

*RECOPIACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN  
HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO MORROSQUILLO (SUCRE). ZONA  
LITORAL SUR DE SANTIAGO DE TOLÚ – COVEÑAS*

*ODAIR JOSÉ MERCADO VILLALBA*

*CONVENIO INTERADMINISTRATIVO  
UNIVERSIDAD DE SUCRE – CARSUCRE  
UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
SINCELEJO – SUCRE  
2006*

**RECOPIACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN  
HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO MORROSQUILLO (SUCRE). ZONA  
LITORAL SUR DE SANTIAGO DE TOLÚ – COVEÑAS**

**ODAIR JOSÉ MERCADO VILLALBA**

*Proyecto de Grado para optar el título de  
Ingeniero Civil*

*Coordinador Pasantía CARSUCRE  
HÉCTOR MARIO HERRERA PARRA  
Geólogo*

*Director Pasantía  
GUILLERMO GUTIÉRREZ R.  
Ingeniero Civil*

**CONVENIO INTERADMINISTRATIVO  
UNIVERSIDAD DE SUCRE – CARSUCRE  
UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
SINCELEJO – SUCRE  
2006**

*NOTA DE ACEPTACIÓN*

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Sincelejo, 21 de Abril de 2006

*Dedico el siguiente trabajo a Dios por ser él quien me diera todos los días la fuerza y templanza para continuar en mi proceso de formación académica, por ayudarme en los momentos duros y decisivos de mi carrera y por guiarme hacia el camino correcto. De igual manera dedico este trabajo a mis padres Damilto Mercado y Adis Villalba, a mi hermana Yuranis Mercado V, por el apoyo y la colaboración que me brindaron y por los sacrificios que algunas veces ellos realizaron. También dedico este trabajo a mi novia Ana Chamorro Galván y a mis compañeros de curso, ya que sin ellos no hubiese tenido hombros sobre los cuales apoyarme para alcanzar el éxito que ahora me envuelve.*

***Odair Mercado Villalba.***

## AGRADECIMIENTOS

A la Corporación Autónoma Regional de Sucre, por brindarme la posibilidad de aportar mi granito de arena en el Proyecto de Protección Integral de Aguas Subterráneas para el Acuífero Morrosquillo.

A mi director Guillermo Gutiérrez Ribón, por la colaboración, el apoyo y las enseñanzas que me brindó en el desarrollo de este proceso.

A mi coordinador en CARSUCRE Héctor Herrera Parra, por su apoyo incondicional y por el conocimiento que me impartió en estos 10 meses de trabajo a su lado.

Al grupo de aguas de CARSUCRE (Jorge Martínez, Omar Pérez, Juan García, Eder Gutiérrez, Carmenza Herazo y Celina Guzmán), porque sin ellos no hubiese sido tan divertido y provechoso este trabajo.

A aquellos que de alguna u otra forma me colaboraron y me apoyaron durante estos 10 meses de arduo trabajo.

**ÚNICAMENTE EL AUTOR ES RESPONSABLE DE LAS IDEAS  
EXPUESTAS EN EL SIGUIENTE TRABAJO.**

**ARTICULO 12, RESOLUCIÓN 023 DEL 2000.**

## TABLA DE CONTENIDO

|   | <b>Pag</b> |
|---|------------|
| INTRODUCCIÓN  | 8          |
| CAPITULO 1  | 10         |
| 1. Memorias técnicas del inventario de pozos acuífero morrosquillo – zona sur   | 10         |
| 2. Descripción general  | 12         |
| 2.1 Subregión Golfo de Morrosquillo   | 12         |
| 2.2 Municipio Coveñas   | 14         |
| 2.3 Municipio San José de Toluviéjo   | 15         |
| 3. Resultados del inventario de pozos   | 16         |
| 3.1 Municipio Coveñas   | 16         |
| 3.2 Municipio San José de Toluviéjo   | 17         |
| 3.3 Otras actividades realizadas  | 19         |
| 4. Comentarios  | 19         |
| CAPITULO 2  | 25         |
| 5. Aspectos Antrópicos en la Contaminación de Acuíferos Costeros  | 25         |
| 6. Bibliografía   | 34         |
| 7. Anexos   | 36         |
| A.1. Resultados del inventario de pozos en los municipios de Coveñas y Toluviéjo – zona sur Acuífero Morrosquillo (Cuadros, gráficas y mapas) | 37         |
| A.2. Registro fotográfico del inventario  | 51         |

## INTRODUCCIÓN

En muchos países y regiones del mundo el agua subterránea es la fuente principal para el abastecimiento y demanda hídrica de sus pobladores. Nuestro país y departamento no es la excepción a este hecho; tal es el caso que para el consumo humano, Sucre se abastece en un 95% del agua subterránea que yace sobre su territorio.

En Sucre existen varios acuíferos de importancia como son: Morroa, Betulia y Morrosquillo; y CARSUCRE como ente autónomo, regulador y protector de los recursos naturales implementa dentro de sus políticas los Proyectos de Protección Integral de Aguas Subterráneas, es así que mediante convenio interinstitucional celebrado con la Universidad de Sucre y con el objeto de generar conocimiento sobre el Acuífero Morrosquillo hace uso de las pasantías “Análisis y Recopilación de la Información Hidrogeológica del Acuífero Morrosquillo” desarrollada por estudiantes universitarios de Ingeniería Civil de la Universidad de Sucre.

Durante un periodo de 10 meses en gran parte de la subregión Golfo de Morrosquillo se realizó un inventario georeferenciado de pozos que permitió contribuir con el conocimiento hidrogeológico del Acuífero Morrosquillo y generar información importante de este, como es: el grado de operacionalidad de los pozos y de los equipos para la explotación de los mismos, calidad del agua y la infraestructura en general; también permitió conocer de manera implícita problemas de tipo económico y social que poseen los municipios que conforman dicha subregión.

Este informe contiene el resultado de los 10 meses de inventario y comentarios interpretativos producto de todas las situaciones identificadas en campo (cultura del uso del agua, manejo de agentes contaminantes, etc) y

otro producto del estudio de la información recopilada y almacenada, además contiene un artículo que muestra una relación entre la contaminación antrópica que se está presentando en el Acuífero Morrosquillo y la educación hídrica de sus pobladores, entendiendo por esta última el conocimiento que tienen las personas acerca del agua, sus usos, medidas de conservación, etc.

Es necesario dejar claro que debido a políticas internas y de jurisdicción, CARSUCRE asignó para la zona sur del Acuífero Morrosquillo el inventario sobre los municipios de Coveñas, San José de Tolúviejo y San Antonio de Palmito; por eso aclaramos que la zona donde se desarrolló el siguiente estudio fue precisamente sobre dichos municipios, sin embargo a la fecha de corte del inventario (13 de enero de 2006) aún no se ha realizado ningún tipo de trabajo de campo (inventario de pozos) sobre el municipio de San Antonio de Palmito, por ello no se incluye en este informe. Además de esto, es preciso saber que existe un trabajo paralelo a este realizado para la zona norte del Acuífero Morrosquillo y el cual corresponde al inventario sobre los municipios de Santiago de Tolú y San Onofre.

## CAPITULO I

### 1. MEMORIAS TÉCNICAS DEL INVENTARIO DE POZOS ACUÍFERO MORROSQUILLO – ZONA SUR

Para dar inicio al Proyecto de Protección Integral de Aguas Subterráneas PPIAS – Acuífero Morrosquillo, fue indispensable la revisión de información existente; esto con el fin de saber con que herramientas se cuenta para la formulación del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas que debe tener este acuífero.

Dentro de los aspectos técnicos que deben tenerse en cuenta para la formulación de un Plan de Manejo de Aguas Subterráneas es necesario considerar cuatro puntos esenciales que sintetizan la información y los datos requeridos:

1. Evaluación Hidrogeológica.
2. Evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación.
3. Redes de monitoreo y control.
4. Evaluación de las fuentes potenciales de contaminación.<sup>1</sup>

La Evaluación Hidrogeológica es la etapa que viene adelantando CARSUCRE en el desarrollo del PPIAS para el Acuífero Morrosquillo, dicha etapa se desarrolla mediante la obtención de datos geológicos, hidrogeológicos, geofísicos, hidroclimáticos, hidroquímicos, un mapa hidrogeológico y un inventario de puntos de extracción de aguas subterráneas, siendo este último la actividad ejecutada durante los 10 meses de pasantía dentro la Corporación Autónoma Regional de Sucre – CARSUCRE. Dicha pasantía en su primera fase estuvo enmarcada en la ya mencionada revisión de documentos que apoyan de manera representativa

el primer aspecto (Evaluación hidrogeológica) de la formulación del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Morrosquillo. Tales documentos son:

◆ **Tesis de maestría. Diagnóstico ambiental del acuífero costero Golfo de Morrosquillo zona litoral Tolú - Coveñas. Guillermo Gutiérrez Ribón (UNIVERSIDAD NACIONAL 2004).** Contiene un inventario de pozos del sector costero y un cuadro sobre demanda de agua generada por la población en alta y baja temporada. Además contiene un cuadro con datos de conductividad eléctrica en varios pozos de la zona.

◆ **Tesis de pregrado. Determinación de la Vulnerabilidad del acuífero del municipio de Santiago de Tolú por saneamiento in situ. Guillermo Gutiérrez Peña y Jorge Arroyo Arroyo (UNISUCRE 2004).** Contiene datos concernientes a parámetros físico-químicos y de calidad de agua en puntos de explotación de agua pertenecientes al casco urbano del municipio de Santiago de Tolú.

◆ **Mapa Hidrogeológico de Sucre. INGEOMINAS 2001.** Este nos permitió conocer la clasificación hidrogeológica presente en la zona del Golfo de Morrosquillo.

◆ **Realización de Diagnóstico de Aguas Subterráneas en el Área de Jurisdicción de CARSUCRE. 1998** El cual comprende un cuadro (inventario) con información de algunos pozos pertenecientes al área de jurisdicción de CARSUCRE.

◆ **Tesis de especialización. Determinación de la contaminación salina en el Acuífero de Tolú. Héctor Herrera y Regulo Puentes (UNISUCRE 1997).** Contiene una descripción de los niveles acuíferos presentes en Golfo de

Morrosquillo, y el análisis de intrusión salina entre los municipios de Tolú y coveñas.

♦ **Identificación de Áreas Sensitivas del Golfo de Morrosquillo. Fundación de Desarrollo Social y Protección del medio Ambiente, FUNDESA. 1997.** Esta investigación contiene datos de precipitación y una descripción Geográfica del territorio.

