



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN EL ACUÍFERO DEL
MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO EN EL AÑO 2016,
SECTOR ZONA INDUSTRIAL**

Autores: Hernández D. Carlos A.

Vázquez F. Franklin A

Tutor: Msc. Ing. Márquez Adriana

Naguanagua, Junio de 2016



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN EL ACUÍFERO DEL
MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO EN EL AÑO 2016,
SECTOR ZONA INDUSTRIAL**

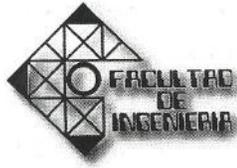
Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autores: Hernández D. Carlos A.

Vázquez F. Franklin A

Tutor: Msc. Ing. Márquez Adriana

Naguanagua, Junio de 2016



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: “ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN EL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO DURANTE EL AÑO 2016, SECTOR ZONA INDUSTRIAL.”; realizado por los Bachilleres: Carlos A. Hernández D. y Franklin A. Vázquez F, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Presidente del Jurado
Adriana Márquez
C.I 12.604.007

Miembro del Jurado
Gerardo Huguet
C.I 4.859.589

Miembro del Jurado
Ítalo Salazar
C.I 11.354.542

INDICE

DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTOS	VIII
RESUMEN.....	XIII
INTRODUCCION	14
CAPITULO I	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
Formulación del Problema	20
Objetivos de la Investigación	20
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos	20
Justificación.....	21
Limitaciones y alcance	23
CAPÍTULO II	24
MARCO TEÓRICO	24
Antecedentes de la Investigación	24
MARCO REFERENCIAL	28
Bases teóricas	31
CAPITULO III	39
MARCO METODOLÓGICO	39
Tipo de investigación	39
Diseño de Investigación	39
Población y Muestra	40
Población	40
Muestra	40

Fases de la Investigación.....	40
CAPITULO IV	52
ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	52
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
CAPITULO V	64
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	66
ANEXOS	69

DEDICATORIA

El trabajo presentado a continuación se lo dedico a mi familia, quien ha sido la base fundamental por la que he llegado hasta este punto de mi vida.

A mi Madre Solangel Díaz por encargarse de que nada me falte y apoyarme ante cualquier circunstancia que se me haya presentado a lo largo de este trayecto.

A mi Padre Carlos Hernández por sus consejos, por el apoyo que me ha brindado y por ser ejemplo de fortaleza.

A mi hermana Ana María Hernández por ser mi compañera de vida, por su amor, comprensión y ayuda en momentos difíciles.

A mi novia Brigitte Barrios por su infinito amor, comprensión y apoyo cuando más lo necesito.

A Dios por ser la guía que ilumina mi camino y por poder contar con él en todo momento.

Carlos Hernández

DEDICATORIA

A Dios el ser supremo, ante todo por iluminar día a día mis pasos, dándome la fortaleza e inteligencia para lograr concluir con éxito la presente investigación.

A mi madre Vicenta Fernández y mi Padre Felipe Vázquez por su apoyo incondicional y guiar mis pasos para lograr mis metas profesionales.

A mi esposa Migdelis Charmel la cual cada día me brinda fortaleza, orientación y apoyo incondicional para lograr culminar la presente investigación y día tras día lograr crecer a la voluntad de Dios en todos los ámbitos de mi vida.

A mi hijo Isaías Vázquez para que aproveche este ejemplo de crecimiento profesional y pueda lograr sus sueños teniendo en cuenta que no existen obstáculos que no puedan ser vencidos.

Franklin Vázquez

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco infinitamente a Dios por haberme permitido llegar hasta este momento, siendo él, testigo de todo mi esfuerzo y dedicación.

A mi madre Solangel Díaz, por la educación que me ha dado, por sus sabios consejos y por la confianza que me ha brindado para llegar a ser, quien hoy en día soy.

A mi padre Carlos Hernández, por el apoyo incondicional, por ser un padre responsable y atento con todas mis necesidades.

A mi hermana Ana María Hernández y mi cuñado Armando Salazar por ser de gran ayuda en los momentos apremiantes y muestra de compañía y apoyo incondicional.

A mi novia Brigitte Barrios por su comprensión, dedicación, paciencia, gran apoyo e infinito amor, gracias a ella, doy todo de mí para ser una mejor persona cada día.

A mis compañeros que han sido como una familia en todo este camino, y parte de mi éxito ha venido acompañado del apoyo que ellos me han brindado, son un gran ejemplo de cariño, afecto, comprensión y madurez. Le doy gracias a Dios por haberlos puesto en mi camino y siempre formarán parte de mí adonde quiera que vaya, gracias infinitas a: Randy Rivas, Jhondry Matute, Jesús Conejeros, Héctor Rivas, Ricardo Cabrera, M. Carlota Mosqueda, Nathasha Méndez, Maryangel Palma, Daniel Vegas, Rafael Mendoza, Viviana Rodríguez, Carlos Landaeta, Francisco Rodríguez y Abril Rodríguez.

Carlos Hernández

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por sobre todas las cosas, por haberme guiado a culminar el presente trabajo de grado, por darme salud y voluntad en este constante proceso.

A mi madre Vicenta Fernández y padre Felipe Vázquez, los cuales me brindaron comprensión, apoyo y constancia en mi ámbito personal y profesional.

A mi esposa Migdelis Charmel por brindarme apoyo en todo momento, guía y constancia para cada día tener perseverancia y consecución en obtener este logro.

A mis compañeros por su ayuda y trabajo en equipo en todo momento para lograr alcanzar la culminación de todos nuestros proyectos y metas.

A mi tutora Adriana Márquez, quien nos proporcionó la información y apoyo necesario para lograr la culminación de esta investigación.

Franklin Vázquez

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

FIGURA 1. Mapa de Zona Industrial Municipio San Diego, Edo. Carabobo	30
FIGURA 2. Mapa del Municipio San Diego, Edo. Carabobo Sectorizado.....	30
FIGURA 3. Acuífero confinado de régimen permanente.	32
FIGURA 4. Niveles y descensos de dos puntos de observación.....	33
FIGURA 5. Condición de no equilibrio de un pozo en un acuífero confinado.	36
FIGURA 6. Gráfica de la función de pozo $W(u)$ contra u (curva típica).....	37
FIGURA 7. Grafica de los valores $h_0 - h$ contra r^2/t	38
FIGURA 8. Superposición de las figuras 6 Y 7.....	38
FIGURA 9. Ubicación geográfica del Pozo en Google Earth	41
FIGURA 10. Coordenadas Cartesianas del Pozo según Google Earth.....	42
FIGURA 11. Coordenadas UTM del Pozo según Google Earth.	42
FIGURA 12. Coordenadas UTM del Pozo según Google Earth.	43
FIGURA 13. Coordenadas UTM del Pozo en Protinal Proagro según Google Earth	44
FIGURA 14. Medición de Niveles en el pozo N°3 de Bigott en compañía de la representante Adriana Marco. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/09/16.	46
FIGURA 15. Medición de Niveles en el pozo N°3 de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 12/09/16.....	46
FIGURA 16. Medición de Niveles en el pozo N°3 de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 15/09/16.....	47
FIGURA 17. Medición de Niveles en el pozo N°3 de Bigott en compañía de la representante Adriana Marco. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 22/09/16.	47

FIGURA 18. Medición de Niveles en el pozo N°13 de Proagro. Coordenadas UTM 614670E; 1126502N. Elevación: 451 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/16.....	48
FIGURA 19. Medición de Niveles en el pozo N°3 de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/16.....	48
FIGURA 20. Medición de Niveles en el pozo N°3 de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/16.....	49
FIGURA 21. Prueba de Caudal Variable en el pozo N°3 de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/16.....	49
FIGURA 22. Utilización del comando “Regla” en Google Earth para medir la distancia entre los pozos.....	50
FIGURA 23. Distancia entre el pozo de bombeo y el pozo de observación.....	51
FIGURA 24. Clasificación según utilidad de pozos en el Sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.....	53
FIGURA 25. Clasificación de pozos según su estado operacional en el Sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.....	54
FIGURA 26. Nivel en función del Tiempo, análisis de prueba de caudal variable del pozo N°3 C.A Cigarrera Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm en C.A Cigarrera Bigott.....	55
FIGURA 27. Nivel del pozo N° 3 C.A Cigarrera Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm según días de visita a la empresa.	56
FIGURA 28. Caudales de los aforos realizados en el pozo N°3 en C.A. Cigarrera Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm.....	57
FIGURA 29. Superposición de Curvas para la obtención de los valores W(U) y 1/U en el método de Theis.	59

FIGURA 30. Valores obtenidos del estudio fisicoquímico comparados con la Norma Sanitaria de Calidad para el Agua Potable, realizado al pozo N°3 de C.A. Cigarrera Bigott Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm.....	61
TABLA 1. Valores de W(u) para diferentes u	37
TABLA 2. Programación de muestreo y niveles medidos.....	45
TABLA 3. Clasificación según utilidad de pozos en el Sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.....	52
TABLA 4. Clasificación de pozos según su estado operacional en el Sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.	53
TABLA 5. Valores obtenidos al realizar la Prueba de Caudal Variable, C.A. Cigarrera Bigott Pozo N°3 Zona Industrial Castillito del Municipio San Diego, Estado Carabobo.	55
TABLA 6. Calculo del coeficiente r^2/t a partir de los resultados de la prueba de caudal variable realizados en C.A. Cigarrera Bigott Pozo N°3 Zona Industrial Castillito del Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	57
TABLA 7. Ubicación de los Pozos utilizados en la prueba de caudal variable zona industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	58
TABLA 8. Aplicación del método de Theis en Pozos utilizados en la prueba de caudal variable zona industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. .	59
Sustituyendo en la ecuación del coeficiente de almacenamiento: $S = 5.94E-16$	60
TABLA 9. Resultados de Transmisividad (T) y Coeficiente de Almacenamiento (s) aplicando el método de Theis.....	60
TABLA 10. Valores obtenidos del estudio fisicoquímico comparados con la Norma Sanitaria de Calidad para el Agua Potable, realizado al pozo N°3 de C.A. Cigarrera Bigott Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm.....	61



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN EL ACUÍFERO DEL
MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO EN EL AÑO 2016,
SECTOR ZONA INDUSTRIAL**

Autores: Carlos Hernández
Franklin Vázquez

Tutor: Msc. Ing. Márquez Adriana

RESUMEN

La presente investigación, tuvo como finalidad la estimación de parámetros hidráulicos en el acuífero del Municipio San Diego, Estado Carabobo en el año 2016, Sector Zona Industrial, con el propósito de determinar específicamente la transmisividad y coeficiente de almacenamiento. Por parte del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas se obtuvieron datos de los 13 pozos ubicados en la zona haciendo referencia a su ubicación, uso, estado operacional y estudio fisicoquímico. A su vez se utilizó el software Google Earth para determinar las coordenadas UTM de los pozos que estuvieron involucrados dentro de la investigación. Se realizó una prueba de caudal variable donde se adquirieron datos necesarios para la estimación de la Transmisividad y el Coeficiente de Almacenamiento a través del método de Theis y se determinó, con la información obtenida de los parámetros anteriormente mencionados, que se está en presencia de un acuífero confinado. Cabe destacar, que al realizar la prueba caudal variable, el nivel dinámico no reflejó disminuciones considerables sino algunos centímetros de variación al transcurrir toda la duración del ensayo, por lo cual se llegó a la conclusión que el pozo en estudio no está sobreexplotado y que tampoco se ve afectado por el consumo de agua que genera la empresa. Las mediciones de nivel estático en el pozo se realizaron durante aproximadamente dos meses con el fin de describir las variaciones de los niveles que experimenta el acuífero en un periodo de tiempo determinado. La investigación está enfocada en reflejar y actualizar datos importantes sobre el comportamiento del acuífero en el sector de la Zona Industrial, facilitando así la planificación de proyectos que beneficien el abastecimiento de agua en la zona y un debido aprovechamiento de este recurso.

INTRODUCCION

El planeta Tierra contempla en su naturaleza, al líquido vital denominado agua, el cual se encuentra naturalmente en muchas formas y lugares de la atmósfera, 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, es importante 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 zonas subterráneas y la pequeña fracción restante se encuentra en la superficie o en la atmósfera.

En el caso de las zonas subterráneas, se presenta que el agua que allí circula se mueve a través de estratos permeables denominados acuíferos, desde zonas de recarga a zonas de descarga determinadas por entre las estructuras geológicas, poseen además tasas de flujo lentas y tiempos de residencia largos, es decir, que la velocidad va desde 1 m/año a cientos de m/día. Venezuela como país de grandes riquezas naturales y abundantes recursos hídricos, contempla importantes reservas de aguas subterráneas, las cuales constituyen cerca del 95% del agua dulce líquida existente en el planeta, así como también la parte invisible del ciclo hidrológico siendo común una subutilización irracional de este recurso comparado con el agua superficial. En general, son aguas de buena calidad utilizadas para el abastecimiento de poblaciones, previo tratamientos primarios y además pueden ser utilizadas para el riego.

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.

