

**VULNERABILIDAD HIDROGEOLÓGICA  
DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN  
DIEGO, ESTADO CARABOBO**



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE MAESTRÍA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL



**VULNERABILIDAD HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO  
SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**

Autor: Ing. Víctor E. Carrillo F.

Bárbula, Octubre 2015



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE MAESTRÍA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL



**VULNERABILIDAD HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO  
SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**

Autor: Ing. Víctor E. Carrillo F

Tutora: Ing. MSc. Ph.D Adriana Márquez

Bárbula, Octubre 2015



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE MAESTRÍA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL



**VULNERABILIDAD HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO  
SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**

AUTOR: ING. VICTOR CARRILLO  
TRABAJO DE GRADO PRESENTADO ANTE EL  
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO DE LA  
UNIVERSIDAD DE CARABOBO PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE MAGÍSTER EN INGENIERÍA  
AMBIENTAL.

Bárbula, Octubre 2015



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE MAESTRÍA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL



### AVAL DEL TUTOR

Dando cumplimiento a lo establecido en el Reglamento de Estudios de Postgrado de la Universidad Carabobo en su artículo 133, quien suscribe PROF. ADRIANA MARQUEZ, titular de la cédula de identidad V-12.604.007, en mi carácter de Tutor del Trabajo de Maestría titulado: VULNERABILIDAD HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO, presentado por: ING.VICTOR ENRIQUE CARRILLO FLORES, C.I.: V- 14.251.384, para optar al título de MAGÍSTER EN INGENIERÍA AMBIENTAL, hago constar que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y a la evaluación por parte del jurado examinador que se le designe.

En Bárbula a los Veinte (20) días del mes de Octubre del año dos mil quince (2.015).

---

Prof. ADRIANA MARQUEZ

C.I.: V-12.604.007



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE MAESTRÍA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL



**VULNERABILIDAD HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO  
SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**

AUTOR: ING. VICTOR CARRILLO

Aprobado en el Área de Estudios de Postgrado de la Universidad de Carabobo  
por Miembros de la Comisión Coordinadora del Programa:

---

---

---

Bárbula, Octubre 2015



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE MAESTRÍA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL



### VEREDICTO

Nosotros, Miembros del Jurado designado para la evaluación del Trabajo de Grado titulado VULNERABILIDAD HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO, presentado por: ING. VICTOR ENRIQUE CARRILLO FLORES, C.I.: V- 14.251.384 para optar al título de MAGÍSTER EN INGENIERÍA AMBIENTAL estimamos que el mismo reúne los requisitos para ser considerado como: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Presidente del Jurado

\_\_\_\_\_  
Jurado

\_\_\_\_\_  
Jurado

Bárbula, Octubre 2015

## **AGRADECIMIENTO**

A mi tutora, profesora Adriana Márquez, por su apoyo, dedicación y extraordinaria orientación durante el desarrollo de esta investigación.

A la profesora Mariela Aular por la orientación durante la carrera, además de su apoyo incondicional en momentos difíciles.

A mis compañeros de la Dirección Estatal del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas del estado Carabobo, por el apoyo prestado durante la consecución de la carrera.

Al Centro de Investigaciones de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales (CIHAM-UC), por apoyarme en la realización de las actividades de campo.

A la Universidad de Carabobo, por brindarme la oportunidad de enriquecer mis conocimientos y fortalecer mi desarrollo profesional durante la realización de mis estudios de postgrado.

A los compañeros tesisistas de la facultad de Ingeniería Civil de la UC, hoy en día colegas Fran Terán, Belzabeth Daza, Rafael García, Raúl Rodríguez, Andrés Mercado y Estaban Ramírez por el acompañamiento durante el trabajo de campo.



## **DEDICATORIA**

A Dios, mi fiel amigo, por siempre tomarme de su mano para guiarme hacia el logro de esta meta tan anhelada. Gracias infinitas Señor, por tu inmenso amor y por todas las maravillas que haces en mí. Este logro es tuyo.

A la memoria de mi hermano Victor Julio Carrillo, que estoy seguro que desde el cielo está orgulloso de verme haber logrado esta meta.

A mi esposa e hijos, por el apoyo incondicional, los periodos de espera en mi ausencia, pero sobre todo por el amor que me han dado.

A mis padres y hermanos por la ayuda prestada durante la carrera.

A mis familiares y amigos que de una u otra forma contribuyeron al logro de esta meta.

## ÍNDICE GENERAL

	pp
Resumen.....	iv
Introducción.....	01
<b>CAPÍTULO I EL PROBLEMA.....</b>	<b>03</b>
Planteamiento del Problema.....	03
Objetivos de la Investigación.....	10
Objetivo General.....	10
Objetivos Específicos.....	10
Justificación.....	11
Delimitación.....	13
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
Antecedentes de la Investigación.....	14
Bases Teóricas.....	17
Bases Legales.....	38
<b>CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>48</b>
Tipo de Investigación.....	48
Diseño de la Investigación.....	48
Población y Muestra.....	49
Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.....	49
Análisis de los Datos.....	51
Procedimientos de la Investigación.....	51
<b>ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....</b>	<b>57</b>
<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>59</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>64</b>



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**ÁREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE MAESTRÍA**  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL**



**VULNERABILIDAD HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO  
SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**

**Autor:** Ing. Víctor E. Carrillo F.

**Tutora:** Ing. MSc. Ph.D Adriana Márquez

**Fecha:** Octubre 2015

**RESUMEN**

En el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo la evaluación de la vulnerabilidad del acuífero del municipio San Diego del estado Carabobo, a fin determinar los grados de vulnerabilidad a la contaminación en muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto en los diferentes sectores del municipio, la investigación se tipifica como descriptiva, con diseño de campo. Para recolectar la información se empleó la revisión documental, la observación directa mediante el uso de planillas de registros y el método DRASCTIC para determinar los grados de vulnerabilidad del acuífero, para la localización geográfica de cada pozo se utilizó un equipo de posicionamiento satelital (receptor GPS), el nivel del agua fue medida semanalmente con una sonda de 0 a 300 metros durante el periodo noviembre-diciembre 2014 y enero-abril 2015, cada aprovechamiento de agua subterránea fue georreferenciado usando el Software Arcgis 10.0. Se encontraron: 108 pozos, 91% de los pozos activos, profundidad total entre 38 y 175 m, caudal 2,5 y 20 l/s, nivel estático 5,20 y 45 m, nivel dinámico 9,1 y 120 m, pH 6,37 y 7,1. Alcalinidad 48 y 146 mg/l. solidos disueltos totales 91 y 138 mg/l. dureza total 8 y 178 mg/l caco3. Cloruro 3 y 40 mg/l. carbonatos 3,39 y 18,8 mg/l. El perfil litológico predominante incluye los siguientes materiales: material de relleno, arcilla limosa, arcilla arena media, arcilla con lentes de arena, arena media con lentes de arcilla. Los parámetros hidráulicos bajos y perfil litológico conducen a acuífero entre confinado semiconfinado. De los datos litológicos junto con la topografía y recarga neta se dedujo que la vulnerabilidad al riesgo de contaminación del acuífero en el municipio va desde baja, moderada a alta, además que la composición química de estas aguas es idónea para el consumo humano.

**Descriptores:** Aguas subterráneas, Acuíferos, vulnerabilidad, propiedades hidrogeoquímicas y Software Arcgis.



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE MAESTRÍA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL**



**HYDROGEOLOGICAL VULNERABILITY OF THE AQUIFER OF SAN  
DIEGO COUNTY CARABOBO**

**Autor:** Ing. Víctor E. Carrillo F.

**Tutora:** Ing. MSc. Ph.D Adriana Márquez

**Fecha:** Octubre 2015

**ABSTRACT**

In the present research aimed to evaluate the vulnerability of the aquifer of the San Diego Carabobo state, to determine the degree of vulnerability to contamination in very low, low, moderate, high and very high in different sectors the municipality, research is classified as descriptive, with field design. To collect the data was used the document review, direct observation using payroll records and DRASCTIC method for determining the degree of vulnerability of the aquifer to the geographical location of each pit a team of satellite positioning (GPS receiver is used ), the water level was measured weekly with a probe from 0 to 300 meters during the period November to December 2014 and January to April 2015, each use of groundwater was georeferenced using the Software Arcgis 10.0. Found: 108 wells, 91% of active wells, total depth between 38 and 175 m, volume 2.5 to 20 l / s, 5.20 static level and 45 m, and 120 dynamic level 9.1 m pH 6.37 and 7.1. Alkalinity 48 and 146 mg / l. 91 total dissolved solids and 138 mg / l. total hardness 8 and 178 mg / l CaCO<sub>3</sub>. Chloride 3 and 40 mg / l. carbonates 3.39 and 18.8 mg / l. The predominant lithological profile includes the following materials: fillers, silty clay, clay medium sand, clay with sand lenses, medium sand with clay lenses. Low profile hydraulic parameters and lithologic lead to semi-confined aquifer confined between. From the lithological data along with the topography and net recharge is concluded that vulnerability to risk of contamination of the aquifer in the city ranging from low, moderate to high, in addition to the chemical composition of this water is suitable for human consumption

**Descriptors:** Groundwater, Aquifer, vulnerability, hydrogeochemical properties and Software Arcgis.

## INTRODUCCIÓN

Los recursos hídricos, como se los considera en forma académica tanto superficiales, subterráneos y acuíferos, cobran cada vez mayor importancia por las demandas que se incrementan en forma permanente por parte de las poblaciones por la diversidad de uso y actividades a las que se ve sometido de tipo humanas, tipo industrial, agrícola, minero, recreativo, entre otras.

En este contexto, los Estados han empezado a tener en cuenta los efectos negativos sobre el ambiente que traen dichas actividades, y han venido emprendiendo medidas efectivas al respecto, con nuevos conceptos en los marcos jurídicos, control y manejo de la disponibilidad de los recursos y con una inmediata necesidad de modificar la manera de administrar los mismos.

Por lo tanto, esta investigación quiere unirse a tales emprendimientos, y en virtud de que el agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento en el municipio San Diego, se tiene como propósito evaluar la vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero de dicho municipio, lo cual se realizará a través de la metodología DRASTIC, que permite representar a través de siete parámetros los grados de vulnerabilidad a la contaminación de un acuífero.

Para lograr ese propósito, se compararán los datos físicos-químicos y bacteriológicos sobre la calidad del agua del durante el período 1970-2014. También, se estimará la demanda de agua que requieren las diferentes

actividades económicas realizadas en el municipio, a fin de conocer cuál de ellas consume más cantidad agua, y para complementar la información de apoyo a la investigación, se realizará una revisión exhaustiva de la literatura científica y el marco jurídico nacional establecido en materia de conservación y preservación de aguas subterráneas.

Por otro lado, este proyecto se encuentra estructurado en los siguientes capítulos:

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 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, 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.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **Planteamiento del Problema**

A nivel mundial, desde hace tiempo, se viene resaltando la notable importancia de los acuíferos, en especial los grandes y profundos, ya que éstos recursos según Madurga (2008) constituyen una reserva de agua dulce claramente estratégica, raramente requieren de tratamiento previo a su consumo, porque tiene un proceso de filtrado bioquímico natural propio, generalmente, logran una calidad mucho mayor que aquella que se lograría, en términos técnicos y económicos, a través de métodos de tratamiento de aguas utilizados para aquellas aguas obtenidas de los ríos o lagos.

De acuerdo con Bedoya (2009) los acuíferos representan una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes, porque ellas están ubicadas a diferentes niveles de profundidad, hasta sistemas confinados que están a varios kilómetros por debajo del suelo. La mayor parte de estas aguas almacenadas proviene de la lluvia que se infiltra a través de la superficie del suelo. Agrega Bedoya que los acuíferos están siendo altamente afectados por la presión humana, agravando cada vez más

su disponibilidad (cantidad y calidad), otros factores son: la sobrexplotación de los mismos, el vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua, los cambios en el uso del suelo tales como: la deforestación, las prácticas agrícolas inadecuadas, el incremento de urbanizaciones en zonas de producción hídrica, el desarrollo industrial, entre otros, que amenazan de manera creciente la sostenibilidad de esta fuente de agua.

Ordoñez (2011) destaca que cuando ya están afectados grandes volúmenes del acuífero, las medidas de saneamiento es un proceso largo, tienen un alto costo económico, técnicamente complejos, y en algunos casos irreversible, por lo que es preferible tomar medidas de prevención y previsión, en lugar de la remediación. Por ello, en las últimas décadas se ha intensificado la preocupación por la protección del agua dulce a nivel mundial, llevando a los Estados y organismos internacionales a prestar especial atención a los sistemas de acuíferos.

En este sentido, desde los años 60 han surgido diversas disciplinas, conceptos, metodologías y enfoques para la evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos y las predicciones de escenarios desde un contexto del cambio climático. A modo de ejemplo, el Centro de Investigación Hidráulicas e Hidrotécnicas de la Universidad Tecnológica de Panamá (2012) llevó a cabo "El Foro Seminario Internacional de Contaminación de Acuíferos, Vulnerabilidad y Riesgos".

El objetivo del Foro fue traer expertos internacionales, a fin de avanzar en el conocimiento sobre técnicas para determinar la vulnerabilidad de los acuíferos panameños, para que se puedan establecer las primeras conversaciones, contactos y elaborar proyectos de mayor envergadura referente a acuíferos, problema que tiene no sólo está en Panamá, sino de todos los países.

En el mismo orden de ideas, en Suramérica se encuentra el tercer acuífero más grande del mundo con un volumen de 37 mil millones de metros cúbicos (m<sup>3</sup>), pero está compartido con territorios de Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina. Lo



que llevó a estos países a elaborar e implementar un acuerdo transfronterizo de orden institucional, legal y técnico para manejar y preservar dicho acuífero bajo el proyecto: "Protección Ambiental y el Desarrollo Sostenible Integrado del Sistema Acuífero Guaraní", bajo la cooperación de diferentes organismos internacionales en materia ambiental.

Entre sus metodologías técnicas aplicadas a dicho proyecto estuvo realizar un estudio de vulnerabilidad, a fin de lograr un conocimiento más profundo de la estructura geológica y del comportamiento hidrogeológico del sistema acuífero Guaraní, el cual se complementó con el análisis de cartografía básica, fotografías aéreas e imágenes satelitales.

Venezuela, es un país de grandes riquezas naturales, biodiversidad y abundantes recursos hídricos, según las Bases para el Plan Nacional de Gestión Integral de las Aguas (2010), se ubica en el quinto lugar del mundo con éste recurso, con una cantidad de 2.233 Km<sup>3</sup>/año, cuentan con una densa red de ríos y cuerpos de aguas en toda su geografía. Las aguas subterráneas se estiman en una magnitud de reservas totales de aproximadamente 7.700 millardos de m<sup>3</sup> en una superficie total de 468.000 km<sup>2</sup>, de los cuales el volumen aprovechable es de 23 millardos de m<sup>3</sup>, sin incluir las reservas del margen derecho del río Orinoco.

Igualmente, se estima que los acuíferos con mayor potencial hidrogeológico cubren una superficie total de 352.000 Km<sup>2</sup>, que representa el 42% del territorio nacional. De acuerdo a su potencialidad los acuíferos se clasifican en: acuíferos de gran potencialidad, ubicados en la mesa de Guanipa, sistema de río Guárico, llanos de Barinas, Portuguesa y Apure; acuíferos de potencial medio, ubicados en Barlovento y Valle de Caracas; y acuíferos en vías de agotamiento como el Valle de Quibor y Coro.

Sin embargo, la distribución espacial de los asentamientos humanos en el país, no guardan la relación con la distribución de los recursos hídricos, el 80% de

los habitantes están emplazados en el Eje Centro-Norte Costero, áreas con baja disponibilidad hídrica. Uno de los estados venezolanos con disponibilidad de éste recursos es el estado Carabobo, quien posee dos grandes cuencas de importancia: la del Lago de Valencia y Pao-Cachinche.

El Embalse Pao-Cachinche es la principal fuente de abastecimiento del Acueducto Regional del Centro, el cual suministra agua potable a los estados Carabobo, Aragua y Cojedes. Por su parte, los servicios de suministro de agua potable, recolección de aguas servidas y depuración de las mismas están bajo la administración de la empresa estatal C.A Hidrológica del Centro (HIDROCENTRO), la que desde el 2010 viene aplicando racionamientos de agua en el estado Carabobo, alcanzando en algunos municipios una frecuencia de abastecimiento de pocos días a la semana.

Uno de esos municipios es San Diego, que presenta grave dificultad con respecto a la discontinuidad en el servicio de agua potable, según datos de la Alcaldía del Municipio San Diego (2012) es de 59,3%, pero obedecen a múltiples factores. De acuerdo a información recopilada por dicha Alcaldía HIDROCENTRO posee en sectores del municipio sistemas de bombes eléctricos, que se han visto afectados por continuas interrupciones eléctricas de la Corporación Eléctrica Nacional S.A, Carabobo (CORPOELEC). Adicionalmente, hay un retraso con una conexión desde el Acueducto Regional del Centro (II Etapa), la cual es una de las soluciones más viables para el suministro de agua potable a los sandieganos.

A lo anterior se suma el aumento de obras urbanísticas, comerciales e industriales en el municipio, lo cual ha provocado la proliferación de tomas ilegales de agua, así como la perforación de pozos de aguas subterráneas, algunos de ellos con la permisología respectiva, pero otros usan éste recurso hídrico de forma no controlada y no autorizada. Tal situación se ha tornado crítica, en parte debido a que muchos de los acuíferos que abastecen de agua al municipio están sufriendo sobreexplotación y aumento de cargas contaminantes.

En este sentido, se requiere priorizar medidas de protección y control en las áreas donde existan actividades potencialmente contaminantes para los acuíferos, así como vigilancia, manejo y ubicación. Al respecto, las autoridades del municipio San Diego en su "Plan de Desarrollo San Diego 2014-2017", tienen entre sus objetivos: "Detectar los impactos que se generan al medio ambiente (aire, agua y suelo) y establecer las medidas y recomendaciones de carácter general, para su mitigación, mejoramiento y ordenación" (p. 23).

Vale destacar que dicho plan está en consonancia con los lineamientos estratégicos del Plan de la Patria 2013-2019. Aparte, existe la Ordenanza sobre Protección de Ambiente y Servicios de Cooperación con el Saneamiento Ambiental en la jurisdicción del Municipio San Diego (2005), donde se atribuye a la Fundación para el Mantenimiento Urbano y Conservación del Municipio San Diego (FUMCOSANDI) promover las acciones para: "... la correcta administración, preservación y mejoramiento natural local compuesto por los ecosistemas, cuencas hidrográficas, los suelos, atmósfera...".

Como es notable las autoridades de San Diego, poseen valiosos instrumentos en lo concerniente a la conservación y protección del ambiente, pero como sucede también en algunas leyes venezolanas no hay una que especifique adecuadamente el uso y explotación de las aguas subterráneas. Tampoco existe una normativa actualizada, que establezca el empleo de mapas o índices de vulnerabilidad a la contaminación, el cual proporciona la base de datos necesaria para una ordenada planificación de éstas aguas y emprender su manejo de manera sustentable.

De acuerdo con Foster (2003) el índice de vulnerabilidad a la contaminación de un acuífero: "es usado para representar las características intrínsecas que determinan su susceptibilidad a ser adversamente afectado por una carga contaminante que cause cambios químicos, físicos o biológicos que estén por

encima de las normas de utilización del agua” (p.02). Es una propiedad relativa, no medible, no tiene dimensiones y su evaluación se realiza admitiendo que es un proceso cambiante con la actividad realizada y en función de las medidas protectoras.

Agrega Foster que la vulnerabilidad puede ser intrínseca, condicionada por las características hidrogeológicas del terreno; y específica, cuando se consideran factores externos como la climatología o el propio contaminante. Por su parte, Reynoso (2005) señala que la carga contaminante se puede controlar o modificar, pero no la vulnerabilidad del medio (tipo de acuífero, cobertura, permeabilidad, profundidad, recarga, entre otros). Recalca que el acuífero menos vulnerable, una vez contaminado, es el de más difícil saneamiento, por ello hay que tomar conciencia de la escala y seriedad del problema.

De aquí surge el objetivo de este estudio, de evaluar la vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero de San Diego, a fin de identificar y cuantificar a través de un mapa de vulnerabilidad los acuíferos y pozos presentes en este municipio. Para ello, se aplicará el método DRASTIC, el cual emplea siete parámetros hidrogeológicos que permiten establecer cinco grados de vulnerabilidad: muy bajo, bajo, moderado, alta y muy alto.

Además, para realizar el mapa de vulnerabilidad hidrogeológico se utilizará Sistema de Información Geográfica (SIG), donde se plasmarán los datos obtenidos del método DRASTIC, de manera simultánea y automatizada. Igualmente, se compararán los datos físicos-químicos y bacteriológicos sobre la calidad del agua del durante el período 1970-2014. Lo que pondrá de manifiesto, si la calidad del agua subterránea está siendo alterada o no. De estar alterada repercutiría a mediano o largo plazo en la salud de la población abastecida.

Los datos físicos-químicos y bacteriológicos serán suministrados por la Dirección Estatal del Poder Popular para el Ambiente Carabobo (Coordinación

Gestión de Aguas). También, se estimará la demanda de agua que requieren las diferentes actividades económicas realizadas en el municipio, a fin de conocer cuál de ellas consume más cantidad agua, y así proporcionar información de apoyo a la investigación.

De igual modo, el investigador tiene el firme propósito de proporcionar herramientas y técnicas cuantitativas para el análisis de situaciones ambientales mediante procesos automatizados en el manejo de la información, adecuado a la realidad nacional en su diversidad de problemas y perspectivas de solución.

Por ello y con base a todo lo descrito, surgen las siguientes Interrogantes:

### **Formulación del Problema**

¿Cuál es la actividad económica del municipio San Diego, que demanda más consumo de agua?

¿Como ha sido la evolución de los análisis físico-químico y bacteriológico sobre la calidad del agua subterránea del periodo comprendido entre 1970-2014?

¿Cuáles serán los niveles de vulnerabilidad hidrogeológica que presenta el acuífero del Municipio de San Diego?

### **Objetivos de la Investigación**

#### **Objetivo General**

Evaluar la vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero del municipio San Diego del estado Carabobo.

## **Objetivos Específicos**

- Estimar la demanda del uso de agua potable en relación a las actividades económicas del municipio San Diego.
- Comparar los datos de los análisis físico-químico y bacteriológico sobre la calidad del agua subterránea durante el periodo comprendido 1970-2014.
- Determinar los niveles de vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero del Municipio de San Diego mediante el método DRASTIC.
- Realizar el mapa de vulnerabilidad a la contaminación del acuífero del municipio San Diego a través del Sistema de Información Geográfica (SIG).

## **Justificación**

La importancia de los acuíferos es incuestionable, además que este recurso hídrico proporciona un porcentaje de agua para abastecer los habitantes del municipio San Diego. Se debe entonces, evaluar la vulnerabilidad a contaminación del acuífero en este municipio, a fin de obtener datos fiables y de calidad.

En este sentido, esta investigación tiene un beneficio ambiental relevante para el municipio San Diego, ya que de acuerdo a la información arrojada, se conduciría a una mejor apreciación de acciones prioritarias requeridas por las autoridades municipales y FUMCOSANDI, organismo regulador del ambiente del municipio San Diego a proteger su acuífero, tanto con fines preventivos, como evitar una futura contaminación y mitigar las amenazas derivadas de las actividades económicas que lo estén dañando.

Además, este estudio ofrece un importante beneficio económico, porque en la mayoría de los casos, el costo de aplicar un índice de vulnerabilidad resulta

modesto en comparación con emplear un proceso de descontaminación, lo cual se considera de tiempo prolongado, costoso, a veces, prácticamente irreversible o irrealizable, sin mencionar que una vez el acuífero esté contaminado no se pueden consumir esas aguas, por lo que habría que buscar y desarrollar una nueva fuente para suministrar agua e instalar otras redes de distribución.