♦ **Plan de Ordenamiento y Manejo de Áreas Sensitivas del Golfo de Morrosquillo. ECOESTUDIOS LTDA – CARSUCRE. Dic de 1997.** Este documento contiene información pertinente del Golfo de Morrosquillo en cuanto a su geografía, clima, cuenca hidrográfica flora y fauna continental.

♦ **Mapa Geológico Generalizado del Departamento de Sucre. INGEOMINAS 1997.** Estos nos permitieron conocer la clasificación geológica presente en la zona del Golfo de Morrosquillo.

♦ **Estudio Hidrogeológico del Flanco Nororiental de la Serranía de San Jacinto y la Zona Litoral del Golfo de Morrosquillo. Convenio Colombo – Holandés. 1980.** Este estudio contiene una descripción de las características hidrogeológicas de la zona en estudio como formaciones geológicas y tipos de acuíferos presentes en el territorio costero del departamento de Sucre.

## **2. DESCRIPCIÓN GENERAL**

### **2.1 Subregión Golfo de Morrosquillo**

El Golfo de Morrosquillo se encuentra ubicado en el sector meridional de la costa Caribe Colombiana. Está limitado por las islas de San Bernardo al Norte e Isla Fuerte al Sur, su litoral está alineado por un amplio arco de círculo constituido por una amplia playa de más de 40 km de longitud, desde Punta San Bernardo hasta la bahía de Cispatá, antigua desembocadura del

río Sinú. El Golfo cubre una extensión aproximada de 400 km<sup>2</sup> y se ha convertido en una zona de uso múltiple donde convergen diferentes actividades humanas, (P.O.T. Santiago de Tolú).

La subregión Golfo de Morrosquillo tiene una extensión aproximada de 1921 Km<sup>2</sup> equivalentes a un 18% de la extensión territorial del departamento de Sucre, y está compuesto por los municipios de San Antonio de Palmito, San Onofre, Santiago de Tolú, Coveñas y San José de Toluviéjo, (Sucre. Características Geográficas. Gobernación de Sucre. 2003).

A nivel general, la principal actividad económica que prolifera en el Golfo de Morrosquillo es el turismo, al igual que la actividad agropecuaria en los municipios de San Antonio de Palmito, San Onofre y San José de Toluviéjo. A nivel hidrogeológico, el Golfo de Morrosquillo está compuesto principalmente por rocas cuaternarias de origen aluvial (Qalc), marino aluviales (Qma) y algunos depósitos de sustrato de manglar (Qmm); dicho acuífero está constituido por sedimentos arenosos y areno – arcilloso recientes, que conforman canales y suprayacen a potentes bancos arcillosos de las formaciones El Carmen (Tmc) y San Cayetano Superior (Tpress), (Estudio Hidrogeológico del Flanco Nororiental de la Serranía de San Jacinto y la Zona Litoral del Golfo de Morrosquillo. 1980).

El acuífero presente en la zona es multicapa y presenta tres niveles claramente identificados. (Herrera – Puentes. 1997)

Acuífero A, es un acuífero libre que se encuentra hasta los 15 metros de profundidad constituido de arena de playa, de finas a gruesas, y por gravas finas con clastos de Chert, jaspe, cuarzo y conchas calcáreas. Es explotado en su mayoría por pozos artesanos, para aprovechamientos de uso doméstico, turístico y agropecuario. El agua de este acuífero es salobre.

Acuífero B, es de tipo semi-confinado, tiene un espesor promedio de 38 metros y está constituido por arenas gruesas y gravas finas con clastos de Chert, cuarzo y jaspe. Es el acuífero mas explotado en la zona y hasta 1998 abastecía 45 pozos profundos. (CARSUCRE – 1998). El agua es de calidad variable, se encuentran aguas duras con altos contenidos de calcio y valores tolerables de cloruros (50 – 150 ppm) en la parte oriental y central; en la franja costera la dureza sobrepasa las 150 ppm.

Acuífero C, es de tipo confinado y se encuentra a profundidades entre 70 y 87 metros; la calidad del agua tiene características similares a las del acuífero B.

## **2.2 Municipio de Coveñas**

Coveñas se encuentra ubicado al noreste del Departamento de Sucre, entre las coordenadas geográficas 9° 21' 00" y 9° 27' 00" de latitud Norte y los 75° 37' 00" de longitud oeste, con una altura promedio de 2 metros sobre el nivel del mar, su precipitación promedio anual es de 1.200 mm, (IDEAM, 1975 – 1992) comprendiendo un territorio cuyo relieve es plano en cercanías de la llanura costera aluvial y de serranías que forman los límites con los Municipios de Purísima y San Antero en el Departamento de Córdoba. Su territorio comprende una extensión de 5.626 hectáreas, representando el 0.52% del total del departamento, de ellas un total de 430 comprenden territorios ubicados en la Ciénaga de la Caimanera; el clima predominante es de Bosque Seco Tropical, en el que predomina una temperatura media superior a 24° C. (E.O.T municipio de Coveñas).

El Municipio de Coveñas, quedó incluido en un estudio sobre fuentes de aguas subterráneas para abastecimiento de agua potable; este estudio se realizó mediante convenio bilateral del Gobierno de los países Bajos, en el año de 1.981 e incluyó a los Departamentos de Sucre, Córdoba y Bolívar.

Dicho estudio dio como resultado que las fuentes de aguas subterráneas tienen una extensión de 45.000 Km<sup>2</sup>, en su mayoría correspondiente al Departamento de Sucre, determinándose que la única posibilidad de captación de aguas para el Municipio de Coveñas es de fuentes subterráneas, debido a la falta de fuentes de agua superficiales permanente. En los centros poblados ya sea cabecera municipal o corregimientos, la fuente de abastecimiento de agua existente proviene de la Represa de Villeros principalmente, y de pozos profundos ubicados en la zona de Petalaca, que no tienen ningún tipo de tratamiento, además cabe destacar que la cobertura del servicio se presenta en forma parcial. (E.O.T. municipio de Coveñas).

A nivel rural, las veredas no disponen de acueducto, por lo que las familias obtienen el agua individualmente a través de represas, pozos artesanos y sistemas de captación de aguas lluvias.

### **2.3 Municipio de San José de Toluviejo**

Toluviejo se encuentra ubicado al Noroeste del Departamento de Sucre, entre las coordenadas geográficas 9° 27' de latitud Norte y 75° 26' de longitud Oeste y a una distancia de 18 Km de Sincelejo, capital del Departamento. Tiene una extensión de 276.5 Km<sup>2</sup>, que representa 2.6% de la superficie total del Departamento. Predomina el bosque seco tropical con épocas de lluvias, el promedio general de la temperatura es de 26.9 °C, el valor de la precipitación promedio es de 1525.5 mm anuales, (IDEAM, 1975 – 2000) presentándose la mayor precipitación en el mes de octubre (245 mm) y la menor en el mes de enero (15.6 mm), La red hidrográfica del municipio de Toluviejo se encuentra formada por arroyos y cañadas que se manifiestan como fuentes de agua superficiales temporales. De igual manera para suplir la escasez en época de verano se cuenta con represas, pozos artesanos, ojos de aguas, etc. (E.O.T. municipio de San José de Toluviejo).

A nivel hidrogeológico el municipio de Toluviéjo, se encuentra ubicado en la zona Costera - Vertiente Atlántica, cuenca hidrográfica del Caribe la cual comprende tres clases de sedimentos y rocas; a saber: sedimentos y rocas con flujo intergranular, rocas con flujo esencialmente a través de fracturas y sedimentos y rocas con limitados recursos de aguas subterráneas. La fuente de abastecimiento del municipio es el agua subterránea, con agua de mala a regular calidad, ya que no se le da ningún tratamiento de potabilización. (E.O.T. municipio de San José de Toluviéjo).

### **3. RESULTADOS DEL INVENTARIO DE POZOS**

#### **Corte 13 de enero de 2006**

#### **3.1 Municipio Coveñas**

En el municipio de Coveñas se inventariaron 511 puntos de explotación de agua, de los cuales 301 son pozos profundos y 210 son pozos artesanos; de los 511 pozos 4 son pozos comunitarios de abastecimiento público y no pertenecen al municipio; de los pozos profundos inventariados hay 266 activos, 7 abandonados, 18 inactivos y 10 de ellos no tienen información sobre su estado. De los 210 pozos artesanos se tienen 183 activos, 5 abandonados, 16 inactivos y 6 no poseen información sobre su estado.

Los pozos profundos tienen una profundidad entre 12 y 120 metros, con una calidad del agua a nivel organoléptico que puede ser considerada como aceptable a deficiente, debido a que en su mayoría los pozos captan agua con diversos niveles de salobridad. Tal es el caso que en el sector la Marta y Boca de la Ciénaga se captan aguas insaboradas, inodoras e incoloras, y en otros sectores como Puerto Viejo y Segunda Ensenada se capta agua mucho más salobre. En los pozos artesanos (anillados) se manejan profundidades entre 1 y 7 metros, con aguas muy deficientes en su calidad por la alta salobridad que estas presentan, lo que las hace solamente aptas para trasteo.<sup>2</sup>

El agua para consumo humano en gran parte del municipio proviene principalmente de sistemas de captación de aguas lluvias y de la Represa Villeros.

Una condición que debe tenerse en cuenta en Coveñas, es que de los 511 pozos inventariados el 98% de ellos no tienen sello sanitario y el 72% no cuentan con tapa, lo cual es un indicativo notable de la vulnerabilidad por contaminantes a la que esta sometido el Acuífero Morrosquillo en estos puntos de extracción, tanto así que se han identificado algunos pozos artesanos abandonados llenos de basura, al igual que pozos profundos en muy mal estado y que algunas veces están rodeados de desechos sólidos, vertimientos de aguas residuales domésticas y muy cercanos a las pozas sépticas (Ver anexos, registro fotográfico), sumado a esto está el hecho de que el municipio de Coveñas no tiene relleno sanitario, no cuenta con un sistema de alcantarillado, y el nivel de cultura ciudadana es pobre y la calidad de vida de la población es bastante baja. La situación descrita anteriormente no es aplicable completamente en todos los sectores visitados del municipio de Coveñas.

En los anexos de este informe pueden observarse por medio de cuadros y gráficas los resultados del inventario en el municipio de Coveñas.

