

## **Informe final del proyecto:**

***Ayuda a barrios marginales de la Municipalidad de Siguatepeque para solucionar los problemas de agua y saneamiento.***

Responsable Técnico del proyecto: Mario Murillo Álvarez, Lic. en Geología  
Universidad de Oviedo.



## PRÓLOGO

El Proyecto “Ayuda a Barrios marginales sin recursos de la Municipalidad de Siguatepeque para solucionar los problemas de Agua y Saneamiento” se realizó dentro de los convenios de colaboración entre Geólogos del Mundo, la institución hondureña Asociación de Investigación para el Desarrollo Ecológico y Socioeconómico (ASIDE), el cual lleva en funcionamiento desde el año 2003 y la Municipalidad de Siguatepeque, cuyo convenio se firmó en 2007; este proyecto no es sino una continuación de los proyectos realizados en Siguatepeque en el periodo 2007-2008, con el fin de ayudar a las zonas del extrarradio del casco urbano de Siguatepeque que, debido a la caótica situación producida por el traspaso del Acueducto a Corporación Municipal se encuentran desabastecidos y por tanto éstos proyectos suponen una ayuda inmediata.

Éste proyecto no hubiera sido posible sin la estrecha colaboración de la Municipalidad de Siguatepeque, la cual apoyó económicamente la ejecución de las obras físicas a las comunidades favorecidas, así como la colaboración de las propias comunidades, los Barrios Tres Pasos 2 y Las Flores, quienes aportaron materiales y mano de obra no cualificada.

El proyecto consistió en el desarrollo de un **sistema de abastecimiento y distribución de agua potable** a cada uno de los barrios anteriormente mencionados, elegidos de entre otras comunidades tras una búsqueda que duró un mes y que, por cuestiones sociales, poblacionales y de disponibilidad de materiales resultaron favorecidos con la concesión del proyecto.

Paralelamente a la ejecución de la parte física de los proyectos, se ha realizado una **campana de promoción social** en cada uno de los barrios, así como de capacitación, formación de comités de salud y desarrollo, campañas de limpieza y tratamiento de residuos y formación de Junta Administradora de Aguas, de modo que los habitantes tomaran conciencia de la importancia del proyecto y, asimismo, puedan administrarlo según las leyes hondureñas y la participación ciudadana.

Cabe destacar la satisfacción de Geólogos del Mundo por los habitantes de estos barrios, especialmente Las Flores.



## EL PROYECTO HA SIDO REALIZADO POR:



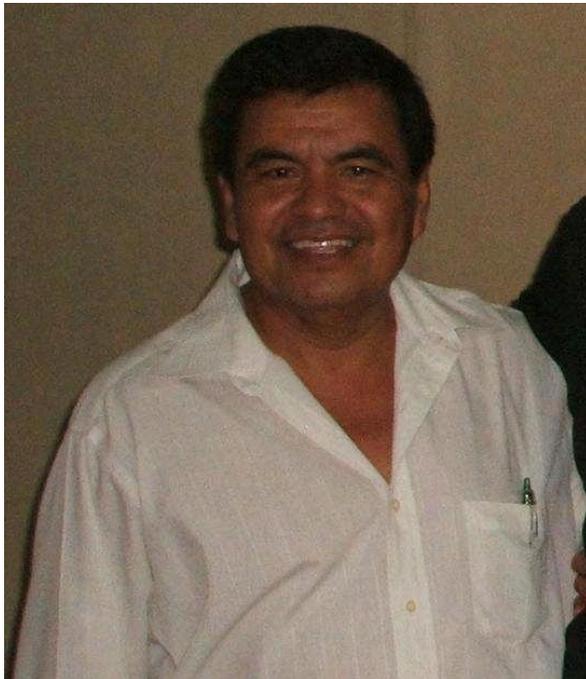
**Equipo técnico de Geólogos del Mundo:**  
(de izquierda a derecha):  
Francisco del Río Sánchez, Astrid González Menéndez, María Teresa Rentero Tribaldos y Mario Murillo Álvarez.



Izquierda: Wilfredo Sevilla. Constructor y fontanero. Derecha: Noé Mercado. Promotor social



Reina Arias. Gerente General de la  
Municipalidad de Siguatepeque.



Izquierda: Juan Francisco Vásquez, Subdirector Técnico de ASIDE. Derecha:  
Jenny Pacheco, Administradora de ASIDE Siguatepeque



## Agradecimientos

- Queremos agradecer al Excelentísimo Ayuntamiento de Oviedo del Principado de Asturias la confianza depositada en nuestra organización al financiar el proyecto, agradeciendo igualmente la comprensión de la importancia de éste tipo de proyectos de ayuda inmediata en el que se beneficia a la población del más imprescindible recurso de nuestro planeta: El Agua.
- Agradecer también a la Asociación de Investigación para el Desarrollo Ecológico y Socioeconómico (ASIDE) su compromiso, respaldo, apoyo, tanto logístico como personal e interés en el desarrollo del proyecto, especialmente por parte del subdirector técnico, Juan Francisco Vásquez y la Administradora de Siguatepeque, Jenny Pacheco.
- Resaltar igualmente el apoyo económico, legal y catastral por parte de la Municipalidad de Siguatepeque y en particular de la Gerente General, Reina Arias, con quien nos une una estrecha relación profesional y más aún personal. Sin el apoyo de la Municipalidad no hubiera sido posible realizar el proyecto.
- Agradecer a la Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR) el facilitarnos casa y oficina, así como a Rolando Meza, Catedrático de la Escuela, todo su apoyo e implicación en todo el tiempo que hemos permanecido en Honduras
- A Noé Isaac Mercado Benítez, quien ha sido nuestro Promotor Social y nuestro amigo por su labor de capacitación en las comunidades beneficiadas y su incondicional implicación en el proyecto.
- A Wilfredo Sevilla, Constructor, es el cuarto proyecto que realizamos con él, quien llegó incluso a rechazar otros proyectos para poder trabajar con nosotros: Gracias.
- A la Ingeniera Michelle Richards de Peace Corps por su aporte técnico en el proyecto de Las Flores y en el posterior diseño de la red de distribución, así como por su amistad personal.
- A Jorge Guevara, miembro de la Comisión de Agua y Saneamiento, quien nos facilitó material a mucho menor precio e igual calidad, lo que abarató mucho los costes, así como por su interés a lo largo de todo el proyecto.
- A Inversiones Diversas de Tegucigalpa, quien mostró su solidaridad con el proyecto y nos facilitó las bombas a precio de fábrica.
- Finalmente, gracias a todos los habitantes de Siguatepeque, por acogernos con cariño, por su participación, por las invitaciones a los medios de comunicación y en definitiva, por interesarse por nuestro trabajo y comprender la importancia de cuidar los recursos hídricos en nuestro tiempo.

A todos, GRACIAS.



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 OBJETIVO	3
1.3 SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y FISIOGRAFÍA	3
1.4 CLIMATOLOGÍA	4
1.5 CUENCAS HIDROGRÁFICAS	5
1.6 VEGETACIÓN Y SUELOS	5
1.7 GEOLOGÍA	6
1.8 USO Y GESTIÓN ACTUAL DEL AGUA EN SIGUATEPEQUE	7
1.9 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	8
1.10 INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS	9
1.11 SANIDAD Y EDUCACIÓN	9
1.12 RECURSOS MUNICIPALES	10
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>11</b>
<b>2. PROCESO DE SELECCIÓN DE COMUNIDADES BENEFICIARIAS</b>	<b>12</b>
<b>3. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL BARRIO TRES PASOS N° 2</b>	<b>14</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	14
3.1.1 Descripción de la parte técnica	15
3.1.2 Descripción de la parte social	18
3.2 POBLACIÓN BENEFICIADA	19
3.3 DISEÑO DEL PROYECTO	19
3.3.1 Ensayo de bombeo. Análisis de aguas. Estimación de la dotación. Establecimiento de la tarifa mensual	19
ENSAYO DE BOMBEO	19
ANÁLISIS DE AGUAS	23
ESTIMACIÓN DE LA DOTACIÓN	23
ESTABLECIMIENTO DE LA TARIFA MENSUAL	23
3.4 Construcción del tanque	24
3.5 Construcción de la caseta e instalación de las tuberías	26
3.6 Ubicación de la bomba y conexión al sistema	28
3.7 Informe de capacitaciones y descripción de la parte social	30
3.7.1 Aspectos sociales del barrio Tres Pasos n° 2:	30
3.7.2 Aspecto educativo del barrio Tres Pasos n°2:	31
3.7.3 Aspectos ambientales del barrio Tres Pasos n° 2:	32
3.7.4 Aspectos legales del barrio Tres Pasos n° 2:	32
3.7.5 Aspectos administrativos del barrio Tres Pasos n° 2:	34
3.7.6 Aspecto técnico del barrio Tres Pasos n° 2:	34
3.7.7 Inauguración del proyecto:	34



<b>4. ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE AL BARRIO LAS FLORES</b>	<b>35</b>
<b>4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>35</b>
4.1.1 Descripción de la parte técnica	36
4.1.2 Descripción de la parte social	39
<b>4.2 POBLACIÓN BENEFICIADA</b>	<b>40</b>
<b>4.3 ESTUDIO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, EMPLAZAMIENTO Y PERFORACIÓN DEL POZO</b>	<b>41</b>
<b>4.4 DISEÑO DEL PROYECTO</b>	<b>48</b>
4.2.1 Ensayo de bombeo. Análisis de aguas. Estimación de la dotación. Establecimiento de la tarifa mensual	48
ENSAYO DE BOMBEO	48
ANÁLISIS DE AGUAS	56
ESTIMACIÓN DE LA DOTACIÓN	56
ESTABLECIMIENTO DE LA TARIFA MENSUAL	56
<b>4.3 CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE</b>	<b>57</b>
<b>4.4 CONSTRUCCIÓN DE LA CASETA E INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS.</b>	<b>60</b>
<b>4.5 UBICACIÓN DE LA BOMBA Y CONEXIÓN AL SISTEMA</b>	<b>63</b>
<b>4.7 Informe de capacitaciones, descripción de la parte social y formación de la Junta Administradora de Aguas.</b>	<b>66</b>
4.7.1 Aspectos educativos del barrio Las Flores:	66
4.7.2 Aspectos legales del barrio Las Flores:	67
4.7.3 Aspectos ambientales del barrio Las Flores:	69
4.7.4 Aspectos sociales del barrio Las Flores:	69
4.7.5 Aspectos administrativos del barrio Las Flores:	70
4.7.6 Aspectos técnicos del barrio Las Flores:	71
4.7.7 Inauguración del proyecto.	71
<b>5. OTRAS ACTIVIDADES REALIZADAS</b>	<b>72</b>
5.1 Evaluación de los alrededores de siguatepeque	72
5.2 Estudio de emergencia en Ajuterique	73
5.3 Visita a la presa El Coyolar.	75
5.4 Informe de la visita a la Lotificadora Carlos Tejera de Juticalpa, Olancho	78
5.5 Geólogos del Mundo galardonados con el Premio <i>Bellota de la Excelencia</i>	81
5.6 Estudio hidrogeológico en Santa Rosa de Copán:	83
<b>ANEXOS</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO I: Informes de seguimiento</b>	
<b>ANEXO II: Actas de entrega y documentos de propiedad</b>	
<b>ANEXO III: Ensayos de bombeo y análisis de aguas</b>	
<b>ANEXO IV: Planos y diseños de estructuras</b>	
<b>ANEXO V: Promoción social, actas, firmas y reglamentos</b>	



## 1.1 ANTECEDENTES

A nuestra llegada al Barrio Tres Pasos 2 ya contaba con un proyecto existente de agua por gravedad, de la presa ubicada en el río Guaratoro. Si embargo, en época de crecida el agua presentaba contaminación por fertilizantes y abonos, y en época seca el río se secaba, de modo que apenas disponían de agua 4 meses al año y además de mala calidad. De modo que, el Departamento de Aguas Subterráneas de Comayagua perforó en 2006 un pozo para la realización de un sistema de agua por bombeo. El barrio contaba por tanto, con Junta Administradoras de Aguas y Red de distribución.

Por su parte, el Barrio Las Flores llevaba nada menos que 11 años solicitando un proyecto de agua, pues no contaban con ninguno, se abastecían en fuentes lejanas o comprándola, de modo que, en éste Barrio hubo que partir de cero, tanto a nivel de infraestructuras como social.

## 1.2. OBJETIVO

Este proyecto constituye la fase de ejecución de obras para el abastecimiento de agua potable en zonas del extrarradio de Siguatepeque de escasos recursos económicos, cuyas bases se establecieron con anterioridad en diversos estudios de caracterización y evaluación de los recursos hídricos. Para su ejecución nos planteamos:

Desarrollar un sistema parcial de agua potable en el barrio Tres Pasos 2 a partir del pozo perforado en el año 2006, con su correspondiente tanque de distribución y tubería pozo-tanque; Y desarrollar un sistema total de agua potable en el barrio Las Flores, comenzando por el estudio del terreno, levantamiento topográfico, perforación de un pozo, tanque de distribución, tubería pozo-tanque y red de distribución.

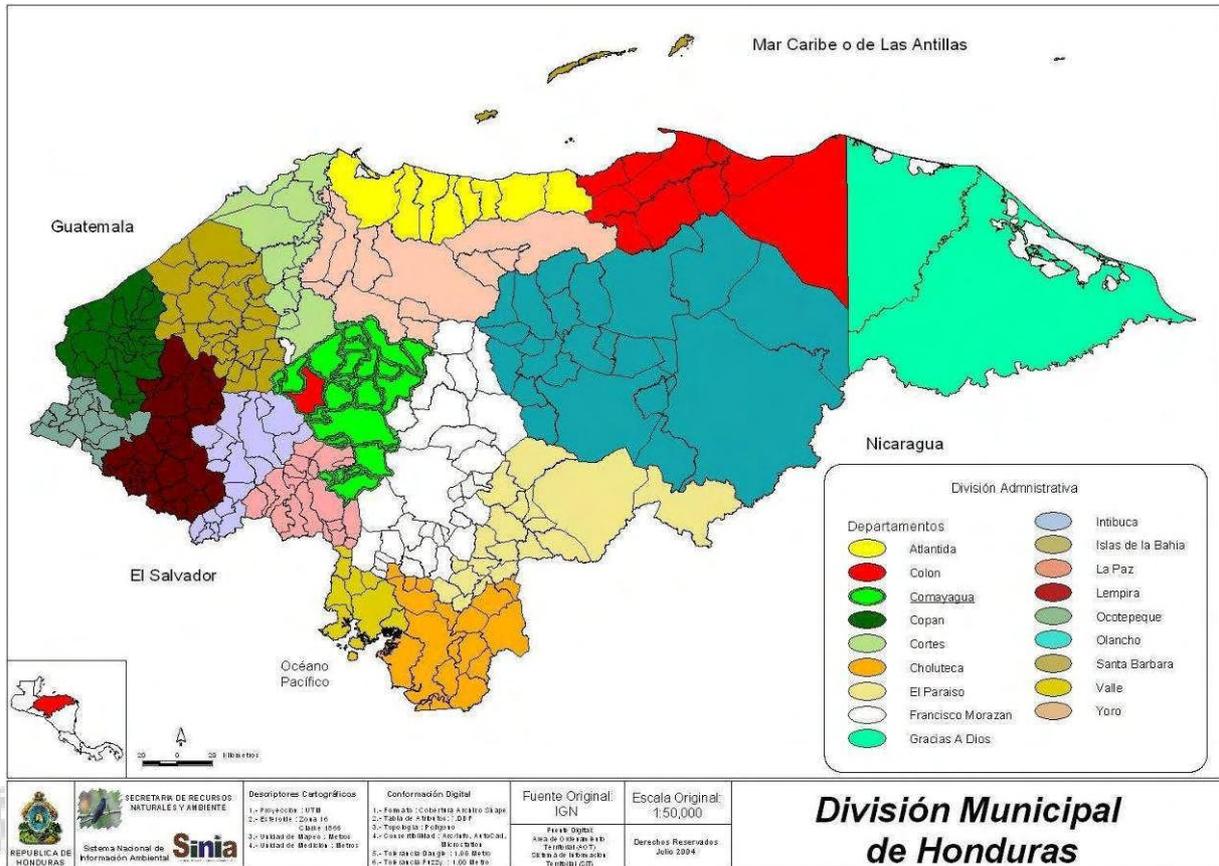
## 1.3 SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y FISIAGRÁFICA

El municipio de Siguatepeque, Departamento de Comayagua se localiza en la región central de Honduras, región conocida como la meseta central situado al norte de la Sierra de Montecillos entre las dos principales ciudades del país, Tegucigalpa y San Pedro Sula. Se ubica en las coordenadas 14° 36' de latitud norte y 87° 50' de longitud oeste. La hoja topográfica escala 1:50000 es la N° 26591VG.2

Limita al norte con los municipios de Meámbar y Santa Cruz de Yojoa, al Sur con el municipio de Comayagua, al este con el municipio de El Rosario y al oeste con los municipios de Jesús de Otoro y San José de Comayagua.