Otro propósito que tiene esta investigación es que tanto a nivel municipal, regional y nacional, se inicie un cambio para modernizar el marco legal de las aguas, para aplicar un manejo especial de los acuíferos, considerarlos tan importantes con los mares, ríos, lagos y cuencas, como lo han hecho otros Estados, quienes han introducido en su legislación normas para regular y explotar las aguas subterráneas, de esta manera controlar las actividades que puedan comprometer su disponibilidad y calidad.

Igualmente, este trabajo pretende que otros profesionales del área ambiental, implementen y desarrollen las metodologías y técnicas disponibles en el mercado, para actualizar la información hidrogeológica, desarrollar programas para el inventario y reactivación de las redes de observación de pozos de agua, modernización de la instrumentación de campo y la formación personal. Ahora bien, una de los métodos más usuales es establecer mapas de vulnerabilidad de los acuíferos, ya que con ellos se pueden priorizar las medidas de control donde ya exista una gama de actividades potencialmente contaminantes.

Por otra parte, parece significativo que esta investigación sea de utilidad para futuras investigaciones, tanto de la Maestría como para estudios de similares, ya que compilar en un solo documento la información necesaria para la elaboración de mapas de vulnerabilidad, específicamente relacionado con acuíferos, para un sector determinado pero que pueden extenderse hacia otros municipios de Valencia o ciudades del país.

## Delimitación

Este estudio se encuentra delimitado en el municipio San Diego, enclavado en el extremo Centro-Norte de la región central de país, ocupando un área del municipio Valencia, con una superficie aproximada de 106 km<sup>2</sup>. Sus límites geográficos son:

- **Norte:** con el municipio Puerto Cabello, por la división de aguas de la Cordillera de la Costa, atravesando el Parque San Esteban.
- **Sur:** con el municipio 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.
- **Oeste:** con los municipios Valencia y Naguanagua, por la divisoria de aguas del cerro el Trigal, pasando por el estrecho de Bárbula hasta el límite con el municipio Puerto Cabello.

En cuanto a la delimitación temporal, la investigación se inició en enero del 2014 y se estima la culminación de la misma en julio del 2015.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

Hernández (2008) señala que un marco teórico es “un compendio escrito de artículos, libros y otros documentos que describen el estado pasado y actual del conocimiento sobre el problema de estudio. Nos ayuda a documentar cómo nuestra investigación agrega valor a la literatura existente” (p. 64). Ello implica exponer y analizar las teorías, las conceptualizaciones y los antecedentes en general, que se consideren válidos para el correcto encuadre de este estudio.

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

Todo investigador debe tomar en cuenta el conocimiento previamente construido, así como otras investigaciones realizadas sobre la problemática estudiada en otros lugares o países. En este sentido, a continuación se presentan los antecedentes, pero cabe destacar que en Venezuela no existen investigaciones sobre vulnerabilidad hidrogeológica de acuíferos, por lo que serán reseñadas investigaciones del ámbito internacional, en relación a las aguas subterráneas:

Ríos y Vélez (2008) publicaron un estudio titulado: *Vulnerabilidad a la contaminación, Zona Sur Acuífero del Valle del Cauca en Colombia*. La metodología que se empleó fueron seis índices de vulnerabilidad y superposición: AVI, BGR, DRASTIC, GOD, GODS y PATHS. Los resultados de los análisis realizados fueron contrastados con el modelo de simulación HYDRUS 1D®, donde predominó una vulnerabilidad moderada. Se encontraron sectores con estratos intercalados de arcillas, de nivel freático determinante y las arcillas no alcanzaban a aportar la suficiente protección para retener una carga contaminante. Además, esta zona corresponde a niveles pocos profundos y menos de un centímetro. En este caso la residencia del contaminante en la zona no saturada estaría entre 50 a 150 días. Este trabajo constituye un aporte para la interpretación de los resultados de vulnerabilidad.

Salhi et al (2007) publicaron una investigación titulada: *Aplicación del método DRASTIC para evaluar la vulnerabilidad a la contaminación del Acuífero de Oued Laou (Marruecos)*. La metodología que se aplicó fue la cartografía DRASTIC de vulnerabilidad a la contaminación del acuífero para tres años pluviométricos diferenciados en: seco, medio y húmedo, debido a la gran variabilidad del régimen pluviométrico del sector estudiado. Los resultados permitieron obtener un mapa de vulnerabilidad en el período seco, donde predominó vulnerabilidad baja en 35% en la llanura, localizado principalmente en el centro del acuífero. La vulnerabilidad moderada (63,5% y 61,5%) ocupó la mayor parte de la superficie de la llanura; y la categoría vulnerabilidad extrema aparece únicamente dentro del mapa en el año húmedo que ocupó un sector limitado en el río aguas abajo de la llanura. El aporte a esta investigación es la metodología empleada.

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

### **Bases Teóricas**

Para llegar a desarrollar el objeto de conocimiento, se deben establecer los aspectos teóricos, lo cual se hace a partir de la documentación y bibliografía existente sobre el tema tratado. Considerando esto, a continuación se explican los conceptos que sustentan el presente trabajo, en lo que respecta a los acuíferos, vulnerabilidad hidrogeológica, entre otros.

#### **Vulnerabilidad Hidrogeológica**

El término vulnerabilidad aplicado a la contaminación de los acuíferos, tiene muchas variantes y han surgido muchas definiciones y metodologías sobre el mismo. Existiendo de esta manera enfoques o corrientes sobre si la vulnerabilidad es cualitativa o cuantitativa. La primera definición fue introducida en Francia por Albinet y Margat (1970) como: "La protección natural que los estratos terrestres ejercen para atenuar la entrada de contaminantes hacia los acuíferos" (p.13).

El precedente concepto, se basa en que el medio físico puede propiciar cierto grado de protección contra impactos naturales y humanos, con respecto a los potenciales contaminantes introducidos en el medio subterráneo. Esto no se

puede medir de manera directa, pero se puede determinar utilizando datos geológicos e hidrogeológicos y mediante la sensibilidad del acuífero a la contaminación de origen antrópico, difuso o puntual.

Cabe destacar que el concepto de vulnerabilidad ha evolucionado a lo largo del tiempo, siendo hasta mediados de los 80, cuando se desarrolló una mayor sensibilidad ambiental, y se iniciaron intentos para describir la vulnerabilidad, que ha mejorado hasta llegar a las actuales, ya que incluyen otros factores, tales como: grado de protección contra contaminantes por la capa suprayacente al acuífero, el potencial de depuración del agua contaminada en el mismo, condiciones de flujo subterráneo, condiciones climáticas, riesgo de contaminación por el tipo de uso y ocupación del suelo, entre otras variables.

La Unión Europea desarrolló la Acción COST 620 (2002) denominada "Vulnerabilidad y Cartografía de Riesgo para la Protección de Acuíferos Karst", definieron de manera precisa dos tipos de vulnerabilidad:

- **Vulnerabilidad intrínseca:** susceptibilidad del agua subterránea a la contaminación generada por la actividad humana en función de las características geológicas e hidrogeológicas de un área pero independientemente de la naturaleza de los contaminantes.
- **Vulnerabilidad específica:** susceptibilidad del agua subterránea a un contaminante o grupo de contaminantes concreto en función de las características de éstos y sus relaciones con los componentes de la vulnerabilidad intrínseca.

Ahora bien, es importante conocer la vulnerabilidad de un acuífero y cómo es afectado por factores externos en una determinada región, es un asunto apremiante para los Estados y organizaciones relacionadas con el ambiente, por lo que Antonakos y Lambrakis (2006) proponen cuatro métodos para evaluar la vulnerabilidad:

- **Modelos basados en índices sintéticos de información espacial,** combinan mapas de elementos ambientales que influyen en el transporte de agua y contaminantes. Cada elemento tiene un intervalo de valores posibles de vulnerabilidad del agua subterránea.

- **Modelos de simulación basados en procesos:** se aplican a escala de detalle con el fin de predecir el transporte de contaminantes (como pesticidas y nitratos) tanto en el tiempo como en el espacio; simulan los procesos físicos del movimiento del agua y se asocian al destino y transporte de contaminantes. Son modelos bastante complejos porque requieren diferentes parámetros, tales como: parámetros del pesticida, parámetros edáficos, parámetros del cultivo, parámetros climáticos y parámetros de manejo.
- **Modelos estadísticos:** incluyen la descripción estadística de las concentraciones de un contaminante y el análisis de regresión para incorporar los efectos de distintas variables predictoras. El objetivo es describir en términos matemáticos (función o modelo) una relación entre la calidad del agua y las características naturales o antrópicas en un área específica a través del uso de variables independientes.
- **Métodos híbridos,** se definen como métodos que combinan modelos basados en índices, estadísticos y procesos.

Las propiedades del medio varían de un punto a otro, lo que unas áreas sean más susceptibles que otras, por ello existen zonas de mayor o menor sensibilidad.

Tomando esto en cuenta, es posible determinar la vulnerabilidad hidrogeológica, en este caso, del acuífero del municipio San Diego, a través del método DRASTIC, el cual pertenece al modelo basado en índices sintéticos de información espacial.

## **Método DRASTIC**

El método DRASTIC, fue desarrollado por Aller et al. (1987) y patrocinado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) para estimar la vulnerabilidad de los acuíferos en 10 de sus condados. Dicho método, considera la hipótesis de que el contaminante se introduce desde la superficie del suelo y que tiene la misma movilidad que el agua. Se basa en el análisis de siete parámetros hidrogeológicos, cuyas iniciales en inglés, constituyen el acrónimo que da nombre al método, tal como se presenta en el siguiente cuadro 1:

**Cuadro 1.**  
*Parámetros del Método DRASTIC.*

Parámetro		Variable	Factor de Ponderación (w)
<b>D</b>	Depth	Profundidad de agua	5
<b>R</b>	Recharge	Recarga neta	4
<b>A</b>	Aquifers	Naturaleza del acuífero	3
<b>S</b>	Soil	Tipo de suelo	2
<b>T</b>	Topography	Topografía	1
<b>I</b>	Impact	Impacto de zona vadosa	5
<b>C</b>	Hydraulic conductivity	Conductividad hidráulica	3

*Nota:* Aller et al (1987).

Además del factor de ponderación del 1 al 5 (w), cada parámetro a su vez esta subdividido en un factor de calificación subdividido en una serie de intervalos, a los cuales se les asigna una puntuación que varía entre 1 y 10 (r), siendo el valor 10 el de máxima vulnerabilidad. La puntuación correspondiente se suma con el factor de ponderación para obtener una valoración final, según se indica en la siguiente expresión:

$$D_r D_w + R_r R_w + A_r A_w + S_r S_w + T_r T_w + I_r I_w + C_r C_w = \text{Índice de vulnerabilidad}$$

Ecuación 2.1

En donde:

r: indica factor de clasificación o valoración.

w: indica factor de ponderación.

En este sentido, a continuación se especifican cada una de los parámetros y sus respectivos factores de calificación o valor. Para la variable profundidad de agua (D), se presenta su valor en el siguiente cuadro 2:

**Cuadro 2.**

*Factor de calificación para la variable profundidad de agua (D).*

Variable (D)		
Profundidad (m)		Valor asignado
0.0	1.5	10
1.5	9.0	9
9.0	15.0	7
15	23	5
23	30	3
>30		1

*Nota:* Aller et al (1987).

Por su parte, el factor de calificación para la variable recarga neta (R), se muestra en el siguiente cuadro 3:

**Cuadro 3.**

*Factor de calificación para la variable recarga neta (R).*

Variable (R)		
Recarga (mm)		Valor asignado
0	50	1
50	103	3
103	178	6
178	254	8
>254		9

*Nota:* Aller et al (1987).

Asimismo, el factor de calificación para la variable naturaleza del acuífero (A), se presenta en el siguiente cuadro 4:

**Cuadro 4.**

*Factor de calificación para la variable naturaleza del acuífero (A).*

<b>Variable (A)</b>		
<b>Litología del acuífero</b>	<b>Valor <math>A_r</math></b>	<b>Valor típico <math>A_r</math></b>
Lutita masiva	1 - 3	2
Metamórfica/Ígnea	2 - 5	3
Metamórfica/Ígnea meteorizada	3 - 5	4
Till Glacial	4 - 6	5
Secuencia de arenisca, caliza y lutita	5 - 9	6
Arenisca masiva	4 - 9	6
Caliza masiva	4 - 9	6
Arena o grava	4 - 9	8
Basaltos	2 - 10	9
Caliza kárstica	9 - 10	10

*Nota:* Aller et al (1987).

En cuanto al factor de calificación para la variable tipo de suelo (S), se muestra en el siguiente cuadro 5.

**Cuadro 5.**

*Factor de calificación para la variable tipo de suelo (S).*

<b>Variable (S)</b>	
<b>Tipo de suelo</b>	<b>Valoración <math>S_r</math></b>
Delgado o ausente	10
Grava	10
Arena	9
Agregado arcilloso o compactado	7
Arenisca margosa	6
Marga	5
Limo margoso	4
Arcilla margosa	3
Estiércol - cieno	2
Arcilla no compactada y no agregada	1

*Nota:* Aller et al (1987).



De igual modo, el factor de calificación para la variable impacto de zona vadosa (I), se muestra en el siguiente cuadro 6.

**Cuadro 6.**

*Factor de calificación para la variable topografía (T).*

Variable (I)	
Pendiente (%)	Valoración T <sub>r</sub>
0 - 2	10
2 - 6	9
6 - 12	5
12 - 18	3
> 18	1

*Nota:* Aller et al (1987).

En el siguiente cuadro 7, se presenta el factor de calificación para la variable impacto de zona vadosa (I):

**Cuadro 7.**

*Factor de calificación para la variable impacto de zona vadosa (I).*

Variable (I)		
Naturaleza de la zona no saturada	Valor I <sub>r</sub>	Valor típico I <sub>r</sub>
Capa confinante	1	1
Cieno - arcilla	2 - 6	3
Lutita	2 - 5	3
Caliza	2 - 7	6
Arenisca	4 - 8	6
Secuencia de arenisca, caliza y lutita	4 - 8	6
Arena o grava con contenido de cieno y arcilla significativo	4 - 8	6
Metamórfica/Ígnea	2 - 8	4
Grava y arena	6 - 9	8
Basalto	2 - 10	9
Caliza kárstica	8 - 10	10

*Nota:* Aller et al (1987).

Y finalmente, se muestra el cuadro 8, con el factor de calificación para la variable conductividad hidráulica (C).

**Cuadro 8.**

*Factor de calificación para la variable conductividad hidráulica (C).*

Variable (C)				
m/día		cm/s		Valoración C <sub>r</sub>
0,04	4,08	$4,6 \cdot 10^{-5}$	$4,7 \cdot 10^{-3}$	1
4,08	12,22	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	2
12,22	28,55	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$3,4 \cdot 10^{-2}$	3
28,55	40,75	$3,4 \cdot 10^{-2}$	$4,7 \cdot 10^{-2}$	6
40,75	81,49	$4,7 \cdot 10^{-2}$	$9,5 \cdot 10^{-2}$	8
> 81,49		> $9,5 \cdot 10^{-2}$		10

*Nota:* Aller et al (1987).

De acuerdo con Aller et al (Ob. Cit.), las variables más importantes son la profundidad del nivel de agua, el tipo de suelo y el impacto de la zona no saturada. También, señala que los factores de ponderación cambian cuando se trata de actividades agrícolas, en especial, los pesticidas. Estas diferencias se deben a que éstos resultan menos volátiles y más persistentes en el ambiente.

Se hace importante mencionar que en el método DRASTIC se aplican clases, niveles o grados de vulnerabilidad expresados en posibles rangos comprendidos entre 23 y 230, siendo los más frecuentes comprendidos entre 50 y 200. Los intervalos de vulnerabilidad se definen en función de la aplicación y se pueden clasificar según las categorías que se presentan en el cuadro 9.

**Cuadro 9.**

*Clasificación de la vulnerabilidad en siete diferentes categorías en función del valor del índice DRASTIC.*

Vulnerabilidad General		Vulnerabilidad a Pesticidas	
Grado	Índice	Grado	Índice
Muy Alto	187 a 230	Muy Alto	215 a 260
Alto	146 a 187	Alto	168 a 214
Moderado	105 a 146	Moderado	121 a 167
Bajo	64 a 105	Bajo	74 a 120
Muy Bajo	23 a 64	Muy Bajo	26 a 73

*Nota:* Aller et al (1987).

## Mapas de Vulnerabilidad

Otro aspecto importante de destacar es que la aplicación del método DRASTIC conduce a elaborar mapas de vulnerabilidad a la contaminación y uno de los criterios básicos utilizados para realizar dicho mapa es el diferente comportamiento hidrogeológico de los materiales presentes en la superficie, la información histórica, los años de mayor vulnerabilidad, la tendencia histórica y las zonas más críticas en el territorio objeto de estudio.

El primer aporte a la denominación "mapa de vulnerabilidad" se realizó en Francia por Albinet (1970) a escala 1:1.000.000, basado en criterios de composición litológica de rocas y depósitos, definió seis categorías primarias y nueve secundarias de acuerdo con el riesgo potencial creciente de contaminación. Tenía un carácter orientativo previsor, a escala nacional, de localización de las regiones más sensibles del país al riesgo potencial de contaminación derivado de acciones humanas.

En este sentido, Auge (2001) propone algunos tipos de mapas de acuerdo a la magnitud de la zona objeto de estudio, tal como se muestra en el siguiente cuadro 10:

### Cuadro 10.

*Mapas a adoptar en función de la magnitud de la zona objeto de estudio.*

Mapa			
Detalle	Semi-detalle	Semi-regional	Regional
Escala mayor de 1:25.000	Escala de 1:25.000 a 1:100.000	Escala de 1:100.000 a 1:500.00	Escala menor de 1:500.000

*Nota:* Auge (2001).

A continuación se explican de manera breve, cada uno de los mapas arriba mencionados:

- **Los mapas de detalle:** se utilizan para la evaluación de ambientes específicos como: zonas urbanas, regiones cultivadas y de cría de ganado, plantas industriales, entre otros. Generalmente, la extensión estudiada abarca desde algunos cientos de hectáreas, a cientos de km<sup>2</sup>.
- **Los mapas de semi-detalle:** se emplean para el estudio de cuencas hidrogeológicas, o unidades acuíferas individuales, cuando la extensión de las mismas no sobrepasa unos pocos miles de km<sup>2</sup>.
- **Los mapas semi-regionales:** se utilizan para evaluar la vulnerabilidad a nivel de ambiente, provincia o toda región que presente características o comportamientos distintivos en relación a sus aguas subterráneas. El término distintivo implica la manifestación reiterada y fácilmente detectable de alguna característica peculiar, por lo tanto, no siempre involucra un comportamiento homogéneo. Los factores que ejercen mayor influencia en el comportamiento hidrológico subterráneo son: el geológico, el morfológico, el climático y el biológico.
- **Los mapas regionales:** se emplean a nivel de reconocimiento, abarcan varias provincias, estados, dentro del país, todo el país o entre varios países, en extensiones que van desde centenas de miles, a millones de km<sup>2</sup>. Los mismos tienen por objeto brindar un panorama general sobre la vulnerabilidad del agua subterránea, y se aplican para el control y manejo de acuíferos compartidos interprovinciales, interestatales y transfronterizos. Auge (2001).

Para complementar la información sobre los mapas de vulnerabilidad, a éstos se les denomina semáforo, dado que la mayoría de los investigadores emplean colores en los grados de vulnerabilidad para lograr una mejor visualización. En consecuencia, el mapa queda expresado en código de colores, donde: el color rojo indica mayor vulnerabilidad a la contaminación; verde ausencia o muy bajo grado de riesgo y amarillo unas circunstancias intermedias entre ambas situaciones extremas. A continuación se presenta la figura 8 con un ejemplo de mapa de vulnerabilidad a la contaminación, con su leyenda a colores.

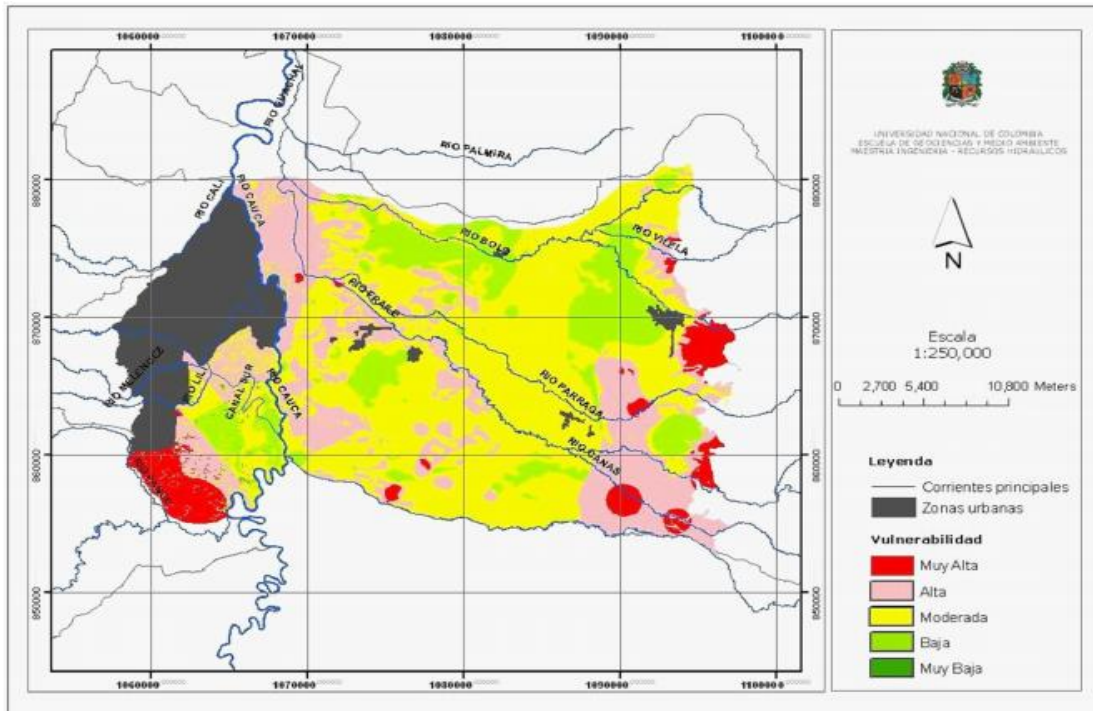


Figura 1. Ejemplo de mapa de vulnerabilidad a la contaminación con leyenda a colores. Nota. Datos tomados de Ríos y Vélez (2008).

La finalidad última de los mapas de vulnerabilidad es la división del territorio en áreas de diferente aptitud potencial para un propósito específico, lo que permite de una manera directa hacer gestión y control del territorio enmarcado en políticas restrictivas de las cargas contaminantes y planteamiento de alternativas limpias de su manejo, con miras a la protección de la calidad de los acuíferos, mejorando de ésta manera los recursos humanos, técnicos y económicos.

## Los Acuíferos

El término acuífero proviene del latín *aqua* que significa "agua", y el sufijo *fero* que significa "que lleva", es decir, llevar agua. Gil (2012) define éste término como: "el estrato o formación geológica que permite la circulación del agua por sus poros o grietas geológicas de modo tal que el hombre puede aprovecharlas en cantidades económicamente apreciables para subvenir a sus necesidades". (p. 09). Este concepto es muy arraigado en la comunidad científico-técnica hidrogeológica, ya que introduce un componente económico que confiere un carácter relativo al significado del acuífero.

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. (Ver Figura 2).



Figura 2. **Acuífero Detrítico.** Nota: Instituto Geológico Minero de España (2014)

- **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. (Ver Figura 3).



Figura 3. **Acuífero Fisurado.** Nota: Instituto Geológico Minero de España (2014)

- **Acuíferos kárticos:** corresponde a estructuras bien organizadas en cavidades de formaciones rocosas carbonatadas (calizas, dolomias 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. (Ver Figura 4).