### **3.2 Municipio San José de Tolúviejo**

En el municipio de San José de Tolúviejo se inventariaron 32 puntos de explotación de agua, de los cuales 16 son pozos profundos y 16 son pozos artesanos; de los 16 iniciales (profundos) 1 pertenece al municipio de San José de Tolúviejo y a la fecha de la visita (29 Nov de 2005) se encontraba en proceso de construcción, actualmente se encuentra cerrado por no cumplir con los requerimientos legales exigidos por CARSUCRE; el resto de los pozos profundos son de propiedad de dueños de fincas y de estos pozos, 12

están activos, 2 abandonados y de 1 no se posee información sobre su estado. En cuanto a los pozos artesanos existen 8 que están activos, 6 inactivos, 1 abandonado y de 1 no se conoce información sobre su estado, al igual que los pozos profundos, estos también pertenecen a finqueros de la zona.

Los pozos profundos tienen una profundidad entre 18 y 80 metros, con una calidad del agua que puede considerarse de aceptable a regular según el análisis organoléptico realizado, ya que el agua captada por estos pozos no presentaba ningún tipo de sabor y son inodoras e incoloras. Para los pozos artesanos (anillados) se manejan profundidades entre 5 y 12 metros, con aguas de mala calidad debido a la salobridad de las mismas y a la turbidez que presentan; ambos parámetros basados en el análisis organoléptico realizado al momento de la visita.

Del total de pozos inventariados el 97% de ellos no tienen sello sanitario y el 75% no cuentan con una tapa para su protección; debido al uso que se le da en su mayoría al agua captada en este municipio (Pecuario y Agrícola) debe tenerse precaución con respecto a la cercanía de los corrales de ganado, aves, el uso de agroquímicos y otros, ya que gran parte de esta zona es inundable y puede traer como consecuencia la contaminación del acuífero por este tipo de contaminantes.

En los anexos de este informe pueden observarse por medio de cuadros y gráficas los resultados del inventario en el municipio de San José de Toluviéjo; además de los resultados anteriores, se presentan en los anexos una serie de cuadros que resumen otros datos de tipo ambiental y de construcción para estas captaciones, estos fueron obtenidos de la base de datos SIGAS y también son producto del inventario realizado en el Golfo de Morrosquillo zona litoral sur, dicha información en su mayoría fue

suministrada por personas de la zona que no son propiamente los dueños de los predios donde se encuentran los pozos, por esta razón, su colaboración en el inventario estuvo limitada de acuerdo a la información que ellos podían proporcionar.

### **3.3 Otras Actividades Realizadas**

Además del inventario de pozos, se efectuaron actividades que enriquecen y fortalecen el conocimiento del Acuífero Morrosquillo y que ayudan a la implementación del Proyecto de Protección Integral de Aguas Subterráneas para este, como son:

- ◆ 2 Sondeos Eléctricos Verticales para el municipio de Santiago de Tolú, en la finca San Silvestre vía Tolú – Las Pitás y en la vía que conduce a Santa Lucía Km 1.
- ◆ Se efectuaron 2 pruebas de bombeo, una en la finca La Estancia vía a Tolviejo – Tolú propiedad de José Luís Mendoza, y una al municipio de Coveñas en Puerto Viejo.
- ◆ Se participó en el I Curso Internacional de Acuíferos Costeros e Intrusión Marina, (diciembre 12 – 16 de 2005).
- ◆ Se participó en 2 talleres para la divulgación del proyecto y el conocimiento de la normatividad que rige la explotación y uso del recurso hídrico.
- ◆ Se participó en prácticas de campo realizadas con estudiantes de la universidad de Sucre.

## **4. COMENTARIOS**

Como puede verse en los resultados obtenidos (ver anexos, cuadros y mapas), la mayor parte de los pozos inventariados se encuentran en la zona costera, estos están localizados principalmente en cabañas, centros recreacionales y grandes condominios turísticos, haciendo que ésta sea la zona de toda la subregión que contiene la más alta cantidad de captaciones.

Lo anterior se debe a que todos estos sectores no cuentan con un sistema de distribución de agua potable ó si lo tienen no se encuentra en óptimas condiciones de operación, razón por la cual los propietarios de estos sitios (en su mayoría habitantes del interior del país) se han visto en la necesidad de construir pozos para satisfacer las demandas propias, al igual que la de su población flotante en temporada vacacional. Sumándose a lo descrito, está el hecho de que muchos pozos de la zona costera se encuentran ubicados muy próximos al mar, situación que se refleja en la calidad de agua captada en esta zona (Salobre – salada), consecuencia de los efectos de salinización e intrusión marina a los que se ve sometido este acuífero; de allí que muchos usuarios (Viviendas y cabañas) la utilizan para labores diferentes al consumo humano, como lo son el lavado de ropa, descarga de excusados, lavado de utensilios de cocina, aseo, cría de animales, riego de plantas y riego de vías para evitar la polvareda.

La sobreexplotación a la que está sometido el acuífero se ve claramente reflejado en los resultados del inventario (alta densidad de pozos); además de ello, está la situación observada en muchos de los sectores visitados donde se hace un mal uso del recurso, tal es el caso de algunos sectores como La Marta donde existen pozos saltantes que se encuentran sin tapa por decisión de algunos habitantes del sector y propietarios de pozos, (ver anexos, registro fotográfico) aduciendo que el agua toma mal olor y sabor. Otra evidencia clara de la sobreexplotación del acuífero es el hecho de que habitantes de este sector y de los corregimientos de Puerto Viejo y Boca de la Ciénaga afirmen que tanto los niveles como la calidad de agua en estas zonas han disminuido. Es así que en la década de los 80 hayan existido pozos con niveles hasta de 1 metro por encima del nivel del terreno y hoy día el nivel máximo sea de 0.3 metros, nivel que tiende a descender aún más en temporadas turísticas, cuando la demanda hídrica es mayor. Otro hecho que refleja la sobreexplotación es el evidente incremento de la cuña marina que

se presenta entre los municipios de Tolú y Coveñas, esta afirmación parte de las investigaciones realizadas por Herrera - Puentes (1997) y Gutiérrez (2004) donde la cuña se adentra aproximadamente 2.5 Km hacia el continente. Hoy día los estudios geoelectrónicos realizados por la Corporación Autónoma Regional de Sucre muestran que probablemente este límite pueda estar siendo sobrepasado.

Los efectos de salinización en el Acuífero Morrosquillo pueden verse también en el campo de pozos que no hace parte del sector costero, esto por estar captando agua de un estrato cuyo basamento es de origen marino, tal es el caso del municipio de San José de Toluviejo donde, a pesar de que sus pozos se encuentran muy lejos de la costa, el agua que extraen presenta salobridad.

Con respecto al régimen de bombeo y caudal explotado al que se encuentran sometidos los pozos a nivel costero, estos son usados diariamente de 4 a 6 horas aproximadamente (periodo en que demora en llenarse los tanques de almacenamiento) con caudales que van desde los 0.3 Lps (Pozos saltantes) hasta los 2.0 Lps (pozos sometidos a bombeo), sin embargo en las temporadas vacacionales estos regímenes tienden a aumentar según sea la demanda hídrica; Para la zona no costera, tanto el régimen de bombeo como el caudal de extracción dependen exclusivamente del uso que vaya a tener el agua de dicha captación, de los requerimientos del propietario y de la disponibilidad del recurso.

Otro aspecto importante del inventario es que la mayoría de las captaciones han sido construidas de manera ilegal. En el transcurso del año 2005 fueron identificados varios pozos en avanzada etapa de construcción sin ningún permiso de exploración ni de construcción otorgado por CARSUCRE; tal es el caso de pozos localizados en Toluviejo (finca Cacagual y finca Santa Ana)

y Coveñas (restaurante y cabaña Caribe Mar) en donde los perforadores, quienes conocen la ley, omiten procedimientos legales que obligan al cierre de pozos y multa a sus propietarios, (ver anexos, registro fotográfico – pozos en construcción).

En la base de datos que tiene la corporación SIGAS hay un total de 1163 pozos inventariados en toda el área de su jurisdicción, de los cuales solo 48 están legalizados y aproximadamente unos 7 en proceso de legalización, el total de pozos legalizados representa un 4.12%. Para el Acuífero Morrosquillo (zona sur y norte) se tiene que el 99.33% de los pozos inventariados no está legalizado, (Base de datos SIGAS). Es por eso que CARSUCRE actualmente hace el llamado a los municipios de la subregión Golfo de Morrosquillo para que sean promotores del uso legal y racional del agua, sin embargo estos han sido negligentes en la ejecución y el debido proceso de los trámites, lo cual se convierte en un obstáculo para la puesta en marcha del proyecto, ya que ellos como actores claves del proceso deben ser ejemplo para los diferentes sectores participantes del mismo (sector hotelero, industrial, oficial, comercial y comunidades).

Otro aspecto importante a tener en cuenta es la alta cantidad de pozos encontrada en el sector costero de coveñas, hecho que es consecuencia de la falta de un buen sistema de acueducto en este municipio, además de eso la mayoría de estos pozos tal y como se encuentran en la actualidad son puntos vulnerables a los focos contaminantes; por eso es necesario y urgente la implementación del Proyecto de Protección Integral de Aguas Subterráneas en el Acuífero del Golfo de Morrosquillo. No obstante el inventario de pozos realizado por CARSUCRE reveló algunas fuentes potenciales de contaminación en puntos específicos del acuífero (ceranos a los pozos); es por eso que CARSUCRE debe implementar correctivos inmediatos sobre estas situaciones, ya sea sellando algunos pozos

abandonados, obligando a construir tapas para los pozos y exigiendo la adecuación de algunas pozas sépticas. Además es necesario que se construyan los mapas de vulnerabilidad del acuífero y se complete el inventario de las fuentes potenciales de contaminación, y de esta forma ejercer control sobre las zonas que presentan alta vulnerabilidad.

El Acuífero Morrosquillo requiere estudios que permitan determinar un área de aprovechamiento del recurso, que se encuentre bastante retirado del sector costero y que pueda ofrecer agua de mejor calidad. Con esto podría crearse un campo de pozos comunitarios y redes de abastecimiento local. Es decir, sectorizar la zona costera y que cada sector sea abastecido por uno de estos pozos, de este modo muchas de las cabañas y viviendas de la zona no tendrían que tener en su propiedad un pozo; esto garantizaría una mayor cobertura del servicio de abastecimiento de agua y contribuiría a la disminución de la sobreexplotación del recurso hídrico. Por tanto los municipios del Golfo de Morrosquillo deben liderar proyectos que tengan como objeto el mejoramiento y la creación de obras que contribuyan al cubrimiento de las necesidades básicas que requieren estas poblaciones; además es importante no desvincular la parte social en el proceso, ya que de este modo, conforme vaya avanzando el proyecto PPIAS en el Golfo de Morrosquillo se deben organizar talleres con las comunidades en donde se sensibilice a propietarios de viviendas, cabañas y condominios, sobre lo importante que es el Acuífero Morrosquillo e inculcar en ellos la cultura del uso racional del agua, del mismo modo es indispensable que conozcan la importancia de proteger las captaciones de agentes contaminantes que puedan deteriorar la calidad del agua. Comprometiendo así a la comunidad como actor activo del proyecto.