Cada día los usuarios que se aprovechan de este recurso aumentan, y es por ello que a pesar de los esfuerzos del hombre por mejorar el medio ambiente en el que habita y elevar su calidad de vida, la dependencia del agua es inevitable, por lo que es de suma importancia para la supervivencia del hombre la disponibilidad de agua. Esta necesidad vital para el hombre de consumir el agua, crea un aumento importante en la utilización de las aguas subterráneas, lo que genera una sobreexplotación en los acuíferos y una notable disminución en la calidad de las aguas subterráneas. Es por ello, que El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) propone ejecutar programas de mediano y largo plazo que cumplan con los lineamientos generales de las políticas ambientales, programas y un conjunto de acciones inmediatas a corto plazo, para poder planificar las exigencias de la situación de las aguas subterráneas en el país.

En conjunto, se ha propuesto activar programas exploratorios de los recursos hidrogeológicos en proyectos de fortalecimiento de las capacidades en Hidrología Subterránea y en el desarrollo de actividades con la actuación de otros organismos como el Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN), el Laboratorio Nacional de Hidráulica (LNH), el Ministerio del Poder Popular de Ciencia y Tecnología de Industrias Intermedias (MPPCTII), Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierra (MPPAT), Centros Universitarios y de Investigaciones Nacionales. (Decarli, 2009).

Ahora bien, tomando como punto de estudio al municipio San Diego del Estado Carabobo, es importante resaltar que el Plan Municipal de Desarrollo del Municipio, señala que la población ha venido creciendo con el pasar de los años, reputando un aumento en la población de un 40% desde el año 2001 hasta el año 2013, lo que se define como un crecimiento de población acelerado, esto conlleva a que se está efectuando una mayor explotación de las aguas subterráneas con el fin de

satisfacer las necesidades de la población, descartando sistema alguno que permita definir la información necesaria para contribuir con la preservación del acuífero, ya sea a través de mapas con propiedades hidrogeoquímicas que puedan dar a conocer los datos más importantes para lograr una explotación adecuada de las aguas subterráneas u otro medio eficaz determinado para ello.

Para el desarrollo del presente proyecto se cuenta con una estructura de Capítulos, tal como se presenta a continuación:

El Capítulo I o El Problema, contiene el planteamiento del problema, la formulación del mismo, el objetivo general y los específicos, así como la justificación de la investigación y su delimitación.

El Capítulo II o Marco Teórico, comprende los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y las bases legales que lo sustentan.

El Capítulo III o Marco Metodológico, está conformado por el tipo y diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección de la información, el análisis e interpretación de los datos y los procedimientos para realizar este trabajo.

Finalmente, se muestran los aspectos administrativos, tales como: los recursos materiales, institucionales y financieros necesarios para desarrollar la investigación, culminando con las referencias de autores relacionados con el mismo.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los principales acuíferos subterráneos del mundo vienen presentando una gran importancia en las últimas décadas ya que se están agotando a un ritmo alarmante según un estudio con datos captados por satélites de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio NASA.

Cuando la utilización supera la recarga natural durante un período prolongado, los niveles de aguas subterráneas disminuyen. En partes de India, China, Asia Occidental, la ex Unión Soviética, el oeste de Estados Unidos y la Península Arábiga están disminuyendo las capas freáticas, lo que limita así la cantidad de agua que puede utilizarse y de igual manera se observa que puede incrementar los costos de bombeo para los agricultores Postel (1997) y UNEP (1999). El bombeo excesivo de aguas subterráneas puede causar abuso de agua salada en las zonas costeras y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Por consiguiente en Madrás, India, el abuso de agua salada llegó 10 kilómetros tierra adentro y contaminó pozos UNEP (1996).

Según Ordoñez (2011) los acuíferos se están viendo afectados por el ser humano debido a su sobreexplotación, causando la agravación de los mismos tanto en calidad como en cantidad, por el vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua y por los cambios los cuales se ve afectado el suelo, tales como: las prácticas agrícolas inadecuadas, la deforestación, el crecimiento urbanístico en zonas de producción hídrica, entre otros factores que desfavorecen la sostenibilidad de este cuerpo 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. Así mismo el Segundo Foro Mundial del Agua, realizado en marzo de 2000, organizó un taller especial sobre aguas subterráneas. Entre las recomendaciones surgidas en dicho taller, pueden mencionarse la necesidad de crear conciencia pública, y mejorar la disponibilidad, calidad de la información y el acceso a ella para las partes interesadas, técnicos especialistas y responsables de la adopción de políticas World Water Forum (2000).

Rojas (2007) destaca que los acuíferos o depósitos explotables de agua subterránea representan en Venezuela una superficie total de 829.000 km², las cuales a través de estudios preliminares se han estimado en cinco millones de metros cúbico por año, se han encontrado hasta ahora la formación de acuíferos importantes como lo son el de la Mesa de Guanipa (Estado Anzoátegui), al Sur de Monagas, Sistema del río Guárico, Llanos de Apure, Llanos de Barinas, Portuguesa y Valencia.

El Estado Carabobo cuenta con dos cuencas de gran importancia para el abastecimiento de agua potable como lo son: El embalse Pao-Cachinche y el lago de Valencia, siendo el primero de ellos la principal fuente de abastecimiento del acueducto Regional del Centro, el cual suministra agua potable no solo a Carabobo, sino también a los estados Aragua y Cojedes. El Municipio San Diego, con el pasar de los años ha incrementado sus zonas urbanas, comerciales e industriales y esto ha provocado la proliferación de tomas ilegales de agua, así como la perforación de pozos de aguas subterráneas, algunos de ellos con el respectivo permiso de los entes gubernamentales, pero otros utilizan éste recurso hídrico de forma no controlada y no autorizada. Tal situación se ha tornado crítica en parte debido a que el acuífero que abastece de agua al municipio, están sufriendo sobreexplotación y aumento de cargas contaminantes.

En torno a la situación que presentan los acuíferos en el municipio, la importancia de esta investigación es llevar a cabo la evaluación y estimación de los parámetros hidráulicos que estos tienen, específicamente el ubicado en el sector zona industrial, con el fin de identificar y evaluar las propiedades geofísicas del mismo, así como también elaborar mapas piezométricos del flujo de dicho acuífero.

Formulación del Problema

¿Cuántos pozos están incluidos en el acuífero?

¿Cómo varían los caudales y niveles en el acuífero de San Diego?

¿Cuáles son los parámetros hídricos de funcionamiento del acuífero?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Estimar los parámetros hidráulicos en el acuífero del Municipio San Diego durante el año 2016. Caso: Sector Zona Industrial.

Objetivos Específicos

1. Identificar la ubicación geográfica y propiedades geofísicas de los pozos subterráneos en el Municipio San Diego durante el año 2016. Caso: Sector Zona Industrial.
2. Describir la variación de los caudales y niveles de pozos en el Sector Zona industrial, del Municipio San Diego durante el año 2016.
3. Estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego durante el año 2016. Caso: Sector Zona industrial.

Justificación

Los acuíferos representan la mayor reserva mundial de agua potable para el futuro, es una reserva estratégica para luchar contra problemas como el cambio climático, la sequía o la contaminación del agua superficial. Este recurso hídrico proporciona un porcentaje de agua para abastecer a los habitantes del Municipio San Diego. Se debe entonces, identificar las propiedades geofísicas de los pozos subterráneos en este Municipio, a fin de obtener datos fiables y de calidad.

En este sentido, esta investigación es de gran provecho ambiental para el Municipio San Diego ya que de acuerdo a la información obtenida, conducirá a una mejor apreciación de acciones prioritarias requeridas por las autoridades del Municipio y el organismo regulador del ambiente del Municipio San Diego para proteger su acuífero, tanto con fines preventivos, como evitar riesgos de contaminación y disminuir las amenazas que se originan de las actividades económicas que lo estén deteriorando.

De igual forma, esta investigación pretende que profesionales del área ambiental ejecuten, desarrollen metodologías, técnicas actualizadas y accesibles, para complementar y mejorarla información hidrogeológica, desarrollar programas para la reactivación de sistemas de observación de pozos de agua, renovación de la instrumentación de campo y la formación personal en dicha área. Por lo tanto, uno de los métodos más factibles es establecer mapas piezométricos de las redes de flujo de los acuíferos, ya que con estos se pueden priorizar las medidas de control donde ya exista una serie de actividades contaminantes.

En Venezuela actualmente la demanda de agua para fines domésticos está igualmente en aumento. Sin embargo, la desigualdad entre los usuarios incluso en los países ricos en recursos hídricos, es enorme. Gran parte de la población pobre tanto

en zonas rurales como metropolitanas no tiene acceso a agua limpia ni a servicios de saneamiento. Existen también grandes disparidades entre las zonas rurales y las urbanas. Los desastres naturales agregan un factor inesperado que puede menoscabar seriamente los esfuerzos para mejorar los servicios de agua y saneamiento, se ha intentado mejorar el abastecimiento de agua, saneamiento en muchas zonas urbanas y establecer tarifas que reflejen el verdadero valor del agua, pero a pesar de que la eficiencia de las privatizaciones y la utilización de instrumentos económicos tales como la fijación de precios para el agua siguen siendo muy polémicos (WWC 2000).

De igual manera la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible (CDS) Informó que muchos países carecen de legislación y políticas apropiadas para la asignación, el aprovechamiento eficiente y equitativo de los recursos hídricos. Asimismo, se ha demostrado preocupación acerca de la creciente incapacidad de los servicios y organismos hidrológicos nacionales, especialmente en los países en desarrollo, para evaluar sus propios recursos hídricos. Numerosos organismos han sufrido reducciones en redes de observación y personal a pesar del aumento en la demanda de agua.

Cabe destacar, que el Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales (CIHAM-UC) en la cátedra de Hidrología, cuenta con una línea de investigación que presenta modelos de simulación del comportamiento de la cuenca, como unidad hidrológica de uso de los recursos y estudio, frente al impacto o acción de factores externos, modelación de las variables hidrológico-ambientales para la remediación y conservación del ambiente y la modelación del componente socioeconómico, que aportan contenido relevante para la investigación.

La intensión de la presente investigación a nivel municipal, regional y nacional es crear conciencia pública, mejorar la adopción de políticas modernizando el marco legal de las aguas, para aplicar un manejo especial de los acuíferos,

considerándolos tan importantes como los mares, ríos, lagos y cuencas, políticas que se han empezad a aplicar en otros Países.

Limitaciones y alcance

El proyecto en desarrollo tiene como alcance la estimación de parámetros hidráulicos como lo son la transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego del Estado Carabobo, sector Zona Industrial durante el año 2016, iniciando el día cinco de Septiembre y teniendo como fecha de finalización el veinticuatro de Octubre, donde se estudió un (1) pozo perteneciente a la Empresa Bigott, con los datos suministrados por el Ministerio del poder Popular para Ecosocialismo y Aguas.

Algunos pozos no cuentan con puntos de exploración ni accesorios para realizar las pruebas de caudal y nivel, mientras que otros no poseen orificios adecuados o contienen cables u objetos que obstruyen el paso de la sonda por el mismo, de ello radica que solamente se haya hecho el estudio en el pozo de la empresa antes mencionada.

Cabe destacar que todo pozo debe cumplir con el Decreto n° 2048 de normas para la ubicación, construcción, protección, operación y mantenimiento de pozos perforados destinados al abastecimiento de agua potable, publicada en gaceta oficial de la República de Venezuela, en fecha 24/09/97, n° 36.298

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Hernández y otros (2014). Señalan que el marco teórico se refiere a “detectar, consultar y obtener la bibliografía (referencias) y otros materiales que sean útiles para los propósitos del estudio, de donde se tiene que extraer y recopilar la información relevante y necesaria para enmarcar nuestro problema de investigación. Así mismo, esta revisión debe ser selectiva, eligiendo sólo las más importantes y recientes, y que además estén directamente vinculadas con nuestro planteamiento del problema de investigación. En ocasiones, se revisan referencias de estudios tanto cuantitativos como cualitativos, sin importar nuestro enfoque, porque se relacionan de manera estrecha con nuestros objetivos y preguntas”. (P. 60); desde esta perspectiva el capítulo se centra en los antecedentes de la investigación bases teóricas, fundamentación legal, sistemas de variables y su operacionalización y definición de términos básicos.

Antecedentes de la Investigación

Tamayo y Tamayo (2006), señalan que los antecedentes “tratan de hacer una síntesis conceptual de las investigaciones, con el fin de determinar el enfoque metodológico de la misma”. (P.54). Los antecedentes ayudan a fundamentar la investigación, con respecto a otras investigaciones pasadas que tengan similitud o igualdad con el tema. Por tal motivo, para la realización del presente trabajo se tomaron como antecedentes de la investigación un total de tres estudios anteriormente realizados que guardan relación con el tema a tratar, entre ellos se tienen:

Busso, A., et al. (1996) realizaron un artículo científico titulado “Escenario Hidrogeológico General De Los Principales Acuíferos De La Llanura Pampeana y Mesopotamia Meridional Argentina” y determinaron que la litología de las unidades continentales condiciona frecuentemente las características hidráulicas e hidroquímicas de los acuíferos Puelches (Fm. Puelches) o Ituizangó (Fm. Ituizangó) proponiendo que debido a la existencia de la variabilidad local y regional en el comportamiento de estos se subdividirían de manera regional basándose en aspectos como, la Fisiografía, Estratigrafía y Litología, y de forma subordinada a las mismas, la hidráulica e hidrología de las unidades acuíferas contenidas

Perdomo, et al. (2011) realizaron un estudio titulado: Relación entre la conductividad hidráulica de un acuífero y parámetros geoeléctricos en un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires, en Buenos Aires, Argentina. El objetivo de este trabajo fue definir la potencialidad del método eléctrico para proporcionar estimaciones cuantitativas de los parámetros hidrogeológicos en un sector del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. La metodología que se empleó fue con 38 perfilajes geofísicos y 8 sondeos eléctricos verticales (SEV). La muestra se formó con los acuíferos del pueblo Puelche, Pampa y en la zona de La Plata y alrededores Argentina.