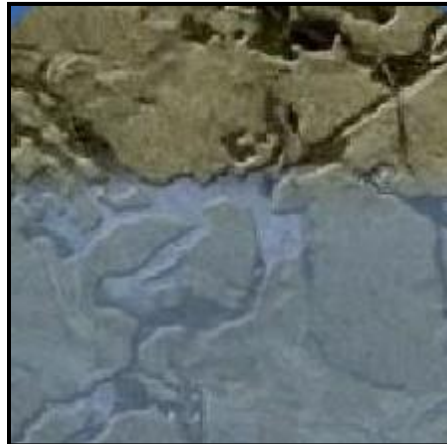


Figura 4. **Acuífero Kárstico** Nota: Instituto Geológico Minero de España (2014)

Ahora bien, atendiendo al comportamiento hidráulico de las formaciones geológicas, así como a su posición estructural en el terreno, Gil (Ob. Cit.) hace distinción de tres tipos de acuíferos:

- **Acuífero libre, no confinado, o freático**, es aquel en el que existe una superficie libre del agua encerrada que está en contacto directo con el aire, y por lo tanto, a presión atmosférica. Entre la superficie del terreno y el nivel freático se encuentra la zona no saturada. 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 los periodos secos o lluviosos. (Ver Figura 5).

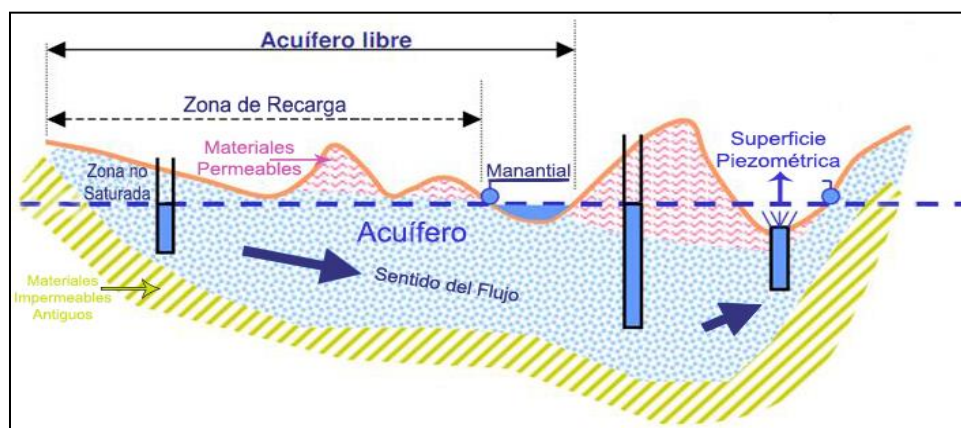


Figura 5. **Acuífero Libre**. Nota: Gil Montes (2012).

- **Acuífero confinado**, cautivos, a presión o en carga, son aquellas aguas subterráneas que se acumulan en la roca permeable y están



encerrados entre dos capas impermeables. Si éste es perforado, el nivel de agua ascenderá hasta situarse en una posición que coincidirá con el nivel de saturación del acuífero en la zona de recarga. El agua está sometida a una presión mayor a la atmosférica. (Ver Figura 6).

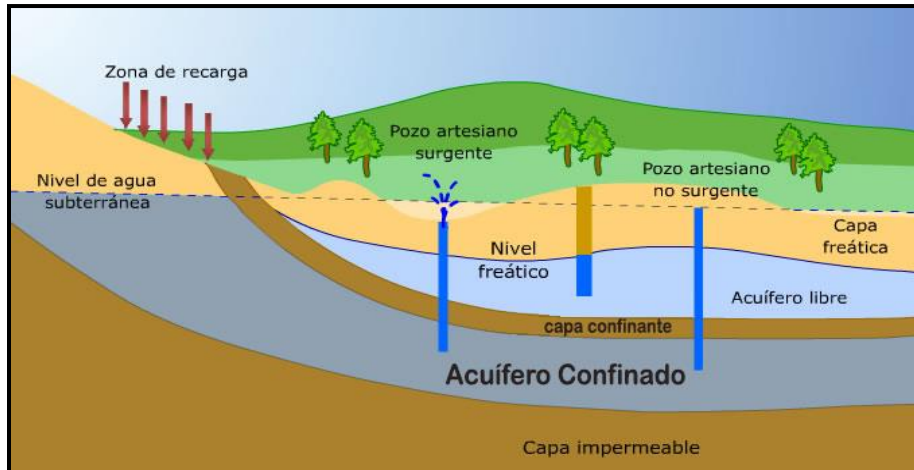


Figura 6. **Acuífero Confinado.** Nota: Gil Montes (2012).

- **Acuíferos semiconfinados**, tienen características mixtas entre los dos tipos anteriores, se pueden considerar un caso particular de los acuíferos confinados, en los que muro, techo o ambos no son totalmente impermeables, sino que permiten una circulación vertical del agua. Por tanto, puede recibir recarga o perder agua a través del techo o de la base. Este flujo vertical sólo es posible si existe una diferencia de potencial entre ambos niveles. (Ver Figura 7).

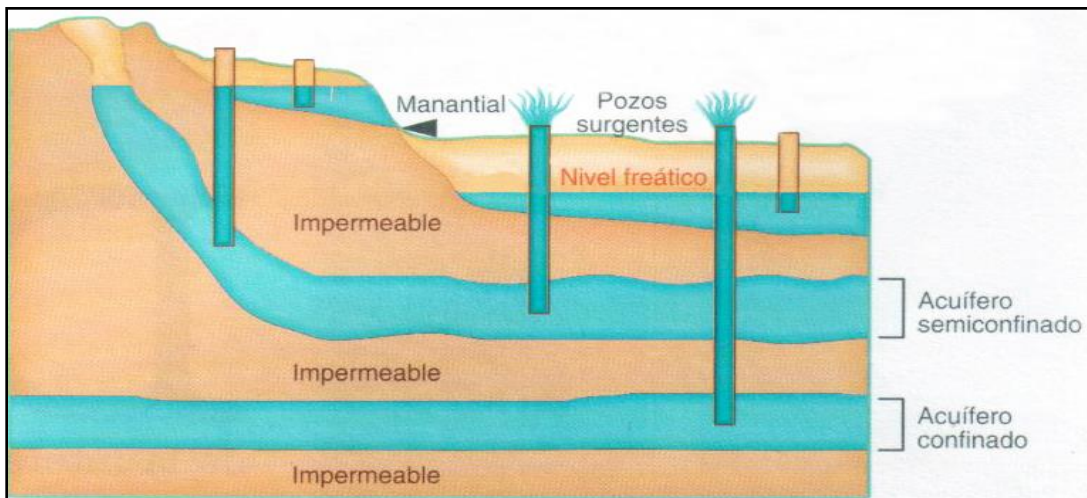


Figura 7. **Acuífero Semiconfinado.** Nota: Gil Montes (2012).

Por último, Sánchez (2012) menciona los acuíferos colgados, para hacer referencia a acumulaciones de agua subterránea de escasa continuidad lateral situadas por encima del nivel freático principal. Este tipo de acuíferos corresponden, en sentido estricto, a alguno de los tres tipos de acuíferos citados anteriormente.

Sin embargo, debido a sus pequeñas dimensiones es habitual clasificarlos por separado. Los acuíferos colgados son frecuentes en formaciones geológicas detríticas (especialmente de origen aluvial y fluvial) en las que se pueden encontrar depósitos de materiales pocos permeables (limos y arcillas) inmersos en un material granular de mayor permeabilidad. Con cierta frecuencia, estos acuíferos son los responsables de la alimentación de pequeños manantiales, los cuales, suelen presentar fuertes variaciones estacionales de caudal. (Ver figura 8).

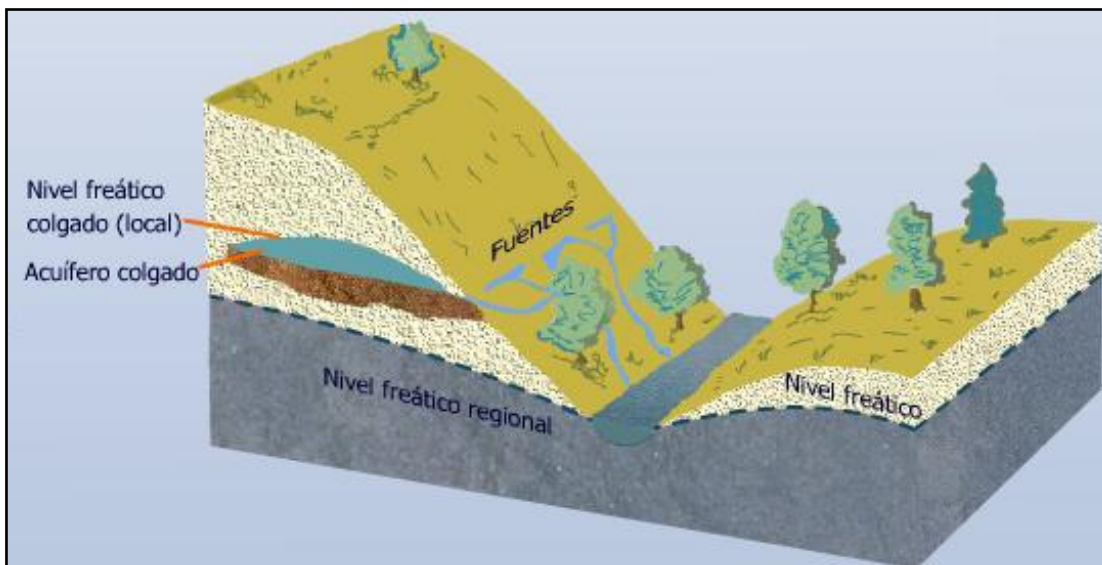


Figura 8. **Acuífero Colgado.** Nota: Sánchez, J. (2012).

### **Parámetros de los Acuíferos**

Considerando que los acuíferos como sistemas poseen un cierto funcionamiento, regulado por la recarga y las extracciones, hace que tengan

características o parámetros que permiten definir tal funcionamiento frente a determinadas acciones exteriores. Estos parámetros según Obando (2010) son:

- **Porosidad:** es la relación entre el volumen de huecos y el volumen total de una roca. Es un parámetro adimensional y depende únicamente de la constitución de la roca o suelo, es decir de su textura característica, sin que intervenga la forma geométrica ni la potencia de la formación o su mecanismo de funcionamiento hidráulico en la naturaleza.
- **Permeabilidad:** este parámetro permite evaluar la capacidad de transmitir agua de una formación en función de la textura de la misma, sin relacionarla con su estructura o forma geométrica. Dentro de este concepto pueden definirse otros dos:
  - **Permeabilidad efectiva o conductividad hidráulica**, ligada tanto a las características texturales del medio físico como del fluido que transmite. Es representada por el coeficiente de permeabilidad,  $k$ .
  - **Permeabilidad intrínseca**, que es sólo dependiente de las características internas del medio permeable.
- **Transmisibilidad específica:** es el parámetro definido para evaluar la capacidad de transmitir agua de los acuíferos, teniendo en cuenta no sólo la textura del acuífero y las características del fluido, sino también las características estructurales o geométricas. Se define como el producto de la conductividad hidráulica ( $k$ ) y el espesor del acuífero ( $b$ ):  $T = kb$ .
- **Acuíferos muy permeables pero de bajo espesor pueden**, a pesar de sus excelentes características texturales, no se aptos para una eficaz transmisión del agua debido a su bajo espesor, y en consecuencia, baja transmitividad.
- **Coefficiente de almacenamiento:** representa la capacidad para liberar agua de un acuífero. Se define como el volumen de agua que es capaz de liberar un prisma de base unitaria y de altura la del acuífero, cuando desciende 1 m el nivel piezométrico. En consecuencia, un parámetro físico referido al volumen cedido por unidad de volumen de acuífero, y al igual que la porosidad, es adimensional.

Como se aprecia, las propiedades de los acuíferos para almacenar, transmitir y circular agua, están gobernadas por varios factores, los cuales permiten evaluar la magnitud del recurso y su aprovechamiento racional sin peligro de agotarlo.

### **Sistema de Información Geográfica**

En materia de mapas de vulnerabilidad se trabaja con variables no coincidentes que se expresan como unidades espaciales analíticas, por lo que la aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se hace prácticamente indispensable. Al respecto, Mena y Montes (2010) plantean que el SIG es:

Un conjunto informatizado de datos, que representa la realidad posibilitando la modelización de eventos a futuro, es decir; un conjunto de datos referenciados a puntos territoriales o espaciales que permiten la obtención de información indispensable para todo tipo de planificación y evaluación de gestión. (p. 05).

El SIG es un sistema de gestión de bases de datos georreferenciadas que permite el manejo de un gran volumen de información espacial, sin perder sus características iniciales al superponer las distintas capas de información que corresponden a un aspecto particular del espacio, por ejemplo: usos del suelo, predios, edificaciones, entre otras, y están georreferenciadas en un mismo sistema de coordenadas, lo que permite su visualización y tratamiento en forma conjunta.

Esta manera de organizar los datos geográficos suministra al usuario de un SIG, seleccionar sólo la información del espacio geográfico que le interesa y trabajar con ella, prescindiendo del resto de los datos del modelo, para agilizar la obtención de los resultados. Además, las capas de información pueden ser representaciones puntuales, lineales o superficiales de los elementos de la realidad (como el caso de los mapas tradicionales) o bien, otro tipo de representaciones como las fotografías aéreas, las imágenes satelitales y los modelos digitales de elevación. (Ver Figura 9).

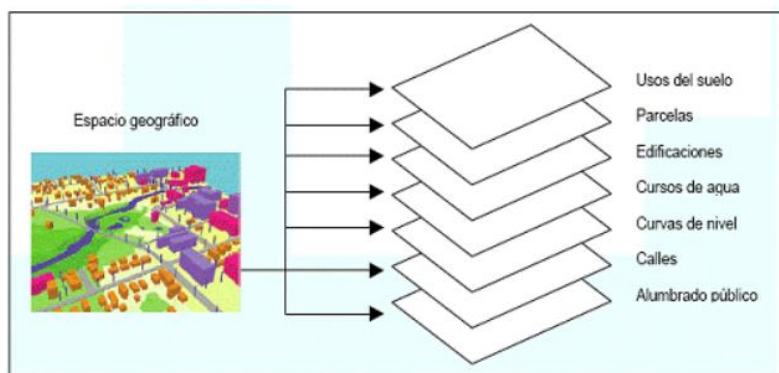


Figura 9. Organización en Capas con SIG. Nota: Resources Arcgis (2014)

Por lo tanto, la aplicación de las herramientas suministradas por el SIG permiten evaluar la vulnerabilidad a la contaminación, ya que es posible realizar la

superposición de información temática solicitada por las diversas metodologías de vulnerabilidad, organizar la información requerida y visualizar la información de manera práctica para su utilización.

### **Bases Legales**

El Estado venezolano, a través de sus leyes orgánicas, decretos, reglamentos y demás disposiciones establecidas, dictan las medidas que se deben cumplir en lo relacionado con las aguas del país. Pero la base fundamental del ordenamiento jurídico actual está en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela sancionada en el año 1999, que declara en su artículo 304 todas las aguas como: "...del dominio público de la Nación, insustituibles para la vida y el desarrollo..."

De forma que, suprimida la titularidad privada sobre las aguas queda derogada cualquier norma del ordenamiento jurídico contraria a esa afectación, quedando extinguido el derecho de propiedad privada que los particulares tenían sobre las aguas, conforme a las disposiciones del Código Civil. Luego, el artículo 127 consagra la obligación del Estado, con la activa participación de la sociedad, de garantizar la protección del agua, además de otros elementos de los ecosistemas.

Es importante destacar que para el caso de las personas interesadas en la construcción y perforación de pozos de aguas subterráneas, el artículo 129 de la Constitución Bolivariana indica que: "Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y sociocultural". Es decir, deben solicitar ante el Ministerio con Autoridad Nacional de las Aguas, un Estudio de Impacto Ambiental

y Sociocultural, esto con la finalidad de minimizar los efectos, daños y alteraciones que se puedan causar a los ecosistemas.

También, la Constitución en su artículo 156, numeral 16, establece en forma exclusiva al Poder Público Nacional las competencias de: "...conservación, fomento y aprovechamiento de los bosques, suelos, aguas y otras riquezas naturales del país...", así como en su numeral 23, "las políticas nacionales y la legislación (...) en materia de ordenación del territorio".

En cuanto a las competencias de los Municipios, la Carta Magna en materias relacionadas con las aguas, asigna en el artículo 178, numeral 6 la dotación y prestación de los servicios públicos domiciliarios, en particular los: "Servicios de agua potable, alcantarillado, canalización y disposición de aguas servidas...".

Otra norma vinculada con este estudio es la Ley Orgánica del Ambiente (LOA, 2006), la cual en materia de aguas, hace referencia en su artículo 56 de la importancia de la conservación de éste recurso: "Para asegurar la sustentabilidad del ciclo hidrológico y de los elementos que intervienen en él; se deberán conservar los suelos, áreas boscosas, formaciones geológicas y capacidad de recarga de los acuíferos".

Asimismo, la LOA en el artículo 57 señala que el Estado debe considerar las actividades para la conservación del agua, entre ellas: hacer una clasificación de las aguas según su uso, determinar las actividades humanas capaces de degradar las aguas en sus fuentes, recorrido y represamiento, la reutilización de las aguas servidas, el tratamiento de las aguas contaminadas, la protección de las cuencas hidrográficas, y el uso adecuado de las tierras en las cuencas.

Por otro lado, la Ley Orgánica de Ordenación de Territorio (1983), establece en su artículo 5, como instrumento básico el Plan Nacional de Ordenación del Territorio (PNOT) y los planes en los cuales éste se desagrega: planes regionales

de ordenación del territorio, planes sectoriales, planes de ordenación de las áreas bajo régimen de administración especial Zonas ABRAES), planes de ordenación urbanística y demás planes de ordenación del territorio que demande el país, pero sujetos a las normas correspondientes.

Antes de que cualquier actividad pueda comenzar, se requiere tener la permisología necesaria de los entes encargados. Dicha Ley contiene una lista de las actividades que requieren autorizaciones, por ello, aquellos proyectos que tengan incidencia espacial e impliquen acciones de ocupación del territorio de importancia regional, deberán ser aprobados por los gobernadores de las entidades federales, excluyendo las zonas ABRAES, cuyas autorizaciones las aprueba el ente administrador a los efectos de los lineamientos y previsiones de los Planes de Ordenación del Territorio.

Por su parte, la Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios Públicos de Agua Potable y Saneamiento Ambiental (LOPSAS, 2001), tiene como objeto regular la prestación de los servicios públicos de agua potable y de saneamiento, establecer el régimen de fiscalización, control y evaluación de tales servicios y promover su desarrollo, en beneficio general de los ciudadanos, de la salud pública, la preservación de los recursos hídricos y la protección del ambiente.

Seguidamente en su artículo 2 de la Ley en referencia describe, con relación a los sujetos de la ley, que sus disposiciones se aplicarán a todos los prestadores de los servicios de agua potable y saneamiento, sean públicos o privados, así como también a todos los suscriptores y usuarios, cuyos deberes son pagar el precio del servicio, tener conexión legal a la red, no contaminar aguas residuales o crudas, ente otros.

Destaca el instrumento legal, que el Poder Ejecutivo Nacional, Estatal y Municipal ejercerán de manera armónica y coordinada sus competencias en el desarrollo de los servicios de agua potable y saneamiento. Se especifican claramente las competencias para cada instancia de gobierno: la nacional se

encarga fundamentalmente de la definición de políticas, formulación de normativas, financiamiento y fiscalización (Artículo 9); la estatal con asistencia técnica, administrativa y financiera (Artículo 10); y la instancia municipal, con la prestación y control de los servicios de agua potable y saneamiento (Artículo 11).

Otra norma de importancia es la Ley de Aguas (2007) que estipula como derecho fundamental el acceso al agua, plantea como un deber el respeto a la unidad del ciclo hidrológico, define el agua como un bien social y designa en el artículo 16 al Ministerio con Autoridad Nacional de las Aguas como autoridad rectora que considere "...a las provincias y cuencas hidrogeológicas, como unidades espaciales para el manejo de las aguas subterráneas".

Dicho instrumento legal, atribuye al Ministerio elaborar el Plan Nacional de Gestión Integral de las Aguas (PNGIA) con el objetivo de garantizar la conservación, protección, aprovechamiento sustentable y recuperación tanto de las aguas superficiales como subterráneas. Reitera en el artículo 5, numeral 10 que: "Las aguas por ser bienes del dominio público no podrán formar parte del dominio privado de ninguna persona natural o jurídica".

En el artículo 80 prevé la solicitud de una licencia para los interesados en los aprovechamientos hídricos, el cual cita: "Los usos de aguas en sus fuentes superficiales y subterráneas, con fines de abastecimiento a poblaciones, agrícolas y recreacionales sin fines de lucro, están sujetos a la obtención de una licencia de aprovechamiento de aguas".

En los artículos 75, 76 y 77 de la Ley en referencia indica los contratos administrativos, por los cuales se confiere a un particular el derecho a usar y disponer por un tiempo limitado, de aguas para generación hidroeléctrica, actividades industriales y comerciales. Los interesados deben presentar su solicitud con los recaudos exigidos ante las Direcciones Estadales Ambientales, de acuerdo a la jurisdicción territorial y localización del sitio de captación del recurso a utilizar.



Igualmente, la Ley de Agua en su artículo 84 con el propósito de sistematizar el manejo de datos e información de los distintos usos de las aguas continentales superficiales y subterráneas, marinas e insulares en el territorio, deberán inscribirse en el Registro Nacional de Usuarios y Usuarías de las Fuentes de las Aguas (RENUFA), todas aquellas personas naturales o jurídicas que hagan uso del agua o pretendan realizar aprovechamientos de aguas directamente en la fuente. La inscripción es de carácter obligatorio para todos los usos sujetos a la tramitación de concesiones, asignaciones y licencias.

Asimismo, cabe destacar que en el año 2003 se crea Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), cuya funciones son integrar los diferentes servicios de meteorología e hidrología del país, modernizar la recolección de datos, así como generar información regional y nacional. Sin embargo, en el 2006 se aprobó la Ley de Meteorología e Hidrología Nacional, la cual regula las actividades del INAMEH, a fin de complementar el registro de información hidrogeológica e ir actualizando la base de datos de las aguas subterráneas en el país.

La Ley del INAMEH propone que le suministren información de las nuevas obras de captaciones de aguas subterráneas, para ir incorporándola al banco de datos del instituto. En este sentido, este trabajo actúa con dicho propósito, pues sirve de divulgación hidrogeológica y ofrecerla tanto al INAMEH como a otras instituciones.

A los instrumentos jurídicos anteriores se agrega la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario (2010), la cual plantea en los artículos 24 y 25 que el Instituto Nacional de Tierras (INTI) debe llevar un censo de las aguas de uso agrario, ya sean destinadas para riego, doméstico, actividades de acuicultura o agroindustrial, así como llevar un Registro Agrario de tierras y aguas, esto con la participación activa de los Consejos Comunales a fin de realizar un levantamiento de

información para el control y actualización de datos del Registro. En el artículo 31 esta Ley señala que los propietarios u ocupantes de las tierras con vocación de uso agrario, deben inscribirse ante las oficinas de registro de tierras del INTI, el cual les expedirá la certificación.

En este punto es importante destacar la Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos (2009), en la cual se establecen los objetivos, lineamientos y formas de implementación de políticas de gestión de riesgos, entre los órganos, los entes del Estado y los particulares, según el artículo 2 a fines de: "ejecutar acciones de manera conciente, concertada y planificada, para prevenir o evitar, mitigar o reducir el riesgo en una localidad o en una región, atendiendo a sus realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales y económicas".

También, exhorta a los entes responsables a emprender acciones para caracterizar y disminuir los niveles de vulnerabilidad en los distintos ámbitos territoriales. En el artículo 6, señala entre las obligaciones del Estado:

- Garantizar que las acciones propias de la ordenación del territorio y de la planificación del desarrollo a todos los niveles de gestión, eviten potenciar o incrementar las condiciones de vulnerabilidad o de amenazas en el país.
- Propiciar la ejecución de acciones orientadas a la reducción de la vulnerabilidad existente. (...)