A futuro se deben diseñar unas redes de monitoreo y control con la cual se haga seguimiento al registro de niveles y calidad del agua en el Acuífero

Morrosquillo. Además se deben reportar los cambios en el estado físico de los pozos y los de su zona de influencia.

A nivel de usos del agua en el Acuífero Morrosquillo zona sur, el agua es empleada en un 82.73% para uso domestico, en un 10.87% para uso recreacional, 2.77% en uso pecuario, 2.35% usos varios, 0.64% uso publico, 0.43% actividades agrícolas y 0.21% en uso industrial. En temporadas turísticas estos porcentajes tienden a variar, haciendo que el uso recreacional sea de significativa importancia. Como puede verse, el agua es usada en su mayoría para uso domestico, de allí la importancia que adquirirá la futura legalización de los pozos, ya que la normatividad tiene dentro de sus políticas de gestión no exigirle a los dueños de pozos artesanos la legalización de estos, siempre y cuando el aprovechamiento del agua sea exclusivamente para uso doméstico y consumo humano (vivienda Familiar); además es preciso revisar la posible legalización de esta gran cantidad de pozos, ya que se requiere que se asignen caudales de extracción que no permitan la sobreexplotación en el Acuífero Morrosquillo, que no se presenten descensos considerables en los niveles y por ende un avance de la cuña salina hacia el continente.

## CAPITULO 2

### **5. ASPECTOS ANTRÓPICOS EN LA CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS COSTEROS**

#### **Aplicado a los municipios de Coveñas y San José de Toluviejo área Acuífero Morrosquillo (Sucre – Colombia)**

En términos de calidad y cantidad el agua al igual que el aire se constituyen en los elementos más esenciales para la conservación de los seres vivos y sus ecosistemas, y aunque el agua es el elemento más frecuente en la tierra, únicamente el 2.53% del total es agua dulce y el resto es agua salada. Cada día el consumo de agua per cápita aumenta debido a la mejora de los niveles de vida, la población crece y en consecuencia el porcentaje de agua objeto de apropiación se eleva. Si se suman las variaciones espaciales y temporales del agua disponible, se puede decir que la cantidad de agua existente para todos los usos está comenzando a escasear y ello nos lleva a una crisis del agua. Además los recursos de agua dulce se ven reducidos por la contaminación. (Agua para todos – Agua para la vida, Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. 2003).

Las aguas subterráneas cumplen un rol importante, y en numerosos casos vital, para el suministro de agua potable de muchas áreas urbanas y rurales de las Regiones Colombianas y de la Costa Atlántica. Sin embargo, en la mayoría de los casos se ha prestado poca atención a la prevención de la contaminación de las mismas fuentes de aguas subterráneas, y aún menos, a la protección de los acuíferos en su conjunto.

La contaminación del agua puede definirse como la degradación de la calidad física, organoléptica, química, radioactiva o biológica y puede deberse esencialmente a dos tipos:

1. Contaminación Antrópica

- a) Directa: Introducción de sustancias
- b) Inducida: Por cambios potenciométricos que posibilitan la incorporación de aguas salinas o contaminadas.

2. Contaminación Natural

- a) Paso del agua por formaciones capaces de liberar sales.
- b) Lavado de interfaces con masas de aguas salinas (acuíferos costeros).

Además de los dos tipos de contaminación podemos también clasificar unas causas directas relacionadas con los problemas de calidad del agua subterránea, como son:

- ✓ Protección insuficiente de acuíferos vulnerables a la contaminación por descargas y lixiviados provenientes de actividades humanas e intensificación de cultivos agrícolas, (Contaminación antrópica directa).
- ✓ Diseño y construcción inadecuada de pozos, lo cual permite muchas veces el ingreso directo de aguas superficiales o aguas freáticas, (Contaminación antrópica directa).
- ✓ Inducción de agua salada (de mar) hacia acuíferos de agua dulce, como resultado de la extracción excesiva, (Contaminación antrópica inducida).
- ✓ Solución de minerales presentes en las rocas constituyentes del acuífero, (contaminación natural).

El siguiente artículo (basado en la experiencia del inventario de pozos en el Acuífero Morrosquillo – Zona sur) pretende dar a conocer una relación directa

entre la calidad de vida de los pobladores, la cultura de uso del agua (Educación Hídrica) y la contaminación de los acuíferos costeros.

En todo el mundo se produce una cantidad considerable de residuos de origen urbano que originan problemas ambientales en las aguas subterráneas, sumado a esto está el crecimiento demográfico y de consumo que aumenta la extracción de agua y la producción de desechos con los riesgos consiguientes que estas situaciones puedan traer, sin embargo, para que estas situaciones se lleven a cabo debe existir una vulnerabilidad y riesgo a la contaminación en el acuífero. En algunas áreas, principalmente dentro de los grandes centros urbanos o en las áreas circundantes, ya se ha producido la contaminación de las aguas subterráneas, creando riesgos potenciales para la salud pública y causando el abandono de las fuentes de suministro de agua existentes, con la consiguiente pérdida de inversión financiera y de recursos naturales. En lo que se refiere a aguas subterráneas, la contaminación tiende a aparecer lentamente, pero es muy persistente y, en muchos casos, la purificación es técnicamente problemática, excesivamente costosa y con frecuencia poco práctica.

Debido al contexto social presente en los municipios de Coveñas y Tolu Viejo y teniendo en cuenta parte de los resultados mostrados en el capítulo 1 de este informe, “podemos afirmar que el principal tipo de contaminación presente en el Acuífero Morrosquillo es de origen antrópico” (directa e inducida) y es producido generalmente por los pobladores que están asentados sobre estos municipios, sin embargo podemos establecer una diferencia entre los dos municipios. Coveñas presenta una cantidad mucho mayor de captaciones en comparación con el municipio de Tolu Viejo y la actividad económica que predomina en el primero es el turismo mientras que en el segundo la actividad económica predominante es la agricultura y ganadería, lo anterior implicaría que las fuentes potenciales de

contaminación están siendo generadas por actividades humanas de origen doméstico y agropecuarias, y que encuentran soporte en el inadecuado diseño, construcción y estado físico de algunos pozos, lo que estaría trayendo como consecuencia la contaminación por patógenos, nitratos, amonio, pesticidas, microorganismos, hidrocarburos halogenados, etc.

En ambos municipios existe un gran porcentaje de viviendas con algunas necesidades básicas insatisfechas, lo cual es un indicador de los niveles de pobreza presentes en estos municipios, esta pobreza está generalmente acompañada de un déficit en el saneamiento *in situ* de los sistemas de recolección de aguas servidas y desechos sólidos, y tiene una relación directa con la educación y los bajos niveles de escolaridad alcanzados por los habitantes del sector; estos bajos niveles de educación ocasionan algunas veces una mala cultura de uso razonable del agua lo que conlleva a la contaminación de los acuíferos.

Lo anterior puede sustentarse teniendo en cuenta ciertas situaciones como el hecho de que el municipio de Coveñas y sus corregimientos a la fecha (13 de Enero de 2006) no poseen sistema de alcantarillado, ni relleno sanitario ni tampoco un adecuado sistema de acueducto, esta última situación implica entonces que cada vivienda tenga mínimo un pozo en su predio con el cual se satisfagan las necesidades del abastecimiento doméstico local, además se presenta una diferencia entre los pozos construidos para las cabañas y condominios turísticos en comparación con los pozos construidos en las viviendas de los nativos del municipio, ya que los pozos de las cabañas generalmente están en buen estado mientras que los de las viviendas no; igual situación se presenta con el saneamiento de la zona aledaña al pozo. Ahora si existiera en todos los pobladores una educación sanitaria que lograra concientizarlos y cambiarlos de actitud, de tal forma que pudieran comprender la relación que existe entre una mejor higiene y una mejor salud

se podría obtener un avance en el proceso de gestión de minimización de los riesgos y la vulnerabilidad del acuífero.

Establezcamos unas relaciones:

> Pobreza  $\implies$  < Educación (Aunque no debe ser así).

< Educación  $\implies$  < Saneamiento *in situ* (de la zona aledaña al pozo y de los sistemas de recolección de aguas servidas y basuras).

< Educación  $\implies$  > Riesgo > Vulnerabilidad (del acuífero a la contaminación antrópica por fuentes directas)

Para establecer estas relaciones nos basamos en gran parte de los resultados del inventario y en las situaciones observadas en campo; y aunque las cantidades de cargas contaminantes producidas en estos sectores sea pequeño en comparación con las grandes ciudades costeras el riesgo que tiene el Acuífero Morrosquillo – zona sur a la contaminación es de cuidado, ya que existe una innumerable cantidad de puntos y sectores vulnerables a los focos contaminantes (pozos abandonados y activos destapados, pozos artesanos abandonados llenos de basura, pozos sin sello sanitario, cercanía entre letrinas y pozos, desechos sólidos y corrientes superficiales cerca y sobre los pozos, etc); todo lo anterior está representando el tipo de contaminación antrópica directa que se presenta en sectores del Acuífero Morrosquillo – zona sur.

En el Acuífero Morrosquillo existe un segundo problema de contaminación y tan importante como el expuesto anteriormente. Veamos su relación:

> Pobreza  $\implies$  < Educación (Aunque no debe ser así).

< Educación  $\implies$  < Control (sobre el uso indiscriminado, excesivo y no planificado de las captaciones).