El municipio de Siguatepeque se encuentra dividido en dos provincias diferentes:

- Provincia de Altiplano con unas alturas comprendidas entre los 1100 y los 1300 metros contando con 13 aldeas siendo la zona de mayor asentamiento poblacional.
- Provincia Montañosa con alturas mínimas de 1300 metros y que se encuentra rodeando a la anterior provincia. Ésta se encuentra dividida en tres sectores: sector Norte, sector Suroeste y sector Este, estando la mayor de las elevaciones en el sector Suroeste.



**Fig. 1: Mapa geográfico de Honduras representando en verde el Departamento de Comayagua y dentro de este en rojo el Municipio de Siguatepeque.**

### 1.4 CLIMATOLOGÍA

El clima de la región muestra una temperatura media anual de unos 21,10 °C diferenciándose dos estaciones a lo largo del años, una estación lluviosa que va desde Junio hasta Octubre y una estación seca que va desde Noviembre hasta Mayo. El viento predominante es del este con mayor viento en invierno. Los datos meteorológicos registrados en la estación de Siguatepeque por la Secretaría de Recursos Naturales entre 1972 y 1999 son:

- Temperatura mínima 15,10 °C
- Precipitación media en mm. 1182
- Evaporación media en mm. 122.75
- Humedad relativa 79 %
- Temperatura media 21,1 °C

Departamento de servicios climatológicos e hidrológicos. Dirección General de Recursos Hídricos. Secretaría de Recursos Naturales. Estación Siguatepeque Latitud 14° 34' 53'' Longitud 87° 50' 25'' Elevación 1080 msnm.



## 1.5 CUENCAS HIDROGRÁFICAS

La municipalidad de Siguatepeque presenta 4 cuencas principales:

- Río Selguapa. Es la cuenca mayor de Siguatepeque con 46 Km, recorriéndose 12.5 Km por este municipio. Presenta un uso importante en agricultura.
  - Río Ulua. Posee un recorrido de 31.5 Km de los cuales 20.5 discurren por la municipalidad de Siguatepeque.
  - Río Tepemechín. Éste es un afluente del río anterior situándose en el sector Noreste de Siguatepeque.
  - Río Managua. Situado también en el sector Noreste de Siguatepeque está formado por la unión de las subcuencas de los ríos Turque, Simbra y Bonito-Este.
- Además de estas cuencas, existen otras subcuencas que abastecen la red hídrica municipal. Éstas son:

- Río Calán
- Río Purán
- Río Uluita
- Río Tamalito
- Río Bonito-Oeste
- Río Bonito-Este
- Río Turque
- Río Simbra

La división de las cuencas es la que se muestra a continuación:

1. Cuenca alta En esta división está la provincia montañosa situada a unos 1200 – 1800 metros de altura. Es donde nace la red hídrica.
2. Cuenca media En esta división se sitúa el altiplano de Siguatepeque, y es la que más población presenta.
3. Cuenca baja Está en otros municipios como el de Comayagua, Jesús de Otoro, Taulabé y Meámbar. Por ello, las cuencas nacen en Siguatepeque pero abarcan otros municipios.

Las cuencas, según el Índice de compacidad de Gravelius, son alargadas dando por tanto un bajo peligro de inundación, excepto las de los ríos Uluita y Simbra, siendo estas redondeadas.

## 1.6 VEGETACIÓN Y SUELOS

Existen dos tipos principales de vegetación en el municipio de Siguatepeque. El *bosque latifoliado ralo*, que se encuentra afectado por actividad agrícola, principalmente cultivos de café y cacao. Este tipo de bosque ocupa una superficie de 7784.6 Ha. Por otro lado está el *Pinar maduro denso* el cual ocupa una superficie de 5931 Ha.

Además de estos existen pequeños grupos de vegetación de menor importancia. Los usos principales que se le dan al suelo son mayoritariamente cultivo de café, frijoles y hortaliza



principalmente en minifundios con una superficie de 3502,5 Ha. También hay un importante uso para cultivo de grano básico y en menor medida cultivo de caña. Un uso mucho menor es el dado a la ganadería. El uso urbano ocupa una superficie de 715,9 Ha, siendo el centro principal Siguatepeque.

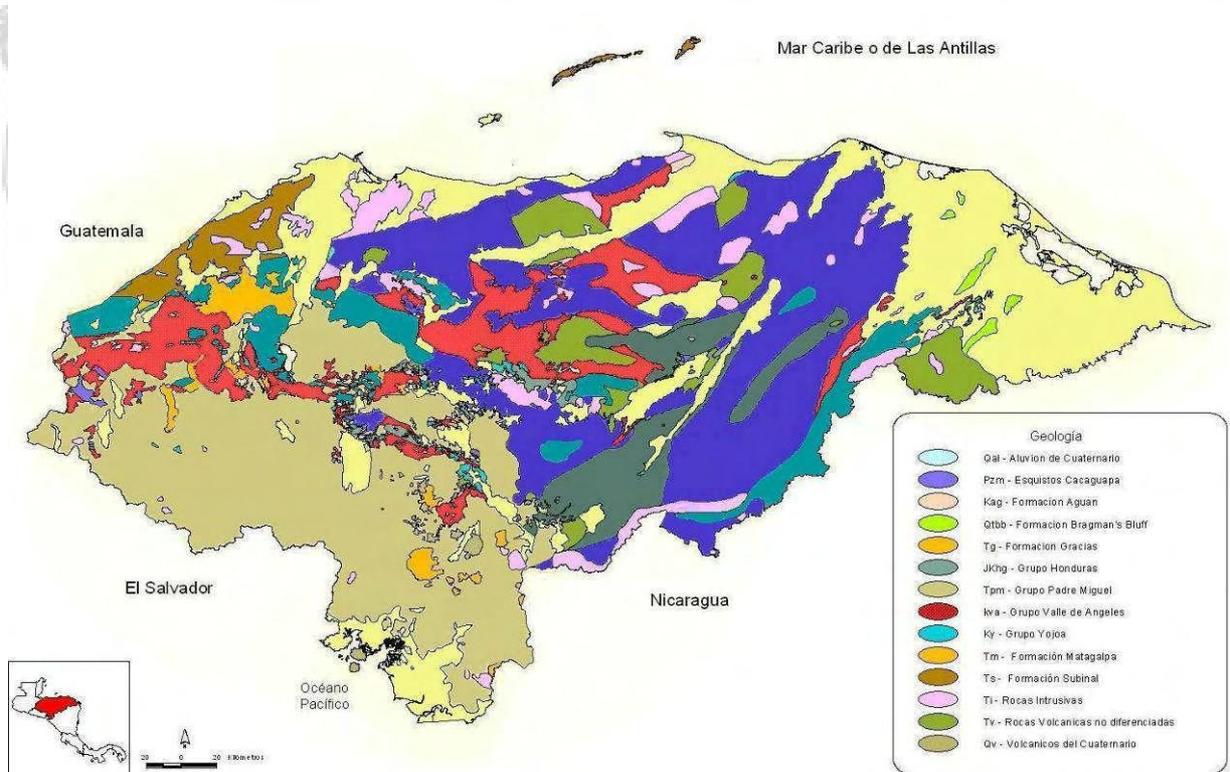
En algunas zonas se ve una importante erosión de suelos, siendo las principales causas de este fenómeno la tala de árboles para obtención de leña, avance de agricultura con estrategias inadecuadas y una falta de mantenimiento en las redes viales.

Con respecto a la clasificación de suelos, la única fuente de datos existente es una clasificación Simons elaborada en los años 60 de escala 1:500000. La escala, junto a los cambios que se han producido desde entonces en la cobertura vegetal debido a acciones antrópicas y a agentes modeladores del relieve hacen que esta fuente de datos se considere obsoleta.

El suelo se encuentra afectado por impactos directos como contaminación doméstica y agrícola y en menor medida industrial. La deforestación causada por el consumo doméstico de madera, la sobreexplotación con fines económicos, el mal uso del agua y su mala calidad suponen otros impactos severos que se suman a los anteriores. Estos impactos son en ocasiones muy notables, haciendo que el recurso paisajístico de la zona sea escaso.

Es necesario por tanto promover una política de ordenación territorial, educación a la población, aplicación de prácticas no agresivas para el uso del suelo, responsabilizar a las autoridades y población en el manejo de recursos naturales y capacitación en su manejo.

## 1.7 GEOLOGÍA



**Fig. 2: Mapa Geológico de Honduras. Obsérvese la extensión del Grupo Padre Miguel en el sector SW del mapa.**



La geología de la zona responde a unas condiciones de tectónica distensiva generada por el sistema de fallas transformantes de Guayape-Motagua que delimitan una unidad tectónica menor, el llamado Bloque Chortís. La resultante de los esfuerzos de este sistema de fallas da lugar a zonas deprimidas por fallas normales de tectónica extensional de carácter local.

Esta tectónica dio lugar a episodios volcánicos que constituyeron la Formación Matagalpa, formada por coladas andesíticas del Paleoceno, a comienzos del Terciario y el Grupo Padre Miguel del Mioceno, a mediados-finales del Terciario, formado por rocas volcánicas ácidas e intermedias de tipo ignimbrítico, andesítico y riolítico, con diferentes intrusiones basálticas y piroclastos. Destacan los importantes espesores de tobas e ignimbritas, alcanzando centenares de metros, lo que da idea del fuerte carácter explosivo del grupo. Sobre las rocas del Padre Miguel se disponen sedimentos formados por aluviones del cuaternario, depósitos fluviales y de terraza, constituyendo el Grupo Valle de Ángeles.

En un ambiente más local, esta tectónica da lugar a que en la zona de Siguatepeque se tengan dos sistemas de fracturas bien marcados de orientación NW – SE y NE – SW. Son estas fracturas las que condicionan la morfología de los sistemas fluviales existentes y la circulación preferentemente del agua subterránea dando lugar a un acuífero fracturado, lo que explica que se detecte una mayor concentración de perforaciones exitosas en zonas altamente fracturadas.

También se han detectado niveles acuíferos asociados a piroclastos que podrían constituir buenos acuíferos si se suma la propia porosidad de estas rocas a la porosidad generada por la fracturación.

Según Trochez (2000) las formaciones con mayor producción acuífera son los miembros inferiores del Grupo Padre Miguel, siendo éstas la Formación Guique y la Formación Ocote Arrancado. No obstante, como pudimos comprobar sobre el terreno en Las Flores, la producción de agua se restringe al Miembro Guique.

No existen registros importantes de inundaciones y deslizamientos, ya que la susceptibilidad de los materiales cuaternarios es nula y muy baja la de los materiales del Grupo Padre Miguel. Los peligros se concentran principalmente en la Carretera del Norte, tramo Siguatepeque Comayagua, debido a inestabilidades de taludes en las cortas de la carretera al realizarse éstos sin tener en cuenta la fracturación natural de la roca y a la ausencia de cobertera vegetal que incrementa el grado de erosionabilidad del suelo.

## **1.8 USO Y GESTIÓN ACTUAL DEL AGUA EN SIGUATEPEQUE**

En noviembre del año 2008 se produjo el traspaso del Acueducto de Siguatepeque del Servicio Nacional de Agua y Saneamiento (SANAA) a la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento (COMAS), es decir a Corporación Municipal, hecho sin precedentes en todo el territorio hondureño, pues es el primer proceso de municipalización que se ha llevado a cabo hasta el final. El Acueducto representa la cobertura del 78% del casco urbano en agua potable y el 43% del alcantarillado. El estado del mismo, podemos llegar a la conclusión de lamentable, pues el SANAA prácticamente nunca se preocupó por su cuidado y mantenimiento. Pozos sobreexplotados, otros desaprovechados, algunos con bombas de una potencia muy superior a la necesaria, con el consiguiente derroche energético y económico, presas colmatadas de sedimentos, conducciones rotas, vecinos que puntualmente pagaban el recibo del agua y no tenían agua, etc. En palabras del Gerente de Aguas de Siguatepeque, empresa municipal que ha cogido el testigo “el peor SANAA de Honduras”.



El resto del casco urbano, y el ámbito rural se abastece a través de sistemas gestionados por patronatos y juntas administradoras de agua locales; careciendo estas zonas de sistemas de alcantarillado. El uso privado del agua no tiene ningún tipo de control y se desconoce por tanto la cantidad y uso que se da a ésta, aunque sospechamos de la existencia de unos 700 pozos, entre los perforados, los excavados artesanalmente y los abandonados o secos.

Los sistemas del Acueducto de Siguatepeque son 17 fuentes de abastecimiento, siendo 4 de agua superficial una presa en la Quebrada Chamalucara, otra en la Quebrada Guaratoro y dos presas en el río Calan; y 13 fuentes de agua subterránea con un promedio de 10 l/s; Actualmente y, por primera vez en los últimos 8 años, todos se encuentran en funcionamiento, aunque debido a la situación de sequía que se vive en la época seca hay frecuentes restricciones.

La calidad del agua para consumo doméstico que proviene de los pozos carece de garantías de potabilidad pues no existe control de calidad, aunque por lo general suele ser buena, detectándose hasta ahora contaminación por bacterias de origen fecal en uno solo de los 13 pozos. Esto puede ser debido a la ausencia de sistemas eficaces de saneamiento. Las fuentes superficiales se encuentran en muchas ocasiones en mal estado dando una calidad regular al agua. El SANAA no contaba con un programa de cloración tanto para aguas subterráneas como para aguas superficiales. Actualmente se clora el agua de todos los cursos superficiales, aunque no se analiza químicamente, y uno de los problemas es la contaminación por fertilizantes y pesticidas.

Los sistemas autogestionados por los patronatos o juntas de agua sí cuentan con un sistema de cloración facilitado por la Municipalidad y por el Área de Salud Ambiental del Centro de Salud, el cual lleva un registro y cuenta con personal capacitador en cloración de agua.

Con respecto al uso del agua a nivel de población es principalmente para consumo humano y animal seguido de un uso para regadío no siendo por sistemas de riego adecuados. Además de estos existe un uso de recreo debido a la existencia de un balneario. No obstante, existe un claro problema de derroche de agua y el mayor se da en los lavaderos de coches, existiendo 7 en el casco urbano. Lavan sin pistola, sin contador y a manguera abierta todo el tiempo.