Por otra parte, la Ley Penal del Ambiente (2012) señala que los recursos naturales son bienes jurídicos protegidos, así que establece que la responsabilidad penal derivada de la comisión de delitos ambientales, será de carácter objetivo, por lo que bastará con comprobar la violación de la norma para aplicar la sanción, la misma Ley manifiesta que no será necesario demostrar la culpabilidad del causante del daño.

Dicha Ley mantiene el castigo para hechos atentatorios contra el ambiente, tales como: la pena de privación de libertad o la multa como sanción

administrativa, indicando en forma general el castigo ante la violación de sus disposiciones. Califica como delitos, las acciones capaces de causar daños, alteración o degradación a los suelos, topografía, paisaje, destrucción, la vegetación, las aguas, la fauna o sus hábitat, delitos contra la ordenación del territorio, omisiones en las evaluaciones ambientales y planes de manejo.

En el mismo orden de ideas, el Decreto 1.257 sobre las Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente (1996), establece la presentación de Estudios de Impacto Ambiental para determinadas actividades (artículo 6); poseer Autorización de Ocupación del Territorio (artículo 12); y Autorización de Afectación de Recursos Naturales (Artículo 13).

El Decreto N° 1.400 sobre las Normas sobre la Regulación y el Control del Aprovechamiento de los Recursos Hídricos y de las Cuencas Hidrográficas (1996), estipula en su artículo 2 que la conservación y racional aprovechamiento de los recursos hídricos comprende todas aquellas acciones destinadas a compatibilizar la oferta de los recursos hídricos con las demandas actuales, sin comprometer la posibilidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.

Asimismo, el Decreto 883 sobre las Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos (1995), define en su artículo 2 la contaminación de las aguas y la calidad de un cuerpo de agua; en el artículo 3 se hace una clasificación, siendo la Clase 1 las aguas destinadas al uso doméstico e industrial, contienen parámetros de contaminación con mayores restricciones porque son destinadas al consumos directo de la población, como el agua potable, incorporada a productos alimenticios de consumo masivo.

También, en el caso de las aguas para consumo humano se hace una evaluación en función de lo establecido en las Normas Sanitarias de Calidad del

Agua Potable (1998), la cual prevé en sus artículos 2 y 4, que el agua potable debe cumplir con requisitos parámetros microbiológicos, organolépticos, químicos, físicos y radiactivos. Tales parámetros, deben ser satisfechos, mediante los tratamientos pertinentes, por los entes responsables del suministro de agua potable, sean públicos o privados, y para ello, deben realizarse mediciones y análisis sistemáticos frecuentes por parte de profesionales competentes en el área.

De igual modo, la Norma Sanitaria obliga a los entes del Estado o a los concesionarios de aguas a realizar estudios periódicos para determinar la calidad de agua de consumo humano, y en caso de estar fuera de los parámetros fijados para considerarlas potables, es necesario y obligante realizar los tratamientos adecuados para eliminar su contaminación y hacerlas aptas para consumo.

Es importante también considerar el Decreto 2.048 sobre Normas para la Ubicación, Construcción, Protección, Operación y Mantenimiento de Pozos Perforados destinados al Abastecimiento de Agua Potable (1997), la cual señala en el artículo 4 que los interesados en perforar pozos deben solicitar una autorización ante el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. El artículo 13 dispone a los responsables del pozo perforado realizar periódicamente exámenes bacteriológicos y análisis físico-químicos, así como llevar permanentemente una Hoja para Registro de la operación, funcionamiento y mantenimiento del pozo (artículo 15).

Igualmente, la Norma COVENIN 589-79 Código de Práctica para la Construcción de Pozos de Agua individuales, para proyectos de envergadura o especiales, en los cuales se pueden exigir requisitos adicionales. Además, este Código contiene las consideraciones de diseños, planos, construcción, perforación, materiales y equipos para bombeos, formatos de presupuesto y símbolos geotécnicos

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Toda investigación se fundamenta en un marco metodológico, que consiste en el uso de métodos, técnicas y estrategias de procedimientos a fin de poder desarrollar el estudio. Al respecto, Finol y Camacho (2008) refieren; "es el cómo se realizará la investigación, muestra el tipo y diseño de la investigación, población, e instrumentos para la recolección de datos, validez y confiabilidad y las técnicas para el análisis de datos".

#### **Tipo de Investigación**

Esta investigación será de tipo descriptiva, la cual busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis, tal como en este caso, que se describirán la vulnerabilidad hidrogeológica de los acuíferos del municipio de San Diego. En este sentido, Silva (2008) considera que la investigación descriptiva es: "caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta: sus características y propiedades, interpreta lo que es y describe la situación de las cosas en el presente" (p. 220).

## **Diseño de la Investigación**

El diseño que se empleará en esta investigación es de campo, ya que los datos cualitativos y cuantitativos hidrogeológicos de los acuíferos se recolectarán en su contexto natural. Según Palella y Martins (2010) consiste:

En la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta. (p. 88)

## **Población y Muestra**

Balestrini (2006) define la población como: "conjunto finito o infinito de personas, casos o elementos, que presentan características comunes" (p. 137). En virtud de ello, la población estará conformada por el acuífero ubicado en el municipio San Diego. En cuanto a la muestra, Tamayo (2007) señala que: "es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico" (p. 38).

Sin embargo, en función de que la población de este estudio no está conformada por personas, sino por un acuífero y la característica que se medirá de él, la muestra será censal, tal como lo recomienda Arias (2006): "el muestreo censal es aquel donde el tamaño de la muestra es igual al tamaño de la población" (p. 85). Esto significa la muestra quedará constituida por 100% de los acuíferos ubicados en el municipio San Diego.

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

Arias (2006) refiere que la técnica es: "el procedimiento o forma particular de obtener datos o información, las cuales son particular y específicos de una disciplina, por lo que sirven de complemento al método científicos, el cual posee una aplicabilidad general" (p. 67). Es decir, la aplicación de una técnica, conduce a la obtención de información, ya que es recolectada en un medio material de manera que los datos puedan ser procesados, analizados e interpretados posteriormente.

De tal manera, una de las técnicas que se utilizará aquí es la revisión documental, que consiste en buscar información bibliográfica o documentos electrónicos en general para sustentar y orientar el fenómeno objeto de estudio. Dicha técnica según Hurtado (2008): "en la cual se recurre a la información escrita, ya sea bajo la forma de datos que pueden sido productos de mediciones hechas por otros, o como textos que en si mismo constituyen los eventos de estudio" (p. 427).

También, se empleará la técnica de observación directa, la cual Palella Martins (2010):

Directa consiste en el estudio de la situación problemática en el momento mismo de su ocurrencia, mediante el uso de sus sentidos, el resultado de estas observaciones el investigador deberá someterlos a su interpretación y análisis para poder formular el problema planteado" (p. 126).

En este sentido, el instrumento que empleará el investigador para anotar las observaciones será una Planilla de Registro, en la cual registrará las características de los pozos y los parámetros de vulnerabilidad del acuífero de San Diego. (Ver Anexo A).

De igual modo, a fin de recolectar datos y describir los parámetros de vulnerabilidad hidrogeológica de los acuíferos de San Diego se aplicará el método DRASTIC, considerando que podrían estar siendo contaminados por las actividades económicas presentes en el municipio San Diego, y cuyo grado de protección depende de la vulnerabilidad del medio al que se encuentre sometido el acuífero.

### **Análisis de los Datos**

El análisis de datos corresponde con las explicaciones de los resultados obtenidos una vez aplicadas las anteriores técnicas, las cuales requieren de su organización e interpretación para una discusión final. Sampieri (2008) refiere que:

La finalidad de análisis de datos es describir las variables y explicar sus cambios y movimientos y las características que lo componen son la sistematización, utilización intensiva de la estadística (descriptiva e inferencial), basado en variables, impersonal, posterior a la recolección de datos. (p. 144)

Por lo tanto, para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información obtenida del método DRASTIC, se utilizará el software Sistema de Información Geográfica (SIG), para luego realizar mapas de vulnerabilidad, y de esta manera obtener una mejor visualización de los siete parámetros hidrogeológicos, así como de las actividades económicas que podrían estar ocasionando contaminación a los acuíferos ubicados en el municipio San Diego.



## **Procedimientos 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:

### **Procedimientos 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:

- **Estimar la demanda del uso de agua potable en relación a las actividades económicas presentes en el municipio San Diego:** este objetivo tendrá como finalidad conocer cuáles son las actividades económicas que están consumiendo más agua, conocer si tales actividades están rebasando la capacidad instalada de agua, y si existen sectores en dicho municipio con mayor concentración demográfica. Tales situaciones podrían estar ocasionando desigualdad en la demanda del servicio de agua potable, con el resto de los sectores y actividades económicas.

Para obtener estos datos se realizará una visita a la Alcaldía San Diego, en especial, la Sala Técnica del Consejo Local de Planificación Pública, conformada por un equipo multidisciplinario, quienes poseen toda la información sobre los servicios públicos que presta el municipio vinculados al desarrollo de amenazas y potencialidades de los mismos.

- **Comparar los datos de los análisis físico-químico y bacteriológico sobre la calidad del agua subterránea durante el periodo comprendido 1970-2014:** en este objetivo se compararán los análisis físicos-químicos y bacteriológicos de las aguas subterráneas del municipio San Diego. Esto con el propósito de conocer cómo ha evolucionado la calidad de dichas aguas, si están siendo contaminadas por algún agente, de dónde proviene, y determinar si el agua extraída de los pozos cumple con los parámetros permisibles por las normas vigentes.

Los análisis físicos-químicos y bacteriológicos serán suministrados por la Dirección Estatal Carabobo (Coordinación Gestión de Aguas) previa solicitud por parte del investigador.

- **Determinar los niveles de vulnerabilidad hidrogeológica de los acuíferos del Municipio de San Diego mediante el método DRASTIC:** este objetivo tendrá como propósito recolectar toda la información de campo sobre los parámetros hidrogeológicos de los acuíferos, para ello se efectuará lo siguiente:
  - Levantar un inventario de los pozos, ubicación geográfica, características hidráulicas, hidrodinámicas, recarga, descarga, reserva, caudales, niveles estáticos y dinámicos.
  - Solicitar perfiles litológicos a los usuarios de fuentes de agua subterráneas.
  - Determinar la topografía.
  - Realizar pruebas de bombeo para evaluar valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero.
  - Definir unidades hidrogeológicas.
  - Estimar el potencial hídrico.

- Levantar información sobre el grado de explotación del acuífero.
  - Levantamiento fotográfico de los pozos y de las actividades realizadas.
- **Realizar el mapa de vulnerabilidad a la contaminación en el municipio San Diego a través del Sistema de Información Geográfica (SIG):** este objetivo consistirá en introducir los datos hidrogeológicos obtenidos del método DRASTIC en el software SIG, de esta manera realizar los respectivos mapas de vulnerabilidad, ejecutando las siguientes actividades:
- Escanear el mapa del municipio San Diego con base en la escala 1:25.000. Será obtenido en el Instituto Geográfico Simón Bolívar.
  - Vectorizar el mapa base del municipio San Diego utilizando el SIG.
  - Colocar en los mapas los resultados obtenidos de la vulnerabilidad hidrogeológica realizada con el método DRASTIC con su respectiva leyenda.
- Imprimir mapas que indiquen las zonas del acuífero de San Diego con mayor o menor sensibilidad a la contaminación.

Los análisis físicos-químicos y bacteriológicos serán suministrados por la Dirección Estatal Carabobo (Coordinación Gestión de Aguas) previa solicitud por parte del investigador.

Cuadro 11.  
Técnico-Methodológico

Objetivo	Variable	Dimensión	Indicador	Instrumento
Evaluar la vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero del municipio San Diego del estado Carabobo, a fin determinar los grados de vulnerabilidad a contaminación en muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto en los diferentes sectores del municipio.	Demanda de Agua Potable	Consumo de agua de Actividades económicas	Doméstica	Alcaldía de San Diego
			Comercial	
			Industrial:	
			Agraria	
			Especial	
	Vulnerabilidad Hidrogeológica	Caracterización de Pozos	Ubicación geográfica	Planilla de Registro
			Características hidráulicas	
			Características hidrodinámicas	
			Recarga	
			Descarga	
			Reserva	
			Caudales	
			Niveles estáticos	
			Niveles dinámicos.	
			Parámetros	
Recarga neta				
Naturaleza del acuífero				
Tipo de suelo				
Topografía				
Impacto de zona vadosa				
Conductividad hidráulica				

Nota: Carrillo, Víctor (2015)

(Continuación cuadro 11...)

Objetivo	Variable	Dimensión	Indicador	Instrumento
<p>Evaluar la vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero del municipio San Diego del estado Carabobo, a fin determinar los grados de vulnerabilidad a contaminación en muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto en los diferentes sectores del municipio.</p>	<p>Vulnerabilidad Hidrogeológica</p>	<p>Grados de Vulnerabilidad</p>	Muy Bajo	<p>Método DRASTIC Sistema de Información geográfica</p>
			Bajo	
			Moderado	
			Alto	
			Muy Alto	
	<p>Calidad de Aguas Subterráneas</p>	<p>Análisis Físicos-Químicos y Bacteriológicos</p>	Sólidos Disueltos	<p>Caracterización físico-química y bacteriológica según Decreto 3.219</p>
			Sólidos Totales	
			Metales y otras sustancias tóxicas	
			Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	
			Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
			Ph	
			Turbidez	
			Color	
			Temperatura	
Organismos coliformes totales				
Organismos coliformes fecales				

Nota: Carrillo, Víctor (2015)

## ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

**Recursos Institucionales:** son las instituciones que se emplearán en el proyecto, en este caso: la Universidad de Carabobo, la Dirección Estatal Ambiental Carabobo (Coordinación Gestión de Aguas), Alcaldía del Municipio San Diego, Instituto Geográfico Simón Bolívar, HIDROCENTRO, Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo (CIHAM-UC) y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH).

**Recursos Humanos:** entre los recursos humanos a utilizar, el tesista, el apoyo de tutores de contenido y académico de la Universidad de Carabobo CIH. También, la colaboración del personal técnico de la empresa HIDROCENTRO, Alcaldía del Municipio San Diego, seis tesistas de pregrado de la carrera Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo, personal de la Dirección Estatal Carabobo y Aragua, Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo (CIHAM-UC) y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH).

**Recursos Materiales:** en cuanto a los elementos tangibles que se necesitarán son: celulares, sonda eléctrica exploratoria de NICEL, GPS, cronómetro, baldes de 18 litros, pendrive, cámara, computadora para transcribir el proyecto y una impresora.

**Recursos Financieros:** para realizar esta investigación se requerirá de los siguientes recursos económicos: (Ver Cuadro 12).

**Cuadro 12.**  
*Recursos Económicos*

<b>Recursos Financieros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo/bs</b>	<b>Costo total</b>
Bolígrafo	1	50	50,00
Cartuchos para impresora	4	2.500	9.600,00
Hojas blancas	2	500	1000,00
Encuadernado	6	125	750,00
Empastado	1	600	600,00
			<b>12.000, 00</b>

*Nota:* Carrillo, Víctor (2015)

**Cuadro 13.**  
*Cronograma de Actividades*

Actividades	Año																	
	2014												2015					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Realización de Capítulo I	■																	
Elaboración del Capítulo II		■																
Realización de Capítulo III			■	■														
Selección y aprobación del tema a investigar					■	■												
Reuniones con instituciones involucradas						■	■	■										
Realización de base de datos						■	■											
Visitas a campo								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Revisión y aprobación del Proyecto de Investigación																■	■	
Organización y análisis de de estadísticas																		■
Revisión y aprobación del Trabajo de Maestría																		■
Defensa del Trabajo de Maestría																		■
Entrega definitiva del Trabajo de Maestría																		■

*Nota:* Carrillo, Víctor (2015)



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

En este apartado, se presenta el análisis de cada uno de los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología establecida, a fin de alcanzar los objetivos previamente propuestos.

#### **Fase I. Estimar la demanda del uso de agua potable en relación a las actividades económicas presentes en el municipio San Diego.**

Las principales actividades económicas que hacen uso directo de las fuentes de aguas subterráneas fueron determinadas a través de las visitas a campo e información suministradas por las diferentes instituciones públicas (Alcaldía de San Diego, HIDROCENTRO), en el cuadro B se presenta la información recolectada en cada uno de los pozos, a través de la base de datos, o tabla de atributos.

En los Anexos C y D, se muestra información suministrada por la Alcaldía de San Diego y la C.A HIDROCENTRO, respectivamente, relacionada con el funcionamiento y localización de pozos administrados por ellos. Es importante resaltar que ambos entes públicos aportan el recursos hídrico a la red pública, por tal razón, los aprovechamientos administrados por ellos son contabilizados como abastecimiento poblacional.

**Cuadro 14.**

*Uso de pozos según actividad económica y caudales extraídos.*

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>N° DE POZOS</b>	<b>CUALES (L/S)</b>
Industrial	9	37,5
Comercial	10	12,8
Agrícola	7	14,2
Abastecimiento poblacional	81	275,23
Administración pública	1	S/I
<b>Total</b>	<b>108</b>	<b>339,73 L/S</b>

*Nota:* Carrillo Victor. (2015)

En el cuadro anterior se puede observar que:

1. Existen 108 pozos en el Municipio San Diego, de los cuales 10 son de uso comercial, 9 de uso industrial, 7 de uso agrícola, 1 pertenece a la administración pública y el restante 81 son para abastecimiento a la población. En la Figura 10, se presenta el porcentaje de uso de pozos por actividad.

**% de usos por actividades económicas**

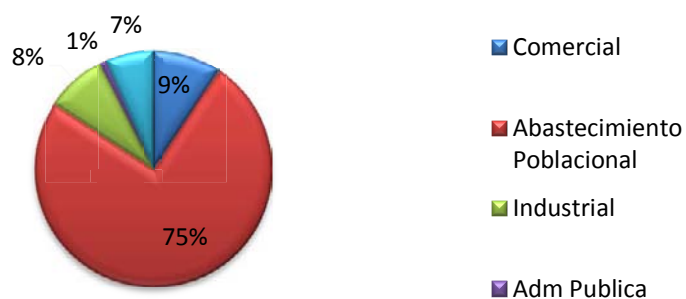


Figura 10. **Porcentaje de uso de Pozos en el Municipio San Diego.**

*Nota:* Carrillo, V. (2015).

2. Los 108 pozos existentes proporcionan 339,73 l/s, siendo el uso abastecimiento a la población en que mayor caudal extrae del acuífero con 275,23 l/s, en segundo lugar se encuentra el uso industrial con 37,5 l/s, el uso agrícola 14,2 l/s y el uso comercial con 12,8 l/s. El uso administración pública no presento reporte del caudal del pozo utilizado. Figura 11 representa el porcentaje de caudal por actividad.

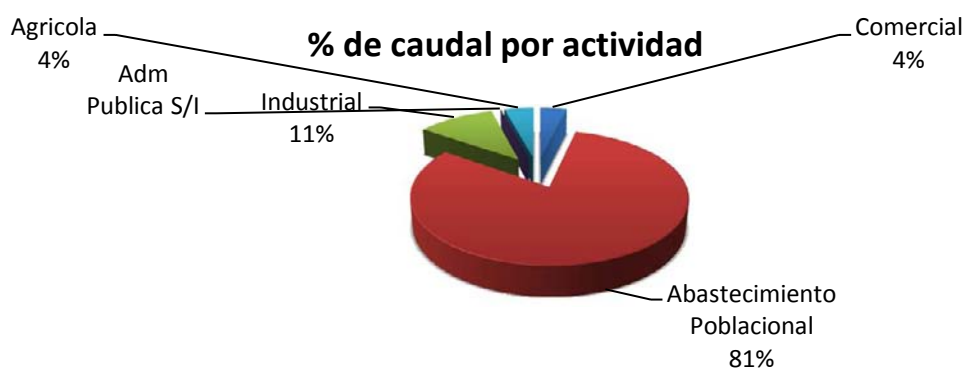


Figura 11. **Porcentaje de caudales por actividad.** Nota: Carrillo, V. (2015).

En el anexo E, se presenta el mapa de ubicación de los pozos en ArcGIS.

### **Cuadro 15.**

*Uso del aprovechamiento por zona.*

Zona	Abastecimiento poblacional	Industrial	Comercial	Agrícola	Adm publica	total
Norte	64	1	6	5	0	76
Centro	17	0	1	0	0	18
Zona Industrial	0	8	3	2	1	14
<b>Total</b>	81	9	10	7	1	108

Nota: Carrillo Victor. (2015).

3. Del cuadro 12, se aprecia que el mayor número de aprovechamientos con fines de abastecimiento a la población se encuentran en la zona norte del municipio, con 64 aprovechamientos, en la zona centro se ubican 17 aprovechamientos en su mayoría (13 pozos) pertenecientes a la C.A HIDROCENTRO. En la zona industrial no existen aprovechamiento con fines de abastecimiento a la población.

**Cuadro 16.**

*Suministro de agua potable red pública.*

<b>Fuente de suministro</b>	<b>CUALES MAX (L/S)</b>
Sistema Regional II (bombeo)	200
Sistema Regional I (Gravedad)	200
Dique Toma	80
<b>Total</b>	<b>400 L/S</b>

*Nota:* Unidad de Reducción de Agua no Contabilizada C.A HIDROCENTRO. (2015)

**Fase II. Comparar los datos de los análisis físico-químico y bacteriológico sobre la calidad del agua subterránea durante el periodo comprendido 1970-2014.**

En los anexos F, G y H se encuentran las propiedades fisicoquímicas de los aprovechamientos que presentaron resultados de análisis de laboratorios de calidad de agua proveniente de pozos.

De los 108 pozos existentes sólo se obtuvieron datos fisicoquímicos de 24, de los cuales 13 pertenecen a aprovechamientos con fines de abastecimiento poblacional, 7 industriales, 3 comerciales y 1 con fines agrícolas, cuyas pruebas se habían realizado en entre el año 2014 y 2015,

con el fin de cumplir y gestionar algunos trámites legales ante instituciones públicas que exigen los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos como recaudos. Tal condición imposibilita cumplir con el objetivo planteado, ya que la base de datos existente en el Minea Carabobo presenta sólo datos de la década de los 70 y 80.

A continuación en el cuadro 13 se presentan los datos fisicoquímicos disponible de los pozos y su uso

**Cuadro 17.**  
*Datos fisicoquímicos de los pozos en estudio.*

U	Uso	Edo	pH	Alcalinidad	Sólidos disueltos	Dureza total	Cloruros	Carbonatos
A.C El Tulipán pozo 2	Abastecimiento Poblacional	Activo	6.89	129.16	0	0	3.98	17.6
A.C El Tulipán pozo 3	Abastecimiento Poblacional	Activo	6.92	112.03	0	0	2.48	20.82
A.C El Tulipán pozo 4	Abastecimiento Poblacional	Activo	6.94	145.32	0	0	4.25	18.02
A.C Tulipán pozo 5	Abastecimiento Poblacional	Activo	7.2	96.24	0	0	17.76	13.38
Victor Perera Gómez	Abastecimiento Poblacional	Activo	6.37	97.37	0	0	4.72	12.8
MINVIH Pozo 1	Abastecimiento Poblacional	Activo	6.8	112.07	0	0	5.92	18.8
A.C caja de ahorros cadafe pozo 1	Comercial	Activo	6.44	48	99	8	3	3.39
A.C caja de ahorros cadafe pozo 2	Comercial	Activo	7.44	48	138	30	17	12.06
HDA LA CARACARA POZO 2	Agrícola		7	146	0	178	40	9
URB las morochas 1	Abastecimiento Poblacional		6.8	94	130	70	3	7.2

U	Uso	Edo	pH	Alcalinidad	Solidos disueltos	Dureza total	Cloruros	Carbonatos
URB villa la encantada	Abastecimiento Poblacional		7.1	61	98	48	3	6
Residencias Aguasay pozo 2	Abastecimiento Poblacional		7.1	63	91	38	3	4
Hda Sabana del Medio	Abastecimiento Poblacional		6.6	61	91	32	2	4.8
Hda la Miguelera	Abastecimiento Poblacional		6.7	55	98	45	6	6.4
San Diego HDA SAN RAFAEL	Abastecimiento Poblacional		6.7	66	98	38	3	5.2
FCA SABANA DEL MEDIO	Abastecimiento Poblacional		6.8	65	91	36	2	4

Nota: Minea Carabobo (2015).