Los resultados de los análisis realizados constaron en que en cada pozo se registraron tres perfiles de resistividad, radiación gamma natural y potencial espontáneo. Se analizaron también los datos provenientes de los ensayos de bombeo de dichas perforaciones, a partir del ajuste de una curva de regresión entre valores estimados de conductividad hidráulica (ensayos de bombeo) y valores del factor de formación (estudios resistividad), se planteó una relación de conversión entre ambos.

Así, es posible estimar este parámetro hidráulico para las Arenas Puelches en la región de estudio, previo a realizar una perforación exploratoria. También se buscará establecer estimadores de confiabilidad a partir de la comparación con nuevas

determinaciones de transmisividad hidráulica en ensayos de bombeo de larga duración. La realización de SEV y perfilajes de pozos pueden proveer estimadores de parámetros hidrogeológicos, constituyendo información complementaria valiosa. Esta investigación guarda relación con la metodología en estudio ya que busca determinar los parámetros hidráulicos en los acuíferos.

Núñez y Jégat (2008) elaboraron un estudio titulado: Evaluación de un acuífero y sus reservas con fines de explotación agrícola. Este trabajo tuvo como propósito evaluar las disponibilidades del recurso de agua subterránea en un acuífero ubicado en la finca “El Puerto” en Santa Cruz, Estado Zulia, a fin de establecer políticas de explotación con fines agrícolas. La metodología se basó en geoestadísticas de parámetros hidrogeológicos, prueba de bombeo usando el programa GWW y se realizó simulaciones a través del modelo WINFLOW.

Entre los resultados aportados por las diversas pruebas, se determinó que no existe peligro de agotar significativamente las reservas del acuífero, ya que la zona estudiada cuenta con una buena recarga de agua subterránea producto del aporte por precipitación y por caudal afluente del río Escalante. La citada investigación suministra información de apoyo a esta investigación, ya que realizaron geoestadísticas de parámetros hidrogeológicos.

Guzmán y Ferreira (2009) realizaron una investigación titulada: Estudio de gestión de las aguas subterráneas en Venezuela, Caso especial: Acuífero de la Mesa de Guanipa; dentro de la cual se propuso un plan para un adecuado manejo del acuífero antes mencionado y a nivel general, reseñar el desarrollo de las aguas subterráneas en el país. Esta investigación manifestó que es de carácter de urgencia la reactivación inmediata del seguimiento permanente en todos los pozos del país, así como un inventario actualizado de todos los puntos de agua. De igual manera, tener en cuenta la necesidad de contar con inventarios y líneas base de recursos hídricos actualizados y confiables, ya que es uno de los pasos

principales para lograr un avance en la gestión de las aguas subterráneas. Por lo que recomiendan a las instituciones vinculadas, evaluar la cantidad, calidad y accesibilidad, así como su distribución en el tiempo y el espacio.

Barrios J, (2005) en su trabajo de grado titulado “Estudio Hidrogeológico del Área Norte del Delta del Orinoco, para determinar la existencia de agua potable para el suministro de las poblaciones del Municipio pedernales, Estado Delta Amacuro” determina las profundidades óptimas de perforación para obtener el mejor aprovechamiento del agua potable en el área de estudio para preservar el equilibrio del acuífero y determinó que existían muchas mezclas de agua dulce salada a través de análisis de sus relaciones.

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, 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 del acuífero es baja por que la cantidad de agua que es transmitida horizontalmente también lo es. Del análisis hecho a los estudios litológicos junto con el resultado 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.

Farías y Vallejo (2015) realizaron su trabajo de investigación titulado: Elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego del Estado Carabobo durante el año 2015, caso sector Norte B y C, en el cual dieron a conocer que en dicha zona, el 81% de los pozos se encuentran activos y el 92% de los mismos son de uso residencial. Los estudios químicos de las aguas del

acuífero reflejaron que según la Normas Sanitarias de Calidad del agua Potable, el acuífero en estudio es apto para el consumo humano, lo que es de gran importancia ya que esta zona es de las más pobladas en el municipio. Por otra parte, la transmisividad que determinaron se consideró baja y que por el valor obtenido del coeficiente de almacenamiento y los estudios litológicos que entregaron en el Ministerio de Ecosocialismo y Agua, concluyeron que el acuífero es confinado por lo que la extracción procede de la descompresión del agua.

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, L 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. Emmanuel, 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 de Zona Industrial Municipio San Diego, Edo. Carabobo
Fuente: Google Maps

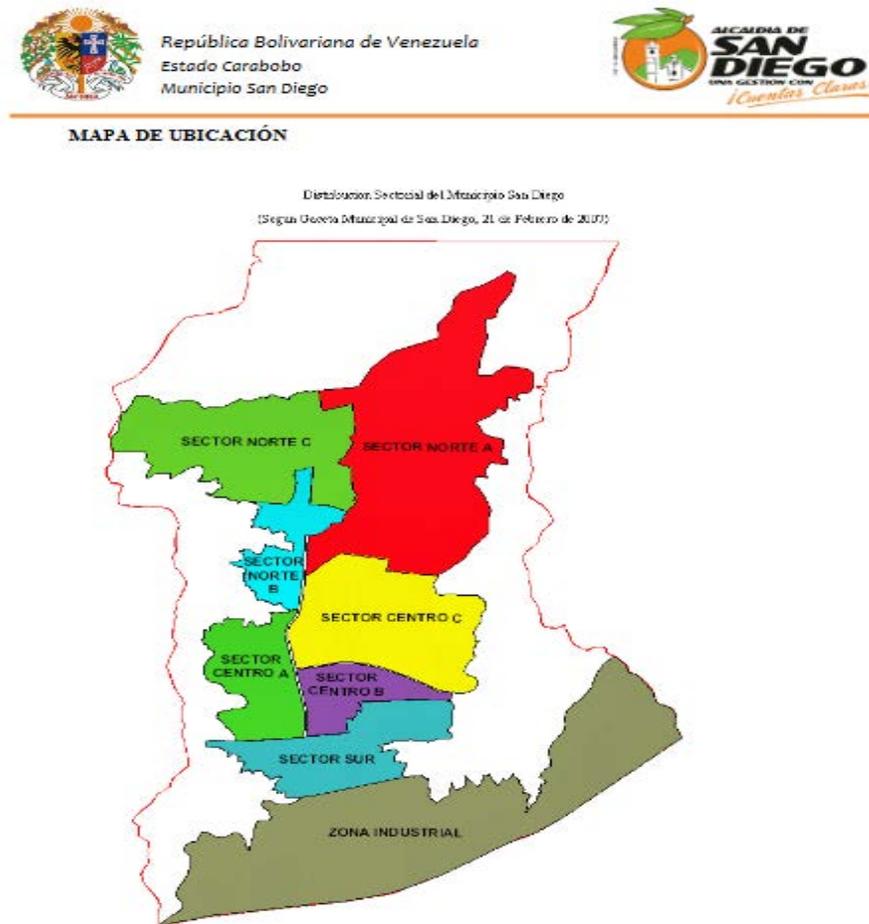


FIGURA 2. Mapa del Municipio San Diego, Edo. Carabobo Sectorizado
Fuente: Página Web Alcaldía de San Diego

Bases teóricas

Acuífero confinado

Son aquellas formaciones en las que el agua subterránea se encuentra encerrada entre dos capas impermeables y es sometida a una presión distinta a la atmosférica (superior). Sólo recibe el agua de lluvia por una zona en la que existen materiales permeables, recarga alóctona donde el área de recarga se encuentra alejada del punto de medición, y puede ser directa o indirecta dependiendo de si es agua de lluvia que entra en contacto directo con un afloramiento del agua subterránea, o las precipitaciones deben atravesar las diferentes capas de suelo antes de ser integrada al agua subterránea. A las zonas de recarga se les puede llamar zonas de alimentación.

A continuación se va a deducir la ecuación que expresa la forma del cono de descensos en régimen permanente y en un acuífero confinado. En la Figura 1 se representa el cono de descensos generado por el flujo radial del agua hacia un sondeo, a través de un acuífero confinado de espesor constante. Al estar en régimen permanente, el caudal (Q) que se está extrayendo es el mismo que fluyendo radialmente hacia el sondeo está atravesando cualquier cilindro concéntrico con el sondeo (Figura 1). Aplicando la ley de Darcy al flujo del agua subterránea a través de una de esas secciones cilíndricas, de radio r medido desde el eje del sondeo:

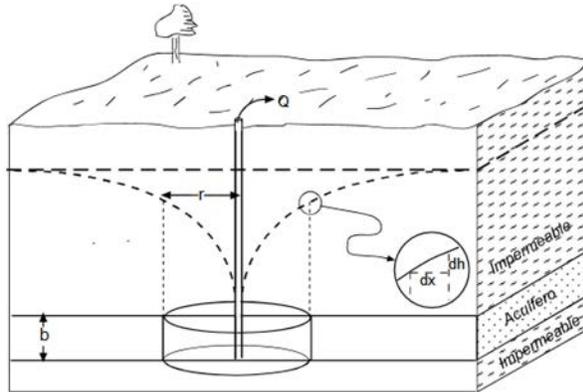


FIGURA 3. Acuífero confinado de régimen permanente.

Fuente: “Hidráulica de Captaciones: Fundamentos” por F. Javier Sánchez, 2012

$$Q = K \cdot A \cdot i$$

Donde:

Q = caudal que atraviesa la sección de área A (igual al caudal constante que está siendo bombeado)

A = sección por la que circula el agua = $2 \pi \cdot r \cdot b$

b = espesor del acuífero

K = permeabilidad del acuífero

i = gradiente hidráulico = dh/dr

Sustituyendo en Q tenemos:

$$Q = (2 \cdot \pi \cdot r \cdot b) \cdot K \frac{dh}{dr}$$

$$\frac{dr}{r} = \frac{2 \pi b K}{Q} dh$$

Integrando entre r_1 y r_2 (Figura 3):

$$\int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = \frac{2 \pi b K}{Q} \int_{h_1}^{h_2} dh$$

$$[Lnr]_{r_1}^{r_2} = \frac{2 \pi b K}{Q} [h]_{h_1}^{h_2}$$

$$Lnr_2 - Lnr_1 = \frac{2 \pi T}{Q} (h_2 - h_1)$$

$$h_2 - h_1 = \frac{Q}{2 \pi T} Ln \frac{r_2}{r_1}$$

Como $h_2 - h_1 = s_1 - s_2$ (comprobarlo en la figura 2), la última ecuación puede expresarse así:

$$s_1 - s_2 = \frac{Q}{2 \pi T} Ln \frac{r_2}{r_1}$$

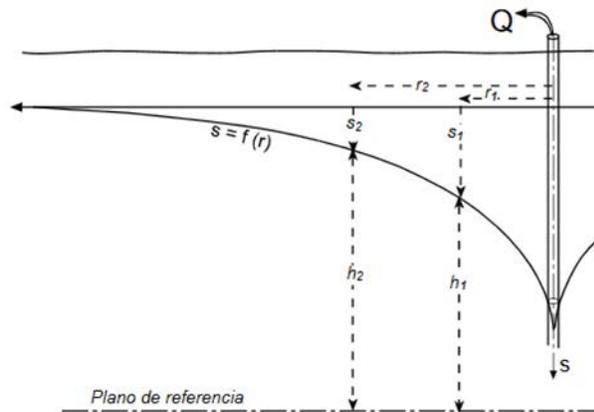


FIGURA 4. Niveles y descensos de dos puntos de observación.

Fuente: “Hidráulica de Captaciones: Fundamentos” por F. Javier Sánchez, 2012

Esta expresión se conoce como fórmula de Dupuit-Thiem, y refleja la forma del cono de descensos en función de la distancia, del caudal y la transmisividad.

Cálculo del descenso a cualquier distancia: se necesita el dato de un solo punto de observación (a una distancia r_2 se ha producido un descenso s_2). Conociendo el caudal Q , y la transmisividad del acuífero T , se puede calcular el descenso (s_1) a cualquier distancia (r_1).

Un caso particular sería el cálculo del descenso en el propio pozo de bombeo. Para ello debemos conocer los datos r_2 , s_2 y calcular s_1 para una distancia $r_1 =$ radio del pozo.

Flujo de no equilibrio hacia un pozo en un acuífero confinado

Si el agua se extrajera a una tasa constante Q mayor que el flujo que entra al sistema, el almacenamiento subterráneo iría disminuyendo con el tiempo. A medida que se incrementa el abatimiento, el flujo que entra al sistema también se incrementa hasta alcanzar un equilibrio. Esto asume indudablemente que el aporte al pozo es igual a la extracción Q a una gran distancia del pozo. Esta acepción no siempre es cierta, lo cual ocasiona que muchos acuíferos sean totalmente agotados por bombeos continuos.

En la Figura (5) se presenta un esquema de un caso de flujo no permanente. Antes de iniciar el bombeo la altura piezométrica conforma un plano horizontal al nivel h_0 . Cuando se inicia el bombeo, el nivel piezométrico empieza a abatirse, más rápidamente en las cercanías del pozo, y menos marcado a medida que se aleja radialmente del pozo. El problema consiste en establecer la posición del nivel piezométrico a medida que transcurre el tiempo.

