6,04	6,34	23,93	13,21
			2,88	6,25			
			2,90	6,21			
			2,78	6,47			
			2,68	6,72			
		1/2 (MEDIA)					
15/03/2018	18,00	4/4 (FULL)	2,90	6,21	6,17	24,52	14,3
			2,89	6,23			
			2,95	6,10			
			2,87	6,27			
			2,87	6,06			
		1/2 (MEDIA)	4,65	3,87	4,34	25,55	
			4,21	4,28			
			4,30	4,19			
			3,90	4,62			
			3,77	4,77			
1/4 (POCO)	4,80	3,75	3,45	25,3			
	5,24	3,44					
	5,47	3,29					
	4,98	3,61					
	5,68	3,17					
22/03/2018	18,00	4/4 (FULL)	2,99	6,02	5,34	26,87	13,6
			3,10	5,81			
			3,02	5,96			
			3,00	6,00			
			3,05	5,90			
		1/2 (MEDIA)	4,60	3,91	4,31	24,85	
			4,40	4,09			
			3,83	4,70			
			3,88	4,89			
			4,65	3,96			
1/4 (POCO)	5,63	3,20	3,30	24,3			
	5,68	3,17					
	4,97	3,62					
	4,71	3,82					
	6,71	2,68					

05/04/2018	18,00	4/4 (FULL)	2,99	6,02	6,02	23,90	13,17
			2,95	6,10			
			3,02	5,96			
			2,97	6,06			
			3,01	5,98			
		1/2 (MEDIA)	4,62	3,90	4,10	25,43	
			4,40	4,09			
			4,57	3,94			
			4,48	4,02			
			3,96	4,55			
		1/4 (POCO)	5,65	3,19	3,33	25,19	
			5,53	3,25			
			5,39	3,34			
			5,51	3,27			
			4,99	3,61			

Fuente: Los Autores (2018)

Tabla 23 .Caudal Nivel Estático, Nivel Dinámico del pozo de observación (YUMA), coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. Elevación 463. Durante el periodo de mediciones.

FECHA	CAPACIDAD DEL TOBO (L)	CAUDAL PROMEDIO (L/s)	NIVEL ESTÁTICO (m)	NIVEL DINAMICO (m)
08/03/2018	18	25,00	13,12	16,48
15/03/2018	18	25,00	13,91	17,94
22/03/2018	18	25,00	14	18
05/04/2018	18	25,00	13,95	17,98

Fuente: Los Autores (2018)

Memoria fotográfica de los días de mediciones.



Figura 50. Medición del nivel estático del pozo Morro I, en compañía del técnico Elisaul García Coordenadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 08/03/2018. *Fuente: Los Autores*



Figura 51. Medición del nivel dinámico y caudal del pozo Morro I, en compañía del técnico Elisaul García Coordenadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 08/03/2018. Fuente: Los Autores



Figura 52. Medición del nivel estatico del pozo YUMA en compañía del Tecnico Elisaul García. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. Elevacion 463 m.s.n.m. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 08/03/2018. Fuente: Los Autores



Figura 53. Medición del caudal del pozo YUMA en compañía del Técnico Elisaul García. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. Elevación 463 m.s.n.m. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 08/03/2018. Fuente: Los Autores



Figura 54. Medición del nivel estático del pozo YUMA en compañía del Técnico Elisaul García. Coordenadas UTM 614197 E; 1130251 N. elevación 463 m.s.n.m. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 22/03/2018. Fuente: Los Autores



Figura 55. Medición del nivel dinámico y caudal del pozo Morro I, Coordenadas UTM 613566E; 1129798N. Elevación 462 msnm. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 05/04/2018. Fuente: Los Autores



Figura 56. Técnico de Hidrocentro, Elisaul García junto a las tesisas. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 05/04/2018. Fuente: Los Autores