### Cuadro 18.

Análisis fisicoquímicos de pozos zona Industrial.

Usuario	C.I. / RIF	pH	Alcalinidad
Bigott	J-00006748-1	7,36	247,3
Bigott	J-00006748-1	7,22	250
Bigott	J-00006748-1	0	0
Colgate-Palmolive C.A	J-00007125-0	7,1	143,81
Motel Escalibur	J-30302131-0	7,3	165
C.A. Venezolana de Pigmento	J-07506963-3	6,89	298
C.A. Venezolana de Pigmento	J-07506963-3	6,75	151
C.A. Venezolana de Pigmento	J-07506963-3	6,64	316
IFE	ne	0	0
Concejo Comunal NEIPE	ne	0	0
Concejo Comunal NEIPE	ne	0	0
María Pantoja	V-8613946	0	0
Pro Agro	J-00103686-5	6,87	270

Nota: Minea Carabobo (2015).

**Fase III. Determinar los niveles de vulnerabilidad hidrogeológica de los acuíferos del Municipio San Diego mediante el método DRASTIC.**

Una vez procesada la información recabada en campo, se elaboraron diferentes bases de datos para determinar vulnerabilidad a la contaminación del acuífero. En el anexo I se presenta la base de datos para el cálculo de vulnerabilidad con el método DRASTIC. En esta tabla se encuentran la ponderación de cada aprovechamiento, tal puntuación permite conocer los niveles de vulnerabilidad para cada uno de los pozos.

En el Anexo J, se incorpora la tabla con la data de precipitación del municipio San Diego, dicha información es necesaria para obtener el valor de la variable recarga (R) para el cálculo de vulnerabilidad con el método DRASTIC. La misma fue suministrada por la coordinación de Gestión Ecosocialista del Agua adscrita al Ministerio del Ecosocialismo y Aguas Carabobo (Minea).

**Fase IV. Realizar el mapa de vulnerabilidad a la contaminación en el municipio San Diego a través del Sistema de Información Geográfica (SIG).**

El mapa de vulnerabilidad es el resultado final de un largo trabajo de campo y análisis de datos que con la utilización del programa ARGIS versión

10.0 se pudo elaborar. En el anexo K, se presenta el mapa vulnerabilidad a escala 1:25.000. Para la obtención del mapa de vulnerabilidad se desarrollaron con anterioridad los mapas que se mencionan a continuación:

Mapa con los datos litológicos de 20 pozos, ubicado en el anexo L. En este mapa, se identifica para cada estrato, el tipo de material geológico presente en los 20 aprovechamientos subterráneos. Es importante mencionar que la información litológica es indispensable para determinar la vulnerabilidad a través del método **DRASTIC**, para las variables A, S ,I y C.

De esta mapa se obtiene que los materiales geológicos que más abunda en los estratos del terreno son: Arena media con lentes de arcilla, arena fina y arcilla, arcilla arenosa, Arena media, Arcilla, Arcilla limosa, sin embargo, existen estratos con grava y gravilla

La variable de (D) en el método **DRASTIC**, representa la profundidad de agua, también llamada nivel estatico. Para ello se elaboró el mapa de niveles estáticos que se encuentra en el anexo M.

En el anexo N, se presenta mapa con los datos de topografía, la variable pendiente representa el valor T del método **DRASTIC**.



## **Discusión de resultados**

### **Ubicación y usos de los pozos.**

Los aprovechamientos estudiados satisfactoriamente se obtienen que todos los pozos se encuentran dentro de la poligonal urbana del municipio San Diego y que el uso predominante en un 75% es el abastecimiento poblacional.

De los datos obtenidos por la C.A HIDROCENTRO, la cual informa que a través de la red pública suministra 480 l/s al municipio San Diego. Este caudal es insuficiente en consideración a la densidad población del municipio que según fuentes de la Alcaldía del Municipio San Diego (2012) la necesidad del vital líquido es de 59,3%, establecido entre las principales problemáticas la distribución de agua potable se encuentran fallas en los sistemas eléctricos de bombes y la falta de ejecución del acueducto.

### **Comparación los datos de los análisis físico-químico.**

A pesar que este objetivo no pudo ser cumplido satisfactoriamente, por no contar con los registros llevados por el antiguo Ministerio del Ambiente, hoy en día MINEA, la comparación de los 24 resultados de calidad de aguas con la Gaceta Oficial N° 36.395 que contiene las Normas Sanitaria de Calidad del Agua Potable, se pudo determinar lo siguiente:

1. Todos los pozos, tienen un nivel de  $6,5 < \text{pH} < 8,5$  por lo que está dentro de los parámetros aceptable

2. Los cloruros están por debajo del mínimo permitido

3. Los carbonatos tienen valores menores a 50 y siendo el  $\text{pH} < 8,3$  se puede decir que es 0

4. La Dureza del agua para los Pozos a los que se le realizaron esas pruebas tienen valores menores a 48 mg/L  $\text{CaCO}_3$

La cantidad de los sólidos disueltos es menor de 130 ppm:

Todos los valores químicos de los pozos estudiados están por debajo del rango permitido por las normas, por lo que estas aguas son aptas para el consumo humano

### Cuadro 19

Componentes relativos de cantidad de organolépticos en el agua potable.

Componente o característica	Unidad	Valor Deseable	Valor Máximo Aceptable
Calor	UCV (b)	< 5	15 (25)
Turbiedad	UNT ( c )	< 1	5 (10)
Olor o sabor	-	Aceptable	-
Sólidos disueltos totales	mg/ L	< 600	1000
Dureza total	mg / $\text{CaCO}_3$	< 250	500
pH	-	6,5 - 8,5	9
Aluminio	mg/ L	< 0,1	0,2
Cloruro	mg/ L	< 250	300
Cobre	mg/ L	< 1	2
Hierro total	mg/ L	< 0,1	0,3 (1,0)
Magnesio total	mg/ L	< 0,1	0,5
Sodio	mg/ L	< 200	200
Sulfato	mg/ L	< 250	500
Zinc	mg/ L	< 3	5

**Nota.** Fuente: Norma Sanitaria de Calidad de Agua potable. Venezuela (1998).

### **Datos litológicos**

Del mapa de perfiles litológicos se puede observar que el acuífero se encuentra entre los 12 y 160 m de profundidad, disminuyendo significativamente desde el sector La Cumaca hasta la zona industrial donde se ubica el aprovechamiento más profundo detectado en el estudio

### **Vulnerabilidad del Acuífero**

El resultado obtenido de la vulnerabilidad del acuífero proporciona la información siguiente:

El mapa indica el predominio de zonas de vulnerabilidad de riesgo moderado en 60% de la superficie, riesgo alto en 30% y 10 % de riesgo bajo.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

1. En el presente trabajo genero una base de datos de los diversos aprovechamientos hídricos subterráneos del Municipio San Diego, donde se pudo determinar que en el área hay 108 pozos y de ellos 81 suministran agua potable a las comunidades del municipio. El caudal producido por los 81 pozos es de 275,23 l/s.

2. Los estudios químicos revisados arrojan que las aguas de los pozos bajo estudio, según la Normas Sanitarias de Calidad del agua Potable, el acuífero del Municipio San Diego es apta para el consumo humano.

3. La vulnerabilidad al riesgo de contaminación del acuífero de San Diego se localiza en el 60% del territorio en niveles moderado, 30% en nivel alto y 10% en nivel bajo.

## **Recomendaciones**

Es importante destacar que no fue posible obtener toda la información de la litología en todos los pozos. De los 108 pozos de la zona en estudio, sólo 20 tenían estudio litológico, por lo que se recomienda recolectar el resto de la data, con el propósito de contar con más detalles de las variables suelo y litología.

Las Pruebas químicas que fueron entregadas por los encargados de los pozos, en su mayoría fueron las realizadas en el momento inicial, se recomienda realizar las pruebas preventivas como se indican en las Normas Sanitarias de Calidad del agua Potable para garantizarle a la población la calidad del agua.

Ejecutar el caso en estudio a nivel del estado, especialmente en los municipios con mayor densidad poblacional, como Guacara, Los Guayos, Libertador y Valencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albinet, M; Margat, J.; Lehr, J.; Petty, R; Hackett, G. (1970). *Cartographie de la vulnérabilité a la pollution de nappes d'eau souterraine*. Orléans, France: Bull. BRGG. Series 3 (4).
- Albinet, M. (1970). *Carte de la vulnérabilité à la pollution des nappes d'eau souterraine de la France à 1/1.000.000 (Map of France of the groundwater vulnerability to contamination, scale 1:1.000.000)*. Orléans, France: Publ. DATAR-BRGM.
- Aller, L; Bennet, T. et al (1987). *Drastic a standardized for evaluating groundwater pollution potential hydrogeologic setting*. National Well Association. Oklahoma, USA: Environmental Protection Agency.
- Antonakos, A.; Lambrakis, N. (2006). *Development and testing of three hybrid methods for the assessment of aquifer vulnerability to nitrates, based on the Drastic Model*. Greece: University of Patras, Geology Department.
- Arias, F. (2006). *Proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Auge, M. (2001). *Vulnerabilidad de acuíferos semiconfinados. La Plata: Ensayo preliminar*. Red CyTED. Inéd: 1-4.
- Auge (2004). *Vulnerabilidad de acuíferos. Conceptos y métodos*. Buenos Aires: CONICET.
- Álvarez, M. (2008) *La naturaleza de la investigación*. Caracas: BIOSFERA.
- Balestrini, M. (2006) *Cómo se elabora el proyecto de investigación*. Caracas: Consultores Asociados.

Bases para el Plan Nacional de Gestión Integral de las Aguas (2010). *Derechos Ambientales en el Marco jurídico Venezolano*. Disponible en: <http://siga.geoportalsb.gob.ve/pngia/>.

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (1999, 30 de diciembre). Gaceta Oficial de la República N° 5.453. [Extraordinaria].

Decreto 883. (1995, 18 de diciembre). Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. Gaceta Oficial de la República N° 5.021 [Extraordinaria].

Decreto N° 1.257 (1996, 26 de abril). Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente. Gaceta Oficial de la República N° 35.946.

Decreto 1.400 (1996, 02 de agosto). Normas sobre Regulación y el Control del Aprovechamiento de los Recursos Hídricos y de las Cuencas Hidrográficas. Gaceta Oficial de la República N° 36.013.

Decreto 2.048 sobre Normas para la Ubicación, Construcción, Protección, Operación y Mantenimiento de Pozos Perforados destinados al Abastecimiento de Agua Potable (1997, 24 de septiembre) Gaceta Oficial de la República N° 36.298.

Finol, M.; Camacho, H. (2008). *El proceso de investigación científica*. Maracaibo, Venezuela: Ediluz.

Gil Montes, J. (2012). *Recursos Hidrogeológicos*. Disponible en: <http://geologiavenezolana.blogspot.com/2012/05/recursoshidrogeologic>.

Hurtado, J. (2008). *Metodología de la investigación: Guía para la comprensión holística de la ciencia*. Caracas: Quirón Ediciones.

Instituto Geológico Minero de España (2014). *A cuidar, las aguas subterráneas. Acuíferos*. Disponible en: [http://www.cs\\_sociales/091127aguas%20subterranas/acuiferos.html#](http://www.cs_sociales/091127aguas%20subterranas/acuiferos.html#)

Ley de Aguas. (2007, 02 de enero). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.595.

Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos (2009, 09 de enero) Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 39.095.

Ley de Meteorología e Hidrología Nacional (2006, 22 de diciembre) Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.833.

Ley de Tierras y Desarrollo Agrario (2010, 29 de julio) Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.899. [Extraordinaria].

Ley Orgánica del Ambiente. (2006, 22 de diciembre). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.883.

Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio. (1983, 11 de agosto). Gaceta Oficial de la República N° 3.238.

Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios Públicos de Agua Potable y Saneamiento Ambiental (2001, 31 de diciembre) Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.568. [Extraordinaria].

Ley Penal del Ambiente. (2012, 02 de mayo). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 39.913.

Mena, G.; Montes, J. (2010). *Evaluación de la vulnerabilidad de las aguas subterráneas aplicada al antiguo botadero de desechos sólidos de Mariona, Departamento de San Salvador*. Disponible en: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:86\\_HsHK7ePcJ:ri.ues.edu.sv/2179/1/](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:86_HsHK7ePcJ:ri.ues.edu.sv/2179/1/)

Norma Venezolana Covenin 589-79 (1979, 11 de diciembre). Código de Práctica para la Construcción de Pozos de Agua. República Bolivariana de Venezuela.



Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable (1998, 13 de febrero) Gaceta Oficial de la República N° 36.395.

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>

Obando, T. (2010). *Parámetros hidrogeológicos característicos de las formaciones geológicas*. Disponible en: <http://www.parametros-hidrogeologicos-acuifero/parametros-hidrogeologicos-acuifero.pdf>.

Ordenanza sobre Protección de Ambiente y Servicios de Cooperación con el Saneamiento Ambiental en la jurisdicción del Municipio San Diego (2005, 03 de agosto). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N° 466. [Extraordinaria].

Parella, S. y Martins, F. (2010) *Metodología de la investigación cuantitativa*. Caracas, Venezuela: FEDUPEL.

Ríos, L.; Vélez, M. (2008) *Vulnerabilidad a la contaminación, Zona Sur Acuífero del Valle del Cauca en Colombia*. Boletín de Ciencias de la Tierra. Medellín, Número 23. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bcdt/n23/n23a07>

Salhi, A.; Stitou el Messari, Jamal; Mahfoud, A.; et al (2007) *Aplicación del método DRASTIC para evaluar la vulnerabilidad a la contaminación del Acuífero de Oued Laou (Marruecos)*. Geogaceta 41. Disponible en:

Sánchez, J. (2012). *Conceptos fundamentales*. Disponible en: [http://gea.ciens.ucv.ve/~hidrogeo/Conceptos relacionados/fundamentales.pdf](http://gea.ciens.ucv.ve/~hidrogeo/Conceptos%20relacionados/fundamentales.pdf).

Sampieri, H. (2008) *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.

Silva, J. (2008) *Metodología de la Investigación. Elementos Básicos*. Caracas: Ediciones CO-BO.


Vrba, J.; Zaporozec, A. (1994) *Guidebook on mapping groundwater vulnerability*. Hannover: Verlag Heinz Heise. IAH. Vol. 16: 1-131

**ANEXO A**

Planilla de registro.

# ANEXO A. PLANILLA DE REGISTRO

**MINISTERIO DE AMBIENTE**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE CIENCIAS HIDROGRÁFICAS**  
**DIRECCIÓN DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y OCEANOLOGÍA**  
**GRUPO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS**



**PLANILLA DE INVENTARIO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS**

**A) DATOS DE UBICACIÓN:**

IDENTIFICACIÓN	NO. DE IDENTIFICACIÓN	PROV. / Dpto.	MUN. / DISTR.	COORDENADAS UTM	COORDENADAS UTM

**B) DATOS DE CONSTRUCCIÓN:**

INDICACIONES:  CUBIERTA  SIN CUBIERTA

TIPO DE CONSTRUCCIÓN:  C  E

ESTADO DE CONSERVACIÓN:  BUENO  MALO

PROFUNDIDAD DEL POZUZO:  MEDIDA  ESTIMADA

TIPO DE PUNTA DE IDENTIFICACIÓN:  SI  NO

**C) DATOS COMPLEMENTARIOS:**

PROFUNDIDAD DE LA CUBIERTA:  SI  NO

TIPO DE PUNTA DE IDENTIFICACIÓN:  SI  NO

ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL POZUZO:  BUENO  MALO

TIEMPO SIN INTERVENCIÓN:  SI  NO

USO DEL AGUA:  DOMESTICO  INDUSTRIAL  COMERCIAL  RECREATIVO

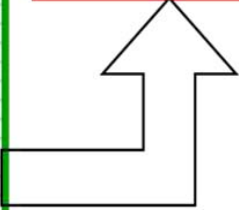
**D) DATOS DE MEDICIÓN:**

IDENTIFICACIÓN	ESTADÍSTICA		CANTIDAD	UNIDAD
	ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA		
NO. DE MEDICIONES				

RESUMEN DE LOS RESULTADOS					
ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA

**HOJA**

**Frontal**





**ANEXO B**

Base de datos.

Nº POZO	X	Y	Z	Ppozo	Qm	ND	NE	Usuario	N° de Pozo	RF	Const	Fp	Sector	Mcp	Uso
1	613940	1135142	480	141	3	65	29	Asociacion Civil Conjunto Residencial El Tulipan	1	J-40268525-4	C.A PARKO	12-01-2006	Tulipan	San Diego	Abastecimiento Poblacional
2	613684	1135093	469	150	2,5	110	13	Asociacion Civil Conjunto Residencial El Tulipan	2	J-40268525-4	C.A PARKO	14-11-2006	Tulipan	San Diego	Abastecimiento Poblacional
3	614174	1135543	495	160	3	120	13	Asociacion Civil Conjunto Residencial El Tulipan	3	J-40268525-4	C.A PARKO	30-12-2006	Tulipan	San Diego	Abastecimiento Poblacional
4	613787	1135600	490	175	2,75	120	13	Asociacion Civil Conjunto Residencial El Tulipan	4	J-40268525-4	C.A PARKO	27-11-2006	Tulipan	San Diego	Abastecimiento Poblacional
5	613922	1135176	478	160	3	58	12	Asociacion Civil Conjunto Residencial El Tulipan	5	J-40268525-4	Inversiones Hidro, C.A	20-12-2006	Tulipan	San Diego	Abastecimiento Poblacional
6	613536	1134540	480	150	2,5	0	17,3	Asociacion Civil Conjunto Residencial El Tulipan	6	J-40268525-4	C.A PARKO		Monteserino	San Diego	Abastecimiento Poblacional
7	613498	1134157	489	98	5	40	21	Victor Perera Gomez	1	6.915.459			Monteserino	San Diego	Abastecimiento Poblacional
8	615335	1137285	498	0	0	0	20	Cooperativa El Portal del Agua R.L	1	J-29881488-8			La Josefina 1	San Diego	Agricola
9	615199	1137033	0	0	0	0	0	Cooperativa El Portal del Agua R.L	2	J-29881488-8			La Josefina 1	San Diego	Agricola
10	614932	1136803	0	0	0	0	0	Cooperativa El Portal del Agua R.L	3	J-29881488-8			La Josefina 1	San Diego	Agricola
11	611191	1135402	0	102	5,2	62	14	MINVIH	1	G-20009652-7			Lomas de la hacienda	San Diego	Abastecimiento Poblacional
12	611064	1135215	0	0	0	0	0	MINVIH	2	G-20009652-7			Lomas de la hacienda	San Diego	Abastecimiento Poblacional
13	611217	1134938	0	0	0	0	0	MINVIH	3	G-20009652-7	C.A PARKO		Lomas de la hacienda	San Diego	Abastecimiento Poblacional
14	616523	1138092	0	42	3,9	20	6	A.C caja de ahorros cadafe Carabobo-Cojedes	1	J-07504745-1			La Cumaca	San Diego	Comercial

16	615735	1136629	476	0	3,5	0	0	Hidrocentro	1 Las Josefinas				La Cumaca	San Diego	Abastecimiento Poblacional
17	613307	1134229	473	0	0	0	13,3	Conj. Residencial Villa Bahía San Diego	1				Bosqueserino	San Diego	Abastecimiento Poblacional
18	615774	1136949	490	85	6,66	16,9	5,3	Villas de San Diego Country Club	1	J-31624545-4			La Cumaca	San Diego	Abastecimiento Poblacional
19	615743	1137411	494	0	0	0	0	Villas de San Diego Country Club	2	J-31624545-4			La Cumaca	San Diego	Abastecimiento Poblacional
20	615974	1137460	491	0	0	0	0	Villas de San Diego Country Club	3	J-31624545-4			La Cumaca	San Diego	Abastecimiento Poblacional
21	615754	1136830	495	0	0	0	0	Urb. Parque Residencial Campestre La Cumaca	1	J-31276412-0			La Cumaca	San Diego	Abastecimiento Poblacional
22	614187	1135897	478	0	0	0	0	Sendero de San Diego	1				El Tulipan	San Diego	Abastecimiento Poblacional
23	614046	1132610		0	0	0	0	Conjunto Residencial cancamones	1					San Diego	Abastecimiento Poblacional
24	614147	1134495	474	0	7	0	0	Hidrocentro	1 Brisas del Valle				Brisas del Valle	San Diego	Abastecimiento Poblacional
25	613448	1134925	468	0	4	0	0	Hidrocentro	1 Montaserini Las Casitas				Monleserino	San Diego	Abastecimiento Poblacional
26	615510	1134984	480	0	0	0	0	Urb. Agua de Canto	1				Pueblo de San Diego	San Diego	Abastecimiento Poblacional
27	616260	1135686	495	90	2,5	75	0	Universidad Arturo Michelena	1	J-30840930-8		1999	El Polvero	San Diego	Abastecimiento comercial
28	614342	1135517	476	0	0	10,2	0	Conjunto Residencial Villas San Rafael	1				Tamarindo	San Diego	Abastecimiento Poblacional
29	614382	1134352	482	0	0	0	0	Aso Civil Pueblo Viejo	1					San Diego	Abastecimiento Poblacional
30	611823	1135841	497	86	1,5	55	16	Fraxem C.A	1	J-312347112		22-02-2006	Monleserino	San Diego	Abastecimiento Industrial



31	614813	1136450	496	38	2.5	15	18	Club Madeirense	1			1975	La Cumaca	San Diego	Comercial
32	614445	1134186	477	120	4	0	0	Jorge Maldonado	1		Sakan	2013	Pueblo de San Diego	San Diego	Abastecimien Poblacional
33	615748	1135329	0	70	12,05	25	6.2	Jorge Maldonado	1			2006	El Polvero	San Diego	Abastecimiento Poblacional
34	615320	1135310	0	60	5,07	10	6	Jorge Maldonado	1				Hda Montesperino	San Diego	Abastecimiento Poblacional
35	615996	1135467	473	0	0	0	0	Villas Serena C:A	1				La Cumaca	San Diego	Abastecimiento Poblacional
36	613303	1133835	0	0	0	0	0	Ferrocarril San Diego	1				San Diego	San Diego	
37	613794	1133360	0	0	0	0	0	Villas Jardín	1				Pueblo de San Diego	San Diego	Abastecimiento Poblacional
38	614959	1135173	0	0	0	0	0	El Portal de San Diego	1				Pueblo de San Diego	San Diego	Abastecimiento Poblacional
39	615079	1134621	0	0	0	0	0	Nicanor Benedetti	1				Pueblo de San Diego	San Diego	Abastecimiento Poblacional
40	613812	1133228	0	0	0	0	0	E/S el Portal	1				Via pueblo de San diego	San Diego	Abastecimiento Comercial
41	613799	1133999	0	0	0	0	0	Urb.Bosqueserino	1				Bosqueserino	San Diego	Abastecimiento Poblacional
42	615219	1136013	0	0	0	0	0	C.C Majugayal	1				Pueblo de San Diego	San Diego	Abastecimiento comercial
43	616857	1136650	0	0	0	0	0	Las josefinas II	1				Josefina II	San Diego	Abastecimiento Poblacional
44	613336	1134643	0	0	0	0	0	Conjunto Residencial Las Palmas	1				Montesperino	San Diego	Abastecimiento Poblacional
45	615179	1136013	0	0	0	0	0	Conjunto Residencial Tiziana Villas	1				Sector los Tamarindos	San Diego	Abastecimiento Poblacional