< Educación  $\implies$  > Riesgo > Vulnerabilidad (del acuífero a la contaminación antrópica inducida – intrusión marina)

Rescatemos un aparte del capítulo 1 *“La sobreexplotación a la que está sometida el acuífero se ve claramente reflejada en los resultados del inventario (alta densidad de pozos); además de ello, está la situación observada en muchos de los sectores visitados donde se hace un mal uso del recurso, tal es el caso de algunos sectores como La Marta donde existen pozos saltantes que se encuentran sin tapa por decisión de algunos habitantes del sector y propietarios de pozos, (ver anexos, registro fotográfico) aduciendo que el agua toma mal olor y sabor. Otra evidencia clara de la sobreexplotación del acuífero es el hecho de que habitantes de este sector y de los corregimientos de Puerto Viejo y Boca de la Ciénaga afirman que tanto los niveles como la calidad de agua en estas zonas han disminuido. Es así que en la década de los 80 hayan existido pozos con niveles hasta de 1 metro por encima del nivel del terreno y hoy día el nivel máximo sea de 0.3 metros, nivel que tiende a descender aún más en temporadas turísticas, cuando la demanda hídrica es mayor. Otro hecho que refleja la sobreexplotación es el evidente incremento de la cuña marina que se presenta entre los municipios de Torú y Coveñas, esta afirmación parte de las investigaciones realizadas por Herrera - Puentes (1997) y Gutiérrez (2004) donde la cuña se adentra aproximadamente 2.5 Km hacia el continente. Hoy día los estudios geoelectrónicos realizados por la Corporación*

*Autónoma Regional de Sucre muestran que probablemente este límite pueda estar siendo sobrepasado".* Lo anterior se convierte en el sustento de la existencia de una forma de contaminación de tipo antrópica inducida en el Acuífero Morrosquillo – zona sur.

Habiendo conocido los principales tipos de contaminación que se están presentado en el Acuífero Morrosquillo, es necesario tocar ahora el tema de la gestión integrada para minimizar el riesgo y la vulnerabilidad a dichos contaminantes, para ello debemos entonces responder a unos interrogantes: ¿Quiénes son los actores claves en el proceso de gestión?, ¿Qué función cumple cada actor en el proceso? y ¿Cómo contribuye en dicho proceso?

Primeramente debemos saber que los principios básicos de una gestión efectiva de los asuntos hídricos incluyen la participación de todos los interesados, la transparencia, la equidad, la responsabilidad financiera, la coherencia, la capacidad de reacción, la integración y las cuestiones éticas; además es preciso contar con una gestión sólida y coherente de los recursos hídricos, es necesario reformar la política del agua y las instituciones, es importante aplicar las leyes y la reglamentación, lo cual es esencial para asegurar un desarrollo sostenible del agua, (Agua y Salud Para el Desarrollo Humano, Bocanegra – Benavides. 2002).

Entre los actores principales están los gobiernos municipales, las empresas administradoras de agua, las corporaciones autónomas y la comunidad en general. Los primeros, con el apoyo de las corporaciones y las empresas prestadoras de servicio serán los encargados de conseguir parte de los recursos que sean necesarios para la labor del proceso de gestión y lideraran las campañas que a nivel técnico, operativo y humano se necesiten. La comunidad por su parte debe colaborar asistiendo a las convocatorias educativas que organicen cualquiera de los otros actores.

La gestión como tal requerirá del desarrollo de dos componentes principales:

1. El componente técnico: Este componente corresponde al personal (externo o interno de la comunidad) participe en el proyecto y que usa sus conocimientos en el tema para el enriquecimiento de los modelos conceptuales y geométricos del acuífero, además de los parámetros hidráulicos, hidroquímicos e hidrogeológicos del mismo, etc. (evaluación hidrogeológica). También serán los encargados de monitorear los niveles piezométricos y calidad del agua subterránea. Todo el conocimiento que se genere en este componente debe ser colocado a disposición de la comunidad en general.
2. El componente educativo y de participación ciudadana: En este componente deben estar integrados todos los actores del proceso. La situación más importante aquí es la divulgación a la comunidad de cada uno de los proyectos que se generen y que vayan en pro del desarrollo sostenible del agua subterránea. Deben presentarse a la comunidad los talleres de enseñanza sobre el uso del agua, la importancia de conservarla y los métodos usados para proteger el recurso hídrico, para ello se deben utilizar los medios adecuados tales como documentos impresos, carteles, folletos, vídeos, seminarios, conferencias, y cualesquiera otros medios que ayuden en la comprensión y la difusión de información y conocimiento.

La enseñanza de las ciencias del agua es un punto de partida estratégico para el advenimiento de una nueva ética de la gestión de los asuntos hídricos y, en muchos países se comienzan a introducir temas relacionados con el agua en sus programas escolares, (Agua para todos – Agua para la vida, Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. 2003).

Queda claro entonces hacia donde debe ir enmarcado un plan de gestión integrada del agua subterránea en el Acuífero Morrosquillo:

1. Conocimiento del Acuífero: Modelo conceptual y geométrico del acuífero, parámetros hidráulicos, hidroquímicos, hidrogeológicos, etc.
2. Campañas educativas y de concientización para la comunidad: Educar en temas referentes al agua, saneamiento básico, enfermedades hídricas, y demás temas que de algún modo ayuden a generar en los pobladores conciencia en el uso sostenible del agua y sentido de pertenencia por el recurso que poseen.

Enfatizando estos dos puntos en el plan de gestión del acuífero y haciendo parte de proyectos de desarrollo de recursos hídricos integrados, se puede usar sustentablemente el Acuífero Morrosquillo, y pasaríamos de tener:

< Educación  $\rightleftharpoons$  > Riesgo > Vulnerabilidad  
a  
> Educación  $\rightleftharpoons$  < Riesgo < Vulnerabilidad

Con lo anterior se puede esperar que ese enfoque integrado que combina las campañas educativas, el conocimiento del acuífero y las acciones concretas de parte de los actores en el proceso de gestión traigan resultados favorables para los municipios de Coveñas y San José de Tolúviejo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ◆ Ministerio del Medio Ambiente. Guía metodológica para la formulación de planes de manejo de aguas subterráneas. 2000
  
- ◆ Realización de Diagnóstico de Aguas Subterráneas en el Área de Jurisdicción de CARSUCRE. 1998
  
- ◆ Convenio Colombo – Holandés. Estudio Hidrogeológico del Flanco Nororiental de la Serranía de San Jacinto y la Zona Litoral del Golfo de Morrosquillo. 1980.
  
- ◆ Fundación de Desarrollo Social y Protección del medio Ambiente, FUNDESA. Identificación de Áreas Sensitivas del Golfo de Morrosquillo. 1997.
  
- ◆ ECOESTUDIOS LTDA – CARSUCRE. Plan de Ordenamiento y Manejo de Áreas Sensitivas del Golfo de Morrosquillo. Dic de 1997.
  
- ◆ Gutiérrez Peña Guillermo, Arroyo Arroyo Jorge. Determinación de la Vulnerabilidad del acuífero del municipio de Santiago de Tolú por saneamiento in situ. Tesis de pregrado. UNISUCRE. 2004.
  
- ◆ Herrera Héctor, Puentes Regulo. Determinación de la contaminación salina en el Acuífero de Tolú. Tesis de especialización. UNISUCRE. 1997.
  
- ◆ Gutiérrez Ribón Guillermo. Diagnóstico ambiental del acuífero costero Golfo de Morrosquillo zona litoral Tolú - Coveñas. Tesis de maestría. UNIVERSIDAD NACIONAL. 2004.

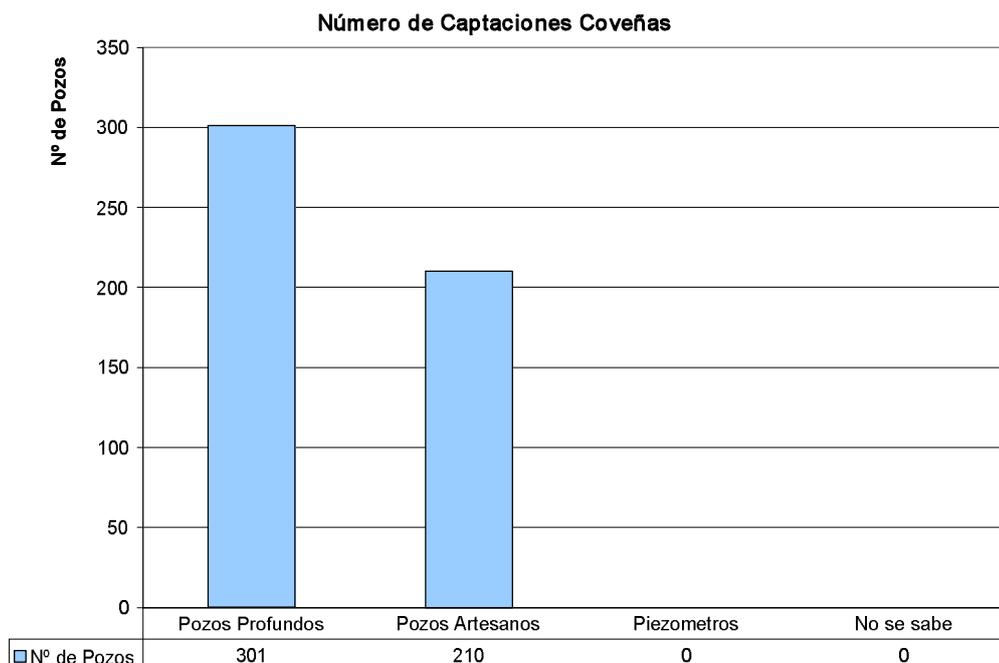
- ◆ Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. Agua para todos – Agua para la vida, 2003.
  
- ◆ Massone Hector, Sagua Marisa. La Integración de la Vulnerabilidad Social en la Evaluación del Riesgo de Contaminación de Acuíferos. 2002.
  
- ◆ Manzano Marisol. El Papel de los Acuíferos Costeros en la Gestión del Medio Natural. 2002.
  
- ◆ Bocanegra Emilia, Benavides Pablo. Agua y Salud Para el Desarrollo Humano. 2002.
  
- ◆ Custodio Emilio, Llamas. M. R. Acuíferos Explotados Intensivamente: Conceptos Principales, Hechos Relevantes y Algunas Sugerencias. 2002.
  
- ◆ INGEOMINAS. Mapa Hidrogeológico de Sucre. 2001.
  
- ◆ INGEOMINAS. Mapa Geológico Generalizado del Departamento de Sucre. 1997.
  
- ◆ Municipio de Coveñas. Plan Básico de Ordenamiento Territorial Municipio de Coveñas.
  
- ◆ Municipio de Tolviejo. Plan Básico de Ordenamiento Territorial Municipio de Tolviejo.