ANEXO D

Análisis físico-químico y bacteriológico del agua de los pozos estudiados

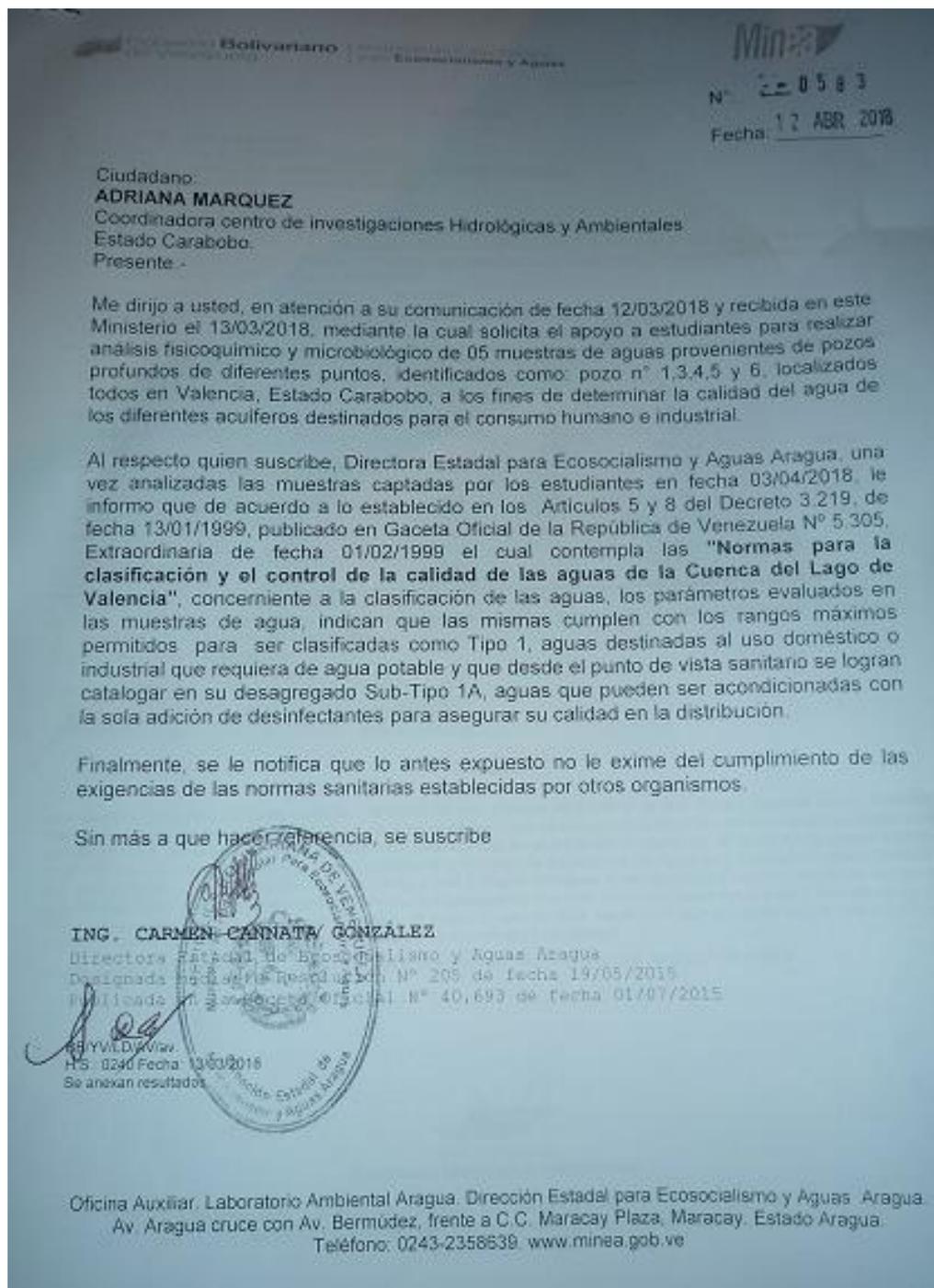


Figura 64. Resultados de la clasificación de las aguas de los pozos estudiados. Fecha 12/04/2018. Fuente: Minea