46	614548	1136134	598	0	0	0	0	Inmuebles y valores C.A	1				Sector los Tamarindos	San Diego	Abastecimiento comercial
47	615004	1135478	0	0	0	0	0	Consejo Comunal Tamacu	1				Sector los Tamarindos	San Diego	Abastecimiento Urbano
48	615102	1135478	475	0	0	0	0	Fundo la leonera	1				La Cumaca	San Diego	Abastecimiento Urbano
49	616857	1136650	0	0	0	0	0	Conjunto Residencial las Josefinas	1				Las Josefinas	San Diego	Abastecimiento Poblacional
50	616272	1135469	481	0	2	0	0	Hidrocentro	1 El Polvero				El Polvero	San Diego	Abastecimiento Poblacional
51	613136	1135083	484	0	0	0	0	Lomas de La hacienda	1				Lomas de la Hacienda	San Diego	Abastecimiento Poblacional
52	613140	1134775	481	0	0	35,4	0	Seminario	1					San Diego	Abastecimiento Poblacional
53	613695	1133578	468	0	0	0	0	Los Bomberos	1				Monteserino	San Diego	Abastecimiento Poblacional
54	615027	1133720	467	102	0	0	12	Hda. La Caracara	1					San Diego	Agricola
55	615079	1136270	0	0	0	0	0	Hda. LA LOPERA	1				La Cumaca	San Diego	Abastecimiento Poblacional
56	615479	1135042	0	62	0	0	0	GRANJA HNOS DIAZ	1					San Diego	Abastecimiento Poblacional
57	615844	1134890	0	86	0	0	12	HDA HIGUEROTE	1					San Diego	Abastecimiento Poblacional
58	615388	1134796	0	85	0	0	0	SAN DIEGO	1					San Diego	Abastecimiento Poblacional
59	615145	1134857	0	78	0	0	0	HACIENDA HIGUEROTE	1					San Diego	Abastecimiento Poblacional
60	615384	1136025	0	80	0	0	0	HDA SAN ANTONIO	1				La Cumaca	San Diego	Abastecimiento Poblacional

61	615444	1136209	0	70	0	0	3	HDA SAN ANTONIO	2				La Cumaca	San Diego	Abastecimiento Poblacional
62	615626	1136210	0	90	0	0	0	HDA SAN ANTONIO	3				La Cumaca	San Diego	Abastecimiento Poblacional
63	614693	1133104	0	0	0	0	0	HDA LA CARACARA	1					San Diego	Agricola
64	614784	1133412	0	0	0	0	0	HDA LA CARACARA	2					San Diego	Abastecimiento Poblacional
65	614384	1134578	0	0	0	0	0	Hidrocentro	1	Pozo Pueblo de San Diego			Pueblo de San Diego	San Diego	Abastecimiento Poblacional
66	614777	1135347	0	0	0	0	0	Residencias Villa La Encantada	1					San Diego	Abastecimiento Poblacional
67	614353	1134915	0	0	0	0	0	Residencias Aguasay	1				Pueblo de San Diego	San Diego	Abastecimiento Poblacional
68	615542	1134028	437	0	3	0	12	URB las Morochas	1					San Diego	Abastecimiento Poblacional
69	614777	1135347	467	60	8	0	0	Residencias Villa La Encantada	2					San Diego	Abastecimiento Poblacional
70	614353	1134915	472	60	8	0	15	Residencias Aguasay	2					San Diego	Abastecimiento Poblacional
71	614988	1136054	472	52	4	0	16	HDA SABANA DEL MEDIO	1				Sabana del medio	San Diego	Abastecimiento Poblacional
72	615993	1135873	471	56	4	0	17	HDA LA MIGUELERA	1					San Diego	Abastecimiento Poblacional
73	614471	1136052	474	81	8	0	15	San Diego HDA SAN RAFAEL	1					San Diego	Abastecimiento Poblacional
74	614321	1135345	472	80	3	0	16	FINCA SABANA DEL MEDIO	1					San Diego	Abastecimiento Poblacional
75	615692	1134735	0	80	0	0	10	FDO VALIDAR	1					San Diego	Abastecimiento Poblacional

76	614023	1134115	460	0	0	0	0	Urb. Las Aves	1				El Remanso	San Diego	Abastecimiento Poblacional
77	615133	1133941	469	0	0	0	0	Hidrocentro	1 Otro Lado				Otro lado	San Diego	Abastecimiento Poblacional
78	614225	1134066	0		0	0	7	Hidrocentro	1 Pozo Crispin				El Remanso	San Diego	Abastecimiento Poblacional
79	613566	1129798	462,00	N/E	12,00	30,89	11,23	Hidrocentro	1 Morro	G-20008027-2	N/E	N/E	Urb. Morro I, Av 72-A C/C Av 142	San Diego	Abastecimiento poblacional
80	613992	1129903	470,00	N/E	12,00	19,18	N/E	Hidrocentro	2 Morro	G-20008027-3	N/E	N/E	Urb. Morro, Av 144	San Diego	Abastecimiento poblacional
81	614368	1131366	462,00	N/E	12,00	N/E	N/E	Hidrocentro	1 Valle de Oro	G-20008027-4	N/E	N/E	Urb Valle de Oro, Final Av Principal	San Diego	Abastecimiento poblacional
82	614472	1131704	467,00	N/E	13,00	27,30	N/E	Hidrocentro	2 Valle de Oro	G-20008027-5	N/E	N/E	Zonas verdes de la Urb. Valle de oro cercanas a las zonas protectoras del rio san diego	San Diego	Abastecimiento poblacional
83	613367	1130435	465,00	N/E	20,00	24,00	N/E	Hidrocentro	1 La Esmeralda	G-20008027-6	N/E	N/E	Urb. La esmeralda, Don julio Centeno, via de servicio C/C Av 1	San Diego	Abastecimiento poblacional
84	612589	1130935	483,00	N/E	12,00	65,10	N/E	Hidrocentro	2 La Esmeralda	G-20008027-7	N/E	N/E	Urb. La esmeralda Av Circunvalación Sur, dentro de las instalaciones del parque tematico	San Diego	Abastecimiento poblacional
85	613060	1130595	460,00	N/E	20,00	51,41	N/E	Hidrocentro	3 La Esmeralda	G-20008027-8	N/E	N/E	Urb. La esmeralda, Av 76 C/C calle 154	San Diego	Abastecimiento poblacional
86	612706	1130457	472,00	N/E	5,00	N/E	N/E	Hidrocentro	4 La Esmeralda	G-20008027-9	N/E	N/E	Urb. La esmeralda, Av 79 C/C calle 153	San Diego	Abastecimiento poblacional
87	614197	1130251	463,00	120,00	20,00	12,00	10,00	Hidrocentro	1 Yuma	G-20008027-10	CONSMICH C.A	18-10-2011	Urb. Yuma, al final de a Av. Ppal. Detrás del colegio	San Diego	Abastecimiento poblacional
88	612914	1131472	473,00	N/E	9,00	45,08	N/E	Hidrocentro	5 La Esmeralda	G-20008027-11	N/E	N/E	Urb. La esmeralda, dentro de las instalaciones del colegio Clorinda Azzurdus	San Diego	Abastecimiento poblacional
89	613957	1130618	476,00	N/E	14,00	14,37	7,55	Hidrocentro	1 Parque Metropolitano	G-20008027-12	N/E	N/E	Urb. Valle Verde, dentro de las instalaciones del parque metropolitano	San Diego	Abastecimiento poblacional
90	613280	1130041	466,00	143,00	2,00	27,00	17,5	Clinica Valle de Sandiego	1	J-31152695-1	N/E	N/E	Av. Don julio centeno entre morro II y fin de siglo	San Diego	Comercial
91	613796	1130979	447,00	N/E	4,00	24,81	14,13	IAMDESANDI	1	G-20004918-9	N/E	N/E	Urb. Valle Verde Av circunvalación Sur	San Diego	Abastecimiento poblacional
92	613844	1131956	456,00	N/E	13,00	10,91	N/E	Monte mayor	1	G-20008027-12	N/E	N/E	Urb. Valle de Oro detrás de UJAP	San Diego	Abastecimiento poblacional
93	612812	1131194	477,00	N/E	N/E	N/E	N/E	Hidrocentro	6 La Esmeralda	N/E	N/E	N/E	La Esmeralda	San Diego	Abastecimiento poblacional
94	614122	1130878	460,00	N/E	N/E	N/E	N/E	Hidrocentro	Valle de Oro	G-20008027-12	N/E	N/E	Valle de Oro	San Diego	Abastecimiento poblacional
95	613556	1129161	476,00	N/E	N/E	33,09	N/E	Asado los Miñoles	1	N/E	N/E	N/E	Los Jarales	San Diego	Abastecimiento poblacional
96	613948	1127879	436				10	Bigott	1	J-00006748-1	C.A PARKO	2009	Zona Industrial castlito	San Diego	Industrial
97	613949	1127897	434				10	Bigott	2	J-00006748-1	C.A PARKO	2009	Zona Industrial castlito	San Diego	Industrial
98	613760	1127977	458					Bigott	3	J-00006748-1	C.A PARKO	2009	Zona Industrial castlito	San Diego	Industrial
99	612124	1127239	457	70	3			Colgate-Palmolive C.A	1	J-00007125-0	Inversiones JPK	2013	Zona Industrial castlito	San Diego	Industrial
100	612572	1126793	473	130	3	30	12	Motel Escalibur	1	J-30302131-0	C.A PARKO	2002	Zona Industrial castlito	San Diego	Comercial
101	613711	1127373	451	103	8	18	9	C.A Venezolana de Pigmento	1	J-07506963-3	C.A PARKO	2011	Zona Industrial castlito	San Diego	Industrial
102	613726	1127421	453	101	6	21	10	C.A Venezolana de Pigmento	2	J-07506963-3	C.A PARKO	2011	Zona Industrial castlito	San Diego	Industrial
103	613617	1127476	454	117	6	16	10	C.A Venezolana de Pigmento	3	J-07506963-3	C.A PARKO	2011	Zona Industrial castlito	San Diego	Industrial
104	618934	1129350	441					Instituto de Ferrocarriles del Estado	1	G-20000124-0		2007	Zona Industrial castlito	San Diego	Adm Publica
105	616432	1127941	456					Consejo comunal NEIPE	1			2006	Zona industrial sector el Neipe	San Diego	Agricola
106	615802	1127685	453					Consejo comunal NEIPE	2			2006	Zona industrial sector el Neipe	San Diego	Agricola
107	615962	1127302	448					María Pantoja	1	V-8613946		2006	Zona industrial sector el Neipe	San Diego	Comercial
108	614670	1126508	451	160	15	65	45	ProAgro	1	J-00103686-5	C.A PARKO	2014	Zona Industrial castlito	San Diego	Abastecimiento

**ANEXO C**

Información institucional.

DEC N° 0075 04 MAR 2015

RECIBIDO  
05/03/2015  
[Signature]

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

Atención: Ing. Luis Fernando Arocha.

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

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

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

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

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

Atentamente,

[Signature]



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

"No cambiemos el clima, cambiemos el sistema"

Hugo Chávez Frías

RECIBIDO

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

Nombre: \_\_\_\_\_  
C.I.: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_  
Firma: \_\_\_\_\_  
Código: \_\_\_\_\_





DEC N° 0076 04 MAR 2015

Ciudadano

ING. TOMAS BELLO

Jefatura de Distribución y Recaudación Zona 4, Carabobo.

EMPRESA HIDROLOGICA DEL CENTRO C.A. HIDROCENTRO

Municipio Guacara del estado Carabobo.

Presente.-

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

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

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

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

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

Atentamente,

[Handwritten signature]



CARLOS ALFREDO MUÑOZ TERÁN

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

"No cambiemos el clima, cambiemos el sistema"

Hugo Chávez Frías

RECORRIDO
Nombre: Guisela
C.I.: 7071706
Fecha: 05-03-15
[Handwritten signature]

[Handwritten initials]

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



República Bolivariana de Venezuela  
Estado Carabobo  
Municipio San Diego

Oficio N° 2015-0127

San Diego, 17 de Marzo de 2015.

Ciudadano:

Ing. Carlos Alfredo Muñoz Terán

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

Su Despacho.-

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

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

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

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



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





República Bolivariana de Venezuela  
Estado Carabobo  
Municipio San Diego

Oficio N° 2015-0127

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

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

Atentamente;

  
ROSA BRANDONISIO DE SCARANO  
ALCALDESA DEL MUNICIPIO SAN DIEGO

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

RBdS/LH/Al/mg

HS



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

Recibido:  
08-10-15  
Dulce Prieto  
0212-40844729



DEC.Nº.- 0891

MEMORANDO

Dirección Estatal Carabobo

**DEVOLVER COPIA  
FIRMADA Y SELLADA**

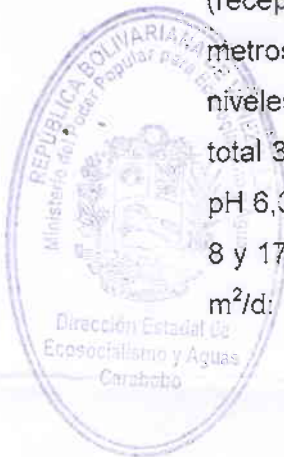
**Para:** **GUILLERMO BARRETO ESNAL**  
**Ministro del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas**

**De:** **GEOG. LUCAS T. FERNÁNDEZ A.**  
**Director Estatal de Ecosocialismo y Aguas Carabobo**

**Asunto:** Resumen del proyecto de investigación denominado Influencia del Desarrollo Urbano sobre las Propiedades Hidrogeoquímicas del Acuífero del municipio San Diego, Estado Carabobo.

**Fecha:** **08 OCT' 2015**

Reciba un saludo patriótico, bolivariano, revolucionario y socialista. Por medio de la presente me dirijo a usted, en la oportunidad de hacer entrega del resumen del proyecto de investigación realizada por esta Dirección Estatal del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas del Estado Carabobo bajo la responsabilidad del Ing. Victor Carrillo y la Universidad de Carabobo representada por la Ing. MSc. Ph.D Adriana Márquez. En dicho proyecto se analiza la influencia del desarrollo urbano sobre las propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del municipio San Diego del estado Carabobo. La población en el municipio San Diego se incrementó en 1% entre 2001 y 2011, superando 0,4% segundo nivel en el estado (INE, 2011); lo que ha incrementado la presión por el uso de fuentes de aguas subterráneas, como una de las principales fuentes de agua potable. Para la localización geográfica de cada pozo se utilizó un equipo de posicionamiento satelital (receptor GPS). El nivel del agua fue medida semanalmente con una sonda de 0 a 300 metros durante el año finales de 2014 y principio de 2015. Se realizó prueba de variación de niveles a caudal variable. Se encontraron: 107 pozos, 91% de los pozos activos, profundidad total 38 y 175 m, caudal 2,5 y 20 l/s, nivel estático 5,20 y 45 m, nivel dinámico 9,1 y 120 m, pH 6,37 y 7,1. Alcalinidad 48 y 146 mg/l. solidos disueltos totales 91 y 138 mg/l. dureza total 8 y 178 mg/l caco3. Cloruro 3 y 40 mg/l. carbonatos 3,39 y 18,8 mg/l. transmisividad 4 y 5,5 m<sup>2</sup>/d: coeficiente de almacenamiento 1,04 x 10<sup>-5</sup> y 4,26 x 10<sup>-5</sup>. el perfil litológico





08 OCT' 2015

0891



Gobierno Bolivariano de Venezuela

Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas

Dirección Regional de Ecosocialismo y Aguas



predominante incluye los siguientes materiales: material de relleno, arcilla limosa, arcilla arena media, arcilla con lentes de arena, arena media con lentes de arcilla. Los parámetros hidráulicos bajos y perfil geológico conducen a acuífero confinado. Se evaluó la vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero del municipio. Se elaboraron mapas de vulnerabilidad a la contaminación. La calidad organoléptica del agua potable cumple con la Gaceta Oficial N° 36.395, (1998) que contiene Las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable. El impacto que ocasiona la alta influencia del desarrollo urbano es significativo en relación a la explotación de la zona norte del municipio. Por cuanto no existe una normativa técnica ni reglamentaria que regule el uso de fuentes de aguas subterráneas se hace necesario que los organismos competentes activen los mecanismos para crear tales instrumentos legales que permitan llevar un control de los aprovechamientos del recurso hídrico, en específico las fuentes subterráneas. Es necesario la culminación y mantenimientos de obras hidráulicas de distribución y almacenamiento del vital líquido para garantizar la debida dotación a las comunidades y evitar la sobreexplotación del acuífero y el riesgo de contaminación. Muchos de los pozos no cumplen con lo establecido en el Decreto 2.048 de fecha 24/09/1997 publicado en Gaceta Oficial N° 36.298 de 24/09/1997, que contempla Las Normas para la Ubicación, Construcción, Protección, Operación y Mantenimiento de Pozos Perforados, destinados al abastecimiento de Agua Potable.

Sin más a que hacer referencia, se suscribe de usted.

Atentamente,

**Geog. Lucas T. Fernández A.**

**Director Estatal de Ecosocialismo y Aguas en el estado Carabobo**

Designado mediante Resolución N° 208 del 19/05/2015 Gaceta Oficial N° 40.665 del 21/05/2015  
Corregido mediante Resolución N° 310 del 23/06/2015 Gaceta Oficial N° 40693 de fecha 01/07/2015

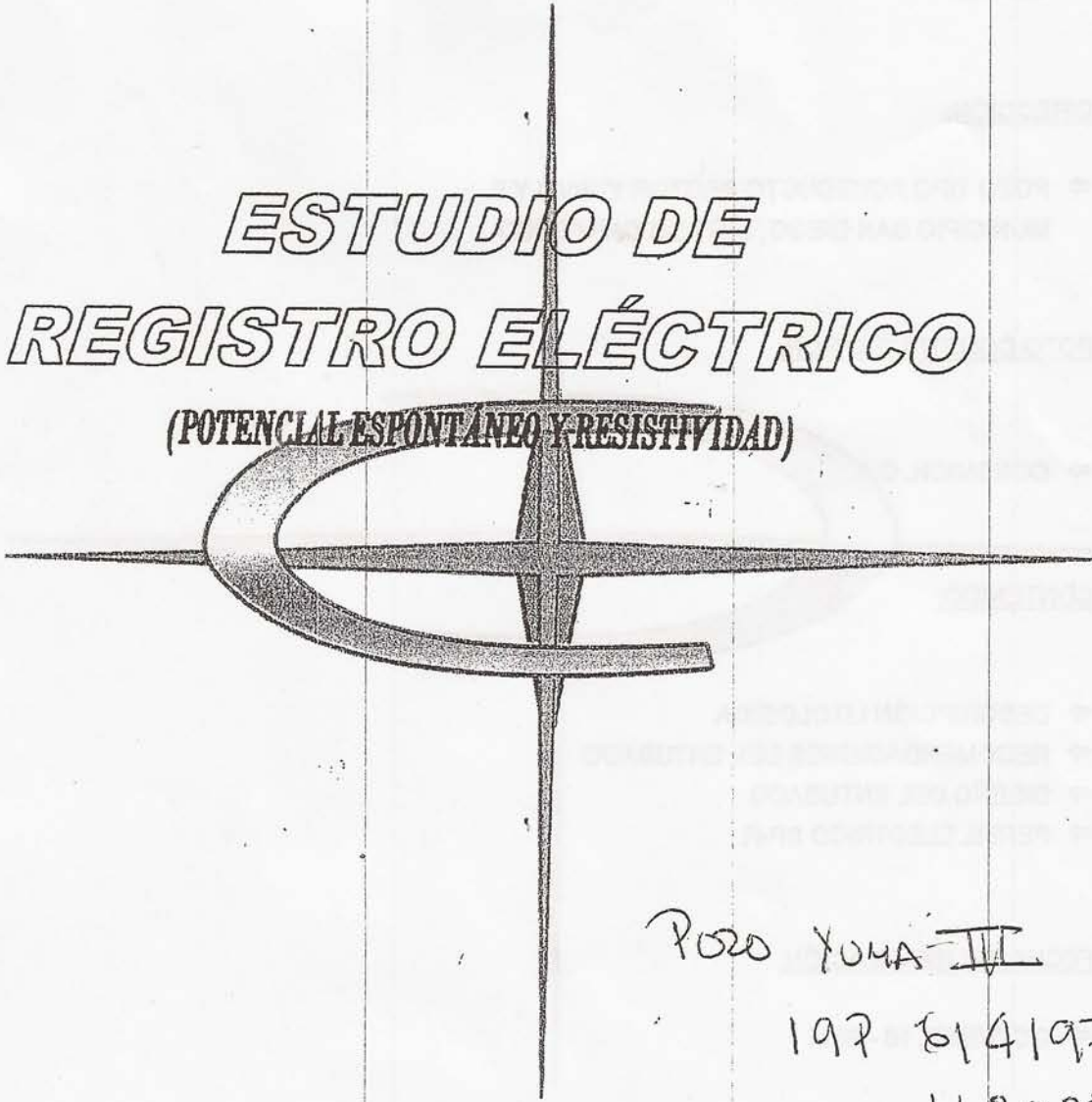


*de*

**ANEXO D**

Información institucional

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



POZO YUMA-III

197 814197,00

1130251,00

463 m.

Octubre, 18 - 2011

✓ ESTUDIOS REALIZADOS POR:

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

✓ DIRECCIÓN:

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

✓ POZO CONSTRUIDO POR:

⇒ CONSMICH, C.A.

✓ CONTENIDO:

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

✓ FECHA DE REALIZACIÓN:

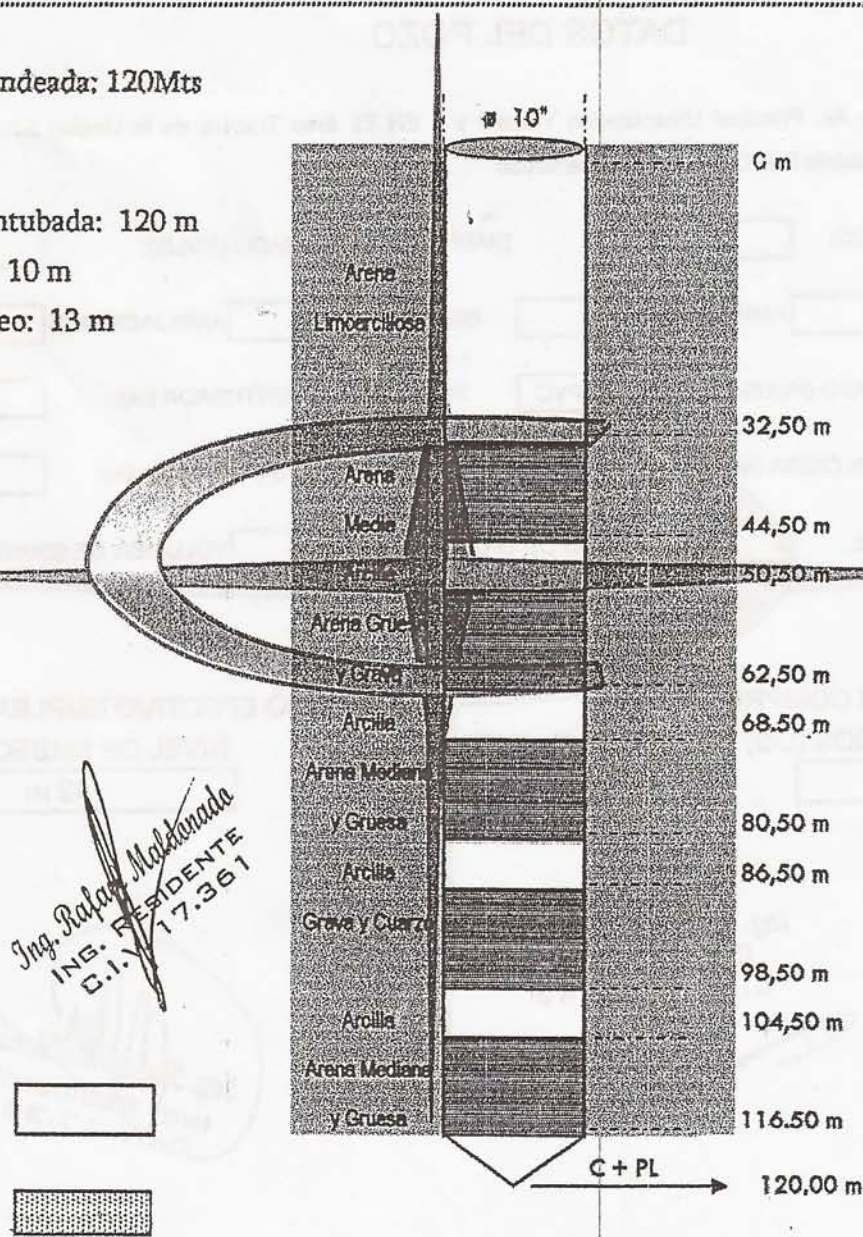
⇒ OCTUBRE, 18 - 2011



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

DISEÑO DEL POZO

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



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

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

Ciego



Ranurado





**INFORME DE CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL POZO**

CONTRATANTE: CONSMICH, CA

**DATOS DEL POZO**

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

PROFUNDIDAD DEL POZO:  DIÁMTERO PERFORADO (PULG.):

INICIAL:  AMPLIACIÓN:  INICIAL:  AMPLIACIÓN:

DIAMETRO DEL ENTUBADO (PULG.):  PROFUNDIDAD ENTUBADA (m):

LONGITUD DE TUBERIA CIEGA (m):  LONGITUD DE TUBERIA RANURADA (m):

Nº DE CENTRALIZACIÓN:  TIPO DE GRAVA:  VOLUMEN DE GRAVA (m³):

LIPIEZA, DESARROLLO Y AFORO

METODO: CON CON COMPRESOR TIEMPO EFECTIVO EMPLEADO:

CAUDALES AFORADOS (L/S)  NIVEL ESTÁTICO:  NIVEL DE BMBEO (m)

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

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



**ANEXO E**

Mapa de ubicación de los pozos.