ANEXOS

**A.1. Resultados del inventario de pozos en los municipios de Coveñas y Toluviéjo – zona sur Acuífero Morrosquillo**

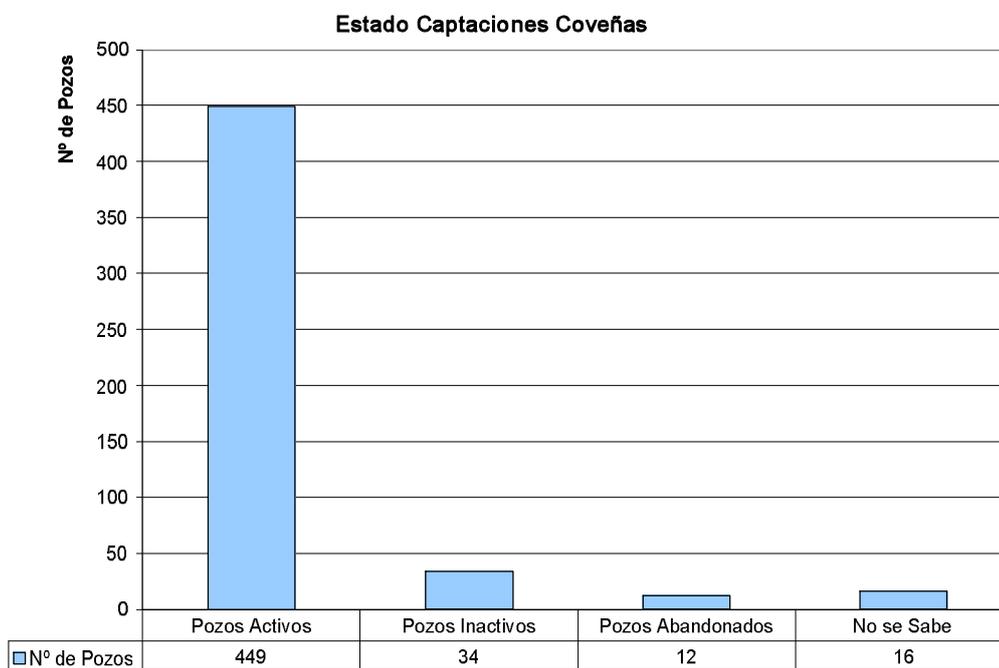
*Número de Captaciones – Coveñas  
Inventario Parcial*

| <b>Tipo de Captación</b> | <b>Nº de Pozos</b> | <b>Profundidades</b> |
|--------------------------|--------------------|----------------------|
| Pozos Profundos          | 301                | 12 - 120 mts         |
| Pozos Artesanos          | 210                | 1 - 7mts             |
| Piezómetros              | 0                  | 0                    |
| No se sabe <sup>3</sup>  | 0                  | 0                    |
| <b>Total</b>             | <b>511</b>         |                      |



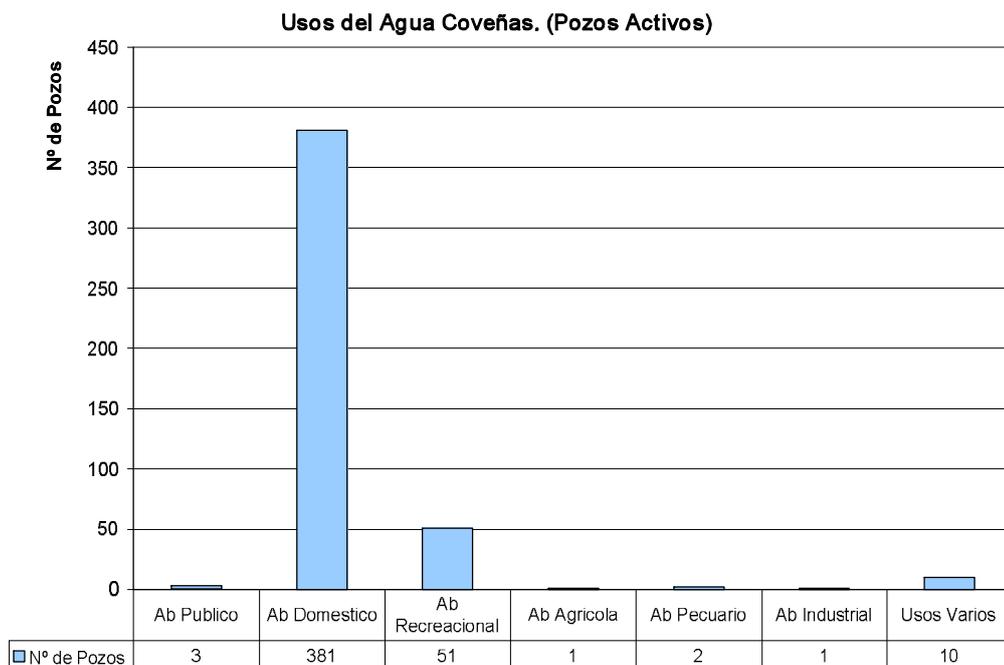
*Estado de las Captaciones – Coveñas*  
*Inventario Parcial*

| <b>Estado de los Pozos</b> | <b>Nº de Pozos</b> |
|----------------------------|--------------------|
| Pozos Activos              | 449                |
| Pozos Inactivos            | 34                 |
| Pozos Abandonados          | 12                 |
| No se Sabe <sup>3</sup>    | 16                 |
| <b>Total</b>               | <b>511</b>         |

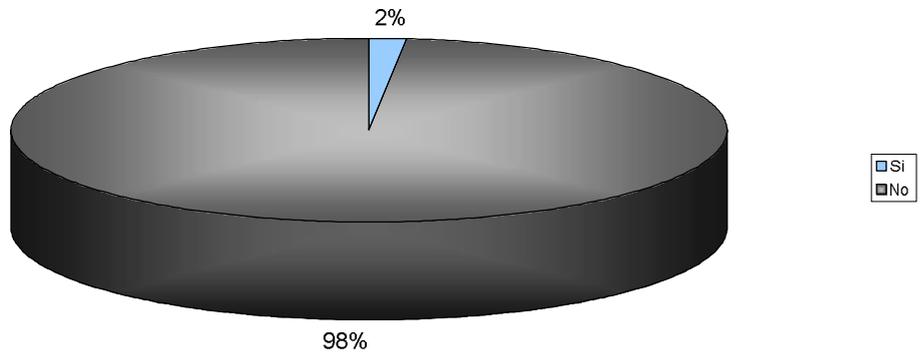


*Usos del Agua – Coveñas (Pozos Activos)*  
*Inventario Parcial*

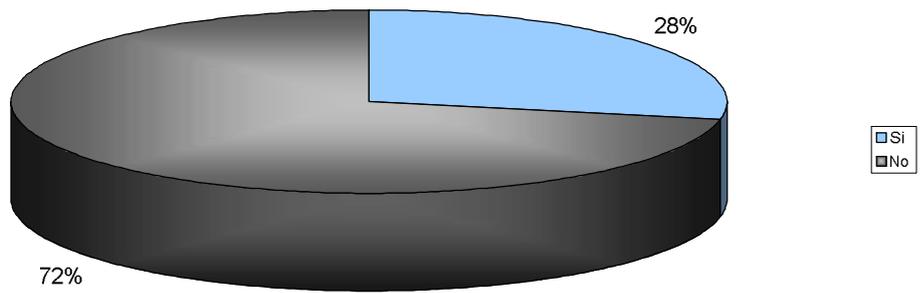
| <b>Usos del Agua</b> | <b>Nº de Pozos</b> |
|----------------------|--------------------|
| Ab Publico           | 3                  |
| Ab Doméstico         | 381                |
| Ab Recreacional      | 51                 |
| Ab Agrícola          | 1                  |
| Ab Pecuario          | 2                  |
| Ab Industrial        | 1                  |
| Usos Varios          | 10                 |
| <b>Total</b>         | <b>449</b>         |



Pozos con Sello Sanitario - Municipio Coveñas

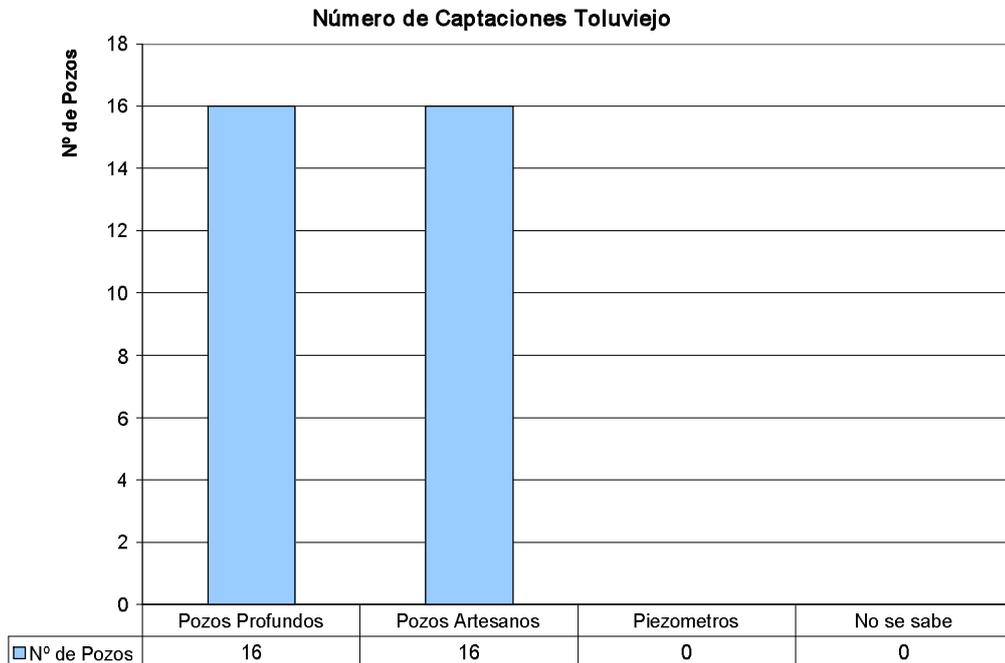


Pozos con Tapa - Municipio Coveñas



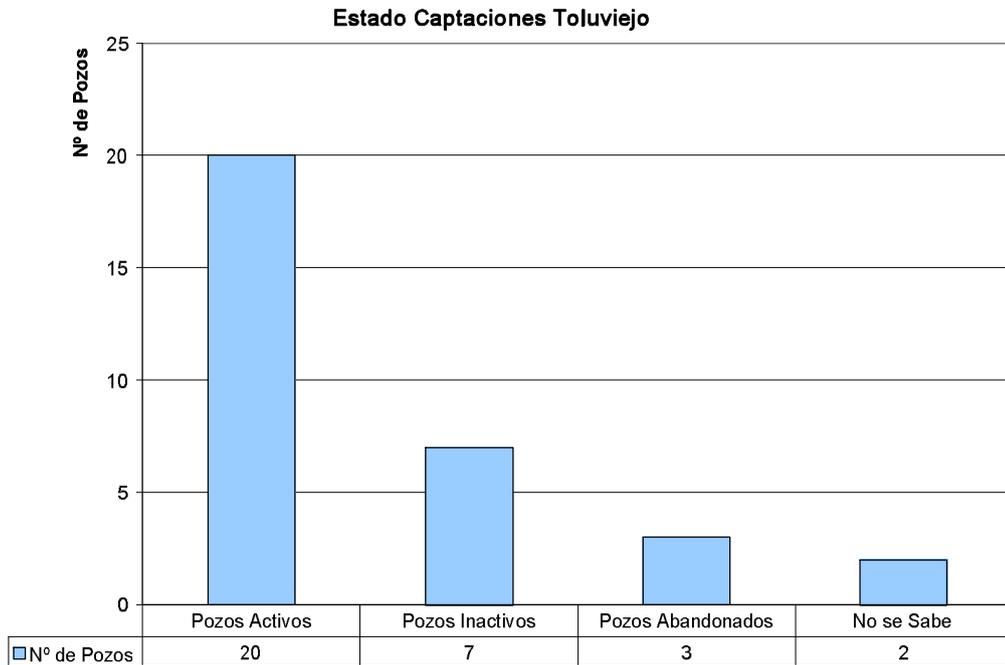
*Número de Captaciones – San José de Toluviéjo*  
*Inventario Parcial*