## 1.9 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Siguatepeque cuenta actualmente con 62.060 habitantes, de los cuales 43.685 corresponden al casco urbano, lo que representa una concentración urbana del 70%, mientras el 30% restante habita en zona rural. Esto hace de Siguatepeque uno de los Municipios más urbanizados de la zona central. El municipio es el centro productor de materias primas y localización de industria, principalmente agroindustria. Este hecho hace que la tasa de crecimiento poblacional se encuentre ligeramente por encima de la media nacional (3,5 % T.A.). Además, presenta un importante desarrollo industrial y de servicios, convirtiéndose en la localidad con base económica más fuerte del departamento de Comayagua.

La producción agrícola es principalmente caña de azúcar, productos hortícolas y café, con más de un 20 % de la superficie de producción agrícola destinada a café.

El sector avícola cuenta con 5 explotaciones privadas pertenecientes a compañías extranjeras.



En el sector industrial la producción principal son curtidoras, empresas agropecuarias, madereras y aserraderos, ladrilleras y también actividad artesanal sobre todo en muebles, alfarería y viveros. El sector comercio y servicios presenta una actividad diversificada y en auge.

El empleo tiene su principal área en servicios, comercio e industria, aunque en la mayor parte del departamento es el sector agrícola la principal fuente de empleo. El índice de empleo frente a ingresos se encuentra en buenos valores, siendo máximos en este municipio dentro del departamento, aunque se cuenta con una dispersión muy alta de los valores.

### 1.10 INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS

Las vías de comunicación son buenas, aunque debido a una mejora en todas las vías de comunicación en el área central con la construcción de una autopista (llamada “canal seco”) la mayor parte de las carreteras de Siguatepeque se encuentran en obras, dificultando enormemente la circulación por falta de vías alternativas. Las torrenciales lluvias caídas en la segunda quincena de octubre hizo replantearse el modo de hacer las carreteras, de modo que se procedió a instalar drenes y sumideros de gran diámetro cada 100 o 200 metros, de modo que en todo el tramo de Siguatepeque a Comayagua, 32 kilómetros la carretera presenta los problemas derivados típicos: Atascos, baches, maquinaria pesada y retrasos.

Aunque el centro de Siguatepeque y la calle principal están pavimentados, el resto de los barrios se encuentran sin asfaltar, son caminos de tierra con los consiguientes problemas en la época de lluvias y en la época seca: Barro y polvo respectivamente.

Siguatepeque cuenta con servicio de recogida de residuos sólidos únicamente en el centro del casco urbano. Estos residuos se vierten a un vertedero municipal que no cuenta con rellenos sanitarios ni ningún control ambiental. En el resto de la ciudad los residuos sólidos se eliminan por quema por parte de las familias.

Como ya se ha dicho anteriormente, no cuentan con una red de saneamiento eficaz en todo el municipio, siendo un porcentaje muy bajo el que cuenta con esta infraestructura.

Todas las aguas negras y residuos se vierten directamente a los cauces de ríos y arroyos, de modo que presentan una altísima contaminación por coniformes fecales. También hay vertidos de basuras y materiales de deshecho, de modo que los ríos presentan un estado lamentable.

Existen plantas de tratamiento que próximamente se espera poner en funcionamiento, algunas con el innovador *sistema piraña*, una bacteria descomponedora que elimina la materia orgánica de las fosas sépticas. En el ámbito rural, el método de eliminación es por letrinas o inexistente. La cobertura de servicio de agua potable también muestra las carencias anteriormente descritas.

El suministro eléctrico se encuentra casi solucionado por completo a nivel de casco urbano. En el área rural, se ha mejorado notablemente con la administración actual, aunque hay zonas que carecen por completo del mismo.

### 1.11 SANIDAD Y EDUCACIÓN

Con respecto a la sanidad, cuenta con 3 centros de salud pública y un hospital privado que tienen que dar cobertura a toda la población del municipio. Muchos tienen acceso mediante seguro que obtienen con el pago de planilla, similar a la Seguridad Social de España.



Las principales causas de enfermedad son infecciones gastrointestinales de origen hídrico, con alarmantes casos de cólera en los niños menores de 3 años, así como gastroenteritis y otras enfermedades de éste tipo. También son importantes las enfermedades respiratorias. Éstas son las causas más frecuentes de mortalidad infantil, con un índice de desnutrición infantil alto superándose en algunas zonas la media del país. No obstante, a pesar de que más del 25% de la población de Siguatepeque se encuentra bajo el umbral de pobreza, hay poca indigencia en comparación.

En todo el departamento se cuenta con la dotación más baja para la zona centro de Honduras con respecto a centros de educación primaria y preescolar; sin embargo, el índice de alfabetización y tasa de escolaridad del municipio es de los más altos de la región. El índice de alfabetización en el año 2000 según el PNUD es del 80 %, estando la tasa de escolaridad en un 3,9 %. Hay 70 escuelas de primaria en todo el municipio y unos 15 centros de enseñanza secundaria. Cabe mencionar que todos los estudiantes, ya sean pobres o con más recursos, ya sean centros públicos o privados visten el mismo uniforme a fin de que no haya discriminación.

Además de ello, existen tres centros universitarios siendo estos la Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR), la Educación a Distancia de la Universidad Autónoma y la Universidad Católica, con principales áreas de formación en ingeniería forestal, dasonomía, ingeniería ambiental e industrial, administración de empresas, etc.

Además existe una biblioteca municipal orientada a educación primaria y preescolar y donde se realizan otra serie de funciones como reuniones de Corporación y otros eventos socioculturales.

## **1.12 RECURSOS MUNICIPALES**

Los ingresos corrientes de la municipalidad superaron en gran medida los ingresos provenientes del estado (un 62 % frente a un 38 %), presentándose una tasa de ahorro positiva, lo que favorece y facilita la capacidad que el municipio tiene para disponer de servicios descentralizados, como por ejemplo la gestión municipalidad del agua.

Los sectores con necesidad prioritaria son agua y saneamiento, electricidad, atención sanitaria, tratamiento de basura, desarrollo comunitario y fortalecimiento institucional. Actualmente se está realizando un proyecto de Ordenación Territorial mediante fondos provenientes de la Unión Europea, llevado a cabo por la Cooperación Francesa.

Cabe destacar los aportes provenientes de Japón, sobre todo en el ámbito de la electricidad, pues la mayor parte del suministro eléctrico en las zonas rurales se está realizando con dichos fondos. Asimismo, la Cooperación Honduras-Japón ha perforado 4 pozos de abastecimiento de aguas en Siguatepeque, de los cuales, uno de ellos corresponde al Proyecto “Abastecimiento público de agua potable a la Colonia Noé Cruz Villeda” realizado en 2008 y financiado por el Ayuntamiento de Oviedo; el otro se encuentra en el Barrio Tres Pasos 2, el cual hemos utilizado para éste proyecto.



## BIBLIOGRAFÍA

- Bonifacio, F.; López, F.; Alvarado, C. (2003): “*Clasificación de la tierra por capacidad de uso del municipio de Siguatepeque como aporte al ordenamiento territorial*” Tatascan, Vol 15
- Arita, Job Eli., Escoto, Xiomara., Nicolás, Xiomara., 2001: *Diagnóstico general de las cuencas hidrográficas del municipio de Siguatepeque*. Proyecto de Desarrollo Forestal PDF
- Cruz; F. y Rivera, S. (2003): “*Valoración económica del recurso hídrico para determinar el pago por servicios ambientales en la cuenca del Río Calan, Siguatepeque, Honduras*” Revista Técnico científica de la Escuela Nacional de Ciencias Forestales
- Gaspari, F. (2005): “*Ordenamiento territorial de microcuencas en base al riesgo de erosión hídrica superficial a través de la aplicación de SIG*” Revista electrónica de la REDLACH, No. 1, año 2, pp. 16-23 <http://www.rlc.fao.org/redes/redlach>
- Consultora EPYPSA (2002): “*Diagnóstico biofísico y socioeconómico de la zona centro*” PRODEMTHON. AECI, PRODEMTHON y AMHON.
- López, M., (2007): “*Diagnóstico prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado de Siguatepeque*”. Proyecto de Modernización del Sector de Agua y Saneamiento. Banco Mundial.



## 2. PROCESO DE SELECCIÓN DE COMUNIDADES BENEFICIARIAS

El Barrio Tres Pasos 2 ya había sido visitado durante el periodo 2007-2008 de la etapa anterior y había resultado bastante favorable para llevar a cabo un proyecto, sobretodo porque contaba con unos 450 habitantes que se beneficiarían directamente, así como su cercanía con el centro de Siguatepeque, lo que facilitaba, entre otras, la disponibilidad de materiales y los desplazamientos, de modo que fue la primera comunidad en beneficiarse.

La elección de la segunda comunidad resultó más ardua, pues hubo que elegir entre las comunidades de El Junco, San Ignacio y Las Flores.

**El Junco** resultó una aldea situada dentro del municipio, pero a más de una hora del centro urbano. Aunque los habitantes de la aldea tenían verdadera necesidad de agua, dada su situación de lejanía con los establecimientos de venta de agua, apenas superaban los 100 vecinos, de modo que, de asignarse un proyecto a éstos estaríamos dejando sin agua a comunidades de 400 o 500 vecinos. Además, el hecho de estar tan lejos del centro significaba una ardua tarea a la hora de transportar los materiales de obra, con el consiguiente sobrecoste. A continuación se detallan los problemas que presentaba dicha comunidad a la hora de realizar un proyecto:

- La aldea se encuentra a más de una hora de distancia del centro urbano de Siguatepeque.
- Los habitantes de la aldea son apenas 110, con unas 23 casas, de modo que, de asignarles el proyecto se estaría impidiendo ayudar a una población mucho mayor.
- La dispersión de las casas es muy grande, pues hay 3 o 4 núcleos con unas 5 viviendas cada uno, lo que supondría tener que hacer una red de distribución para cada núcleo.
- No cuentan con tendido eléctrico
- No cuentan con verdaderas fuentes de abastecimiento, tan solo unos puntos de agua muy dispersos que se encuentran a una cota más baja que las casas, de modo que, sin tendido eléctrico y, al no ser posible el sistema por gravedad, es totalmente inviable.
- No hay levantamiento topográfico ni plano catastral.
- El único punto que está a una cota superior a las casas se encuentra sin ningún tipo de protección, en mitad del bosque, medio anegado por plantas y organismos y con evidente contaminación microbiológica. Además, no se ponen muy de acuerdo en si el ojo de agua se seca en verano o no, de modo que tampoco ofrece seguridad.
- Finalmente, según los habitantes el agua tiene un gusto salado, quizás se debe a la presencia de calizas, pues estamos muy cerca de Taulabé donde aflora el Grupo Yojoa. Esto indica que para solucionarlo se debería poner un filtro por ósmosis, solución realmente cara para un punto en el que no sabemos si la presencia de agua es continua o no. Además se encuentra en propiedad privada, así como la posible traída.
- El acceso a dicho punto de agua es totalmente inaccesible para un camión de llevarse a cabo un proyecto, habría que llevar el material a mano o mediante animales de carga, lo que unido a la importante distancia que lo separa del núcleo urbano, haría muy difícil el transporte.



**San Ignacio** resultaba un caso parecido al anterior, pero con la diferencia de que los habitantes de ésta comunidad aparentaban solvencia económica pues se trata de una zona de cafetaleros, por lo que un proyecto de Ayuda Humanitaria como éste debe tener otras prioridades. Aún así realizamos un estudio para contemplar la viabilidad y pudimos ver sobre el terreno los siguientes problemas:

- La comunidad se encuentra a unos 40 minutos del centro de Siguatepeque, pero en una zona de fuerte pendiente y con numerosos cursos de agua atravesando la carretera, de modo que el acceso no es posible a no ser con un vehículo de doble tracción.
- Apenas cuenta con unos 180 vecinos.
- El proyecto sería bombear el agua de 2 lagunas situadas en lo alto de un monte en una propiedad privada, lo que presentaría problemas legales.
- El agua de las lagunas sin duda presenta una mala calidad, básicamente porque a una de ellas llega un tubo colector de las letrinas de una propiedad cercana y hay ganados alrededor.
- No hay tendido eléctrico, por lo tanto no se podría bombear el agua y una bomba de gasolina tiene un coste prohibitivo
- Las lagunas se encuentran a unos 5 kilómetros de la comunidad, de modo que habría que emplear tubería de hierro, lo que hace el proyecto inviable pues se escapa de nuestro presupuesto.

Finalmente, el barrio **Las Flores** resultó beneficiado con un proyecto tras analizar el terreno y valorar las posibilidades, llegamos a la conclusión de que el proyecto era viable por los siguientes motivos:

- Llevaban 11 años luchando por conseguir un proyecto de agua.
- El barrio se encuentra a 10 minutos del centro urbano, de modo que el transporte de materiales de obra es factible.
- Son unos 350 vecinos repartidos en 70 viviendas, por tanto hablamos de una población mucho mayor que las anteriores.
- Presenta tendido eléctrico, cuestión fundamental a la hora de realizar un proyecto.
- Es gente pobre o de escasos recursos económicos y que, por tanto, tienen prioridad sobre otras comunidades, como la de San Ignacio.

Por éstas razones decidimos conceder un proyecto de agua a Las Flores en detrimento de las otras comunidades. Podemos decir que ambos proyectos terminaron siendo un éxito.



## **3. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL BARRIO TRES PASOS 2**

### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto comenzó a finales de septiembre de 2008, ya que durante el resto del mes nos dedicamos a presentarnos a las autoridades y contrapartes pertinentes, organizar el plan de trabajo y visitar y estudiar posibles comunidades beneficiarias de un proyecto de agua.

El barrio contaba con un sistema de agua manejado por el SANAA, que luego pasó a manos del COMAS proveniente de la presa situada en la Quebrada Guaratoro. El barrio contaba con un tanque de almacenamiento de 38.000 litros que compartían con el vecino Barrio Sinaí. Por tanto, el barrio contaba con red de distribución. El problema es que, en época de lluvias, el agua presentaba contaminación por fertilizantes, pesticidas y otros productos agrícolas provenientes de las plantaciones de café y otros usos agrarios en la parte alta de la microcuenca, de modo que la calidad del agua era mala y su consumo peligroso; y en la época seca, la quebrada se secaba y no disponían de agua, de modo que durante 5 meses al año no recibían ningún aporte.

Por ésta razón, en el año 2006 la Cooperación Japonesa perforó un pozo con el fin de servir al barrio en un proyecto de agua propio. La ubicación del pozo se encontraba en la propiedad de Don Adolfo Pereira, quien cedió el terreno en beneficio de la comunidad. La parte técnica de dicho proyecto fue realizada en 2007 por el Ingeniero de Peace Corps Nathan Haugen. Ésta, incluía el levantamiento topográfico, el diseño de la tubería de conducción, el diseño del tanque y también los cálculos presupuestarios. No obstante se desconocían los parámetros hidráulicos del pozo, como el volumen de extracción, la transmisividad, la potencia de la bomba y las horas de funcionamiento.

Se han cubierto las dos partes fundamentales para asegurar un abastecimiento en buenas condiciones y duradero: por un lado había que completar la parte técnica que aún no se había llevado a cabo con la construcción de un tanque nuevo, pues el anterior se cedió por completo al vecino barrio Sinaí, instalación de una bomba en el pozo, colocación de la tubería de construcción y conexión con la red de distribución existente. Por otro lado había que trabajar en los aspectos sociales con la comunidad, no sólo para lograr su implicación en el proyecto, si no también para garantizar el buen uso del sistema por parte de la comunidad tras el traspaso a los organismos comunitarios. No obstante, el hecho de que el barrio contase con una Junta Administradora de Agua desde hace 7 años, con funciones claramente separadas del Patronato facilitó mucho la labor al Promotor Social, Noé Mercado Benítez.