**ANEXO F**

Propiedades fisicoquímicas.

## **ANEXO G**

Propiedades fisicoquímicas.

## **ANEXO H**

Propiedades fisicoquímicas.

**CIMA-UC**

CENTRO DE INVESTIGACIONES MICROBIOLÓGICAS APLICADAS DE LA  
UNIVERSIDAD DE CARABOBO



RIF.: G-20000041-4

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

Registro de Laboratorios Ambientales MPPA Nº 02-057

Registro de INSALUD Nº 284



DIRECCIÓN: CAMPUS BARBULA FRENTE A CONTROL DE ESTUDIOS DE INGIENIERÍA. TELÉFONO:  
0241-8679268 / 0241-9909116. CORREO: [uma\\_fcs@uc.edu.ve](mailto:uma_fcs@uc.edu.ve) / [cimauc\\_fcs@hotmail.com](mailto:cimauc_fcs@hotmail.com)

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

Valencia, 08 de Octubre de 2013

Señores

**CENBTRO MEDICO VALLES DE SAN DIEGO**

Valencia, Estado Carabobo

Estimados señores:

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

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

Atentamente,

**CENTRO DE INVESTIGACIONES  
MICROBIOLÓGICAS APLICADAS**

  
**Dr. Luis Medina**  
**Director**

  
REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD CARABOBO  
CENTRO DE INVESTIGACIONES MICROBIOLÓGICAS APLICADAS  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



## Personal que participó en la elaboración del informe técnico

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







## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y FÍSICOQUÍMICOS DE AGUA RESIDUAL

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

✓ **IDENTIFICACION DE MUESTRA**

1 Agua de pozo

✓ **TIPO DE MUESTRA**

**TABLA N°1. TIPO DE MUESTRA**

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

✓ **CAPTACIÓN**

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

**TABLA N° 2. MODALIDAD DE CAPTACION**

MUESTRA	MANUAL	AUTOMATICA
1	X	





✓ **TIPO DE MUESTREO**

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

**TABLA N°3. TIPO DE MUESTREO**

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

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

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

**TABLA 4. CAPTACIÓN, PRESERVACIÓN Y MANEJO DE LAS MUESTRAS**

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

✓ **MÉTODOS Y NORMAS**

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

Los métodos utilizados para el procesamiento se basan en los establecidos en el:

"STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND





✓ **RESULTADOS**

TABLA N°5 .- RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

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

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

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

CUMPLE

NO CUMPLE

TABLA N°6.- RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

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



Este informe no debe ser reproducido sin previa autorización.

Registro de Laboratorios Ambientales MPPA N° 02-057

Registro de INSALUD N° 284

**OBSERVACIONES**

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





### TABLA N° 7.- METODOLOGIA MICROBIOLÓGICA

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

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

### TABLA N° 8. METODOLOGIA FISICO-QUIMICA

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

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

Este informe no debe ser reproducido sin previa autorización.

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







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





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



## **ANEXO I**

Base de datos para el cálculo de vulnerabilidad.



Nº POZO	Norte	Este	PPZO	mem	Usuario	Nº de Pozo	Om	ND	NE	D	R	A	S	T	I	C	Dr	Rr	Ar	Sr	Tr	lr	Cr	Dw	Rw	Aw	Sw	Tw	lw	Cw	V Drastic	GRADO VULNERABILIDAD
1	613940	1135142	141	480	Asociacion Civil Conjunto Residencial B Tulpan	1	3	65	29	29	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	2	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	152	ALTO
2	613684	1132039	150	469	Asociacion Civil Conjunto Residencial B Tulpan	2	2,5	110	13	13	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	5	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	167	ALTO
3	614174	1135543	160	495	Asociacion Civil Conjunto Residencial B Tulpan	3	3	120	13	13	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
4	613787	1135600	175	490	Asociacion Civil Conjunto Residencial B Tulpan	4	2,75	120	13	13	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
5	613622	1135176	160	478	Asociacion Civil Conjunto Residencial B Tulpan	5	3	58	12	12	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	5	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	167	ALTO
6	613336	1134540	150	480	Asociacion Civil Conjunto Residencial B Tulpan	6	2,5	0	17,3	17,3	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
7	613498	1134157	98	489	Victor Perea Gomez	1	5	40	21	21	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	2	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	124	MODERADO
8	615335	1137285	NE	498	Cooperativa El Portal del Agua R.L.	1	6	0	20	20	1012	Lutitas masiva	Limo margoso	0-2	Lutita	>0,04	3	9	2	4	10	3	1	5	4	3	2	1	5	3	89	BAJO
9	615199	1137033	NE	484	Cooperativa El Portal del Agua R.L.	2	0	0	9,5	9,5	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
10	614932	1136803	NE	483	Cooperativa El Portal del Agua R.L.	3	0	0	11	11	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
11	611191	1135402	102	481	MINVIH	1	5,2	62	14	14	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	2-6	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	9	6	6	5	4	3	2	1	5	3	138	MODERADO
12	611064	1135215	NE	488	MINVIH	2	0	0	17	17	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	6-12	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	5	6	6	5	4	3	2	1	5	3	124	MODERADO
13	611217	1134938	NE	494	MINVIH	3	0	0	21	21	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	12-18	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	3	6	6	5	4	3	2	1	5	3	122	MODERADO
14	616523	1138092	42	489	A.C caja de ahorros cafetalero Carabobo-Cojedes	1	3,9	20	6	6	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	6-12	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	7	9	6	7	5	6	6	5	4	3	2	1	5	3	144	MODERADO
15	616462	1138022	80	489	A.C caja de ahorros cafetalero Carabobo-Cojedes	2	3,9	28	6	6	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	6-12	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	7	9	6	7	5	6	6	5	4	3	2	1	5	3	144	MODERADO
16	615735	1136629	NE	476	Hidrocentro 1 Las Josefinas	3,5	0	16	16	16	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO

17	613307	1134229	NE	473	Conj. Residencial Villa Bahía San Diego	1	0	0	13.3	13.3	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
18	615774	1136949	85	490	Villas de San Diego Country Club	1	6,66	16,9	5,3	5,3	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	7	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	149	ALTO
19	615743	1137411	NE	494	Villas de San Diego Country Club	2	0	0	9	9	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	7	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	149	ALTO
20	615974	1137460	NE	491	Villas de San Diego Country Club	3	0	0	8,7	8,7	1012	Lutitas masiva	Limo mergoso	2-6	Lutita	>0,04	7	9	2	4	9	6	1	5	4	3	2	1	5	3	123	MODERADO
21	615754	1136830	NE	495	Un. Parque Residencial Campestre La Cumaca	1	0	0	10,3	10,3	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
22	614187	1135897	NE	478	Sendero de San Diego	1	0	0	17,9	17,9	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	3	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	157	ALTO
23	614046	1132910	NE	454	Conjunto Residencial cancamones	1	0	0	22,7	22,7	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>28,55	3	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	157	ALTO
24	614147	1134495	NE	474	Hidrocentro	1	7	0	25	25	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	2	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	152	ALTO
25	613448	1134925	NE	468	Hidrocentro	1	4	0	11	11	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
26	615510	1134984	NE	480	Un. Agua de Canto	1	0	0	18	18	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
27	616260	1135686	90	495	Universidad Arturo Michelena	1	2,5	75	61	61	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	12-18	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	1	9	6	7	3	6	6	5	4	3	2	1	5	3	112	MODERADO
28	614342	1135517	NE	476	Conjunto Residencial Villas San Rafael	1	0	10,2	14	14	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	5	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	167	ALTO
29	614382	1134352	NE	482	Aso Civil Pueblo Viejo	1	0	0	17	17	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	3	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	157	ALTO
30	611823	1135841	86	497	Frames C.A	1	1,5	55	16	16	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	3	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	157	ALTO
31	614813	1136450	38	496	Club Madeirense	1	2,5	15	18	18	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
32	614445	1134186	120	477	Jorge Maldonado	1	4	0	11	11	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
33	615748	1135329	70	460	Jorge Maldonado	1	12,05	25	6,2	6,2	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	7	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	149	ALTO
34	615320	1138310	60	461	Jorge Maldonado	1	5,07	10	12	12	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	5	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	167	ALTO
35	615996	1135467	NE	473	Villas Serena C.A	1	0	0	21	21	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO

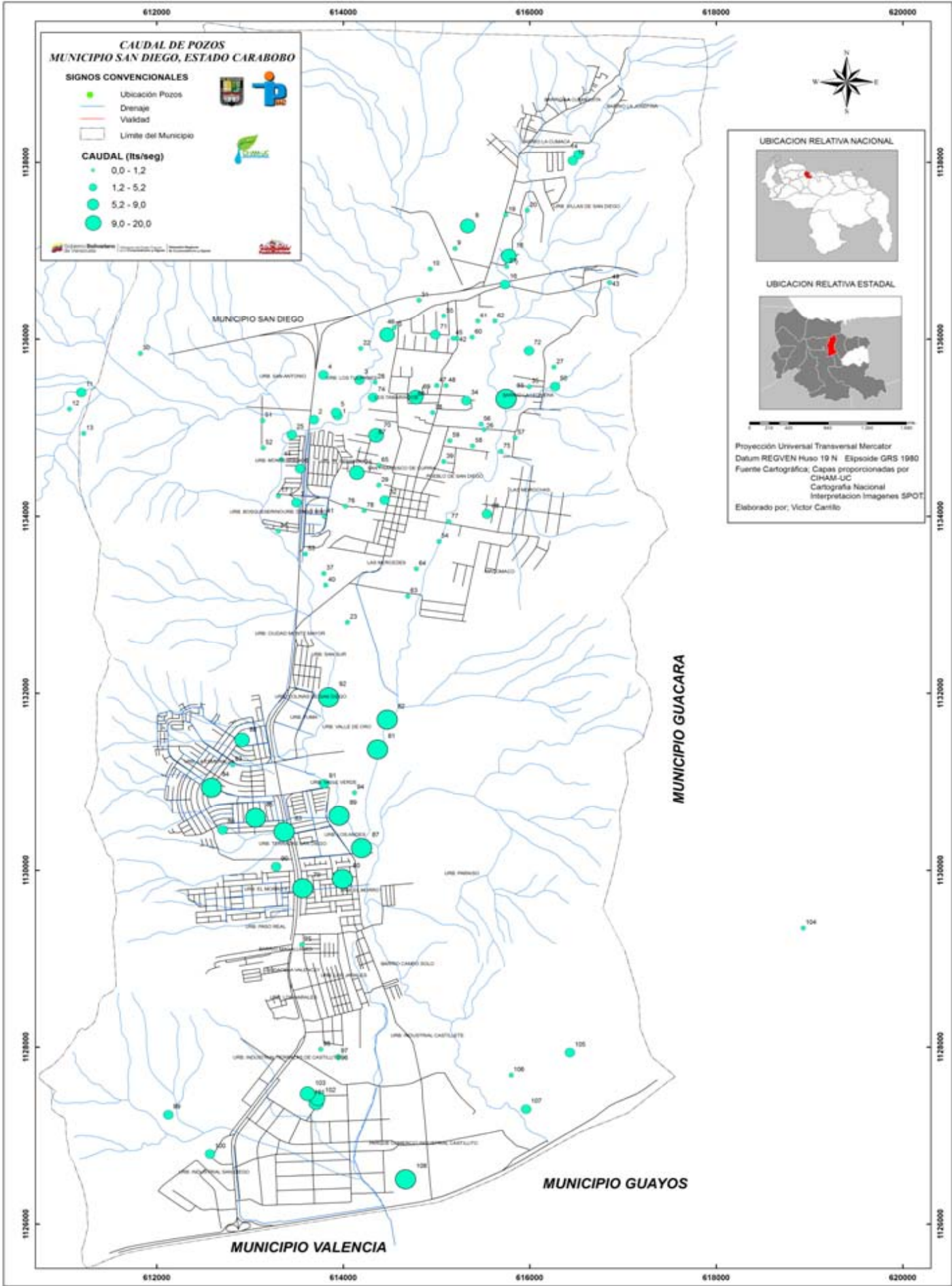
36	613303	1133835	NE	463	Ferrocarril San Diego	1	0	0	17	17	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	2-6	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	9	6	6	5	4	3	2	1	5	3	128	MODERADO
37	613794	1133360	NE	456	Villas Jardín	1	0	0	26,3	26,3	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	2	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	124	MODERADO
38	614959	1135173	NE	462	El Portal de San Diego	1	0	0	19	19	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
39	615079	1134621	NE	453	Nicanor Benedetti	1	0	0	21	21	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
40	613812	1133228	NE	454	ES el Portal	1	0	0	16	16	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	3	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	157	ALTO
41	613799	1133999	NE	448	Urb.Boqueserino	1	0	0	18	18	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	3	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	157	ALTO
42	615219	1136013	NE	477	C.C Mujuyayal	1	0	0	18,4	18,4	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	3	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	157	ALTO
43	616857	1136650	NE	490	Las Josefinas II	1	0	0	24,3	24,3	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	2-6	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	2	9	6	7	9	6	6	5	4	3	2	1	5	3	123	MODERADO
44	613336	1134643	NE	447	Conjunto Residencial Las Palmas	1	0	0	21	21	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
45	615179	1136013	NE	477	Conjunto Residencial Tiziana Villas	1	0	0	20,8	20,8	1012	Lutitas masiva	Limo margoso	0-2	Lutita	>0,04	3	9	2	4	10	3	1	5	4	3	2	1	5	3	89	BAJO
46	614548	1136134	NE	598	Inmuebles y valores CA	1	0	0	21	21	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	2	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	124	MODERADO
47	615004	1135478	NE	467	Consejo Comunal Tamayo	1	0	0	17,8	17,8	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	3	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	157	ALTO
48	615102	1135478	NE	475	Fundo la Leonera	1	0	0	16	16	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
49	616857	1136650	NE	490	Conjunto Residencial las Josefinas	1	0	0	19,1	19,1	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
50	616272	1135489	NE	481	Hidrocentro 1 El Polvero	2	0	0	22	22	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	2-6	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	9	6	6	5	4	3	2	1	5	3	128	MODERADO
51	613136	1135083	NE	484	Lomas de La hacienda	1	0	0	19	19	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	3	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	157	ALTO
52	613140	1134775	NE	481	Seminario	1	0	35,4	15,2	15,2	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
53	613956	1133578	NE	468	Los Bomberos	1	0	0	11	11	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
54	615027	1133720	102	467	Hda. La Caracas	1	0	0	12	12	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
55	615079	1136270	NE	480	Hda. LA LOPERA	1	0	0	16	16	1012	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arcillas areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO

57	615844	1134890	86		463	HDA HIGUEROTE	1	0	0	12	12	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
58	615388	1134796	85		457	SAN DIEGO	1	0	0	19	19	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
59	615145	1134857	78		456	HACIENDA HIGUEROTE	1	0	0	11	11	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	5	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	167	ALTO
60	615384	1136025	80		477	HDA SAN ANTONIO	1	0	0	11	11	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
61	615444	1136209	70		480	HDA SAN ANTONIO	2	0	0	9	9	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	7	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	149	ALTO
62	615626	1136210	90		477	HDA SAN ANTONIO	3	0	0	16	16	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
63	614893	1133104	N/E		450	HDA LA CARACARA	1	0	0	17	17	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
64	614784	1133412	N/E		447	HDA LA CARACARA	2	0	0	22	22	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
65	614384	1134578	N/E		446	Hidrocentro	1 Pozo Pueblo de San Diego	0	0	18	18	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
66	614777	1135347	N/E		466	Residencias Villa La Encantada	1	0	0	17	17	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	3	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	157	ALTO
67	614353	1134915	N/E		451	Residencias Aguasay	1	0	0	11	11	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	5	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	167	ALTO
68	615542	1134028	N/E		437	URB las Moreochas	1	3	0	12	12	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	5	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	167	ALTO
69	614777	1135347	80		467	Residencias Villa La Encantada	2	8	0	14,7	14,7	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
70	614353	1134915	60		472	Residencias Aguasay	2	8	0	15	15	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	5	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	167	ALTO
71	614988	1136054	52		472	HDA SABANA DEL MEDIO	1	4	0	16	16	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
72	615993	1135873	56		471	HDA LA MIGUELERA	1	4	0	17	17	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
73	614471	1136052	81		474	San Diego HDA SAN RAFAEL	1	8	0	15	15	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
74	614321	1135346	80		472	FINCA SABANA DEL MEDIO	1	3	0	16	16	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
75	615692	1134736	80		461	FDO VALIDAR	1	0	0	10	10	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	5	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	167	ALTO
76	614023	1134116	N/E		460	Úb. Las Aves	1	0	0	17	17	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	3	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	157	ALTO
77	615133	1132941	N/E		469	Hidrocentro	1 Otro Lado	0	0	14	14	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
78	614226	1134066	N/E		443	Hidrocentro	1 Pozo Crispin	0	0	7	7	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	7	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	149	ALTO
79	613566	1129798	N/E		462	Hidrocentro	1 Morro	12,00	30,89	11,23	11,23	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
80	613992	1129903	N/E		470	Hidrocentro	2 Morro	12,00	19,18	13,7	13,7	1012	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	AGREGADO ARROLLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscas y lutitas	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO

81	61498	113186	NE	462	Hidrocentro	1 Valle de Oro	12,00	NE	14	14	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
82	614472	1131704	NE	467	Hidrocentro	2 Valle de Oro	13,00	27,30	16	16	1012	Arenas o gravas	Arena	0-2	Grava y arena	>81,49	3	9	6	9	10	6	10	5	4	3	2	1	5	3	157	ALTO
83	613387	1130435	NE	465	Hidrocentro	1 La Esmeralda	20,00	24,00	21	21	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
84	612589	1130355	NE	483	Hidrocentro	2 La Esmeralda	12,00	65,10	19	19	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
85	613060	1130595	NE	460	Hidrocentro	3 La Esmeralda	20,00	51,41	25	25	1012	Arenas o gravas	Arena	2-6	Grava y arena	>81,49	2	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	152	ALTO
86	612796	1130457	NE	472	Hidrocentro	4 La Esmeralda	6,00	NE	22	22	1012	Arenas o gravas	Arena	2-6	Grava y arena	>81,49	3	9	8	9	10	8	10	5	4	3	2	1	5	3	157	ALTO
87	614197	1130251	NE	463	Hidrocentro	1 Yuma	20,00	12,00	10,00	10,00	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
88	612914	1131472	NE	473	Hidrocentro	5 La Esmeralda	9,00	45,08	29	29	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	2	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	124	MODERADO
89	613657	1130618	NE	476	Hidrocentro	1 Parque Metropolitano	14,00	14,37	7,55	7,55	1012	Lútilo masera	Limo margoso	0-2	Lútilo	>0,04	7	9	2	4	10	3	1	5	4	3	2	1	5	3	109	MODERADO
90	613280	1130041	143,00	466	Cénica Valle de Santiago	1	2,00	27,00	17,5	17,5	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	2-6	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
91	613796	1130979	NE	447	IAMDESANDI	1	4,00	24,81	14,13	14,13	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
92	613844	1131956	NE	456	Monte mayor	1	13,00	10,91	15	15	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
93	612812	1131194	NE	477	Hidrocentro	6 La Esmeralda	NE	NE	25	25	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	2	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	124	MODERADO
94	614122	1130878	NE	460	Hidrocentro	Valle de Oro	NE	NE	16	16	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
95	613556	1129161	NE	476	Asado los Mitoles	1	NE	33,09	19	19	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	3	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	129	MODERADO
96	613848	1127879	NE	436	Bigott	1			10	10	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
97	613949	1127897	NE	434	Bigott	2		10	10	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO	
98	613760	1127977	NE	458	Bigott	3	0	0	9	9	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	7	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	149	ALTO
99	612124	1127239	70	457	Colgate-Palmolive C.A.	1	3		38	38	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	2-6	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	1	9	6	7	9	6	6	5	4	3	2	1	5	3	116	MODERADO
100	612572	1126793	130	473	Hotel Escalibur	1	3	30	12	12	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	2-6	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	5	9	6	7	9	6	6	5	4	3	2	1	5	3	138	MODERADO
101	613711	1127373	103	451	C.A. Venezolana de Pigmento	1	8	18	9	9	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	7	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	149	ALTO
102	613728	1127421	101	453	C.A. Venezolana de Pigmento	2	6	21	10	10	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
103	613617	1127476	117	454	C.A. Venezolana de Pigmento	3	6	16	10	10	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	5	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	139	MODERADO
104	618934	1129350	NE	441	Instituto de Ferrocarriles del Estado	1		29	29	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	2	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	124	MODERADO	
105	616432	1127941	102	456	Consejo comunal NEPE	1	2		41	41	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	1	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	119	MODERADO
106	615802	1127885	102	453	Consejo comunal NEPE	2	1		33	33	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	1	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	119	MODERADO
107	615982	1127302	110	448	María Pantoja	1	5		38	38	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	1	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	119	MODERADO
108	614870	1126508	180	451	ProAgro	1	15	85	45	45	1012	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	AGREGADO ARCILLOSO Y COMPACTADO	0-2	secuencia de arrollos areniscos y lútilos	>28,55	1	9	6	7	10	6	6	5	4	3	2	1	5	3	119	MODERADO

**ANEXO J**

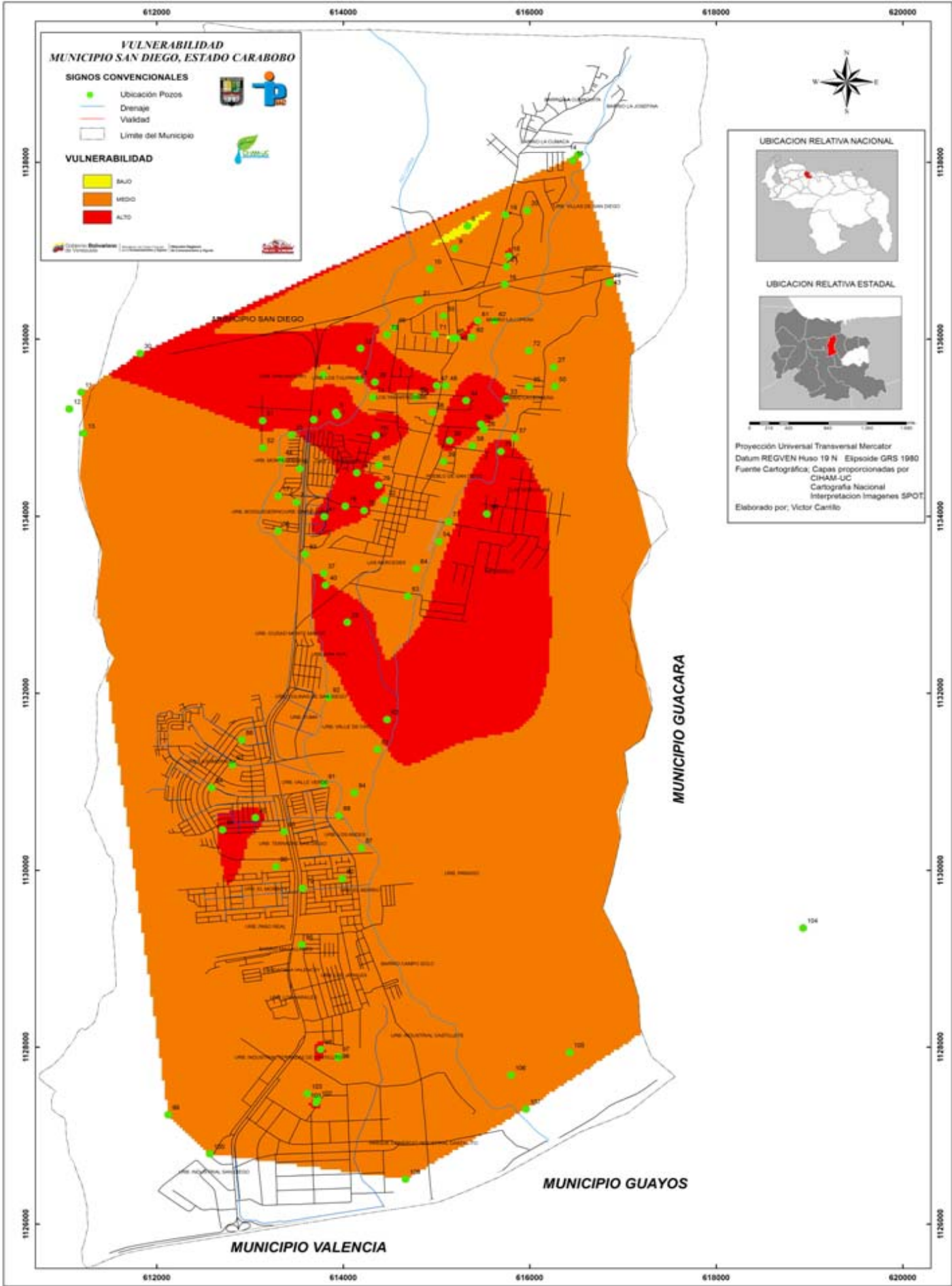
Tabla de Precipitación.