| <b>Tipo de Captación</b> | <b>Nº de Pozos</b> | <b>Profundidades</b> |
|--------------------------|--------------------|----------------------|
| Pozos Profundos          | 16                 | 18 - 80 mts          |
| Pozos Artesanos          | 16                 | 5 - 12 mts           |
| Piezómetros              | 0                  | 0                    |
| No se sabe <sup>3</sup>  | 0                  | 0                    |
| <b>Total</b>             | <b>32</b>          |                      |



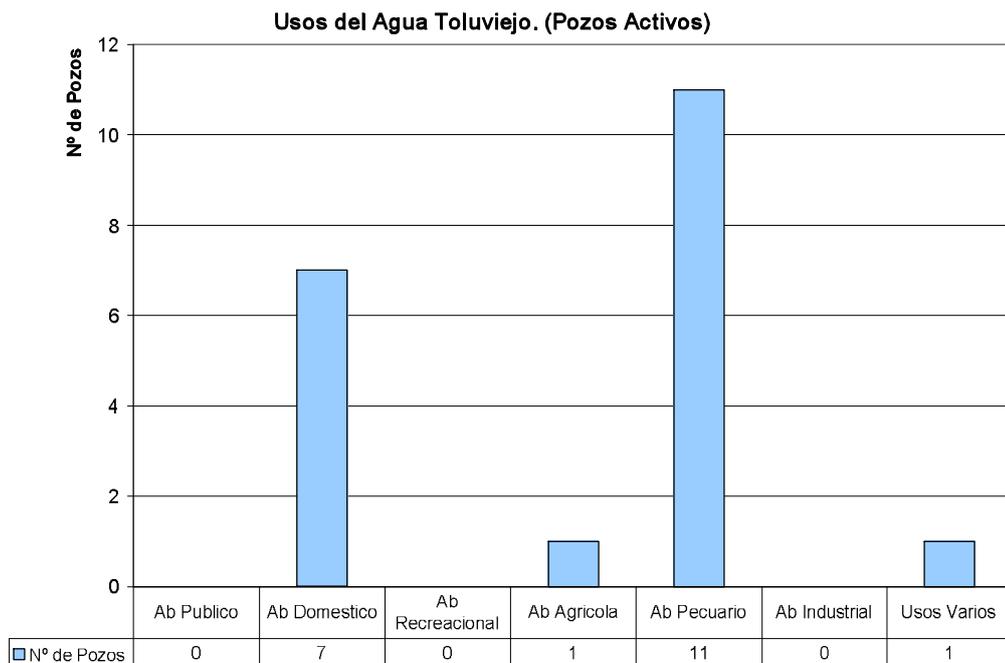
***Estado de las Captaciones – San José de Toluviejo***  
***Inventario Parcial***

| <b>Estado de los Pozos</b> | <b>Nº de Pozos</b> |
|----------------------------|--------------------|
| Pozos Activos              | 20                 |
| Pozos Inactivos            | 7                  |
| Pozos Abandonados          | 3                  |
| No se Sabe <sup>3</sup>    | 2                  |
| <b>Total</b>               | <b>32</b>          |

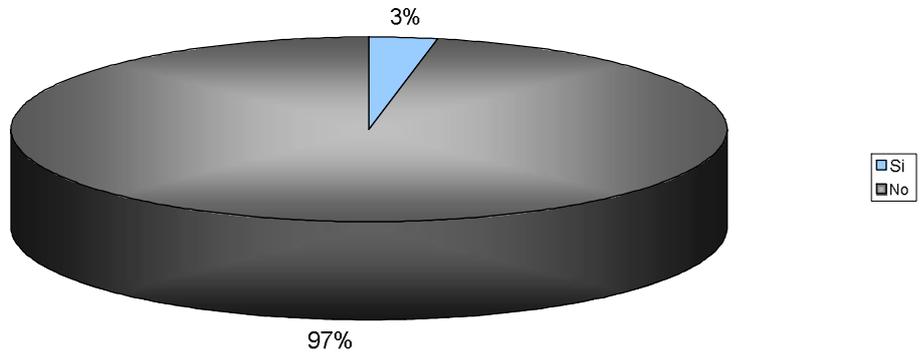


*Usos del Agua – San José de Toluviejo (pozos activos)*  
*Inventario Parcial*

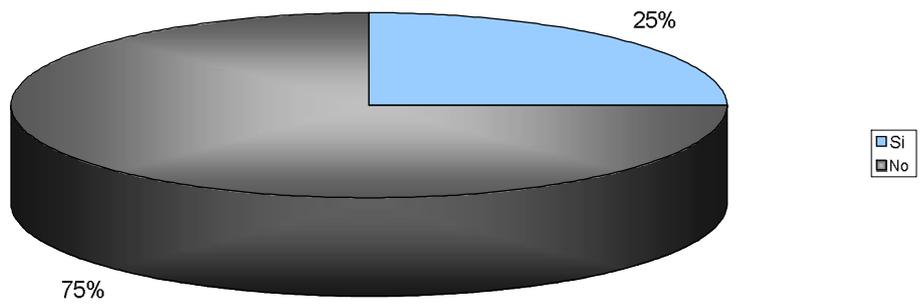
| <b>Usos del Agua</b> | <b>Nº de Pozos</b> |
|----------------------|--------------------|
| Ab Publico           | 0                  |
| Ab Doméstico         | 7                  |
| Ab Recreacional      | 0                  |
| Ab Agrícola          | 1                  |
| Ab Pecuario          | 11                 |
| Ab Industrial        | 0                  |
| Usos Varios          | 1                  |
| <b>Total</b>         | <b>20</b>          |



Pozos con Sello Sanitario - Municipio Toluvejo



Pozos con Tapa - Municipio Toluvejo



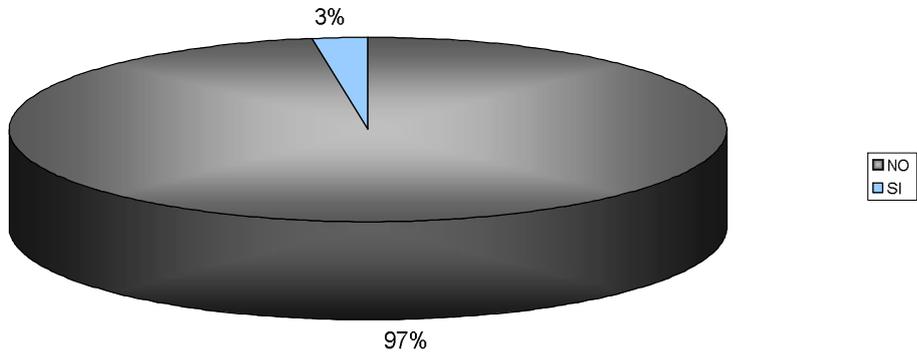
## RESULTADOS GOLFO DE MORROSKUILLO ZONA SUR

### RESULTADOS TOTALES EN EL GOLFO DE MORROSKUILLO ZONA SUR

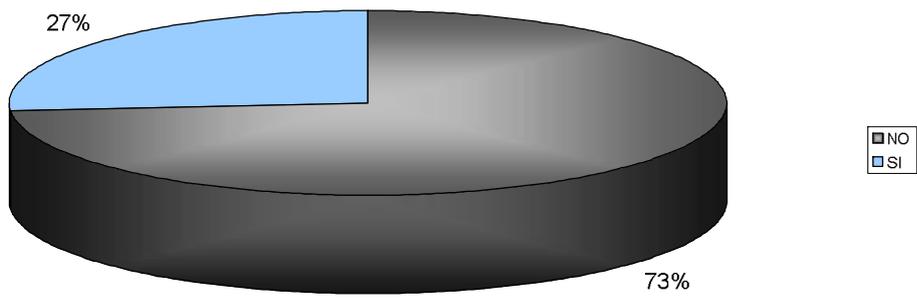
#### *Inventario Parcial*

|                                  |                         | <i>c</i>  |            |            |
|----------------------------------|-------------------------|-----------|------------|------------|
|                                  |                         | Toluvielo | Coveñas    | Totales    |
| <b>Nº de Captaciones</b>         | Profundos               | 16        | 301        | <b>317</b> |
|                                  | Artesanos               | 16        | 210        | <b>226</b> |
|                                  | <i>Subtotal</i>         | <b>32</b> | <b>511</b> | <b>543</b> |
|                                  |                         |           |            |            |
| <b>Estado de las Captaciones</b> | Activos                 | 20        | 449        | <b>469</b> |
|                                  | Inactivos               | 7         | 34         | <b>41</b>  |
|                                  | Abandonados             | 3         | 12         | <b>15</b>  |
|                                  | No se sabe <sup>3</sup> | 2         | 16         | <b>18</b>  |
|                                  | <i>Subtotal</i>         | <b>32</b> | <b>511</b> | <b>543</b> |
|                                  |                         |           |            |            |
| <b>Usos del Agua</b>             | Ab Publico              | 0         | 3          | <b>3</b>   |
|                                  | Ab Doméstico            | 7         | 381        | <b>388</b> |
|                                  | Ab Recreacional         | 0         | 51         | <b>51</b>  |
|                                  | Ab Agrícola             | 1         | 1          | <b>2</b>   |
|                                  | Ab Pecuario             | 11        | 2          | <b>13</b>  |
|                                  | Ab Industrial           | 0         | 1          | <b>1</b>   |
|                                  | Usos Varios             | 1         | 10         | <b>11</b>  |
|                                  | <i>Subtotal</i>         | <b>20</b> | <b>449</b> | <b>469</b> |