La solución de la ecuación diferencial parcial que describe el sistema no permanente se da en forma de una integral exponencial y puede expresarse como sigue:

$$h_0 - h = \left[\frac{Q}{4\pi T} \right] W(u) \quad (1)$$

$h_0 - h$ = abatimiento en m

Q = descarga en (m³/s)

T = coeficiente de transmisibilidad (m³/día/m)

$W(u)$ = una función de pozo

El coeficiente de transmisibilidad T viene a ser el producto de la permeabilidad K y el espesor del acuífero m y posee las dimensiones de m³/d/m. La función de pozo $W(u)$ viene a ser una integral exponencial, que no puede evaluarse en términos de funciones simples. En la Tabla 1 se dan los valores de $W(u)$ para varias magnitudes de u , la cual a su vez se da como:

$$u = \left[\frac{S}{4T} \right] \frac{r^2}{t} \quad (2)$$

Donde:

r = distancia desde el pozo hasta el piezómetro de observación en m.

t = tiempo desde que se inicia el bombeo en días

S = coeficiente de almacenamiento

El coeficiente de almacenamiento está relacionado con la compresibilidad del sistema y se puede considerar como el agua removida de una columna vertical de un metro cuadrado en el acuífero, cuando la altura de presión P se hace descender en 1 m.

Las ecuaciones mostradas previamente se pueden usar de dos maneras: conocidos los coeficientes de transmisibilidad T y de almacenamiento S se pueden determinar el abatimiento y la altura de bombeo como una función del tiempo. Esto se encuentra directamente por sustitución usando como radio del pozo la distancia que hay hasta el piezómetro de observación. Inversamente, se pueden determinar las propiedades T y S del acuífero bombeando un caudal constante Q y midiendo el abatimiento para varios intervalos de tiempo.

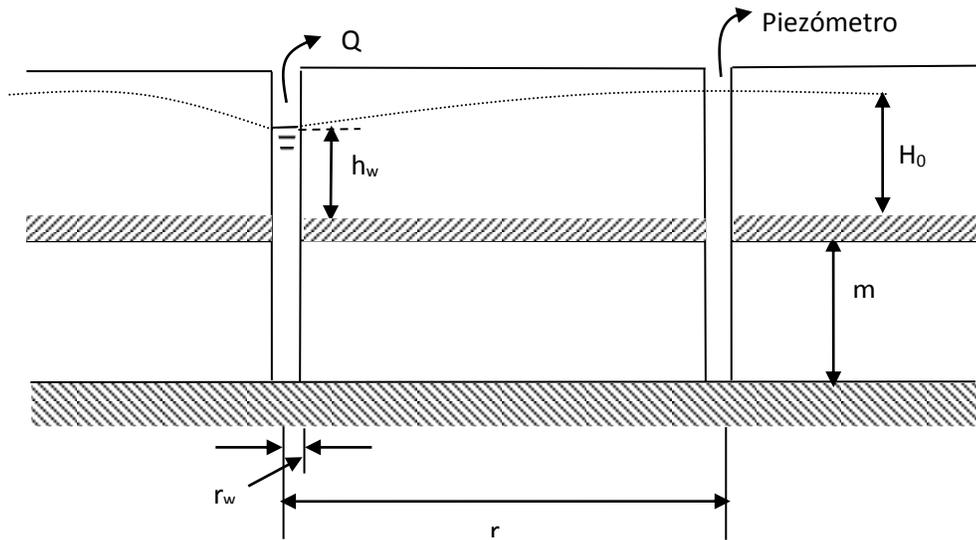


FIGURA 5. Condición de no equilibrio de un pozo en un acuífero confinado.
Fuente: “Hidrología Ambiental. Consejo de Desarrollo Humanístico” por Guevara E. y Cartaya H., 2011

Las propiedades del acuífero no pueden ser establecidas directamente, pero existen técnicas gráficas para su determinación indirecta. Para analizar este procedimiento, obsérvese que en las ecuaciones (1) y (2) los términos encerrados entre corchetes son constantes para un pozo particular y pueden considerarse como constantes de proporcionalidad. Por lo tanto un gráfico de $W(u)$ vs. u debería tener la misma forma que un gráfico de $(h_0 - h)$ vs. (r^2/t) . La diferencia resultante de las constantes de proporcionalidad se manifiesta en una diferencia de escala entre ambos gráficos. El procedimiento gráfico consiste en dibujar en papel doble logarítmico $W(u)$ vs. u utilizando los valores dados en la Tabla 1, como se muestra en la Figura 6.

TABLA 1. Valores de $W(u)$ para diferentes u

u	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
X 1	0.219	0.019	0.013	0.0038	0.0011	0.00036	0.00012	0.000038	0.00
X 10^{-1}	1.82	1.22	0.91	0.70	0.56	0.45	0.37	0.31	0.20
X 10^{-2}	4.04	3.35	2.96	2.68	2.47	2.30	2.15	2.03	1.93
X 10^{-3}	6.33	5.64	5.23	4.95	4.73	4.54	4.39	4.26	4.14
X 10^{-4}	8.63	4.94	7.53	7.25	7.02	6.84	6.69	6.55	6.44
X 10^{-5}	10.94	10.24	10.84	9.55	9.33	9.14	8.99	8.86	8.74
X 10^{-6}	13.24	12.55	12.14	11.85	11.63	11.45	11.29	11.16	11.01
X 10^{-7}	15.54	14.85	14.44	14.15	13.93	13.75	13.60	13.46	13.44
X 10^{-8}	17.84	17.15	16.74	16.46	16.23	16.05	15.90	15.76	15.65
X 10^{-9}	19.15	19.45	19.05	18.76	18.54	18.35	18.20	18.07	17.95
X 10^{-10}	22.45	21.76	21.35	21.06	20.84	20.66	20.50	20.37	20.25
X 10^{-11}	24.75	24.06	23.65	23.36	23.14	22.96	22.81	22.67	22.55
X 10^{-12}	27.05	26.36	25.96	25.67	25.44	25.26	25.11	24.97	24.86
X 10^{-13}	29.36	28.66	28.26	27.97	27.75	27.56	27.41	27.28	27.16
X 10^{-14}	31.66	30.97	30.56	30.27	30.05	29.87	29.71	29.58	29.46
X 10^{-15}	30.96	33.27	32.86	32.58	32.35	32.17	32.02	31.88	31.76

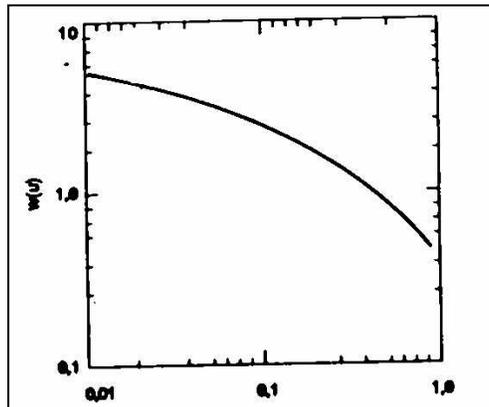


FIGURA 6. Gráfica de la función de pozo $W(u)$ contra u (curva típica)
Fuente: “Hidrología Ambiental. Consejo de Desarrollo Humanístico” por Guevara E. y Cartaya H., 2011

Con los valores medidos se construye el otro gráfico de $(h_0 - h)$ vs. (r^2/t) , como se muestra en la Figura 7. Uno de los gráficos se elabora en papel transparente. Ambos gráficos se superponen como se muestra en la Figura 8. Manteniendo las coordenadas paralelas se trasladan hasta que las curvas coincidan tanto como sea posible.

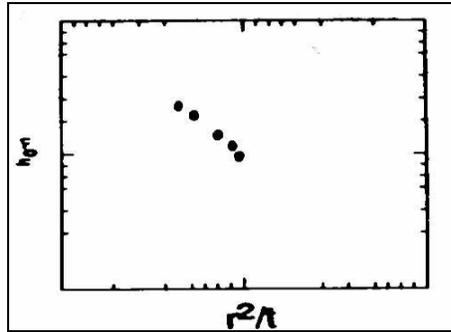


FIGURA 7. Gráfica de los valores $h_0 - h$ contra r^2/t
Fuente: “Hidrología Ambiental. Consejo de Desarrollo Humanístico” por Guevara E. y Cartaya H., 2011

Se selecciona un punto de coincidencia entre ambas curvas, registrándose los valores de $W(u)$, $(h_0 - h)$, u y (r^2/t) , y se resuelven las ecuaciones (9.19) y (9.20) para T y S .

El análisis precedente se limita a pozos que atraviesan totalmente el acuífero confinado. Procedimientos similares se han desarrollado para pozos de penetración parcial, pozos en acuíferos confinados con descargas y pozos en acuíferos no confinados.

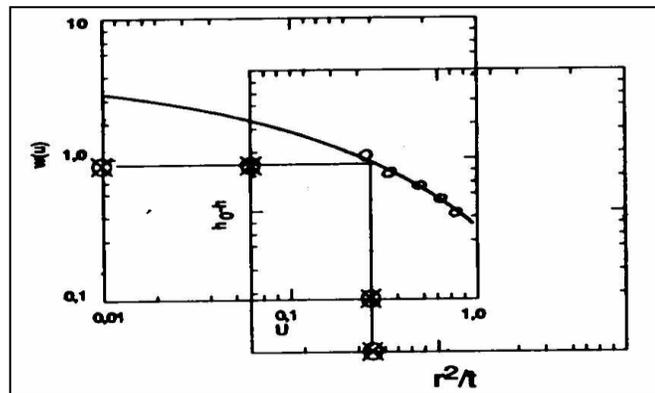


FIGURA 8. Superposición de las figuras 6 Y 7

Fuente: “Hidrología Ambiental. Consejo de Desarrollo Humanístico” por Guevara E. y Cartaya H., 2011

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de investigación

El estudio se presenta como una investigación de tipo descriptiva, con modalidad de campo, pues la misma recopila información directamente de donde el fenómeno ocurre, así como también se orienta a la búsqueda de aspectos que se desean conocer.

El estudio de campo, se basa en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna. En este sentido, la investigación se caracteriza por ser de campo, puesto que se recolectará la información en el ámbito donde ocurren los hechos en el área del acuífero ubicado en el Edo. Carabobo, San Diego, Caso: Sector Zona Industrial.

En el carácter descriptivo de la investigación, hay que destacar que la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento, siendo esta la base para el desenvolvimiento de dicha investigación.

Diseño de Investigación

Se trata de un diseño no experimental, que según Hernández Sampieri y Otros (2010), "son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos".

Población y Muestra

Población

Se puede definir a la población de la presente investigación como al Acuífero ubicado en el municipio de San Diego Edo. Carabobo, que cuenta con 13 pozos en la zona industrial.

Muestra

La muestra en esta investigación comprende a los pozos de la empresa Bigotty la empresa Protinal Proagro que succionan agua en el acuífero de San Diego, sector zona industrial, Edo. Carabobo.

Fases de la Investigación

El presente trabajo de investigación se desarrollará atendiendo una serie de aspectos básicos, así como un ordenamiento y secuencia lógica con base a los objetivos específicos aquí planteados:

Fase I. Identificar la ubicación geográfica y propiedades geofísicas de los pozos subterráneos en el Municipio San Diego durante el año 2016. Caso: Sector Norte.

En esta fase se determinan las coordenadas UTM de cada uno de los pozos del Municipio San Diego, durante el año 2016, caso sector zona industrial, por medio del programa Google Earth.

1. Se procede a ubicar en el programa la zona en la que se encuentra el pozo en estudio para determinar sus coordenadas UTM. Para señalar el punto de ubicación del pozo, se hace clic en el ícono amarillo de la barra de herramientas ubicada en la parte superior izquierda que dice “Agregar marca de ubicación”.