El primer paso que se dio fue la elaboración de un censo para conocer la situación de los habitantes del barrio. El mismo dio como resultado que el barrio cuenta con 97 viviendas y unos 450 habitantes, de las cuales 52 están abonadas al sistema de agua procedente de Guaratoro que comparten con el barrio Sinaí y 45 casas que no tienen suministro alguno de agua. Cuando tuvimos éstos datos y trazamos el plan de trabajo, el 27 de septiembre convocamos a toda la comunidad a una asamblea con la que dimos inicio, oficialmente al



proyecto. En dicha reunión, hubo 2 temas que suscitaron ciertas reticencias, pues Geólogos del Mundo consideramos que el tanque viejo debía cederse al barrio Sinaí, dado que los vecinos de Tres Pasos 2 iban a contar con un tanque nuevo. El otro asunto a discutir fue la tarifa mensual que los usuarios deberán pagar por el sistema, dado que antes pagaban muy poco por ser un sistema por gravedad, mientras éste es un sistema que funciona con electricidad. Al final todo salió bien, por lo que entonces procedimos a explicar cuál va a ser el desarrollo del proyecto, la aportación de la comunidad y cómo debían organizarse con el promotor social.

### 3.1.1 Descripción de la parte técnica

El barrio cuenta con dos perforaciones, el pozo perforado por Aguas Subterráneas de Comayagua el año 2006 y una bomba manual situada a unos 40 metros del pozo que fue perforada en el año 2002 y que actualmente tiene roto el succionador. No obstante, debido a la distancia con el pozo, consideramos usarla como piezómetro en el ensayo de bombeo del pozo.

El pozo tiene una profundidad de 41.5 metros, con un entubado de pvc de 15 centímetros de diámetro que llega hasta 40.5 metros de profundidad, estando el nivel estático apenas a 0.5 metros de la superficie, de modo que el pozo presenta columna de agua casi en su totalidad, exactamente 40 metros.



**Aspecto el pozo del barrio Tres Pasos 2.** Obsérvese la proximidad del nivel estático y la suciedad del entubado, pues nunca se había limpiado desde su perforación.

Para realizar el ensayo de bombeo contratamos los servicios de la empresa sondista Will Vall Pozos de San Pedro Sula. Los trabajos de aforo comenzaron el 6 de octubre con la limpieza del pozo, pues el pozo nunca se había usado desde que se perforó en 2006 y por tanto, aún permanecían los residuos de la perforación. Entretanto, los vecinos del barrio desinstalaron la bomba manual que íbamos a usar como piezómetro al día siguiente. La limpieza se realizó con un compresor de 200 CV y duró alrededor de 6 horas. El agua, claramente turbia al principio se fue limpiando con el transcurso de la prueba, pero nunca llegó a aclararse del todo, lo que nos hizo sospechar que los materiales donde se ubica el pozo son algo arcillosos y que la transmisividad del mismo no iba a ser muy alta, lo que se confirmó posteriormente.



El día 7 a las 8 de la mañana comenzó la prueba de bombeo a caudal constante. Inicialmente fijamos un caudal de salida de 2.5 litros por segundo, pero al cabo de algo menos de una hora de prueba el pozo casi se había secado, por lo que paramos la prueba. Dejamos recuperar el pozo durante 2 horas, hasta que alcanzó un nivel estático similar al de partida y reanudamos la prueba a un caudal de 1.25 litros por segundo, el cual sí nos permitió aforar las 24 horas, pero considerando éste el caudal máximo de extracción que podía dar el pozo, confirmando nuestras sospechas. Una vez hechos los cálculos hidráulicos, el resultado fue una transmisividad (capacidad de aportar agua de un pozo) de apenas  $1.27 \text{ m}^2/\text{día}$ , un valor realmente malo. En cuanto al piezómetro, el terreno es tan poco transmisivo que el nivel de agua en el mismo no sufrió variación alguna durante la prueba, lo que confirma la poca capacidad del terreno para transmitir agua, lo que explicaría la turbiedad de la misma, ya que los materiales son muy poco transmisivos, confirmandose la presencia de niveles arcillosos.

Cerca del final de la prueba obtuvimos una muestra de agua para su análisis tanto bacteriológico como físico-químico. Los resultados de ambos análisis fueron satisfactorios, dando negativo en todos los parámetros del bacteriológico e igual los del físico-químico, con los parámetros dentro del umbral de tolerancia, aunque los sólidos disueltos dieron 480 ppm de un total de 1000 que es el umbral máximo, lo que supone un agua de aspecto translúcido. Éstos resultados indican que el agua no necesitaría de cloración, pero nosotros siempre recomendamos ésta actuación como medida de seguridad.

Al terminar ésta prueba, informamos a nuestras contrapartes y convocamos una asamblea para explicar los resultados de la prueba y establecer un régimen de funcionamiento del pozo a día de por medio, con el fin de garantizar que el mismo se recupere.

Terminada ésta prueba, la siguiente actuación fue el comienzo de las obras de construcción del tanque de abastecimiento de  $38 \text{ m}^3$  de capacidad. Para ello contratamos a Wilfredo Sevilla, especialista en construcción de tanques, que ha construido unos 100 a lo largo de su vida laboral y para quien éste proyecto suponía el cuarto de colaboración con Geólogos del Mundo.

**El futuro tanque del barrio Tres Pasos 2 en construcción.**





El terreno del tanque, tenía que estar lo suficientemente elevado como para dejar las casas del barrio más bajas que éste a fin de que el agua llegara por gravedad. El único terreno con estas características, que además resultó llano y ofreciendo garantías de una buena cimentación estaba en propiedad de Don Adolfo López Silva, abonado del barrio, quien amablemente lo cedió a la comunidad para beneficio y agradecimiento de todos. Se establecieron los turnos de trabajo que la comunidad, por convenio, debía aportar y el tanque comenzó a construirse el 27 de octubre, finalizándose el mismo el 7 de diciembre. Posteriormente, la empresa Rótulos McGrath, procedió al pintado y rotulado del tanque, terminando el día 20 de Diciembre, dejándolo listo para su inauguración.

Una vez construido el depósito, el siguiente paso fue la instalación de la tubería de conducción (que denominamos *impelencia*) y la conexión con la red de distribución. Según el diseño realizado por Nathan Haugen, Ingeniero de Peace Corps, la impelencia debía tener una sección de 2" y la tubería de distribución 1 1/2 ". Mediante Jorge Guevara que nos puso en contacto con Durman Dureco de Honduras, compramos los tubos a la fábrica en vez de hacerlo a una ferretería local, con el consiguiente ahorro. La longitud de la tubería impelencia fue de 1050 metros, mientras el tramo de conexión del tanque a la red de distribución fue de unos 400. La zanja para las tuberías fue una labor bastante ardua, pues aunque la mayor parte ya se había excavado con anterioridad mediante una máquina que alquiló el Patronato de la comunidad, había secciones de gran dureza que tuvieron que excavar a mano, lo que llevó su tiempo y movilizó a unos 20 vecinos de la comunidad, pero al final, se realizó satisfactoriamente.



**Llegada de los tubos de las futuras líneas de conducción y distribución**



Instaladas las tuberías y terminado el tanque procedimos a instalar la bomba en el pozo, bomba que fue comprada a Inversiones Diversas de Tegucigalpa, quienes nos habían proporcionado bombas en proyectos anteriores y quienes nos hicieron reducción especial por tratarse de un proyecto de Ayuda Humanitaria. Dicha bomba sumergible, es de marca Unitra, modelo UP-1830, acoplada a un motor sumergible Franklin de 5CV, monofásico, 230v, 4", con caja de control y accesorios. La profundidad de aspiración es de 37 metros. Aunque la distancia al tanque es larga, un kilómetro y la diferencia de cotas es de unos 90 metros, el bajo caudal de extracción, que regulamos mediante la colocación de una válvula de compuerta, permitió que la potencia de la bomba fuera relativamente baja, de modo que funcionase con un único transformador, que fue instalado con anterioridad por la Municipalidad, así como los postes eléctricos y accesorios necesarios. Tras instalar la bomba, procedimos a realizar el llenado del tanque, el cual se completó en 9 horas debido al bajo caudal, pues el pozo no daba para más. Con ésta prueba se terminó satisfactoriamente la parte técnica del proyecto.

### 3.1.2 Descripción de la parte social

Si la parte técnica, que comprende las obras físicas, los ensayos y cálculos es importante, la parte social, a quien va destinado el proyecto es decisiva. Por eso, el trabajo del promotor social es determinante a la hora de garantizar el éxito de un proyecto. El elegido para éste puesto fue Noé Isaac Mercado Benítez, natural de Siguatepeque, quien además es el Presidente del Patronato de Buenas Casas, con lo que se trata de una persona que conoce de primera mano los problemas que pueden presentarse en una comunidad. Además, con anterioridad ya había trabajado en cuestiones sociales con Aldea Global y, por sus estudios, es conocedor de las leyes que conciernen a un proyecto de estas características; por eso, consideramos a Noé como ideal para éste puesto.



**Nuestro Promotor Social, Noé Mercado, se dirige a la comunidad durante una asamblea.**



Dado que el barrio contaba con organismos de gobierno comunitario bien establecidos y una Junta de Aguas con experiencia, facilitó bastante su labor, pudo centrarse más en cuestiones sociales, como el tratamiento y hábitos de las basuras, explicándoles que una buena salud consiste en tener una buena higiene o la tarifa mensual por abonado, que explicaremos más adelante. Un trabajo más personal consistió en ir casa por casa mostrando los beneficios del agua potable, y así mostrar la importancia de este proyecto. Esto sirvió también para ir perfilando el número de abonados que habría al final. Se realizaron varias de estas visitas, pues no toda la gente acepta el proyecto desde el principio.

### 3.2 POBLACIÓN BENEFICIADA

De los 440 vecinos que habitan en el Barrio Tres Pasos 2, con un total de 97 propietarios, 35 de los mismos no estaban abonados al sistema anterior, de modo que no tenían acceso al agua, aunque al existir una red de distribución, apenas requería de obras adicionales. No obstante, en un estudio de la red de distribución que realizaron las voluntarias de Geólogos del Mundo, Maite Rentero y Astrid González, pudimos comprobar que la misma no se encuentra en buen estado, con una distribución bastante caótica, tubos que sobran y otros que faltan. Muchos de los habitantes del barrio viven de las tejas, pues hay un total de 7 y en cada una trabajan de 6 a 8 vecinos del barrio. Otros trabajan en el centro de Siguatepeque y otros sobreviven de las ayudas estatales y de remesas de parientes que trabajan en Estados Unidos y en España.

### 3.3 DISEÑO DEL PROYECTO

#### 3.3.1 Ensayo de bombeo. Análisis de aguas. Estimación de la dotación. Establecimiento de la tarifa mensual

##### ENSAYO DE BOMBEO

La siguiente tabla muestra los datos del pozo que fue perforado en 2006:

Diámetro entubado	15.24 cm. (6 pulgadas)
Profundidad entubado	40,5 metros
Profundidad perforación	41.5 metros
Nivel estático	0,50 metros

Asimismo, la bomba manual situada a unos 40 metros del pozo y que íbamos a utilizar de piezómetro a fin de tener un aforo más completo, presenta las siguientes características:

Diámetro entubado	10,16 cm (4 pulgadas)
Profundidad entubado	28 metros
Profundidad perforación	33 metros
Profundidad succionador	10 metros



Con estos datos de partida se procedió a realizar el aforo del pozo, previa contratación de la empresa Will Vall Pozos, con quien habíamos trabajado con anterioridad. Comenzamos el día 6 de octubre a las 12:30 con la limpieza del pozo mediante aire comprimido, con un compresor Sullair de 250 CV. El agua se fue limpiando progresivamente, pero nunca llegó a limpiarse del todo. La prueba de limpieza terminó a las 18:30 y comprobamos que el nivel estático había descendido a 18 metros, de modo que dejamos recuperar el pozo para iniciar el aforo a las 8:00 del día siguiente. Durante la noche se procedió a ubicar la bomba en el pozo, siendo ésta de 2 CV de potencia y situada a una profundidad de 30 metros.



**Izquierda: Operarios de la empresa Will Vall Pozos y el compresor usado en la limpieza.**  
**Derecha: Limpieza del pozo.**

Al llegar, comprobamos que el pozo no se había recuperado totalmente pues el estático se encontraba 30 cm más bajo que el punto de partido, lo que nos hizo temer que el pozo presentaba una transmisividad realmente baja.

Comenzamos pues a la hora prevista a una tasa de descarga de 2,5 litros por segundo que era lo que en un principio habíamos estimado. Antes de que transcurriera una hora, el nivel del agua estaba a punto de alcanzar la profundidad de aspiración de la bomba, por lo que hubo que interrumpir el aforo, dado que la bomba iba a quedarse al aire de un momento a otro. Dejamos recuperar el pozo, bajamos la profundidad de aspiración de la bomba hasta los 36 metros y comenzamos nuevamente el ensayo a las 12:00. A esa hora el estático se encontraba a 3 metros, de modo que reducimos la tasa de descarga a 1,25 litros por segundo, realmente baja, pero el pozo no daba para más. Con ese caudal sí se pudo realizar con éxito la prueba de 24 horas a caudal constante. El caudal ha sufrido variaciones, pues a medida que el nivel del agua descendía aumentaban las pérdidas por fricción, de modo que el caudal total de la prueba ha sido de 1,127 litros por segundo. Tras la prueba de bombeo, el nivel dinámico bajó hasta los 32,65 metros, muy cerca de la profundidad de aspiración de la bomba que estaba en 37, aunque tras 24 horas de ensayo continuo. La siguiente tabla muestra los datos del aforo:

Nivel estático al comienzo de la prueba	3 metros
Nivel dinámico al final de la prueba	32.65 metros
Diferencia de niveles	29,65 metros
Tasa de descarga las 24 horas	1,25 l/s



En cuanto al piezómetro, debido a la poca transmisividad que muestra el terreno, en ningún momento se produjeron descensos de nivel, de modo que no hubo datos para realizar un segundo gráfico comparativo.



**Izquierda: Tomando medidas en el piezómetro. Derecha: Aforo del pozo**

Terminado el aforo procedimos a realizar el ensayo de recuperación. Partimos del nivel dinámico de 32.65 metros y durante 8 horas, tiempo que consideramos suficiente para que un pozo recupere, medimos periódicamente los diferentes niveles. Pasadas las 8 horas el nivel se encontraba a 3.9 metros, es decir, 0.9 metros del punto partida, por lo que no recuperó totalmente, siendo este un claro dato de una transmisividad realmente baja y por tanto, de un mal pozo.