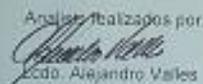
Ministerio del Poder Popular para el Poder Judicial y la Defensa del Consumidor y Agente
DIRECCION ESTADAL PARA ECOSISTEMAS Y AGUAS

RESULTADOS

SOLICITADO POR: ADRIANA MARQUEZ
 LUGAR DE CAPTACION: POZO PROFUNDO (POZO N° 6)
 MOTIVO ANALISIS: CALIDAD DEL AGUA
 APARENCIA DE LAS MUESTRAS: AGUAS CRISTALINAS
 TIPO DE MUESTRA: SIMPLE
 FECHA DE CAPTACION: 03/04/2018
 DIRECCION: URB. YUMA AL FINAL DE LA AV. PRINCIPAL DETRAS DEL COLEGIO, VALENCIA, ESTADO CARABOBO
 OBSERVACIONES: AGUA CRISTALINAS E INODORAS. LAS AGUAS SON EMPLEADAS PARA CONSUMO HUMANO Y NO SE APLICA UN PROCESO DE DESINFECCION. MUESTRAS CAPTADAS POR EL INTERESADO PREVIA INDUCCION POR PERSONAL DEL LABORATORIO.
 COORDENADAS GEOGRAFICAS: N. 1.130.251 E. 814.197

CODIGO	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	AGUA TIPO 1 SUB-TIPO 1A*	OBSERVACION
2510-B	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	µS/cm	460	N.A.	
2340-C	DUREZA TOTAL	mg/l CaCO ₃	254	500	CUMPLE
3500-D	DUREZA CALCICA	mg/l CaCO ₃	119	N.A.	
3500-Mg-E	DUREZA MAGNESICA	mg/l CaCO ₃	135	N.A.	
2320-B	ALCALINIDAD	mg/l CaCO ₃	220	N.A.	
4500HB	pH		7.47	6.0 - 8.5	CUMPLE
2540-C	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	298	1.500	CUMPLE
4500-B	CLORURO	mg/L	22	500	CUMPLE
4500-E	SULFATO	mg/L	25	400	CUMPLE
4500-C	NITRITO (N)	mg/L	<0.01		CUMPLE
4500-C	NITRATO (N)	mg/L	0.6	Suma nitrato y nitrato 1.00	
3500-D	CALCIO	mg/L	48	N.A.	
3500-E	MAGNESIO	mg/L	33	N.A.	
9221-B	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	<1.1	< 2.000	CUMPLE

* Artículo 8, Capítulo II, De la Clasificación de las Aguas, Decreto N° 3.219 de fecha 13/01/1999, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.305, Extraordinaria de fecha 01/02/1999 el cual contempla las "Normas para la clasificación y el control de calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia".
 N.A.: No Aplica un valor en las normas.

Analisis Realizados por: 
 Cdo. Alejandro Valles


 M.Cs. Luisa Durán

Conclusión

La evaluación realizada a las aguas captadas a la salida del pozo profundo localizado en la Urb. Yuma al final de la avenida principal del colegio, Valencia Estado Carabobo, indican que las mismas cumplen con los rangos máximos permitidos para los parámetros analizados y establecidos en el Artículo 8 del Decreto N° 3.219 de fecha 13/01/1999, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.305 Extraordinario de fecha 01/02/1999 el cual contiene las "Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", en concordancia las aguas se pueden clasificar como agua Tipo 1, "Aguas destinadas al consumo humano y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entra en contacto con él", en su desagregado Sub-Tipo 1A, "Aguas que desde el punto de vista sanitario se acondicionadas con la sola adición de desinfectantes" de acuerdo a lo establecido en el Artículo 5 del decreto antes mencionado.

Los resultados aquí descritos, estarán sujetos a la discusión y recomendaciones establecidas en el oficio de entrega.