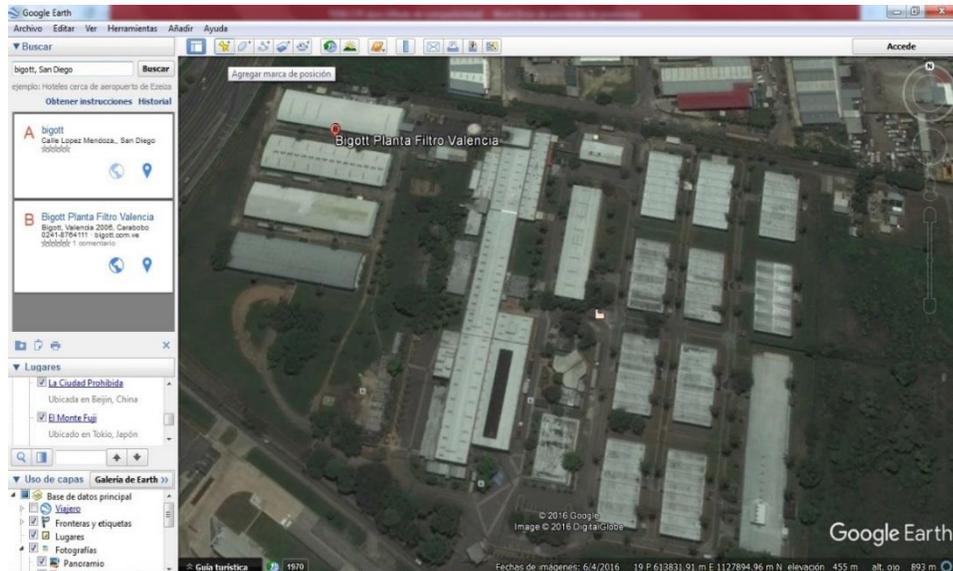


FIGURA 9. Ubicación geográfica del Pozo en Google Earth. **Fuente:** Elaboración propia

2. Se mostrará la siguiente ventana para dar nombre a la ubicación del pozo y conocer sus coordenadas:

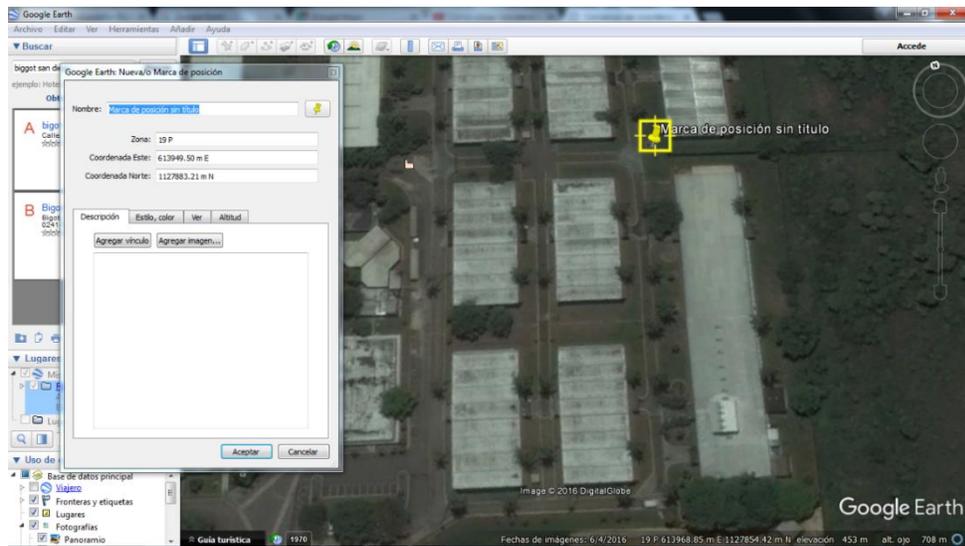


FIGURA 10. Coordenadas Cartesianas del Pozo según Google Earth
Fuente: Elaboración propia

3. Una vez identificada la ubicación, se hace clic en Herramientas → Opciones, para cambiar el Sistema de Coordenadas cartesianas a UTM.

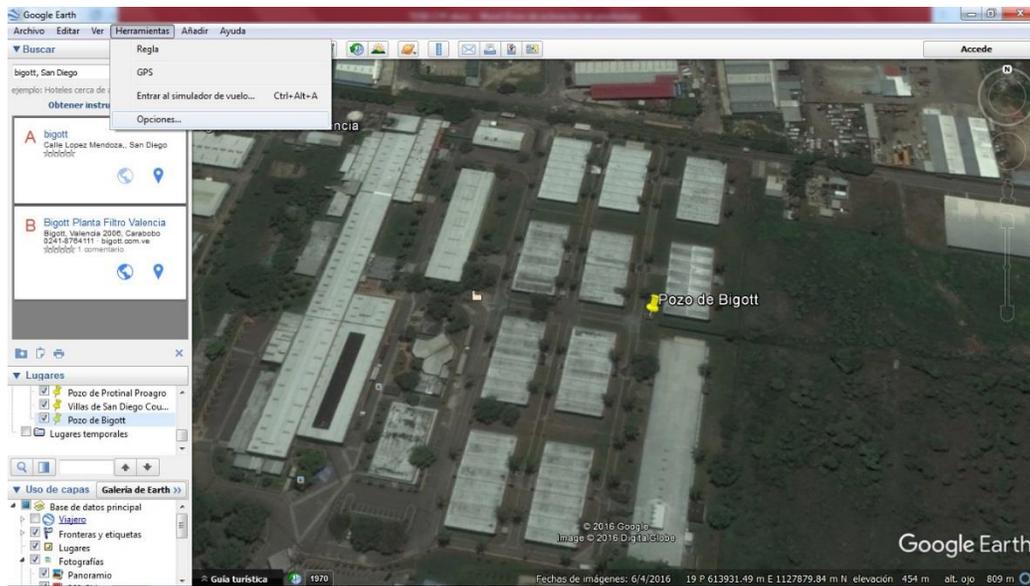


FIGURA 11. Coordenadas UTM del Pozo según Google Earth. **Fuente:** Elaboración propia

4. Aparecerá la siguiente ventana, y en el grupo que dice Mostrar Lat./long. se marcará el botón de Universal Transversal De Mercator (UTM). Se hace clic en Aplicar → Aceptar.

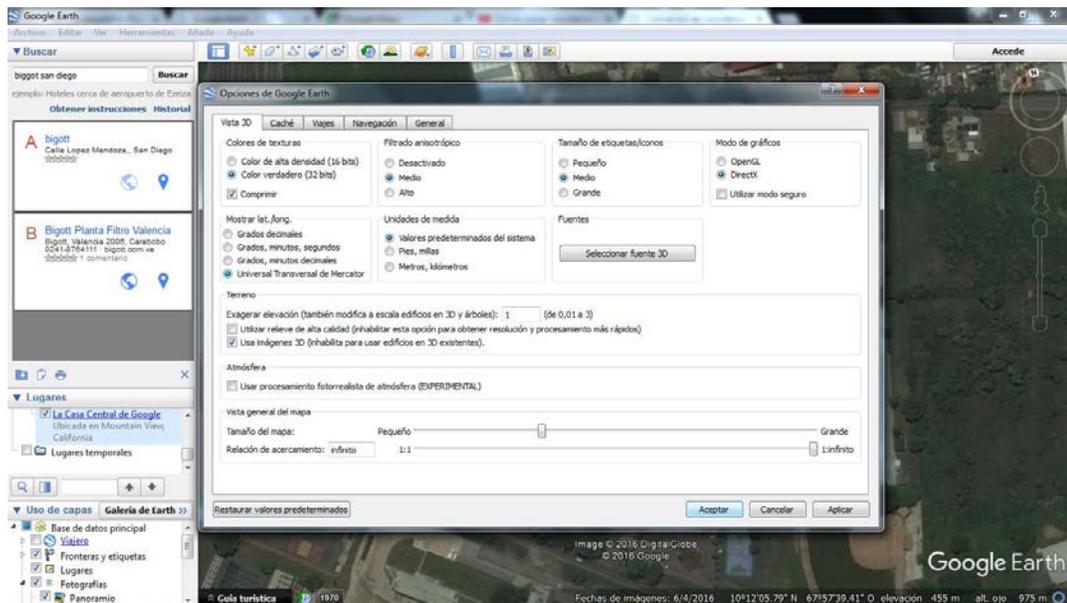


FIGURA 12. Coordenadas UTM del Pozo según Google Earth. **Fuente:** Elaboración propia

5. Habiendo seguido el procedimiento mostrado previamente, se ha de conocer las coordenadas UTM de los pozos en estudio. Cabe destacar, que para la presente investigación, los pozos en estudio fueron el de la Empresa Bigott y el de la empresa Protinal Proagro, este último mostrado a continuación en donde se ubica:

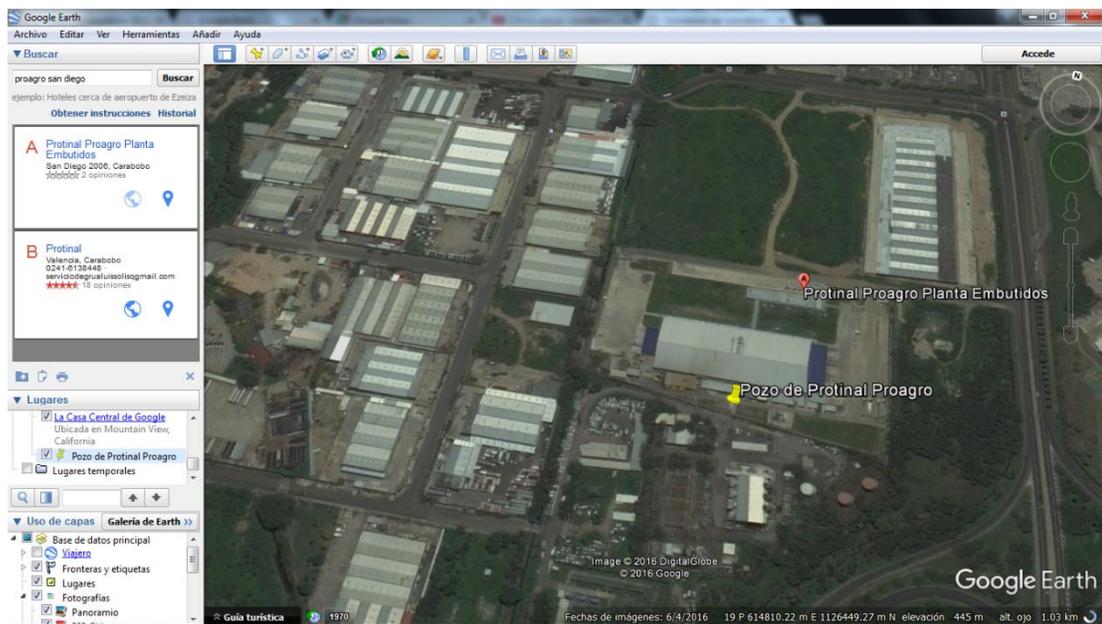


FIGURA 13. Coordenadas UTM del Pozo en Protinal Proagro según Google Earth
Fuente: Elaboración propia

Fase II. Describir la variación de los caudales y niveles de pozos en el Sector Zona industrial, del Municipio San Diego durante el año 2016.

En esta fase se realizará la prueba de caudal variable, en la cual se medirán los niveles estáticos de los pozos en estudio siendo uno de observación y otro de bombeo, para posteriormente realizar gráficos de nivel vs tiempo y de caudal vs tiempo. El procedimiento en campo se presenta a continuación:

1. Se mide el nivel estático tanto del pozo de observación como el pozo de bombeo con el uso de la sonda, es importante destacar, que para esto, el sistema de bombeo de cada pozo tiene que haber estado apagado unas 12 horas antes de la medición.
2. Se introduce la sonda en el pozo, a través de la abertura destinada para dicha función.
3. Se baja la sonda hasta que el bombillo que esta contiene se encienda, como indicativo que ya el dispositivo hizo contacto con el agua.

4. Leer y tomar nota de las medidas de profundidad del agua.
5. Se enciende el sistema de bombeo del pozo al cual se le realizará la prueba de caudal variable, abriendo la llave al máximo caudal y variando decrecientemente el mismo hasta cerrar por completo la llave.
6. Se mide el tiempo que tarda en llenarse el tobo hasta una altura estipulada de 20cm con cada variación de caudal.
7. Se dejan pasar aproximadamente unos 5 minutos entre cada variación de caudal, para que el nivel del pozo se estabilice a manera de observar su disminución por dicha variación.
8. Se tabulan los datos de nivel estático, nivel dinámico, caudal y tiempo, en una base de datos en Excel.

TABLA 2. Programación de muestreo y niveles medidos

Programación de Muestreo	
Fecha	Nivel Estático(m)
05/09/16	8.62
12/09/16	8.30
15/09/16	8.70
22/09/16	8.30
26/09/16	8.35
29/09/16	8.30
24/10/16	8.30



FIGURA 14.Medición de Niveles en el pozo N°3 de Bigott en compañía de la representante Adriana Marco. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/09/16.



FIGURA 15.Medición de Niveles en el pozo N°3 de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 12/09/16.



FIGURA 16.Medición de Niveles en el pozo N°3 de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 15/09/16.



FIGURA 17.Medición de Niveles en el pozo N°3 de Bigott en compañía de la representante Adriana Marco. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 22/09/16.



FIGURA 18.Medición de Niveles en el pozo N°13 de Proagro. Coordenadas UTM 614670E; 1126502N. Elevación: 451 msnm. Zona Industrial Castellito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/16.

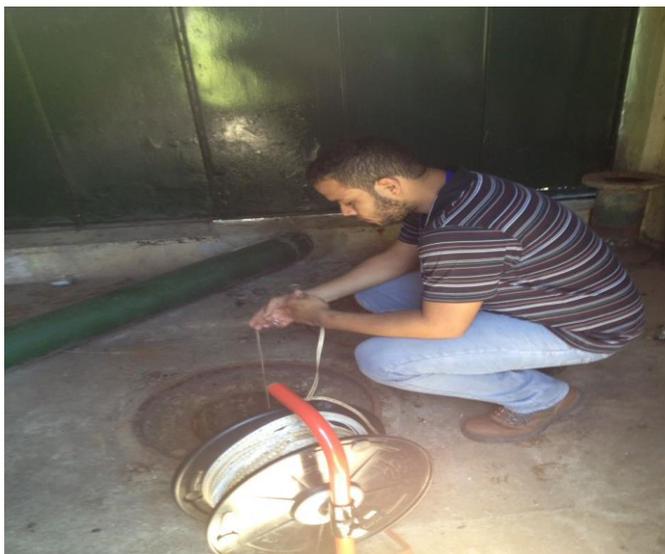


FIGURA 19.Medición de Niveles en el pozo N°3 de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castellito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/16.