Las siguientes gráficas muestran la dinámica tanto del aforo como del ensayo de recuperación y las conclusiones que obtuvimos tras la realización del ensayo de bombeo:

Gráfica del aforo de 24 horas a caudal constante

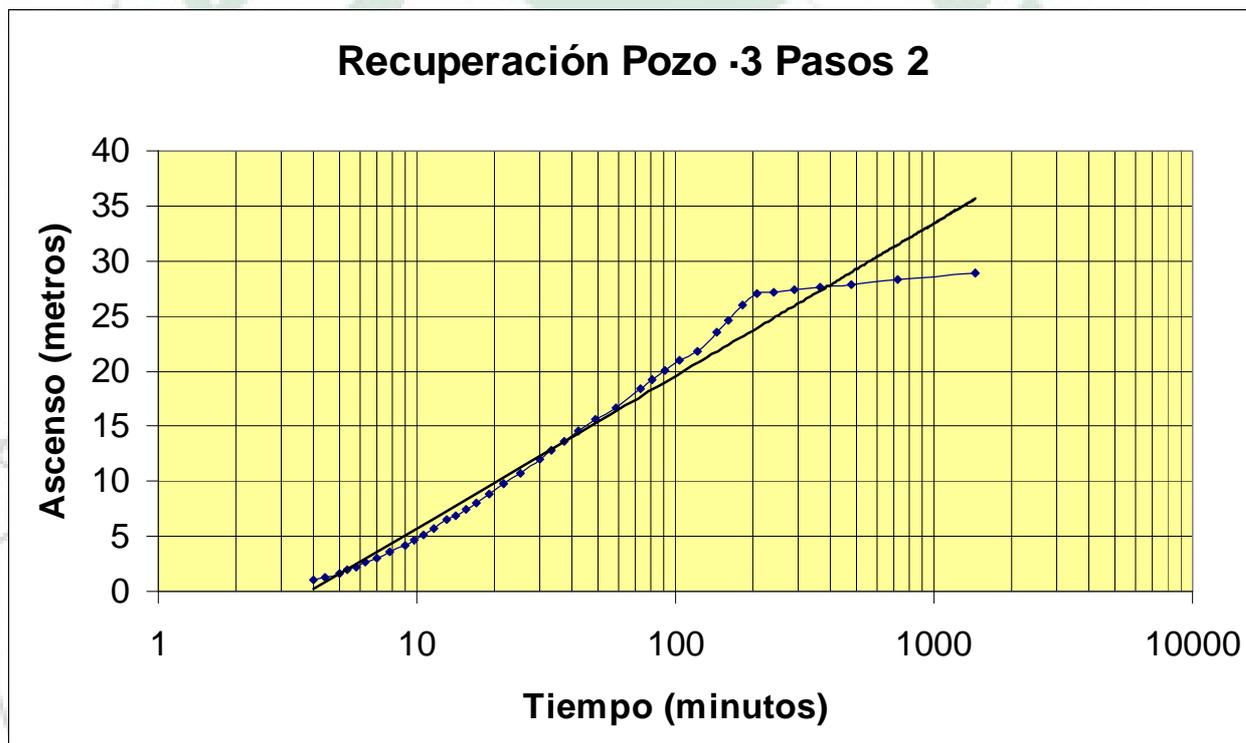




Como se puede apreciar, el descenso lejos de ser lineal ha sido exponencial, la prueba ha afectado considerablemente al pozo, lo cual demuestra que su transmisividad es realmente baja.

Entre los 360 y los 650 minutos la gráfica muestra oscilaciones que sin duda se deben a los materiales que rodean el pozo, pues en ese momento el nivel dinámico estaba en torno a 25 metros, por lo que la lluvia no le ha podido afectar de modo tan rápido. Además no hay pozos cerca y, dada la baja transmisividad de los materiales de la zona, el radio de influencia de éstos, en caso de haberlos, es realmente bajo, de modo que tampoco afectarían a la prueba.

### Gráfica del ensayo de recuperación



Considerando el caudal de la prueba, que hemos comenzado con 1,25 litros/segundo y que se ha reducido por la pérdida de carga dado que la bomba ha llegado a aspirar a 32 metros de profundidad, el caudal total de la prueba es de 1,127 litros/segundo, 97,2 m<sup>3</sup> / día. Mediante la siguiente fórmula podemos obtener la Transmisividad:

$$T = 0,183 (97,2 \text{ m}^3/\text{día} / 14\text{m}) = \underline{1,27 \text{ m}^2/\text{día}}, \text{ siendo}$$

0,183 = Constante

97,2 m<sup>3</sup> = caudal de extracción durante la prueba

14 m = diferencia de altura en la recta de la gráfica anterior considerando un ciclo logarítmico completo.



## ANÁLISIS DE AGUAS

Durante la última hora de ensayo de bombeo, se tomaron dos muestras de agua de 100 ml cada una que fueron llevadas a la Región de Salud n° 2 de Comayagua para su análisis bacteriológico y físico-químico. Los resultados de ambos análisis fueron satisfactorios, el análisis bacteriológico dio negativo en todos los parámetros analizados (colonias mesófilas, coniformes, *escherichia coli*), mientras el físico químico daba unos valores todos dentro de los umbrales aceptados por la Norma Técnica de Calidad de agua de Honduras. No obstante, el hierro dio un valor máximo dentro de los parámetros aceptables y los sólidos disueltos dieron una cantidad de 480 ppm de un máximo de 1000 ppm que se admiten en la norma. Esto indica que el agua es totalmente potable, aunque sería recomendable controlar su calidad. Según nos han informado los habitantes del barrio, la turbiedad del agua ha disminuido con el paso de los meses.

El hecho de no encontrar contaminación bacteriológica hace que no sea necesario clorar el agua, aunque por seguridad siempre se recomienda hacerlo. El procedimiento para la cloración del agua consiste en bombear del pozo hasta llenar el tanque y después diluir hipoclorito una hora antes de su distribución. La cantidad de cloro a diluir debe estar de acuerdo con las concentraciones que se indican en la Norma Técnica de Calidad de agua de Honduras, a disposición de todos los interesados en el Departamento de Desarrollo Comunitario de la Municipalidad de Siguatepeque.

## ESTIMACIÓN DE LA DOTACIÓN

Ante las conclusiones obtenidas tras los cálculos realizados con los datos del ensayo de bombeo, para poder hacerse un sistema de distribución de agua potable con éste pozo, es imprescindible dejar un día de por medio a fin de que el pozo se recupere completamente y para que los abonados no paguen una factura de luz desorbitada, pues el llenado de un tanque de 38 m<sup>3</sup> considerando el caudal de salida, el cual será el mismo que el de la prueba y las pérdidas de carga, se estima en unas 10 horas. Tal vez en un futuro, y una vez que el pozo se adapte a las salidas/entradas de agua se podría hacer funcionar la bomba a diario, sobretodo en el caso de que el barrio aumente su población. No obstante, a día de hoy no es recomendable hacerlo, de modo que consideramos mejor establecer el funcionamiento del sistema a día de por medio.

## ESTABLECIMIENTO DE LA TARIFA MENSUAL

La tarifa mensual que deben satisfacer los abonados de acuerdo con la Ley Marco de Aguas se divide en tres partes:

- Pago de la tarifa eléctrica
- Pago del fontanero, conservador del sistema
- Fondo de reserva

Según la ENEE, compañía eléctrica de Honduras, el gasto mensual de la bomba es de 900 vatios al mes, lo que supone un gasto de 2400 lempiras (2,7 lempiras/vatio). Dado que en el barrio hay 95 abonados esto supone un gasto de 25 lempiras mensuales por abonado.

Por aprobación alcanzada en asamblea, el fontanero, quien debe encargarse de hacer funcionar el sistema del barrio Tres Pasos 2 y también el del vecino barrio Sinaí, percibirá el



total de 3000 lempiras al mes, lo que dividido entre los 97 abonados supone un gasto de 30 lempiras mensuales por abonado.

Por aprobación alcanzada en asamblea, el fondo de reserva que servirá para repuestos, recambios y la posibilidad de comprar otra bomba al año y medio del establecimiento de la tarifa, será de 2400 lempiras al mes, lo que dividido entre los 97 abonados supone un gasto de 25 lempiras mensuales por abonado.

Así pues, la tarifa mensual por abonado, sumando las cantidades anteriores será de 80 lempiras al mes, lo que traducido en Euros al cambio actual suponen **3 €** al mes por abonado por el pago del sistema de agua potable.

### 3.4 Construcción del tanque

El tanque tiene una capacidad de 38 m<sup>3</sup>, según el estudio realizado por el Ingeniero de Peace Corps Nathan Haugen, basándose en los datos de población y el crecimiento de la misma.

Las obras comenzaron el 27 de octubre y finalizaron el 7 de noviembre. Hubo que interrumpir los trabajos durante unos 5 días debido a las fuertes lluvias ocurridas durante la segunda quincena de octubre. El tanque fue construido por Wilfredo Sevilla, en colaboración con los vecinos del barrio, que, por convenio, aportaron mano de obra no cualificada, así como materiales locales, madera, arena, piedra y grava. Los ladrillos del tanque también se compraron en el barrio, pues había 7 ladrilleras. En palabras de Wilfredo, “nunca había visto unos ladrillos de tanta calidad, solo los industriales”.



**Comienzo de las obras del tanque durante la fase inicial.**



El tanque se cimentó a una profundidad de 80 cm. El terreno apenas hubo que allanarlo, pues ya era bastante llano de por sí, y tras retirar la parte más superficial de materiales sueltos y llegar a profundidad de cimentación, la fase se realizó rápidamente

La fase de cimentación consiste en una losa con un armazón de varillas de hierro corrugado de  $\frac{3}{8}$  formando un emparillado. Se hincan 16 varillas de hierro corrugado de  $\frac{3}{8}$  en 4 grupos de 4 unidades cada uno, formando los pilares maestros de las futuras paredes. Alrededor del anillo exterior se hincan varillas de hierro de  $\frac{1}{4}$  recorriendo todo el perímetro. El terreno se rellena con bloque de piedra para dejar una superficie regular. Para la construcción del tanque, más el acondicionamiento del terreno, la comunidad aportó  $16 \text{ m}^3$  de arena, grava y piedra, mientras nosotros pusimos 160 sacos de cemento, los ladrillos, las varillas de hierro y los demás accesorios.

Una vez terminada la fase de cimentación comienza la segunda fase, de levantamiento. Comienza la puesta de los ladrillos, uniendo cada hilada por un anillo de amarre que van enganchados a los pilares de modo que al final hay entre 25 o 27 hiladas de ladrillos, dependiendo del tamaño y 24-26 anillos de amarre, lo que da una enorme estabilidad y capacidad de carga a la pared, no en vano, el peso que ha de aguantar es de  $38 \text{ m}^3$  de agua, es decir 38 toneladas. Terminada la puesta de los ladrillos, se revocan las paredes con cemento y se funden los castillos, así como la losa de la base, a fin de que la superficie sea uniforme, plana y lisa.



**Evolución de las obras del tanque durante la segunda fase.**



Terminada la segunda fase se inicia la tercera fase, que consiste en la construcción de la losa superior, que cerrará el tanque. Como puede verse por tanto, la construcción de un tanque se lleva por partes, no es un todo uno. Para construir la losa, primero se pilotea el interior. Posteriormente se coloca una lámina de *plywood*, un material sintético de enorme resistencia, y finalmente se funde con cemento. Mientras el cemento está fresco se ponen dos tubos de ventilación y se deja un hueco de acceso para entrar al tanque que va tapado con una trampilla. A partir de aquí, las etapas finales fueron el pulido de la pared, pintado y rotulado, siendo realizado por la empresa local Rótulos McGrath, quien ofreció unos resultados realmente satisfactorios y una excelente calidad/precio.



**Izquierda: Detalle del piloteado en el interior del tanque. Derecha: Fin de la tercera fase, el tanque ya con la losa.**

### 3.5 Construcción de la caseta e instalación de las tuberías

Paralelamente a la construcción del tanque, pues entre etapa y etapa había que esperar 5 o 6 días para que el cemento se consolidase, se procedió a la construcción de la caseta de protección para la caja de control de la bomba. Las dimensiones de la caseta son 1,80 x 1,80 metros de base por 2 metros de altura. A la misma se le puso una puerta metálica de cuyas llaves se harán cargo el fontanero y el Presidente de la Junta de Aguas.



**Evolución de la caseta de control.**



Una vez terminados el tanque y la caseta de control, se procedió a la instalación de las tuberías, para así dejar listo el sistema a la espera de ubicar la bomba. La tubería impelencia, de 1080 metros de longitud presenta una sección de 2 pulgadas, mientras la tubería de distribución, de 400 metros de longitud presenta una sección de 1.5 pulgadas, ambas de 160 psi de presión y categoría RD-26, según el estudio realizado por Nathan Haugen. Se compraron tubos de campana, los cuales, por su diseño, no necesitan camisa para unirse entre sí, lo que disminuye los costes y además garantiza un mejor acople de la tubería. No fue necesario ubicar una válvula de aire, pues el caudal es bastante pequeño, por lo que la presión era relativamente baja. Ambas tuberías fueron enterradas a 60 cm de profundidad, aunque en tramos que presentaban una dureza particularmente alta se dejaron a unos 45 cm. El material de las tuberías fue pvc, proporcionado por Durman Dureco de Honduras, no obstante, los 10 metros de entrada y salida al tanque se pusieron de hierro galvanizado.

A la salida de la tubería de distribución se acopló una válvula de compuerta a la que se protegió con una caja toma. Se llevó a conectar a la red de distribución existente mediante un nipple reductor y un adaptador. En la tubería de impelencia también se ubicó una válvula de compuerta a la salida del pozo, pero mientras ésta se hizo para regular el caudal, aquella fue para garantizar el llenado del tanque.



Diversas imágenes de la colocación de las tuberías. Izquierda arriba: Excavación de la zanja. Derecha arriba: Llegada del material. Abajo izquierda y derecha: Colocación en diversos tramos de la zanja.

### 3.6 Ubicación de la bomba y conexión al sistema

Terminadas las obras e instaladas las tuberías se procedió a completar el apartado técnico del proyecto con la instalación de la bomba. Se deja siempre en último lugar pues la bomba no puede estar sumergida y sin funcionar, al igual que el depósito de un vehículo no puede tener combustible si no se va a usar; y para poder funcionar la bomba, primero deben haberse terminado las infraestructuras hidráulicas.

La bomba se compró a Inversiones Diversas, a quienes ya habíamos comprado las bombas durante los proyectos del periodo 2007-2008 y a quienes volveríamos a comprar la bomba del proyecto de Las Flores, pues nos hacen un descuento en cada compra del 19% por estar destinado a un proyecto de ayuda humanitaria.



**Izquierda arriba: Astrid y Maite con la bomba del pozo de Tres Pasos 2. Derecha Arriba: Detalle del pozo, con la bomba ya ubicada y el sello sanitario, codo de salida y unión universal. Izquierda abajo. Panel de control, mostrando el interruptor, el contactor y demás accesorios. Derecha abajo: La caseta ya terminada con la puerta colocada y la caja de protección de la válvula de la salida de la impelencia con las tapaderas.**

La bomba es de marca Unitra, modelo UP-1830, acoplada a un motor sumergible Franklin de 5CV, monofásico, 230v, 4 control box franklin 5hp, contactor magnético, relay térmico, interruptor, centro carga, control de nivel, electrodos, pararrayos monofásico, varilla polo tierra, 6 lances tubería de hierro galvanizada stm cedula 40 de 11/4" x 6 metros, 40 metros,



cable eléctrico sumergible KALLAS 3x10 y 3x14, sello sanitario de 6"x11/4", válvula cheque horizontal de 11/4", cinta aislante, teflón, sellador de cable y accesorios varios de hierro galvanizado para cabezal de bombeo. Fue unida a la red eléctrica a través de un transformador monofásico Franklin de 25 kilovoltios. Dada la poca transmisividad del pozo fue necesario aprovechar al máximo la profanidad del mismo, que tampoco es excesiva, de modo, que, de los 40.5 metros de entubado, la bomba se bajó hasta una profundidad de aspiración de 37 metros. Una vez solicitado y concedido el dado de alta de la bomba a la ENEE, compañía eléctrica de

Honduras, se activó el transformador y se puso un contador en la pared de la caseta de protección.