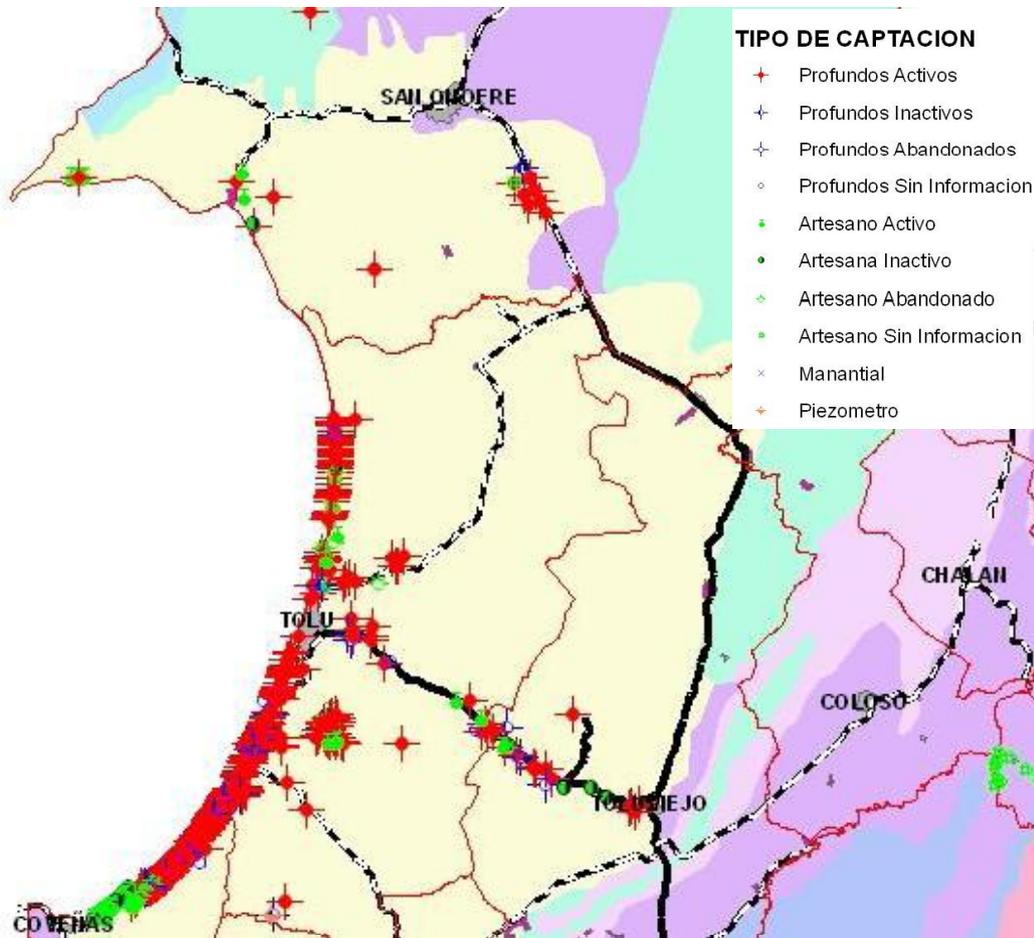
Pozos totales con sello sanitario - Zona sur



Pozos totales con tapa - Zona sur



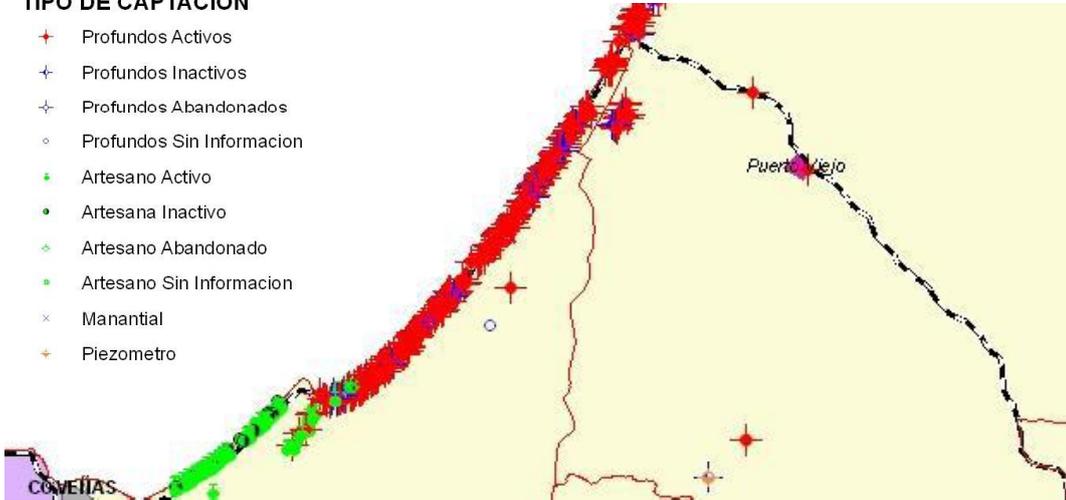
## PUNTOS DE EXPLOTACIÓN DE AGUA INVENTARIADOS EN EL ACUÍFERO MORROSQUILLO (ZONA SUR Y NORTE)



## PUNTOS DE EXPLOTACIÓN DE AGUA INVENTARIADOS EN EL ACUÍFERO MORROSQUILLO ZONA SUR

### TIPO DE CAPTACION

- + Profundos Activos
- + Profundos Inactivos
- + Profundos Abandonados
- o Profundos Sin Informacion
- + Artesano Activo
- Artesana Inactivo
- + Artesano Abandonado
- + Artesano Sin Informacion
- x Manantial
- + Piezometro



**Mantenimiento realizado a los pozos activos (por municipio)**

| <b>Municipio</b> | <b>Con mantenimiento</b> | <b>Sin mantenimiento</b> | <b>Nº Total de pozos</b> |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Coveñas          | 220                      | 229                      | <i>449</i>               |
| Toluviejo        | 6                        | 14                       | <i>20</i>                |
| <b>Total</b>     | <b>226</b>               | <b>243</b>               | <b><i>469</i></b>        |

**Rango de Niveles medidos en campo (por municipio)**

| <b>Municipio</b> | <b>Nivel Mínimo (m)</b> | <b>Nivel Máximo (m)</b> |
|------------------|-------------------------|-------------------------|
| Coveñas          | 0.1                     | 2                       |
| Toluviejo        | 0.3                     | 10.25                   |

**Captaciones que poseen Análisis Físico – Químicos y Bacteriológicos (por municipio)**

| <b>Municipio</b> | <b>Si</b>       | <b>No</b>         |
|------------------|-----------------|-------------------|
| Coveñas          | 0               | 511               |
| Toluviejo        | 0               | 32                |
| <b>Total</b>     | <b><i>0</i></b> | <b><i>543</i></b> |

**Pozos Profundos que poseen diseño técnico (por municipio)**

| <b>Municipio</b>  | <b>Si tiene diseño</b> | <b>No tiene diseño</b> | <b>Total pozos profundos</b> |
|-------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|
| Coveñas           | 0                      | 301                    | <b>301</b>                   |
| toluviejo         | 2                      | 14                     | <b>16</b>                    |
| <b>Total</b>      | <b><i>2</i></b>        | <b><i>315</i></b>      | <b><i>317</i></b>            |
| <b>Porcentaje</b> | <b><i>0.63%</i></b>    | <b><i>99.37%</i></b>   |                              |

**Diámetro de revestimiento medido en los pozos  
presentes en el Acuífero Morrosquillo zona sur**

| <b>Tipo de Captación</b> | <b>Diámetro del pozo</b> |
|--------------------------|--------------------------|
| Profundo                 | 1.5" - 8"                |
| Artesano                 | 0.7m - 2.5m              |

**Principales perforadores en el Acuífero Morrosquillo (Base de datos SIGAS,  
incluye las perforaciones presentes en la zona norte)**

| <b>Perforadores</b> | <b>Nº de Pozos Profundos perforados</b> |
|---------------------|---|
| Juan David Ramírez  | 16                                      |
| Antonio Álvarez     | 16                                      |
| Eusebio Escobar     | 13                                      |
| Familia Garrido     | 39                                      |
| Antonio Argumedo    | 2                                       |
| Aquilejo Medrano    | 5                                       |
| Fidel Montes        | 10                                      |
| Daniel Núñez        | 1                                       |
| Alfonso Martínez    | 1                                       |
| MECA LTDA           | 8                                       |
| No se sabe          | 471                                     |
| Otros perforadores  | 31                                      |

**Nº de pozos activos que almacenan agua en tanques (por municipio)**

| <b>Tanque de Almacenamiento</b> | <b>Si almacena</b> | <b>No almacena</b> | <b>Total</b> |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Coveñas                         | 240                | 209                | <b>449</b>   |
| Toluviejo                       | 12                 | 8                  | <b>20</b>    |
| <b>Total</b>                    | <b>252</b>         | <b>217</b>         | <b>469</b>   |

## A.2. REGISTRO FOTOGRAFICO

### a.) Fotografías del Inventario.



**b.) Pozos en funcionamiento que no tienen tapa.**

43-IV-A-PA-82 (Punta de piedra)



Kiosco el Sinai (Sector la Martha)



Cabaña el Minirey (Coveñitas)



Cabaña Casacombia (Coveñitas)



**c.) Desechos sólidos cerca y dentro de los pozos.**

43 – IV – A – PA – 83 (Punta de piedra)



Disposición de basuras en el pozo de la Cabaña Diegolandia



Pozo abandonado ubicado en el lote frente a VITAMAR



**d.) Corrientes superficiales y aguas residuales domesticas cerca a los pozos.**

Pozo en predio abandonado en frente a la cabaña Cadejo (Boca de la Cienaga)

Aguas residuales domesticas



Pozo muy cercano al manglar (Boca de la Cienaga)



**e.) Pozos abandonados e inactivos.**

Abandonado (44 – III – B – PP – 07)



Pozo abandonado (Boca de la Cienaga)



Pozo Inactivo Cabaña el Tesoro (sector la Marta)



Pozo Inactivo Finca Pisto (toluviejo)  
44-III-B-PA-10



**f.) Pozos identificados en etapa de construcción.**

**Pozo en construcción finca Santa Ana**



**Cierre del pozo finca Santa Ana**



**Pozo en construcción finca Cacagual  
(Toluviéjo)**



**Perforación ilegal de pozo en la cabaña  
y restaurante Caribe Mar**