FIGURA 20.Medición de Niveles en el pozo N°3 de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castellito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/16.



FIGURA 21.Prueba de Caudal Variable en el pozo N°3 de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castellito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/16.

Fase III. Estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego durante el año 2016. Caso: Sector Zona industrial.

Para estimar los parámetros hidráulicos de Transmisividad y el Coeficiente de Almacenamiento se utilizarán los datos tabulados en la fase II. Con dichos datos se creará una tabla en Excel en donde se evidencien los descensos del nivel dinámico en el pozo de estudio, los datos del ensayo, el intervalo de tiempo con que se ha realizado la prueba de caudal variable y la distancia entre el pozo de bombeo y el pozo de observación. Con todos los datos mencionados anteriormente se determinara el coeficiente r^2/t para luego elaborar la gráfica de la función del pozo de estudio. A continuación se describe el procedimiento a llevar a cabo en esta fase:

1. Para aplicar el método de Theis se necesita la distancia “r” que está comprendida entre el pozo de observación y el pozo de bombeo, para ello, se utilizará Google Earth.
- 1.2. Conociendo la ubicación de ambos pozos, se hace clic en el botón llamado “regla” ubicado en la barra de herramientas en la parte superior de la pantalla

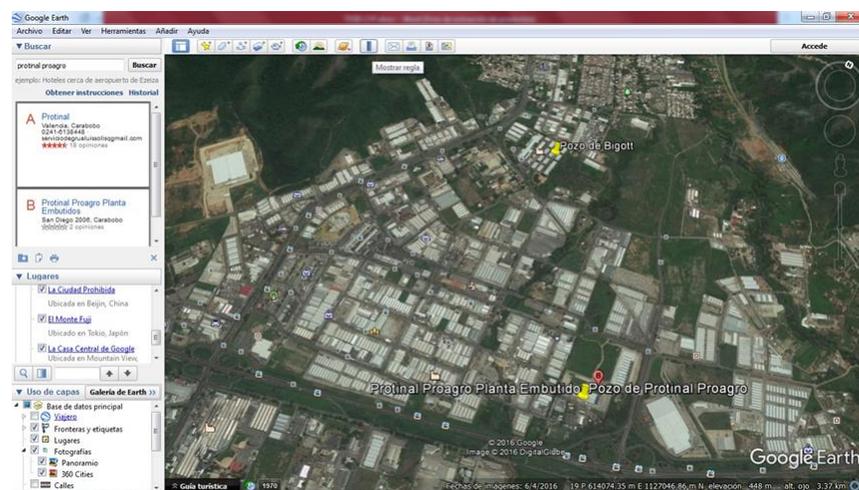


FIGURA 22. Utilización del comando “Regla” en Google Earth para medir la distancia entre los pozos. **Fuente:** Elaboración propia

1.3. Se mostrará la siguiente pantalla, indicando la unidad de la medida que se va a tomar, en este caso se medirá en metros, se hace clic en cada punto donde se encuentren los pozos y automáticamente aparecerá una línea que muestra la distancia que hay entre ellos.

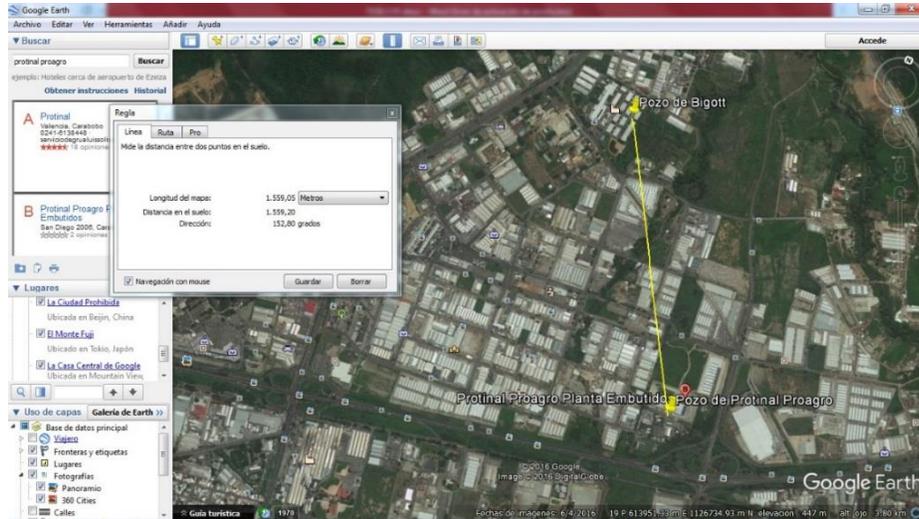


FIGURA 23. Distancia entre el pozo de bombeo y el pozo de observación. **Fuente:** Elaboración propia

2. Habiendo calculado el descenso, el tiempo y la distancia entre el pozo de observación y el pozo de bombeo, se calcula el coeficiente r^2/t , y con este se gráfica la función del pozo.
3. Con los valores medidos se construye el otro gráfico de $(h_0 - h)$ vs. (r^2/t) y con la gráfica de la función del pozo se superponen entre sí y manteniendo las coordenadas paralelas se trasladan hasta que las curvas coincidan tanto como sea posible.
4. Se selecciona un punto de coincidencia entre ambas curvas, registrándose los valores de $W(u)$, $(h_0 - h)$, u y (r^2/t) , y se resuelven las ecuaciones (1) y (2) para T y S .

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Resultados de Identificar la ubicación geográfica y propiedades geofísicas de los pozos subterráneos en el Municipio San Diego durante el año 2016. Caso: Sector Zona Industrial.

Los resultados de la identificación de los pozos del sector Industrial del Municipio San Diego, Estado Carabobo, suministrados por el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Aguas, se muestran en el Anexo (1) en donde se puede observar que existen 13 pozos. Dichos pozos se clasifican de la siguiente forma:

Según su utilidad: de los 13 pozos existentes 7 son de uso industrial, 2 de uso comercial, 1 de uso para administración pública, 2 de uso agrícola y 1 de uso para abastecimiento. Esta información se ve reflejada en la Tabla 3 presentada a continuación:

TABLA 3. Clasificación según utilidad de pozos en el Sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.

UTILIDAD	Nº POZOS
COMERCIAL	2
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA	1
AGRÍCOLA	2
INDUSTRIAL	7
ABASTECIMIENTO	1
TOTAL Nº POZOS	13

En la Figura 24 se presentan los porcentajes de utilidad de los pozos, el cual comprende un 54% de uso industrial, el 15% es de uso comercial igualmente otro 15% de uso agrícola, el 8% para abastecimiento y finalizando también con 8% para la administración pública.

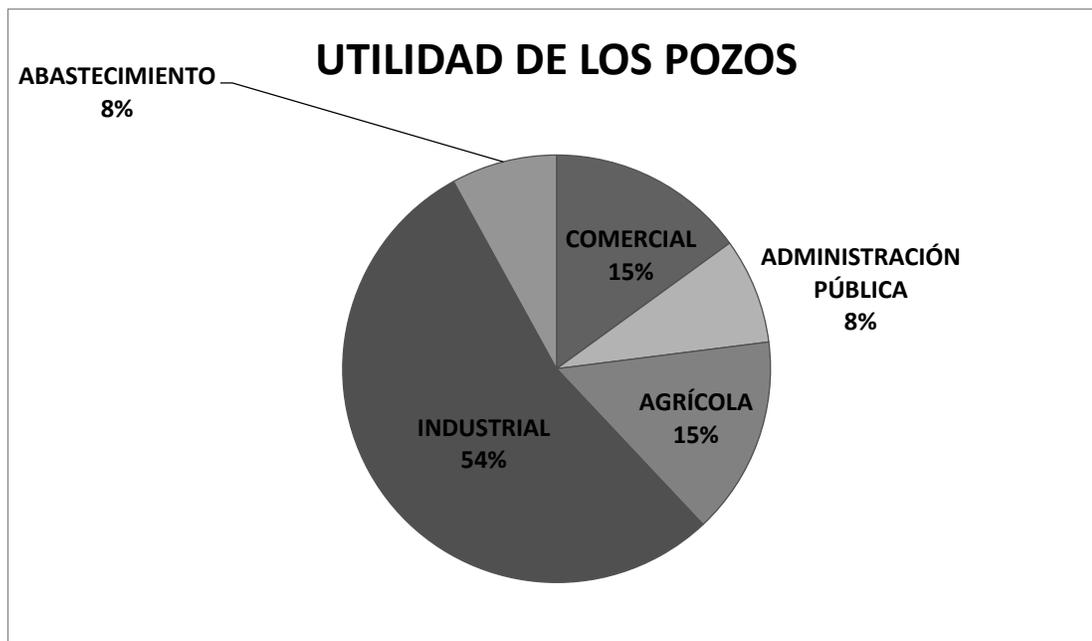


FIGURA24. Clasificación según utilidad de pozos en el Sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo. **Fuente:** Elaboración propia

Según su estado operacional: de los 13 pozos existentes se observa que 12 están activos y solo un pozo está inactivo, como lo indica la siguiente tabla:

TABLA 4. Clasificación de pozos según su estado operacional en el Sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.

ESTADO OPERACIONAL N° POZOS

ACTIVO	12
INACTIVO	1
TOTAL N° POZOS	13

En la Figura 25 se presentan los porcentajes del estado operacional de los pozos, por este se entiende que el 92% de los pozos se encuentran activos y que el 8% de los pozos están inactivos.



FIGURA 25. Clasificación de pozos según su estado operacional en el Sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo. **Fuente:** Elaboración propia

Resultados de describir la variación de los caudales y niveles de pozos en el Sector Zona industrial, del Municipio San Diego durante el año 2016.

Los resultados obtenidos de la prueba de caudal variable realizada el 24/10/16 al pozo N°3 de la empresa Cigarrera Bigott ubicado en la Zona Industrial Castillito, municipio San Diego, Estado Carabobo, Coordenadas UTM 1127884N, 613950 E, describen un intervalo de tiempo de 5min entre cada medición, donde la variación de caudal fue desde 1.51 lps hasta 0.02 lps con un descenso del nivel de 0.19m una vez finalizada la prueba (Ver Tabla 5).

TABLA 5. Valores obtenidos al realizar la Prueba de Caudal Variable, C.A. Cigarrera Bigott Pozo N°3 Zona Industrial Castillito del Municipio San Diego, Estado Carabobo.

t (min)	Q (lps)	Descenso (m)
0	0,00	35.13
5	1.51	35.08
10	1.16	35.01
15	0.50	35.01
20	0.34	35.01
25	0.20	34.99
30	0.11	34.95
35	0.05	34.95
40	0.02	34.94

En la Figura 26 se muestra un gráfico de la variación del nivel del pozo que va desde 444,7 msnm hasta 444.51 msnm con respecto al tiempo que se esperó para que se estabilizara el nivel mediante intervalos de 5 min, estos valores obtenidos a través de la realización de la prueba caudal variable.

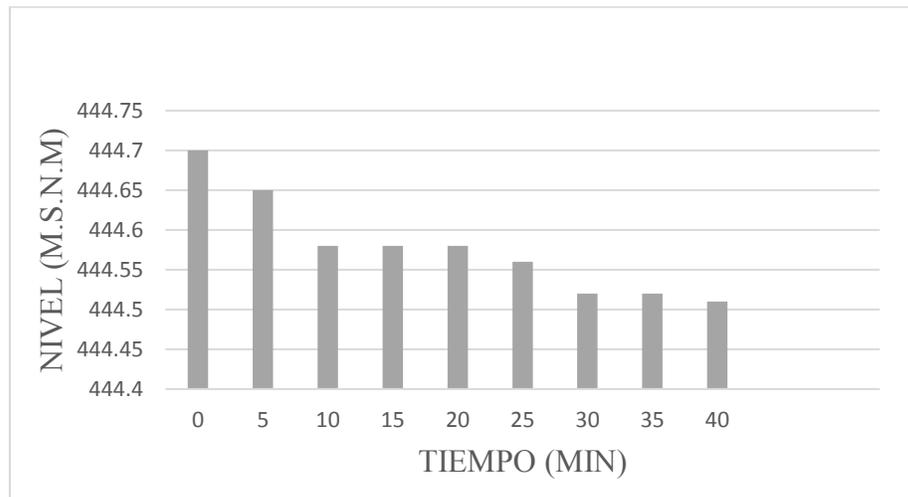


FIGURA 26. Nivel en función del Tiempo, análisis de prueba de caudal variable del pozo N°3 C.A Cigarrera Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnmen C.A Cigarrera Bigott. **Fuente:** Elaboración propia

En la Figura 27 se muestra como fue variando el nivel del pozo en las distintas visitas a la empresa, notando que hay ciertas elevaciones debido a fuertes precipitaciones que hubo en los días cercanos a las mediciones, sin embargo, se mantuvo muchas veces en un valor constante de 8.3m de profundidad.