Tras ubicar la bomba comprobamos el correcto funcionamiento del sistema. Para ello procedimos al llenado del tanque. Tras regular el caudal hasta 1.25 litros por segundo con la válvula de compuerta ubicada a la salida del pozo dejamos recuperar el pozo hasta el nivel estático inicial y comenzamos la prueba. Al principio, hubo una pequeña fuga en la unión universal, algo lógico, pues aún no se había probado ya con agua. Tras subsanar éste inconveniente, continuamos la prueba con normalidad, asegurándonos que no hubiera fugas a lo largo de la tubería. Para nuestra satisfacción, el tiempo estimado de llenado del tanque de 10 horas se quedó en poco menos de 9. Una vez terminado el llenado y, tras comprobar que no había fugas y que las infraestructuras respondían sin problemas, dimos por concluida la parte técnica del proyecto "Abastecimiento de agua potable al barrio Tres Pasos 2".



**Izquierda: Prueba de llenado del tanque. Derecha: Foto de familia con los habitantes del barrio en el tanque ya pintado y rotulado.**



### 3.7 Informe de capacitaciones y descripción de la parte social

#### 3.7.1 Aspectos sociales del barrio Tres Pasos n° 2:

- Se realizaron diferentes reuniones en los barrios para motivar a la población en el sentido de involucrarse el desarrollo de los proyectos.
- Visitas domiciliarias con el objeto de socializar el proyecto con los vecinos.
- Mediar conflictos de intereses entre los pobladores de manera que los resultados al final sean exitosos.
- En coordinación con las directivas de los patronatos se realizaron todas las actividades que fueron necesarias para la realización del proyecto.



Noé se dirige a los vecinos durante una convocatoria a asamblea.

- Teniendo en cuenta la realidad social y económica de esta población se propusieron diferentes estrategias para que en la medida de sus posibilidades se integrasen a los trabajos de construcción de los proyectos.



- Se promovió la colaboración de parte de los vecinos para la construcción de obras de forma en que estos tuviesen la posibilidad de acceder al derecho de conexión al sistema de agua por medio del trabajo que aporten en calidad de mano de obra no calificada o dinero en efectivo.
- Se realizó un estudio socioeconómico en el barrio previo a la realización del proyecto con el fin de determinar las condiciones de vida de la población. En dicho estudio se evaluaron los siguientes aspectos: a) Educativo, b) Salud, c) Vivienda, y demás datos generales.
- La planificación de la inauguración fue satisfactoria dentro de las limitaciones económicas y los problemas sociales que enfrenta el país.

### 3.7.2 Aspecto educativo del barrio Tres Pasos n°2:

- Se realizaron diferentes capacitaciones en las que la población de los barrios beneficiados se informó de temas muy importantes en áreas de salud y medicina preventiva.
- Se desarrollaron visitas domiciliarias con la idea de informar a la población acerca de enfermedades de origen hídrico como ser leptospirosis, gastroenteritis, alergias de la piel, mal de Chagas y otras infecciones intestinales. De igual manera se trataron los temas de dengue y malaria.
- Formación de los líderes que conforman los comités para despertar sus capacidades y que se conviertan en agentes multiplicadores de información valiosa para sus vecinos.
- Fue necesaria la coordinación con los representantes de la Secretaría Salud y resulto muy valiosa ya que facilitaron mucha información útil para el área didáctica de los talleres que realizamos.
- Se capacito a los miembros de la Junta Directiva Administradora de Agua sobre los siguientes temas:
  - a). Ley Marco del Sector Agua y Saneamiento de Honduras.
  - b). Reglamento de Las Juntas Administradoras de Agua.
  - c). Administración básica
  - d). Manejo de libros administrativos
- En este proyecto se informó a los beneficiarios acerca de la firma del convenio que tuvo lugar el año 2004 entre las instituciones GEÓLOGOS DEL MUNDO y ASIDE, y que gracias a esta cooperación mutua es posible que este tipo de proyectos se puedan realizar.



**Noé mercado impartiendo una charla sobre igualdad de género.**

### **3.7.3 Aspectos ambientales del barrio Tres Pasos n° 2:**

- Se realizaron actividades de saneamiento en el proyecto como ser campañas de limpieza en las que la población se involucro completamente.
- Participación en talleres donde se abordó la problemática del tema del agua en este municipio de Siguatepeque, de estos se emitieron propuestas para mejorar la situación, a través de con soluciones a corto, mediano y largo plazo.
- La promoción de una actitud de responsabilidad con el medio ambiente, fue tema importante en las jornadas de capacitación que se desarrollaron en todas la viviendas de estos barrios.

### **3.7.4 Aspectos legales del barrio Tres Pasos n° 2:**

- Se realizaron los trámites de legalización de los documentos de propiedad de los terrenos donde se ubicaron las obras esto fue de vitales importancia para el desarrollo del proyecto.



- Se capacitó a los miembros del Patronato y La Junta Administradora de agua, acerca de las siguientes leyes del país: Ley Marco del Sector Agua y Saneamiento, Reglamento de Juntas Administradoras y Reglamento de La Unida de Supervisión Y Control Local (USCL).
- De igual forma Participe en la Elección de La Unidad de Supervisión y Control Local, (USCL).
- Se promovió la formulación de los Reglamentos Internos de las Juntas Administradoras de Agua, como base fundamental de éxito en la administración de los sistemas.
- Se pusieron en practica y se legalizaron libros de administración básica, a continuación:
  - a). Libro de Caja Chica
  - b). Libro de Ingresos y Egresos o libro Mayor
  - c). Libro de planificación del fontanero
  - d). Libro de Registro de Reclamos
  - e). Libro de Inventarios
  - f). Libro de Actas
- Así mismo se creo y se puso en vigencia un contrato de prestación de servicios el cual será de mucha utilidad para garantizar el cumplimiento de los Reglamentos Internos.



**Explicación de la Ley Marco Hondureña de Aguas**



### 3.7.5 Aspectos administrativos del barrio Tres Pasos n° 2:

- Se diseñaron plantillas de control para la administración de materiales trabajo
- Se coordinaron actividades con autoridades municipales y de personas particulares con el fin de instalar toda la logística que se necesitaba.
- Fue importante la relación estrecha que se dio con las contrapartes que apoyaron estos proyectos. A si como las diferentes reuniones que se planificaron con el fin mantener informados a los diferentes representantes de estas instituciones.

### 3.7.6 Aspecto técnico del barrio Tres Pasos n° 2:

- Apoyo en el diseño de la red de distribución de agua en el proyecto.
- Realización de visitas periódicas al barrio Los Tres Pasos n° 2, con el objeto de darle seguimiento a las actividades recomendadas por los Geólogos del Mundo. Estas recomendaciones van orientadas a temas administrativos y labores técnicas con el fin de garantizar el buen manejo del sistema.

### 3.7.7 Inauguración del proyecto:

El pasado 22 de diciembre de 2008 se inauguraron las obras físicas del proyecto *Distribución de agua potable al barrio Tres Pasos 2*, aunque las obras ya se habían concluido dos semanas antes, no fue hasta realizar el llenado del tanque cuando se dieron por concluidas.

Al acto asistió el Alcalde Municipal, Guillermo Martínez Suazo, así como otros representantes de las contrapartes de Geólogos del Mundo. Se hizo entrega de reconocimientos y gratitudes y al final, la mujer más anciana del barrio procedió, como es costumbre a romper un cántaro con agua con lo que se terminó la inauguración de forma satisfactoria.



**Izquierda. Corte de la cinta durante la ceremonia inaugural. Derecha: Foto de familia en el tanque del barrio Tres Pasos 2.**



## 4. ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE AL BARRIO LAS FLORES

### 4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto comenzó a mediados-finales del mes de enero, una vez inaugurado el proyecto anterior, finalizado los periodos vacacionales navideños y presentados los correspondientes informes.

El barrio no contaba con sistema alguno de agua potable, a pesar de que el barrio de al lado, Fátima, se abastecía de agua gestionada por el SANAA, posteriormente por Aguas de Siguatepeque. El Patronato del barrio llevaba nada menos que 11 años trabajando y luchando por conseguir un proyecto de agua potable. En el año 2003 la Cooperación Japonesa perforó un pozo en la parte alta del barrio que resultó un fracaso, el pozo resultó seco, más adelante veremos por qué. Al no contar con proyecto de agua, el barrio no disponía de Junta Administradora de Agua, por lo que hubo que realizar una intensa labor de promoción social, capacitación y formación de comités comunitarios.

Decidir qué tipo de proyecto se iba a realizar fue una tarea bastante laboriosa, en primera instancia se pensaba realizar un proyecto por gravedad, desde una fuente situada a 3 km del barrio que hubo de ser descartado por la distancia. Posteriormente se contempló la opción de otra fuente más cercana, pero no satisfacía la demanda de agua. Finalmente retomamos la idea de hacerlo por bombeo previa perforación de un pozo, pero el tendido eléctrico existente no resultaba suficiente para funcionar una bomba, de modo que la Municipalidad, cumpliendo con el convenio firmado con Geólogos del Mundo, en un enorme esfuerzo económico cubrió los gastos de la perforación del pozo y los materiales eléctricos necesarios para el correcto funcionamiento de la bomba del pozo y, con ello, de todo el sistema.

Paralelamente a la perforación del pozo se comenzó la construcción del tanque para que no hubiera pérdida de tiempo y se excavó la zanja de las tuberías mediante una máquina puesta a disposición de la comunidad por el Batallón de Ingenieros. Para los estudios topográficos y de diseño del sistema contamos con la inestimable ayuda de la Ingeniera de Peace Corps Michelle Richards, a quien estamos profundamente agradecidos por su labor.

En cuanto a la parte social, en primer lugar se realizó un censo poblacional y de propietarios, resultando 74 casas y una población de 360 vecinos. Posteriormente el promotor social formó dos comités ciudadanos el de Mejoramiento y el de Agua y Salud, para iniciar las labores e promoción social y gestión local previa capacitación comunitaria y de la futura Junta Administradora de Aguas. Se realizaron labores de limpieza comunitaria y talleres de funcionamiento. La Junta Administradora de Aguas fue inscrita en la Municipalidad, por lo que también se cubrieron los aspectos legales.

Cuando tuvimos el plan de trabajo, la ubicación de las obras hidráulicas y los cálculos presupuestarios hechos convocamos a la comunidad a una asamblea el día 20 de enero con lo



que comenzamos oficialmente el proyecto. A la misma asistieron todos los propietarios del barrio y, por ende, todos los futuros abonados. Se les explicó la actuación a seguir, no hubo ninguna opinión en contra, todos aceptaron la perforación del pozo, aún cuando el otro fue un fracaso así como el posible coste la factura mensual y mostraron toda su disposición a colaborar y a seguir las instrucciones y consejos. Por todo ello podemos decir que se han cubierto con éxito tanto la parte técnica como social, lo que supone enorme una satisfacción personal, pues en ambos casos se ha realizado partiendo de cero.

#### 4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA PARTE TÉCNICA

El barrio no tenía infraestructuras hidráulicas ni de abastecimiento ni de saneamiento. Tras contemplar las diferentes posibilidades de realizar un sistema por gravedad, se llegó a la conclusión de hacer un estudio de recursos hídricos y perforar un pozo. Los costes de la perforación, por convenio, fueron cubiertos por la Municipalidad, en tanto que Geólogos del Mundo realizó el estudio y determinó las características y parámetros a seguir. La perforación fue realizada por la empresa Carlos Llamas de Tegucigalpa, quien, con anterioridad había trabajado con la Municipalidad de Siguatepeque en otras perforaciones.



**Inicio de la perforación del futuro pozo de Las Flores. Observando, nuestra compañera Astrid.**

Paralelamente a la perforación del pozo, se comenzaron las obras de la construcción del tanque. Aunque un tanque de 19 m<sup>3</sup> (5000 galones) sería suficiente, consideramos que quizás se desaprovechaba el potencial del pozo y además, hay que tener en cuenta la población de



futuro, por tanto, al igual que en Tres Pasos 2, decidimos construir el tanque de 38 m<sup>3</sup> (10.000 galones), para ello volvimos a contar, una vez más, con los servicios de Wilfredo Sevilla.



**El tanque en construcción visto desde la carretera.**

Terminada la perforación del pozo llegó una gran actividad, pues en primera instancia realizamos el levantamiento topográfico, para lo cual contamos con el apoyo de la Ingeniera de Peace Corps Michelle Richards, quien además del levantamiento topográfico realizó el diseño de la red de distribución. Mediante teodolito y estadia se fueron marcando sucesivas estaciones a lo largo de la carretera. Al final, la longitud de la línea de conducción fue de 1420 metros y la de distribución, 1740 aproximadamente.



**Imagen de los operarios del Batallón de Ingenieros con la máquina retroexcavadora que fue prestada al barrio para abrir la zanja de las tuberías.**



Terminado el levantamiento topográfico se comenzó a excavar la zanja de las tuberías de conducción y distribución y, para ello, los vecinos pidieron ayuda, que fue concedida, al Batallón de Ingenieros, los cuales pusieron una máquina retroexcavadora y con sierra penetradora y dos operarios a realizar el trabajo. La zanja, de 1720 metros de longitud se excavó en 20 días. Al día siguiente de realizar el levantamiento, procedimos a aforar el pozo, previa limpieza del mismo. El agua, enormemente turbia al comienzo de la misma se fue aclarando hasta ser transparente. Realizada la limpieza, comenzamos el aforo, primero a caudal variable, a fin de determinar los caudales óptimos y críticos del pozo, los cuales fueron 4.5 y 5.8 litros por segundo respectivamente. Tras esto, aforamos 20 horas a caudal constante a 4.5 litros por segundo. Terminado el aforo, el pozo recuperó el nivel inicial en 15 minutos. Los cálculos hidráulicos muestran una transmisividad de 3 m<sup>2</sup>/día, valor bajo, pero lo suficiente como para poder extraer agua a diario. Además, la importante profundidad del pozo, 127 metros, hace que, en caso de un caudal mayor y, dada su rápida recuperación, garantiza un abastecimiento continuo.

**Los aforos son siempre motivo de satisfacción. Para la mayoría de los niños de los barrios un día de alegría que nunca han vivido anteriormente.**



A medida que se fueron terminando las obras del tanque, se comenzaron las de la caseta de protección para la caja de control de la bomba, las cuales no duraron más de 10 días.

Una vez terminada la zanja, se procedió a la instalación de las tuberías, la de conducción (impelencia) de 2 pulgadas y la de distribución de 1.5, de acuerdo al estudio realizado por Michelle Richards.

Terminada la instalación fuimos a comprar la bomba, de 15 CV de potencia. En ese tiempo, la Municipalidad compró e instaló 2 transformadores de 25 kilovoltios cada uno necesarios para el correcto funcionamiento de la bomba, pues con esa potencia se pasaba de monofásica a trifásica. La instalación corrió a cargo de G. Galeas, Ingeniero Eléctrico, quien tardó 2 días para instalar los postes, cable, accesorios y transformadores.

Se instaló la bomba y, tras comprobar su correcto funcionamiento, se procedió a la prueba del llenado del tanque. Tras algún contratiempo como el estallido de una tubería por la



presión, el tanque se llenó en el tiempo previsto de 3 horas, terminando así la parte técnica del proyecto con éxito.



**Prueba de llenado, imagen tomada desde la trampilla del tanque. A la derecha abajo podemos ver la tubería de drenaje.**

#### **4.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA PARTE SOCIAL**

Dado que el barrio no contaba con sistema de agua alguno, tampoco había Junta de Aguas, de modo que el promotor social, Noé Mercado, tuvo que partir de cero en las cuestiones de capacitación. Para ello, y sin perder tiempo, formó dos comités, de Mejoramiento y de Agua y Salud. Se realizaron dos campañas de recogida de basuras, se dieron talleres de capacitación y de gestión y de igualdad de género así como explicar la Ley Marco de Aguas.