**ANEXO K**

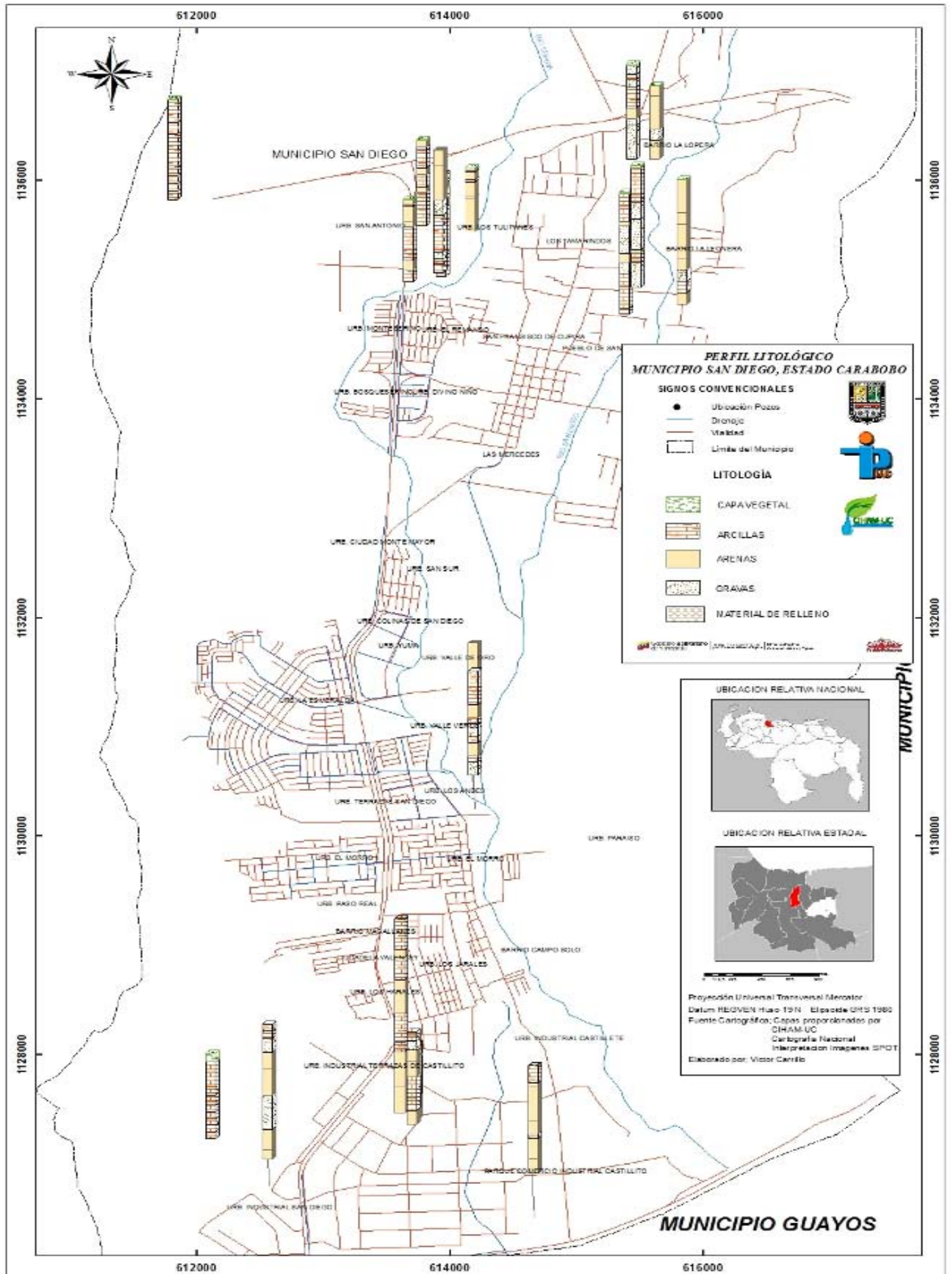
Mapa de vulnerabilidad.





**ANEXO L**

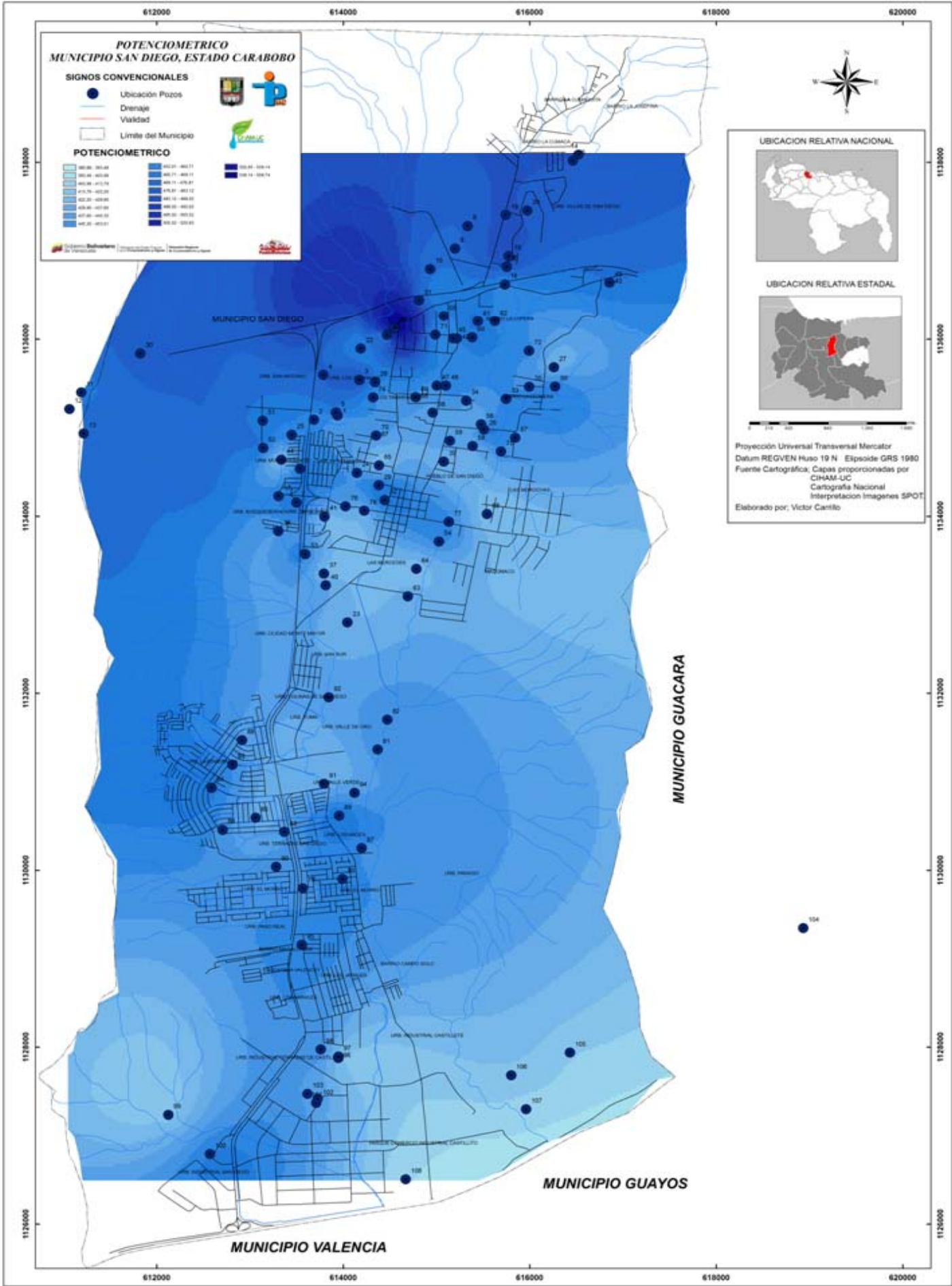
Mapa de litología.



## **ANEXO M**

Mapas de niveles estáticos.





**POTENCIOMETRICO**  
**MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Ubicación Pozos
- Drainaje
- Vialidad
- Límite del Municipio

**POTENCIOMETRICO**

300.00 - 301.00	400.00 - 401.00	500.00 - 501.00
301.00 - 302.00	401.00 - 402.00	501.00 - 502.00
302.00 - 303.00	402.00 - 403.00	502.00 - 503.00
303.00 - 304.00	403.00 - 404.00	503.00 - 504.00
304.00 - 305.00	404.00 - 405.00	504.00 - 505.00
305.00 - 306.00	405.00 - 406.00	505.00 - 506.00
306.00 - 307.00	406.00 - 407.00	506.00 - 507.00
307.00 - 308.00	407.00 - 408.00	507.00 - 508.00
308.00 - 309.00	408.00 - 409.00	508.00 - 509.00
309.00 - 310.00	409.00 - 410.00	509.00 - 510.00
310.00 - 311.00	410.00 - 411.00	510.00 - 511.00
311.00 - 312.00	411.00 - 412.00	511.00 - 512.00
312.00 - 313.00	412.00 - 413.00	512.00 - 513.00
313.00 - 314.00	413.00 - 414.00	513.00 - 514.00
314.00 - 315.00	414.00 - 415.00	514.00 - 515.00
315.00 - 316.00	415.00 - 416.00	515.00 - 516.00
316.00 - 317.00	416.00 - 417.00	516.00 - 517.00
317.00 - 318.00	417.00 - 418.00	517.00 - 518.00
318.00 - 319.00	418.00 - 419.00	518.00 - 519.00
319.00 - 320.00	419.00 - 420.00	519.00 - 520.00
320.00 - 321.00	420.00 - 421.00	520.00 - 521.00
321.00 - 322.00	421.00 - 422.00	521.00 - 522.00
322.00 - 323.00	422.00 - 423.00	522.00 - 523.00
323.00 - 324.00	423.00 - 424.00	523.00 - 524.00
324.00 - 325.00	424.00 - 425.00	524.00 - 525.00
325.00 - 326.00	425.00 - 426.00	525.00 - 526.00
326.00 - 327.00	426.00 - 427.00	526.00 - 527.00
327.00 - 328.00	427.00 - 428.00	527.00 - 528.00
328.00 - 329.00	428.00 - 429.00	528.00 - 529.00
329.00 - 330.00	429.00 - 430.00	529.00 - 530.00
330.00 - 331.00	430.00 - 431.00	530.00 - 531.00
331.00 - 332.00	431.00 - 432.00	531.00 - 532.00
332.00 - 333.00	432.00 - 433.00	532.00 - 533.00
333.00 - 334.00	433.00 - 434.00	533.00 - 534.00
334.00 - 335.00	434.00 - 435.00	534.00 - 535.00
335.00 - 336.00	435.00 - 436.00	535.00 - 536.00
336.00 - 337.00	436.00 - 437.00	536.00 - 537.00
337.00 - 338.00	437.00 - 438.00	537.00 - 538.00
338.00 - 339.00	438.00 - 439.00	538.00 - 539.00
339.00 - 340.00	439.00 - 440.00	539.00 - 540.00
340.00 - 341.00	440.00 - 441.00	540.00 - 541.00
341.00 - 342.00	441.00 - 442.00	541.00 - 542.00
342.00 - 343.00	442.00 - 443.00	542.00 - 543.00
343.00 - 344.00	443.00 - 444.00	543.00 - 544.00
344.00 - 345.00	444.00 - 445.00	544.00 - 545.00
345.00 - 346.00	445.00 - 446.00	545.00 - 546.00
346.00 - 347.00	446.00 - 447.00	546.00 - 547.00
347.00 - 348.00	447.00 - 448.00	547.00 - 548.00
348.00 - 349.00	448.00 - 449.00	548.00 - 549.00
349.00 - 350.00	449.00 - 450.00	549.00 - 550.00
350.00 - 351.00	450.00 - 451.00	550.00 - 551.00
351.00 - 352.00	451.00 - 452.00	551.00 - 552.00
352.00 - 353.00	452.00 - 453.00	552.00 - 553.00
353.00 - 354.00	453.00 - 454.00	553.00 - 554.00
354.00 - 355.00	454.00 - 455.00	554.00 - 555.00
355.00 - 356.00	455.00 - 456.00	555.00 - 556.00
356.00 - 357.00	456.00 - 457.00	556.00 - 557.00
357.00 - 358.00	457.00 - 458.00	557.00 - 558.00
358.00 - 359.00	458.00 - 459.00	558.00 - 559.00
359.00 - 360.00	459.00 - 460.00	559.00 - 560.00
360.00 - 361.00	460.00 - 461.00	560.00 - 561.00
361.00 - 362.00	461.00 - 462.00	561.00 - 562.00
362.00 - 363.00	462.00 - 463.00	562.00 - 563.00
363.00 - 364.00	463.00 - 464.00	563.00 - 564.00
364.00 - 365.00	464.00 - 465.00	564.00 - 565.00
365.00 - 366.00	465.00 - 466.00	565.00 - 566.00
366.00 - 367.00	466.00 - 467.00	566.00 - 567.00
367.00 - 368.00	467.00 - 468.00	567.00 - 568.00
368.00 - 369.00	468.00 - 469.00	568.00 - 569.00
369.00 - 370.00	469.00 - 470.00	569.00 - 570.00
370.00 - 371.00	470.00 - 471.00	570.00 - 571.00
371.00 - 372.00	471.00 - 472.00	571.00 - 572.00
372.00 - 373.00	472.00 - 473.00	572.00 - 573.00
373.00 - 374.00	473.00 - 474.00	573.00 - 574.00
374.00 - 375.00	474.00 - 475.00	574.00 - 575.00
375.00 - 376.00	475.00 - 476.00	575.00 - 576.00
376.00 - 377.00	476.00 - 477.00	576.00 - 577.00
377.00 - 378.00	477.00 - 478.00	577.00 - 578.00
378.00 - 379.00	478.00 - 479.00	578.00 - 579.00
379.00 - 380.00	479.00 - 480.00	579.00 - 580.00
380.00 - 381.00	480.00 - 481.00	580.00 - 581.00
381.00 - 382.00	481.00 - 482.00	581.00 - 582.00
382.00 - 383.00	482.00 - 483.00	582.00 - 583.00
383.00 - 384.00	483.00 - 484.00	583.00 - 584.00
384.00 - 385.00	484.00 - 485.00	584.00 - 585.00
385.00 - 386.00	485.00 - 486.00	585.00 - 586.00
386.00 - 387.00	486.00 - 487.00	586.00 - 587.00
387.00 - 388.00	487.00 - 488.00	587.00 - 588.00
388.00 - 389.00	488.00 - 489.00	588.00 - 589.00
389.00 - 390.00	489.00 - 490.00	589.00 - 590.00
390.00 - 391.00	490.00 - 491.00	590.00 - 591.00
391.00 - 392.00	491.00 - 492.00	591.00 - 592.00
392.00 - 393.00	492.00 - 493.00	592.00 - 593.00
393.00 - 394.00	493.00 - 494.00	593.00 - 594.00
394.00 - 395.00	494.00 - 495.00	594.00 - 595.00
395.00 - 396.00	495.00 - 496.00	595.00 - 596.00
396.00 - 397.00	496.00 - 497.00	596.00 - 597.00
397.00 - 398.00	497.00 - 498.00	597.00 - 598.00
398.00 - 399.00	498.00 - 499.00	598.00 - 599.00
399.00 - 400.00	499.00 - 500.00	599.00 - 600.00

**UBICACION RELATIVA NACIONAL**

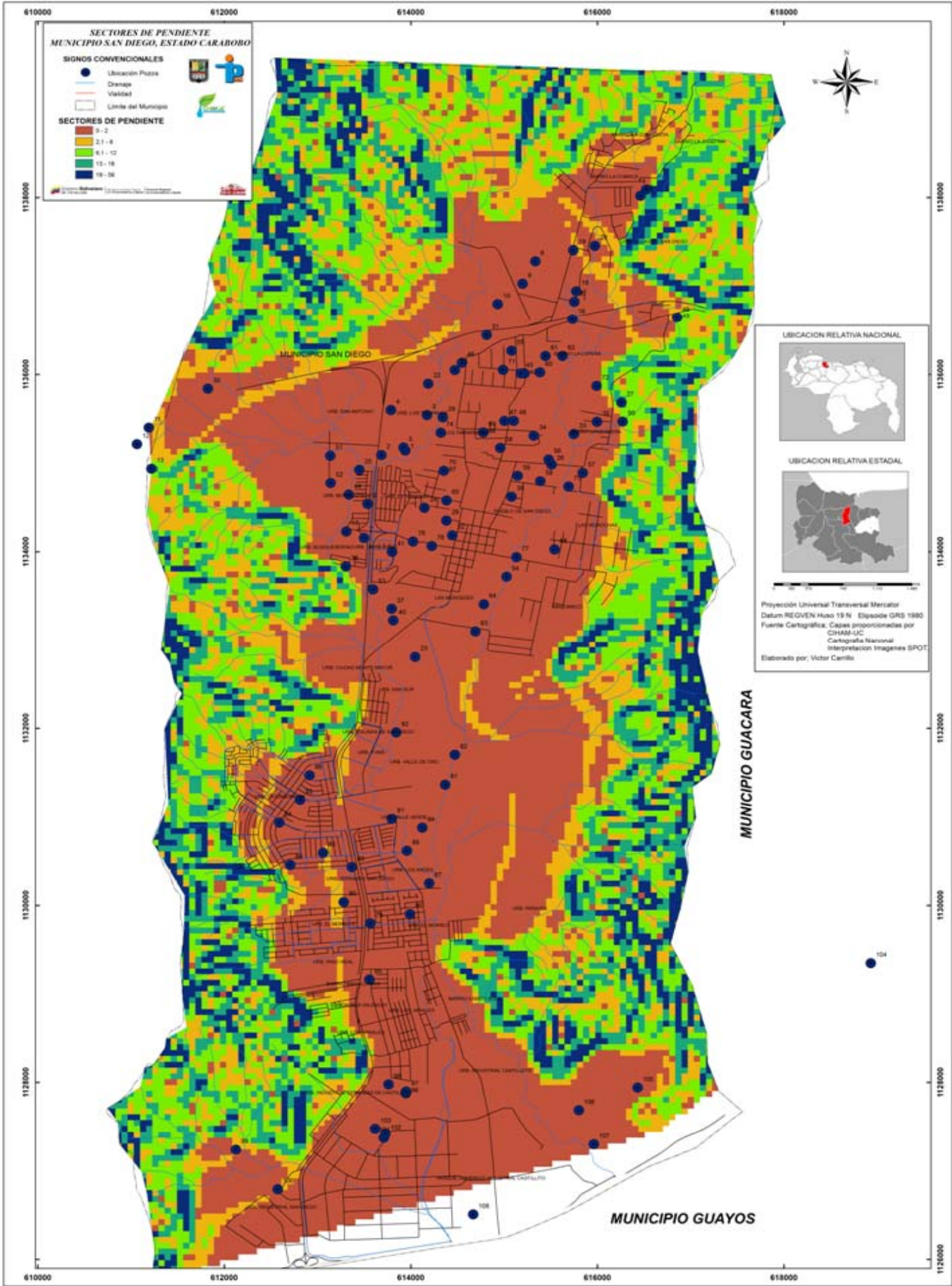
**UBICACION RELATIVA ESTADAL**

Proyección Universal Transversal Mercator  
 Datum REGVEN Huso 19 N Elipsoide GRS 1980  
 Fuente Cartográfica: Capas proporcionadas por CHAM-UC  
 Cartografía Nacional  
 Interpretación Imágenes SPOT  
 Elaborado por: Víctor Cantillo

MUNICIPIO VALENCIA

MUNICIPIO GUACARA

MUNICIPIO GUAYOS



**ANEXO H**

Mapa de topografía.



**UBICACIÓN Y USO DE POZOS  
MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Ubicación Pozos
- Drainaje
- Vialidad
- Límite del Municipio



Proyección Universal Transversal Mercator  
Datum REGVEN Huso 19 N Elipsoide GRS 1980  
Fuente Cartográfica: Capas proporcionadas por CHAM-UC  
Cartografía Nacional  
Interpretación Imágenes SPOT  
Elaborado por: Víctor Cantillo

#Pozo	Ubicación	Uso
1	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
2	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
3	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
4	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
5	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
6	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
7	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
8	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
9	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
10	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
11	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
12	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
13	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
14	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
15	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
16	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
17	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
18	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
19	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
20	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
21	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
22	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
23	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
24	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
25	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
26	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
27	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
28	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
29	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
30	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
31	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
32	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
33	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
34	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
35	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
36	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
37	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
38	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
39	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
40	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
41	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
42	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
43	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
44	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
45	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
46	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
47	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
48	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
49	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
50	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
51	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
52	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
53	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
54	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
55	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
56	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
57	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
58	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
59	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
60	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
61	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
62	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
63	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
64	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
65	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
66	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
67	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
68	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
69	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
70	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
71	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
72	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
73	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
74	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
75	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
76	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
77	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
78	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
79	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
80	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
81	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
82	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
83	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
84	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
85	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
86	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
87	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
88	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
89	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
90	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
91	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
92	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
93	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
94	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
95	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
96	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
97	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
98	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
99	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
100	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
101	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
102	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
103	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
104	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
105	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
106	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
107	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
108	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
109	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
110	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
111	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
112	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
113	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
114	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
115	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
116	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
117	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
118	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
119	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
120	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
121	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
122	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
123	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
124	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
125	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
126	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
127	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
128	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
129	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
130	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
131	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
132	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
133	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
134	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
135	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
136	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
137	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
138	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
139	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
140	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
141	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
142	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
143	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
144	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
145	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
146	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
147	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
148	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
149	LINEA SAN ANTONIO	Residencial
150	LINEA SAN ANTONIO	Residencial

**MUNICIPIO GUACARA**

**MUNICIPIO GUAYOS**

**MUNICIPIO VALENCIA**