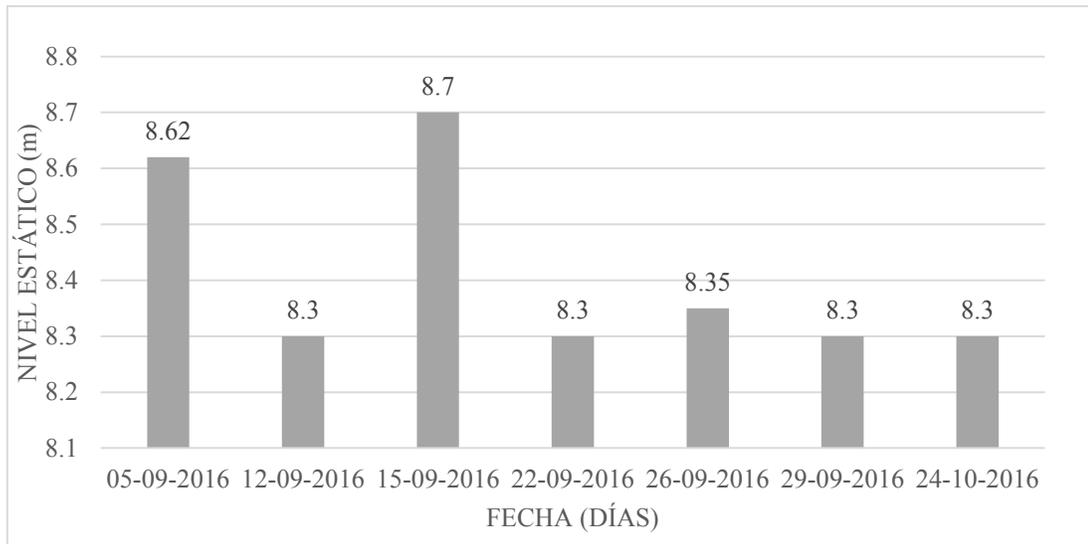


FIGURA 27. Nivel del pozo N° 3 C.A Cigarrera Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm según días de visita a la empresa. **Fuente:** Elaboración propia

En la Figura 28 se observan los caudales producto de los aforos realizados en ciertas visitas a la empresa, donde se aprecia que no varían tanto los valores y no sobrepasan los 2 lps.

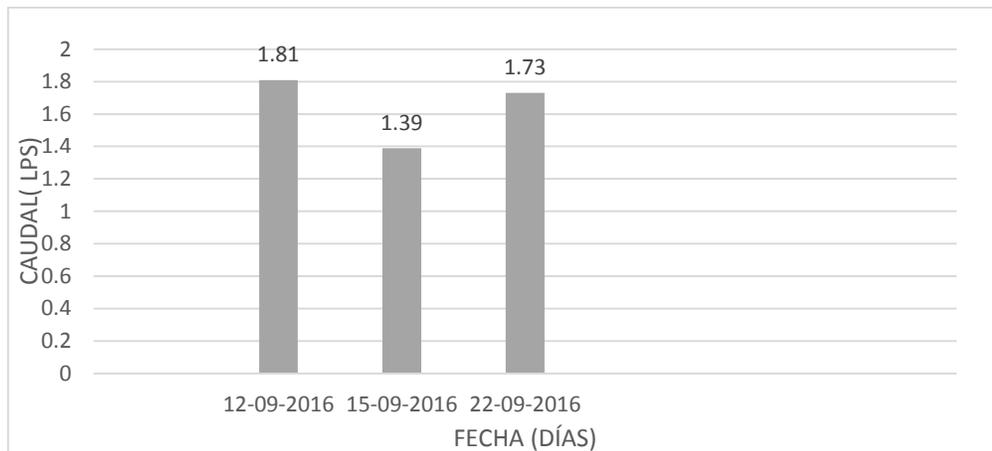


FIGURA 28. Caudales de los aforos realizados en el pozo N°3 en C.A. Cigarrera Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. **Fuente:** Elaboración propia

Resultados de estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego durante el año 2016. Caso: Sector Zona industrial.

Mediante la prueba de caudal variable se obtuvo descenso progresivo y el coeficiente r^2/t que no es más que la distancia que existe entre el pozo de bombeo y el pozo de observación al cuadrado entre el intervalo de tiempo (5 min) respectivo a la variación del caudal, como se muestra en la Tabla 6.

TABLA 6. Cálculo del coeficiente r^2/t a partir de los resultados de la prueba de caudal variable realizados en C.A. Cigarrera Bigott Pozo N°3 Zona Industrial Castillito del Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Descenso (m)	r^2/t
35.13	0
35.08	486096.20
35.01	243048.10
35.01	162032.07
35.01	121524.05
34.99	97219.24

34.95	81016.03
34.95	69442.31
34.94	60762.03

Los pozos utilizados para la prueba de caudal variable realizada el 24/10/16 fueron el pozo N° 3 de C.A Cigarrera Bigott y el pozo N°13 de Proagro, cuyas coordenadas y distancia de separación entre ellos se muestran en la Tabla 7, siendo dicha distancia de aproximadamente 1559m.

TABLA 7. Ubicación de los Pozos utilizados en la prueba de caudal variable zona industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

	Pozo de Observación (Proagro)	Pozo de Bombeo (Bigott)
Coordenadas UTM	1126502N	1127884 N
	614670 E	613950 E
R (m)	1559	

Por medio del método de Theis se obtuvieron los resultados de $W(U)$ que resulta de la superposición de la Figura 6 y la Figura 7, tomando lectura del punto más ajustado entre ambas gráficas en el eje de las “Y” y el inverso de U, que se obtiene en el eje de las “X” . Este procedimiento se describe a continuación en la Figura 29 y dichos resultados se muestran en la Tabla 8.

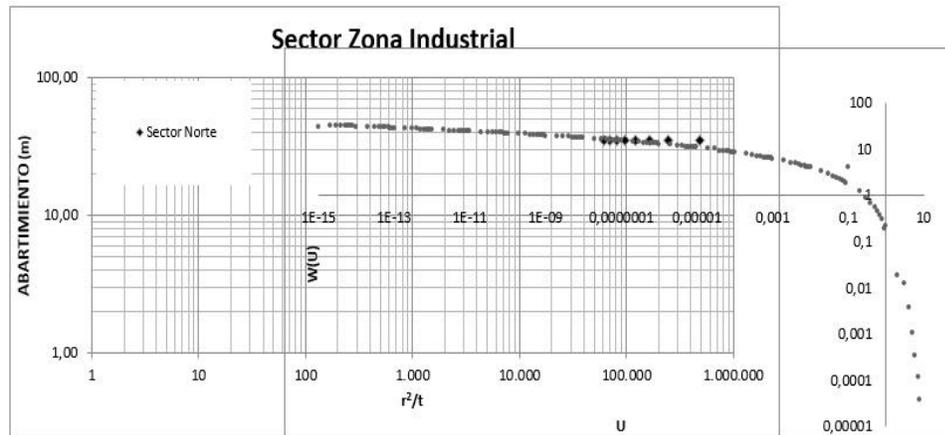


FIGURA 29. Superposición de Curvas para la obtención de los valores W(U) y 1/U en el método de Theis. **Fuente:** Elaboración propia

TABLA 8. Aplicación del método de Theis en Pozos utilizados en la prueba de caudal variable zona industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

W(U)	45
1/U	100000000
ho-h (m)	35.01
r²/t (m²/min)	162032.07

Finalmente se obtuvieron los siguientes resultados de Transmisividad (T) y Coeficiente de Almacenamiento (s), aplicando las ecuaciones (1) y (2) respectivamente, mostrados en la Tabla 9.

$$h_o - h = \left[\frac{Q}{4\pi T} \right] W(u) \quad (1)$$

$$u = \left[\frac{S}{4T} \right] \frac{r^2}{t} \quad (2)$$

Despejando T y S de (1) y (2) nos queda:

$$T = \frac{QW(u)}{4\pi d} \quad (3)$$

Donde:

$$Q = 1.728 \text{ m}^3/\text{día}; W(u) = 45; d = 35.01\text{m}; 4\pi d = 4*3.1416*35.01 = 439.95$$

Sustituyendo en la ecuación de Transmisividad: $T = 3.46 \text{ m}^2/\text{día}$.

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

Donde:

$$T = 3.46 \text{ m}^2/\text{día}; r^2/t = 162032.07\text{m}^2/\text{d}; tu = 1.00\text{E}-08$$

Sustituyendo en la ecuación del coeficiente de almacenamiento: $S = 5.94\text{E}-16$

TABLA 9. Resultados de Transmisividad (T) y Coeficiente de Almacenamiento (s) aplicando el método de Theis.

Transmisividad (T) ($\text{m}^2/\text{día}$)	3.46
Coeficiente de Almacenamiento (s)	5.94E-16

En el pozo ubicado en C.A. Cigarrera Bigott se realizaron los estudios fisicoquímicos a una muestra de agua, en el cual se obtuvieron valores aceptables y que cumplen con la Norma Sanitaria de Calidad para el Agua Potable. Dentro de ellos está el ph que arrojó un valor de 7 y su rango es de 6.5 a 9, la dureza total fue 312 y debe estar comprendida entre 250 y 500 mg/l CaCO_3 , sólidos disueltos totales con un valor de 369 y cumple cuando es menor de 600 mg/l, entre otros. Estos valores se ven reflejados en la Figura 30 y también en la Tabla 10.

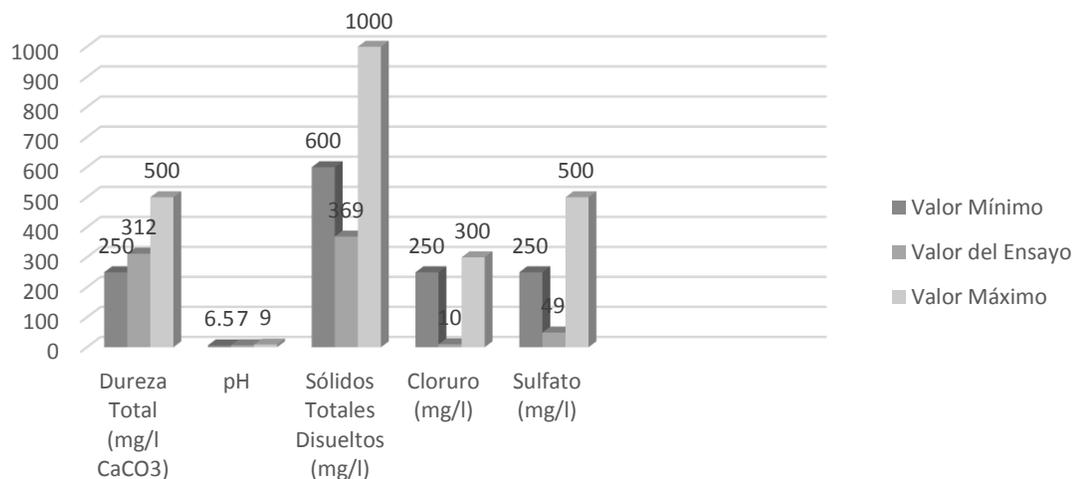


FIGURA 30. Valores obtenidos del estudio fisicoquímico comparados con la Norma Sanitaria de Calidad para el Agua Potable, realizado al pozo N°3 de C.A. Cigarrera Bigott Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Fuente: Elaboración propia

TABLA 10. Valores obtenidos del estudio fisicoquímico comparados con la Norma Sanitaria de Calidad para el Agua Potable, realizado al pozo N°3 de C.A. Cigarrera Bigott Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm.

CUADRO COMPARATIVO DE PARÁMETROS FÍSICO, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS			
Parámetro	Valor Mínimo	Valor del Ensayo	Valor Máximo
Dureza Total (mg/l CaCO ₃)	250	312	500
pH	6.5	7	9
Sólidos Totales Disueltos (mg/l)	600	369	1000
Cloruro (mg/l)	250	0	300
Sulfato (mg/l)	250	49	500

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Discusión de los resultados de identificar la ubicación geográfica y propiedades geofísicas de los pozos subterráneos en el Municipio San Diego durante el año 2016. Caso: Sector Zona Industrial.

Analizando la base de datos suministrada por el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Aguas se observó que en la zona industrial del Municipio San Diego solo se encuentran 13 pozos (Ver Anexo 1). Se logró conocer que de estos existentes solo uno se encuentra inactivo y la utilidad principal de los pozos de ésta zona es industrial. Para fines del presente trabajo de investigación se analizaron 2 pozos los cuales, a través de la aplicación Google Earth se obtuvo la ubicación exacta del pozo número 3 situado en la empresa Cigarrera Bigott; y del pozo numero 13 ubicado en la empresa Protinal Proagro Planta Embutidos.

Discusión de resultados de describir la variación de los caudales y niveles de pozos en el Sector Zona industrial, del Municipio San Diego durante el año 2016.

En el pozo N°3 en C.A Cigarrera Bigott de la Zona Industrial Castillito se pudo observar que a medida que el caudal iba disminuyendo, la variación del nivel dinámico en el pozo no llego a ser tan considerable, ya que al comenzar la prueba, el nivel era de 444.7 m.s.n.m y al momento de finalizarla llegó hasta 444.51 m.s.n.m, es decir, pocos centímetros de variación. Por lo que se puede apreciar el pozo cuenta con una buena capacidad de almacenamiento y no está sobreexplotado, ya que no varía notoriamente el nivel a pesar del tiempo que transcurrió. Cabe destacar, que esta empresa no le ocasiona fuerte impacto al pozo debido a que posee un sistema de bombeo que se activa solo para caudales bajos de agua, como por ejemplo: llaves de paso, excusados, fregaderos, entre otros.

Discusión de los resultados de estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego durante el año 2016. Caso: Sector Zona industrial.