Terminada ésta cuestión, se procedió a explicar a los abonados, casa por casa las condiciones, derechos y deberes que representa un proyecto de éstas características.

Cuando todos los vecinos fueron capacitados en estas cuestiones, se convocó a la comunidad a una asamblea para elegir la Junta Administradora de Aguas. Se eligió, en presencia de todas las contrapartes y de Luís García Alemán de Desarrollo Comunitario de la Municipalidad quien dio validez legal al acto y procedió a explicar algunos artículos de la Ley Marco de Aguas. La elección, a mano alzada, fue realmente grata, pues siempre hubo dos y a veces 3 candidatos para cada uno de los 7 cargos de los que se compone una Junta. Como presidente de la misma salió elegido Pedro Canales, quien pertenecía al Patronato, pero abandonó su cargo para poder presentarse ala Junta, pues es incompatible ejercer en ambos



organismos al mismo tiempo. Pedro Canales tenía experiencia pues había trabajado con anterioridad en Cruz Roja y, por estar durante años en el Patronato, tenía conocimientos en administración y gestión.

**Nuestro Promotor Social, Noé Mercado Benítez durante la campaña censal**



## 4.2 POBLACIÓN BENEFICIADA

Éste proyecto ha supuesto un antes y un después en la vida de los habitantes del barrio Las Flores. Las 74 casas, antes sin agua, ahora sí la tienen, son 350 habitantes los que se han visto beneficiados. No tenían proyectos anteriores ni recibían suministro alguno, no se había hecho levantamiento topográfico ni diseño de una red de distribución hasta entonces, por tanto tampoco contaban con junta de aguas, únicamente con el Patronato, quien luchó durante 11 años, especialmente su Presidenta, Alba Marina Márquez para conseguir este proyecto que por fin pueden disfrutar.



### 4.3 ESTUDIO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, EMPLAZAMIENTO Y PERFORACIÓN DEL POZO

En el año 2003 la Cooperación Honduras-Japón perforó un pozo en la parte alta del barrio que resultó seco. Los gastos de dicha perforación fueron sufragados por la propia comunidad, con lo que fue una enorme pérdida y mayor desilusión para los vecinos del barrio. En 2008 durante las visitas a diversas comunidades y aldeas pudimos ver el pozo que, efectivamente está seco. Nos preguntaron por la posibilidad de utilizarlo de basurero, que, naturalmente aconsejamos no hacer, no por la posible contaminación del acuífero, ya que el pozo estaba seco, si no porque no era una actuación correcta y además serviría para posibles malos hábitos posteriores.



**Aspecto del fallido pozo del año 2003. Nos llamó la atención el hecho de tener un diámetro de entubado realmente grande, 25 centímetros, cuando la medida estándar suelen ser 15. Obsérvese que los vecinos siguieron nuestro consejo de no arrojar basuras, pues está totalmente limpio.**

Ante éste hecho, en un principio se descartó la idea de perforar un pozo y comenzamos a estudiar la viabilidad de un sistema de agua por gravedad. Se nos informó de la existencia de un manantial en la Quebrada de los Cutes, a unos 3,5 kilómetros de distancia del barrio, de modo que el 23 de septiembre, una vez decantados por Las Flores como comunidad beneficiaria de proyecto fuimos hasta el lugar en compañía de miembros del Patronato para aforar la misma. El caudal era realmente bueno, alrededor de 8 litros por segundo, aunque hay que tener en cuenta que era la época de lluvias. No obstante, miembros de la Unidad de Medio Ambiente de la Municipalidad la habían aforado en abril de ese mismo año y el caudal, aunque lógicamente menor fue de 1,9 litros por segundo, por tanto parecía suficiente también en época seca. El problema fue cuando comprobamos que la altitud de la fuente era inferior a la del

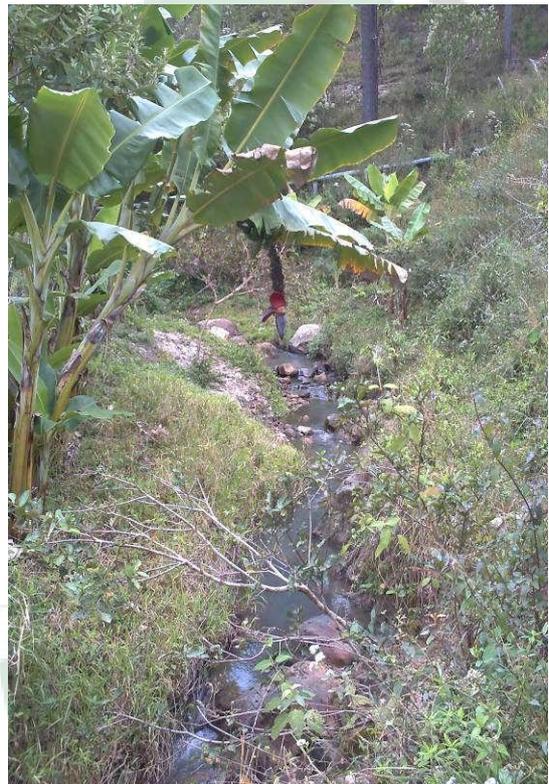


barrio, 1113 por 1129 metros sobre el nivel del mar respectivamente, de modo que no era posible hacerlo llegar por gravedad, por lo que hubo que desechar ésta opción. Se podría haber realizado, con la construcción de 2 depósitos el de distribución y un depósito colector al que se le ubicaría una bomba, pero el costo era prohibitivo.

Posteriormente se nos informó de la existencia de otra fuente en la Quebrada Agua Limpia, a 1,5 kilómetros de Las Flores, la cual se encontraba claramente a una cota más alta, pues el barrio se veía desde allí. Sin embargo, cuando fue aforada por miembros de la Unidad de Medio Ambiente en noviembre, aún en época de lluvias, apenas dio 1,8 litros por segundo, por lo que durante la época seca, cabe suponer que el caudal disminuiría enormemente, incluso podría llegar a secarse funcionando solo como quebrada de invierno, por lo que también se tuvo que descartar ésta posibilidad.

De éste modo retomamos la idea de perforar un pozo, lo cual dejamos para más adelante, ya que nos encontrábamos en plena realización del proyecto en el barrio Tres Pasos 2.

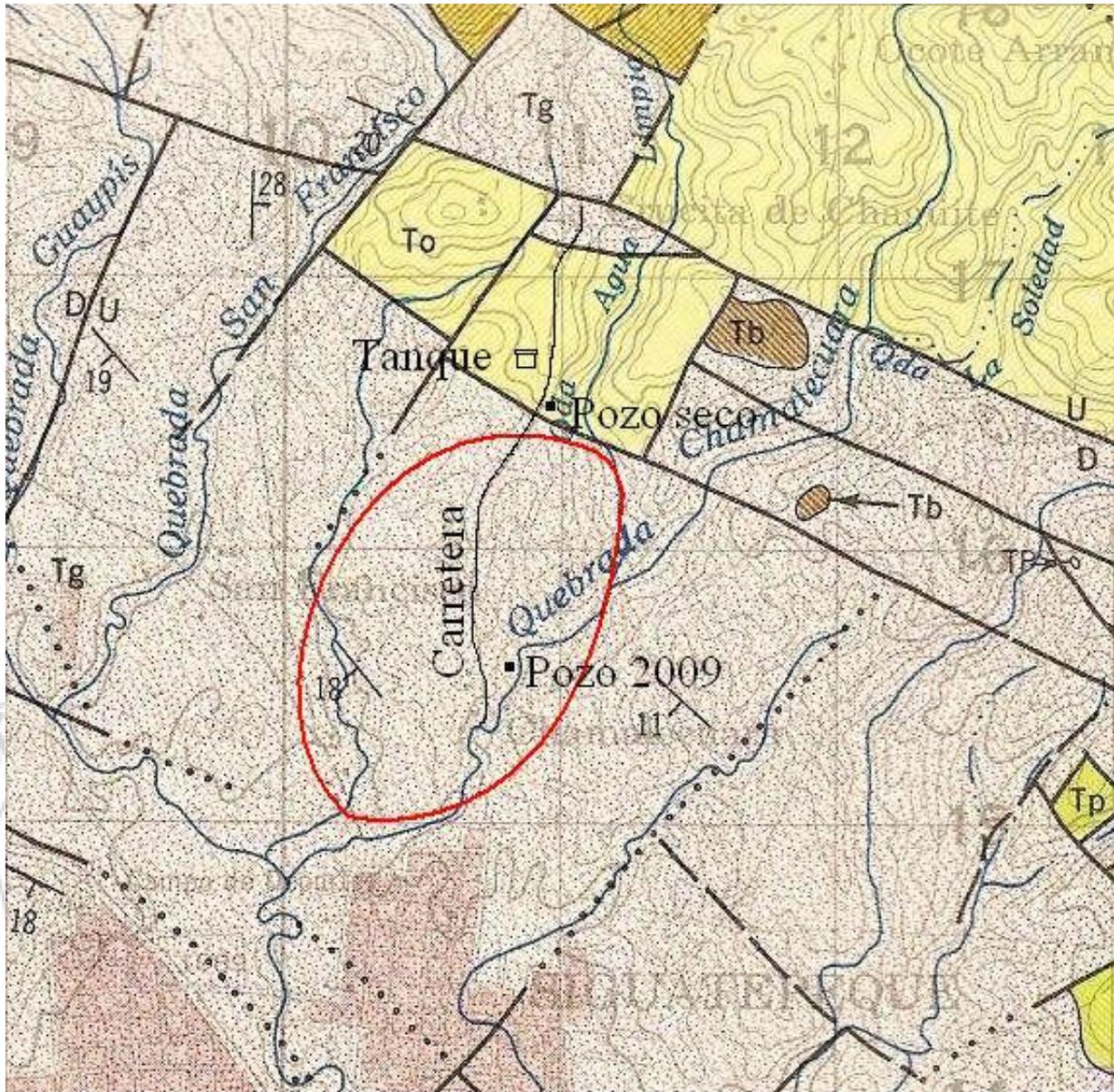
Ya en enero, nos dispusimos a realizar un estudio de las características hidrogeológicas del entorno y, mediante GPS marcamos en el mapa Geológico de Siguatepeque los puntos productores de agua. Cabe destacar la cercanía de 2 pozos al barrio Las Flores, con una tasa de descarga y altura de la lámina de agua similares, lo que nos hizo ser optimistas.



**Sobre éstas líneas, manantial en los alrededores del barrio Las Flores. Derecha: Quebrada Chamalucuará, que fluye a lo largo del barrio.**



La siguiente imagen muestra los resultados del estudio realizado:



**En línea roja, el entorno del Barrio Las Flores. En amarillo, el miembro Ocoté Arrancado del Grupo Padre Miguel. En rosa y punteado el Mimbro Guique, también del Grupo Padre Miguel. En trazo negro grueso, fallas importantes.**

El miembro Ocoté Arrancado, donde se perforó el pozo en el año 2003 corresponde a una roca ignimbrítica o ignimbrita, de origen volcánico explosivo, lo que le da una enorme dureza y compacidad. El tanque se cimentó sobre éste terreno, lo que resulta ideal para cimentar, pero muy poco productor de agua, en éste caso, nada; de ahí que el pozo resultara seco, no se pudo elegir un emplazamiento con menos propiedades acuíferas. Apenas a 100 metros de distancia en dirección SW, separado del terreno anterior por una falla, pasamos al miembro Guique, bastaría con que el pozo se hubiera perforado a no más de 150 metros del terreno elegido para tener agua, pues se trata de una formación correspondiente a una toba



volcánica, roca bastante porosa y que, por tanto, presenta más posibilidades como productora de agua. La mayoría de los pozos del casco urbano de Siguatepeque, por no decir todos, están perforados en el miembro Guique. Dentro de la línea dibujada en rojo podemos ver que el terreno muestra unas características bastante homogéneas, dentro del mismo material, sin fallas, bastante isótropo y con una inclinación muy constante. A ello hay que añadir la presencia de la Quebrada Chamalucuará, por tanto en base a éste estudio marcamos, en un punto situado en terreno municipal, el emplazamiento del futuro pozo que abastecería de agua al barrio Las Flores.

La perforación del pozo fue realizada por la empresa perforista Carlos Llamas de Tegucigalpa, comúnmente conocida por *Charlie*, nombre del propietario. El costo de la misma fue cubierto por la Municipalidad, según el convenio firmado con Geólogos del Mundo.



**Reunión en el emplazamiento del pozo con *Charlie*. Se marcó el lugar exacto y se procedió a la perforación.**

El futuro pozo, así se informó a la Municipalidad y a Charlie, tendría los siguientes parámetros:

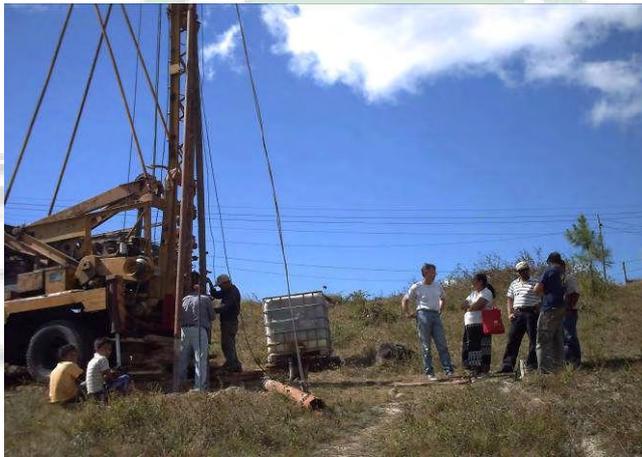
<b>Profundidad del pozo</b>	<b>420 pies/125 metros</b>
<b>Diámetro perforación</b>	<b>10 pulgadas/25 centímetros</b>
<b>Diámetro entubado</b>	<b>6 pulgadas/15 centímetros</b>
<b>Profundidad esperada de nivel freático</b>	<b>90-120 pies/27-36 metros</b>
<b>Tasa estimada de descarga</b>	<b>60-80 galones/minuto//4-5 litros/segundo</b>



La perforación comenzó el día 28 de enero, previa llegada, colocación y nivelación de la máquina. La perforación, se realizó según el método canadiense, con trépano, barra de carga y cabrestante. El nivel freático se cortó el 3 de febrero a unos 24 metros (80 pies) de profundidad, más próximo de lo que habíamos indicado en un principio, lo que aseguraría una columna de agua de unos 100 metros. Fue una gran noticia, ya que, si el pozo fuera productivo podría servir para abastecer poblaciones mayores en el futuro. Si no lo fuera, los 100 metros de columna de agua garantizaban al menos un suministro diario al barrio. A medida que fue profundizando la perforación, el nivel estático del pozo fue ascendiendo progresivamente como muestra la siguiente tabla:

Profundidad perforación	Profundidad estático	Profundidad en metros
250	72.73	22.10
290	71.61	21.70
330	66.00	20.00
370	60.951	18.47

Los datos sugieren que todo lo que se perforó, una vez se cortó el nivel freático fue roca productora de agua, lo que superó nuestras expectativas.