 M.Cs. Luisa Durán
 Responsable Laboratorio Ambiental Aragua

Figura 65. Resultados físicos-químicos y bacteriológicos del Pozo YUMA. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 12/04/2018. Fuente: Minea

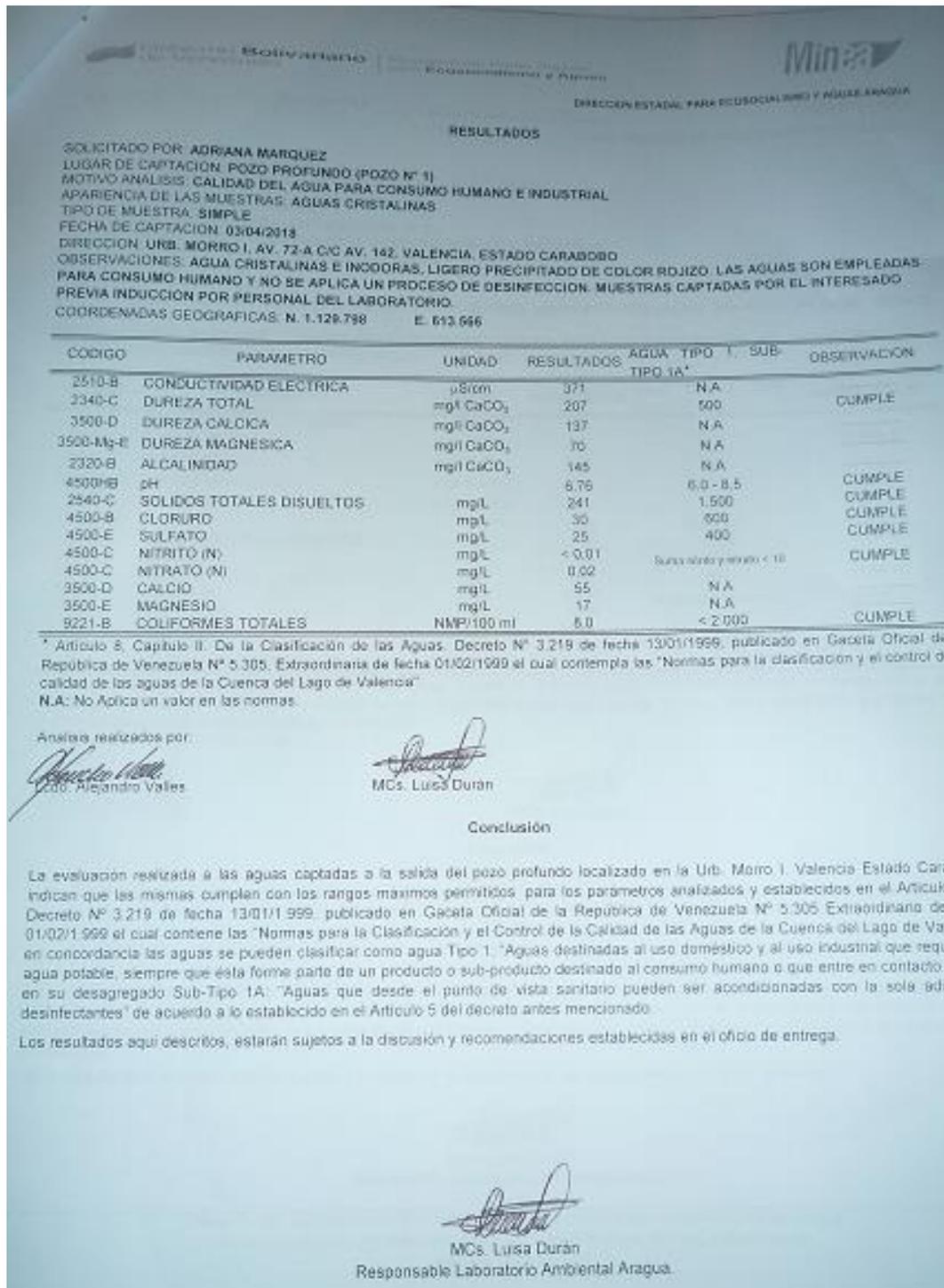


Figura 66. Resultados físicos-químicos y bacteriológicos del Pozo Morro I. Zona Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 12/04/2018. Fuente: Minea