De acuerdo a los valores obtenidos Transmisividad (T) y Coeficiente de Almacenamiento (s) se observa que el valor de la Transmisividad (T) es bajo, por lo que el movimiento horizontal de las aguas es lento, de allí la poca variación del nivel a medida que transcurría el tiempo y el valor del Coeficiente de Almacenamiento (s) también es bajo por lo que se considera que se está en la presencia de un acuífero confinado. Es importante señalar que la prueba de caudal variable solo se realizó una sola vez por lo que los resultados pueden estar sujetos a errores disminuyendo así su confiabilidad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Se crea una base de datos a partir de las zonas de captación del sector Industrial del Municipio San Diego, donde se determina la existencia de 13 pozos en el área y se da a conocer que el 92% de estos se encuentran activos, los cuales en su mayoría tienen profundidades mayores a 70m. Por otra parte, por medio de los resultados fisico-químicos realizados a una muestra de agua proveniente del pozo, se reflejó que todos los valores están dentro del rango permitido por las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, lo que quiere decir que el agua proveniente del pozo es apta para el consumo humano.
2. Cuando se efectuó el proceso de bombeo en el pozo donde se llevó a cabo la prueba de caudal variable, se observó que el nivel desciende 14cm con respecto a la profundidad inicial, por lo que se puede concluir que el acuífero no está sobreexplotado y el consumo de agua por parte de la empresa no representa un gasto considerable al pozo.
3. Se determinó que la Transmisividad del acuífero es baja debido a que la cantidad de agua que es transmitida horizontalmente también lo es y dado el resultado del Coeficiente de almacenamiento se puede llegar a la conclusión que se está en presencia de un acuífero confinado por lo que el agua procede de la descompresión.

4. Los estudios químicos analizados arrojaron que todos los valores de los pozos estudiados están por debajo del rango permitido por las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable por lo que el agua de los pozos son aptas para el consumo humano.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar un plan para el cumplimiento de las normativas establecidas por el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Aguas y el Decreto n° 2048 de normas para la ubicación, construcción, protección, operación y mantenimiento de pozos perforados destinados al abastecimiento de agua potable, ya que muchas de las instalaciones donde se encuentran los pozos están en total deterioro, abandono y no cumplen con los requerimientos mínimos para su buen funcionamiento.
2. Realizar la prueba de caudal variable a todos los pozos ubicados en el Sector Zona Industrial del Municipio San Diego para así poder estimar con mayor confiabilidad la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento, obteniendo una base de datos completa del sector para lograr controlar el consumo y calidad del agua.
3. Realizar estudios físico-químicos con frecuencia con el objetivo de obtener datos actualizados y de mayor confiabilidad de los 13 pozos del acuífero en estudio ubicado en el Sector Zona Industrial del Municipio San Diego.
4. Actualizar los estudios químicos realizados con el fin de obtener datos actualizados y de mayor confiabilidad de los 13 pozos del acuífero en estudio ubicado en el Sector Industrial del Municipio San Diego.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Decarli, R. (2009). Aguas Subterráneas en Venezuela. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Gerencia de Redes Hidrometeorológicas.

Hernández, R.; Fernández, C., y Batista, P.(2006). Metodología de la Investigación. Mc. Graw Hill. México.

Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014, p.60. Metodología de la Investigación (6a edición). Impreso en México | McGraw-Hill Education.

Hurtado de B. (2007). El Proyecto de Investigación. Metodología de la investigación Holística, Quirón Sipal. Caracas. Venezuela.

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

Perdomo Santiago, Ainchil Jerónimo Enrique, Kruse Eduardo, 2011, p 1-7. Relación entre la conductividad hidráulica de un acuífero y parámetros geoelectrónicos en un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26452/Documento_completo.%202011.pdf?sequence=1

Silva, J. (2008). Proyectos Educativos y Servicio Comunitario. Ediciones CO-BO. Caracas Venezuela.

Tamayo y Tamayo, Mario. Proceso de la Investigación Científica. 4ta Edición. Mexico. Limusa: 2006, P. 146.

Núñez, I.; Jégat, H. (2008). Evaluación de un acuífero y sus reservas con fines de explotación agrícola. Caso: Porción del acuífero ubicado en la finca “El Puerto” en Santa Cruz del Zulia-Venezuela. Academia. Trujillo. Vol. VII. (13). Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstrea/articulo.pdf>

Enlaces electrónicos visitados:

Consultado en: http://tesis.luz.edu.ve/tde_arquivos/177/TDE-2014-05-22T09:22:22Z-4813/Publico/hernandez_mariela_josefina.pdf

Consultado en: <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0088956/cap03.pdf>

Consultado en: <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0094671/cap03.pdf>

Consultado en: http://hidrologia.usal.es/temas/Hidraulica_captaciones.pdf

Consultado en: http://www.alcaldiadesandiego.gob.ve/pdf/clpp_ibhm/Plan%20Mcpal.%20Desarrollo%202014-2017.pdf

Consultado en: <http://www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/1-2/2-disponibilidad.htm>

Consultado en: <http://gea.ciens.ucv.ve/geoquimi/hidro/wp-content/uploads/2011/07/recursos.pdf>

Consultado en: <http://revistavoces.org.ve/docu/voces5-art6.pdf>

Consultado en: http://www.gwp.org/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterranas.pdf

Consultado en: <http://avias-aguassubterraneeas.blogspot.com/2011/07/son-los-acuiferos-la-solucion.html>

Consultado en: <http://www.latercera.com/noticia/tendencias/2015/06/659-634756-9-principales-reservas-subterraneeas-de-agua-en-el-mundo-se-estan-agotando-segun-la.shtml>

Consultado en: http://www.unep.org/geo/geo3/spanish/pdfs/chapter2-5_freshwater.pdf

Consultado en: <http://ri.bib.udo.edu.ve/handle/123456789/272>

Consultado en: <http://docplayer.es/15601161-Vulnerabilidad-hidrogeologica-del-acuifero-del-municipio-san-diego-estado-carabobo.html>

Consultado en: http://www.gwp.org/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterraneeas.pdf

ANEXOS

ANEXO 1.Ubicación de los pozos Sector Industrial del Municipio San Diego, Estado Carabobo.

N°	X	Y	Z	Ppozo	U	Sector	Mcp
1	613948	1127879	436	-	Bigott	Zona Industrial castillito	San Diego
2	613949	1127897	434	-	Bigott	Zona Industrial castillito	San Diego
3	613760	1127977	458	-	Bigott	Zona Industrial castillito	San Diego
4	612124	1127239	457	70	Colgate-Palmolive C.A	Zona Industrial castillito	San Diego
5	612572	1126793	473	130	Motel Escalibur	Zona Industrial castillito	San Diego
6	613710.52	1127373.47	451	103	C.A Venezolana de Pigmento	Zona Industrial castillito	San Diego
7	613726	1127421.14	453	101	C.A Venezolana de Pigmento	Zona Industrial castillito	San Diego
8	613617.25	1127475.81	454	117.2	C.A Venezolana de Pigmento	Zona Industrial castillito	San Diego
9	618934	1129350	441	-	Instituto de Ferrocarriles del Estado	Zona Industrial castillito	San Diego
10	616432	1127941	456	-	Consejo Comunal NEIPE	Zona Industrial sector el Neipe	San Diego
11	615802	1127685	453	-	Consejo Comunal NEIPE	Zona Industrial sector el Neipe	San Diego
12	615962	1127302	448	-	María Pantoja	Zona Industrial sector el Neipe	San Diego
13	614670	1126508	451	160	ProAgro	Zona Industrial castillito	San Diego

ANEXO 2. Constancia de muestreo en la empresa C. A Cigarrera Bigott.



Valencia, 28 de Octubre del 2016

Señores:

C.A Cigarrera Bigott

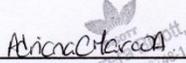
Atención:Adriana Marco

Presente.-

Saludos cordiales,

Por medio de la presente se hace constar que los bachilleres Carlos Hernández. C.I.: 21.279.415 y Franklin Vázquez C.I.: 20.031.991 han cumplido con la programación de muestreo reflejada en la tabla anexada a continuación, cumpliendo satisfactoriamente con los requisitos según su estudio para el trabajo de grado de la Facultad de Ingeniería, escuela Civil de la Universidad de Carabobo, sin más a que hacer referencia, nos despedimos.

C.A Cigarrera Bigott	
N° de medición	Fecha de medición
1	Lunes 05/09/16
2	Lunes 12/09/16
3	Jueves 15/09/16
4	Jueves 22/09/16
5	Lunes 26/09/16
6	Jueves 29/09/16
7	Lunes 24/10/16


Adriana Marco
C.A. Cigarrera Bigott, Sucs.

ANEXO 3. Planilla de resultados de análisis físico-química y bacteriológica del agua existente en el pozo de la empresa C. A Cigarrera Bigott.



DIRECCION ESTADAL PARA ECOSOCIALISMO Y AGUAS ARAGUA

PLANILLA DE RESULTADOS

SOLICITADO POR: CARLOS HERNÁNDEZ
 LUGAR DE CAPTACION: SALIDA POZO PROFUNDO C.A CIGARRERA BIGOTT
 MOTIVO ANALISIS: CALIDAD FISICO - QUIMICA Y BACTERIOLOGICA AGUA PARA CONSUMO HUMANO
 APARIENCIA DE LAS MUESTRAS: AGUAS CRISTALINAS E INODORAS
 TIPO DE MUESTRA: SIMPLE
 FECHA DE CAPTACION: 30/09/2016
 DIRECCION: EMPRESA BIGOTT, MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.
 OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON CAPTADAS POR EL INTERESADO PREVIA INDUCCION.

CODIGO	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	AGUA TIPO 1. SUB-TIPO1A*	OBSERVACION
2510-B	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	µS/cm	568	N.A
2340-C	DUREZA TOTAL	mg/l CaCO ₃	312	500	CUMPLE
3500-D	DUREZA CALCICA	mg/l CaCO ₃	259	N.A
3500-Mg-E	DUREZA MAGNESICA	mg/l CaCO ₃	53	N.A
2320-B	ALCALINIDAD	mg/l CaCO ₃	255	N.A
4500HB	pH		7,00	6,0 - 8,5	CUMPLE
2540-C	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	369	1.500	CUMPLE
4500-B	CLORURO	mg/L	10	600	CUMPLE
4500-E	SULFATO	mg/L	49	400	CUMPLE
4500-C	NITRITO (N)	mg/L	< 0,01	Suma nitrato y nitrato < 10	CUMPLE
4500-C	NITRATO (N)	mg/L	1,5		
3500-D	CALCIO	mg/L	104	N.A
3500-E	MAGNESIO	mg/L	19	N.A
9221-B	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	< 1,1	< 2.000	CUMPLE
9221-C	COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1,1	N.A

*Decreto 3.219. Capítulo I. Artículos 5 y 8. De la clasificación de las aguas. "Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", publicado en Gaceta Oficial N° 5.305 Extraordinaria del 01/02/1.999
 N.A: No Aplica un valor en las normas.

Análisis realizados por:

MSc. Luisa Durán

Conclusión

La evaluación realizada a las aguas captadas a la salida de la Empresa Bigott, municipio San Diego, estado Carabobo, indican que las mismas, cumplen con los rangos máximos permitidos de los parámetros analizados, se encuentran dentro de los límites establecidos en el artículo 8 del Decreto N° 3.219 de fecha 13/02/1.999, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.305 Extraordinario de fecha 01/02/1.999 el cual contiene las "Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", y se clasifican como Tipo 1, "Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requieren de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él", desagregada en "Aguas 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 del decreto antes mencionado.

Igualmente se notifica que lo antes expuesto no le exime del cumplimiento de las exigencias de las normas sanitarias establecidas por otros organismos.

Ldo. Alejandro Valles
 Coordinador (e) Lab. Calidad Ambiental



Oficina Auxiliar. Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas Aragua
 Av. Aragua cruce con Av. Bermúdez, frente a C.C. Maracay Plaza, Maracay, Estado Aragua
 Teléfono: 0243-2358639.



ANEXO 4. Planilla de inventarios de aguas subterráneas de la empresa C. A Cigarrera Bigott.



UNIVERSIDAD
DE
CARABOBO

PLANILLA DE INVENTARIOS
DE
AGUAS SUBTERRANEAS



Minea
Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas

IDENTIFICACION	FECHA DE INVENTARIO	COORDENADAS		Informacion	NIVELES			FECHA
		U.T.M	N: 1127884 E: 613950		ESTATICO	DINAMICO	CAUDAL (LPS)	
		Elevacion	434 m	CAMPO	8,3 m	8,7	101	
ESTADO: <u>Carabobo</u>		MUNICIPIO: <u>San Diego</u>		VERBAL				
PROPIETARIO: <u>C.A. Cigarrera Bigott</u>		LUGAR O SITIO: <u>Cigarrera Bigott</u>						

CROQUIS DE UBICACIÓN

Fecha Const:	
Compañía: <u>Cigarrera Bigott</u>	
Direccion:	
Telefono	
N° Original	
N° Modificado	
Fecha	
Profundidad Pozo: <u>-</u>	
Perforada:	D:
Entubada:	D:

ESTADO ACTUAL DEL POZO
 ACTIVO:
 NO ACTIVO:
 TIEMPO SIN FUNCIONAR _____
 MOTIVO: _____

USO DEL AGUA: Industrial



DIRECCION ESTADAL DE
ECOSOCIALISMO Y AGUAS
CARABOBO