**Diversas imágenes de la perforación y desarrollo del pozo.**



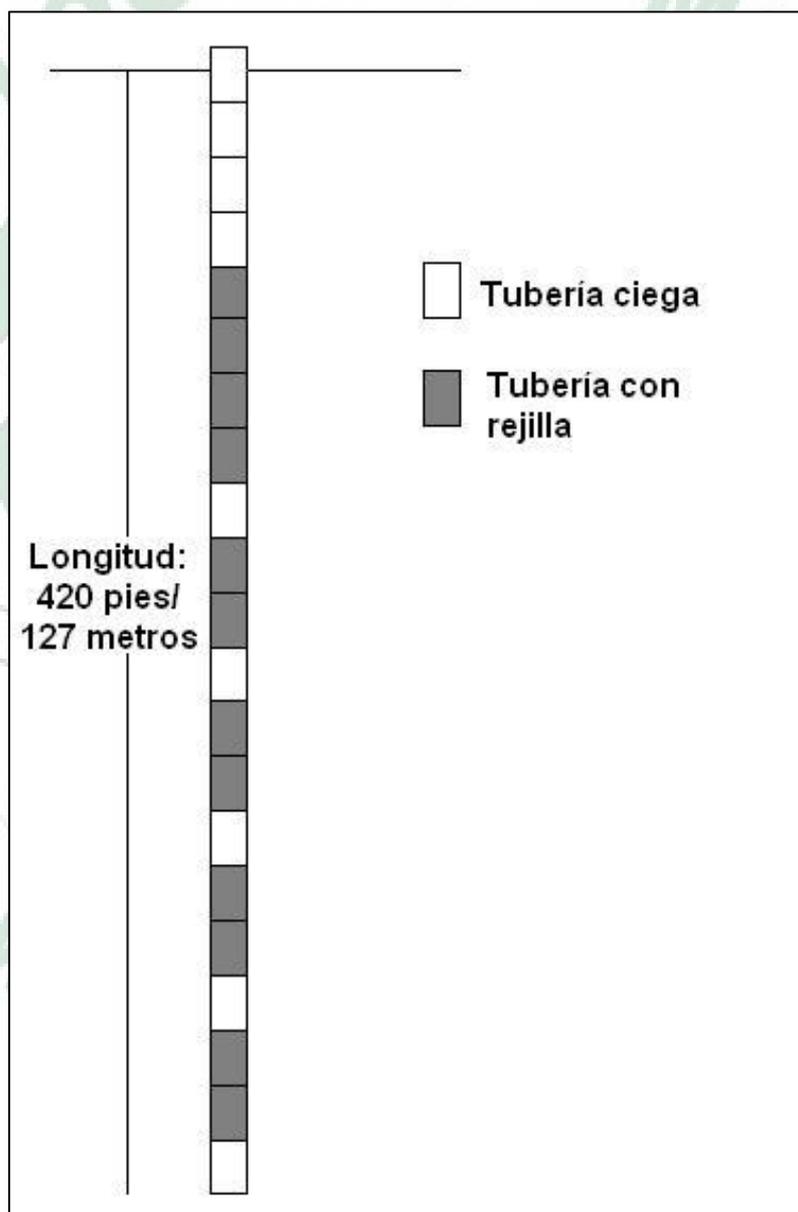
La perforación del pozo terminó el 11 de febrero alcanzando la profundidad prevista. Se procedió al entubado y a poner el filtro de grava, que se denomina *empaque*. El empaque tiene dos funciones, servir de filtro e impedir que entren partículas gruesas al pozo y, asimismo sostener el entubado e impedir que éste roce con las paredes de la perforación. El calibre de la grava del empaque es muy importante, si es demasiado grueso pueden entrar partículas más grandes, mientras que, si es demasiado fino, puede colarse por las ranuras del entubado y colmatarse el pozo.



**Izquierda arriba: Detalla de las gravas del empaque. Derecha arriba: Detalle de los tubos con las ranuras hechas y el tapón del fondo del pozo. Abajo: Colocación del entubado.**



A la hora de entubar, primeramente hubo que determinar qué tubos serían ciegos y cuáles rasurados. Esto es enormemente importante, pues si hay menos tubos rasurados de los correspondientes se está desaprovechando la capacidad del pozo, mientras que si hay más tubos rasurados de la cuenta podría representar problemas estructurales en el futuro, pues cada ranura es un punto de debilidad. A esto hay que añadir el hecho de que la bomba no puede ir ubicada en un tramo de tubería ranurada, pues la succión de la misma podría provocar el problema mencionado anteriormente. La siguiente imagen muestra el desarrollo del pozo según los diferentes tramos:



Teniendo en cuenta que la longitud de cada tubo es de 6 metros (20 pies), ésta disposición permite ubicar la bomba a 72 metros (240 pies), que es la profundidad elegida para su ubicación actual, existiendo la posibilidad de ubicarla a 91 y 110 metros (300 y 360 pies) en caso de que en un futuro haya que bajarla si la demanda de agua es mayor ante un eventual



crecimiento poblacional. El 12 de febrero concluyeron satisfactoriamente las obras del pozo a la espera de su aforo, que se realizaría en los próximos días.

## 4.4 DISEÑO DEL PROYECTO

### 4.2.1 Ensayo de bombeo. Análisis de aguas. Estimación de la dotación. Establecimiento de la tarifa mensual

#### ENSAYO DE BOMBEO

Para la realización del ensayo de bombeo se contrató el servicio de la empresa BOMOHS, la cual desplazó todo el equipo necesario para la ejecución del ensayo desde Tegucigalpa.

Antes de iniciar el aforo, se procedió a realizar la limpieza del pozo. Para ello, se utilizó un compresor de 400 CV de potencia, dadas las condiciones del pozo, puesto que en primer lugar se trataba de una perforación de una profundidad considerable, además de encontrarse recién perforado, de modo que, como pudimos comprobar con la sonda, había entre 4 y 5 metros de detritus y sedimentos acumulados en el fondo del pozo. Para que la limpieza fuese más efectiva, no se limpió a aire libre, si no con sifón hasta el fondo del pozo. El resultado de la limpieza fue muy satisfactorio, puesto que al final de la misma, el agua extraída era prácticamente transparente.



**Izquierda: Aspecto del primer agua al empezar la limpieza. Derecha. Tres muestras diferentes de agua que muestran la evolución y limpieza del agua. Derecha: Al momento de empezar. Centro: Transcurridas 4 horas. Izquierda: A falta de una hora para la finalización de la prueba.**

Finalizada la limpieza del pozo, procedimos al aforo del mismo, el cual se efectuó el día 26 a las 22:00, tras haber determinado el nivel estático a una profundidad de 17,83 metros. Para poder realizar el aforo hubo que traer un generador eléctrico de Tegucigalpa a fin de garantizar el voltaje adecuado y constante a la bomba, ya que, al no haber transformadores ni tendido primario (se instaló posteriormente) la empresa BOMOHS no se quiso arriesgar a una subida de tensión que quemase la bomba.



**Vecinos del barrio recogiendo agua durante el aforo.**

Durante las primeras cuatro horas de ensayo, éste se realizó a caudal variable. El objetivo de ésta prueba es determinar el caudal óptimo de extracción, así como el caudal crítico, esto es, el máximo caudal que puede proporcionar el pozo sin entrar en sobreexplotación.

El primer caudal elegido correspondió a 1,89 litros por segundo y se observó que la respuesta del pozo fue un descenso muy bajo en su nivel. A continuación, se fijó un caudal de 3,150 litros por segundo, ante el cual, el pozo mostró un mayor descenso en su nivel dinámico. No obstante, éste seguía sin ser demasiado importante. Tras observar dichos resultados, decidimos continuar el ensayo a un caudal de 4,410 litros por segundo, ante el que la bajada del nivel dinámico sigue aumentando, pero aún nos encontramos dentro del rango de explotación del pozo. Por último, ensayamos el pozo a un caudal de 6,300 litros por segundo, ante el cual el pozo muestra un drástico descenso del nivel dinámico y por tanto nos determina, tras realizar el tratamiento de los datos obtenidos, que a dicho caudal, el pozo se encuentra en sobreexplotación.

Tras la realización del aforo a caudal variable, una vez tratados los datos obtenidos, y recuperado el nivel estático de referencia de 37,80 metros, se decidió proseguir con el ensayo a un caudal constante de 4,54 litros por segundo. Éste ha sido determinado como el caudal óptimo de explotación, puesto que superados los 5,552 litros por segundo, correspondiente al caudal máximo de explotación, nos encontraríamos sobreexplotando el pozo. Además, dicho caudal será suficiente para abastecer a todo el barrio, siendo necesario llenar el tanque sólo



cada dos días, lo cual reducirá el consumo eléctrico producido por la puesta en marcha de la bomba.

El ensayo a caudal constante se comenzó el día 27 a las 2:00 de la mañana, estando la bomba colocada a unos 91 metros de profundidad y siendo buena la respuesta del pozo, puesto que el descenso registrado en el nivel dinámico, al caudal de extracción de 4,54 litros por segundo, ha sido de 30 metros y durante las últimas 7 horas de ensayo, se ha mantenido más o menos constante. No obstante, durante la realización del aforo, se han detectado pequeñas oscilaciones en el nivel dinámico del pozo, incluyendo ascensos del mismo.

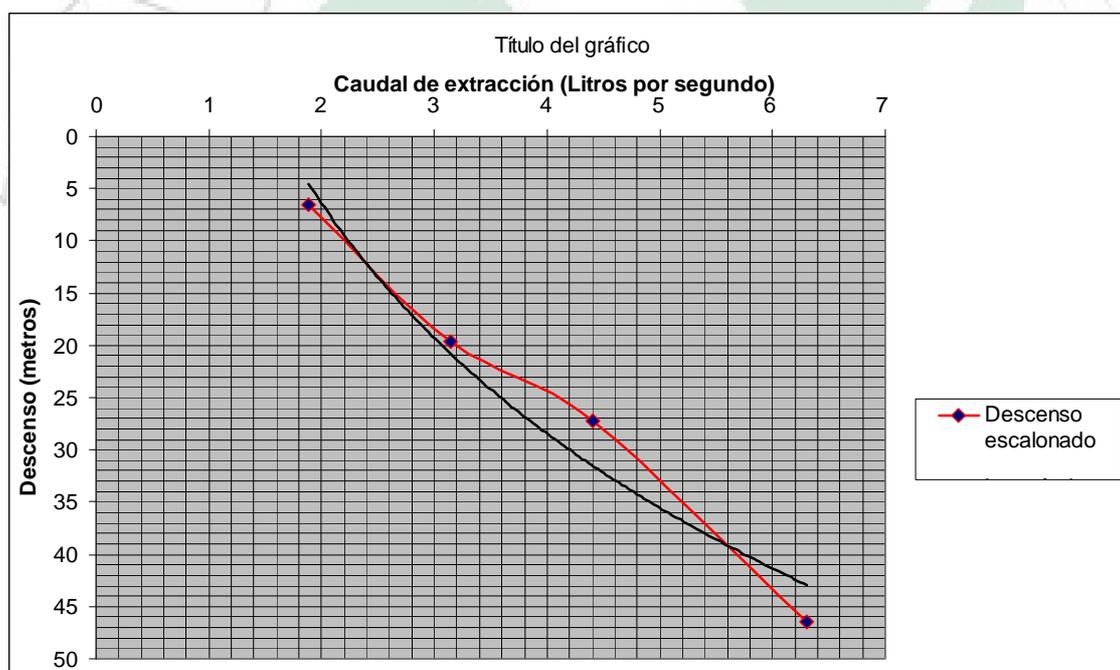
Una vez finalizado en ensayo de bombeo, comenzamos a tomar medidas de la recuperación del pozo, el cual alcanzó el nivel estático de referencia con el cual comenzamos el aforo a los 16 minutos del inicio.

A continuación se muestran los resultados obtenidos del tratamiento de los datos extraídos del ensayo de bombeo:

### **Tabla de evolución del pozo durante la prueba a caudal variable:**

Caudal de extracción Q (l/s)	Descenso (m)
1,89	6,58
3,150	19,61
4,410	27,24
6,300	46,46

### **Gráfico de evolución del pozo durante las cuatro horas a caudal variable:**



Una vez examinada la gráfica obtenida con los datos procedentes del aforo, podemos determinar que el caudal máximo de explotación de este pozo corresponde a 5,552 litros por



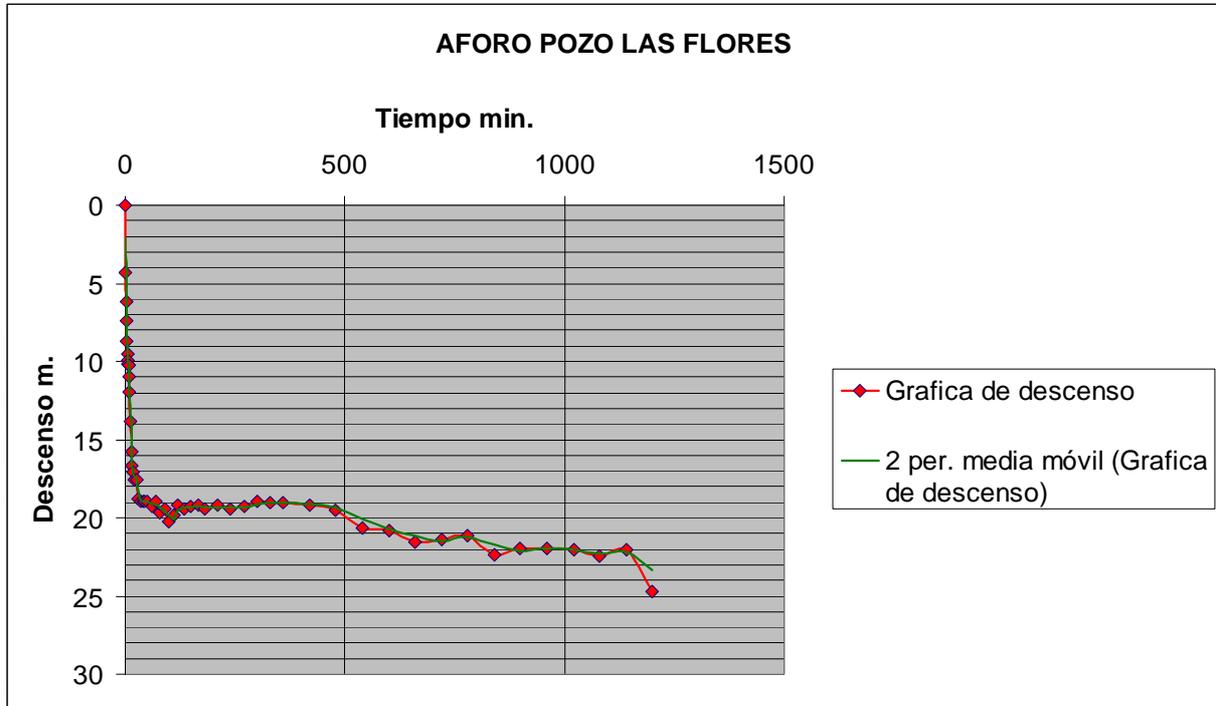
segundo, punto en el cual la línea correspondiente al descenso producido desciende más que la recta de aproximación. En función de estos datos, llegamos a la conclusión de que el caudal óptimo de extracción para este pozo sería de 4,410 litros por segundo.

**Tabla de evolución del pozo durante la prueba a caudal continuo:**

HORA	TIEMPO (MIN)	NIVEL (m)	DESCENSO (m)	Descenso acumulado	Descenso Corregido
2:00	0	37,8000378	0	0	0
	1	42,1800422	4,38000438	4,38000438	4,271
	2	44,2200442	2,04000204	6,42000642	6,186
	3	45,5400455	1,32000132	7,74000774	7,400
	4	46,980047	1,44000144	9,18000918	8,702
	5	47,8800479	0,9000009	10,08001008	9,504
	6	48,3600484	0,48000048	10,56001056	9,928
	7	48,6000486	0,24000024	10,8000108	10,139
	8	48,7200487	0,12000012	10,92001092	10,244
	9	49,5300495	0,81000081	11,73001173	10,950
	10	50,6700507	1,14000114	12,87001287	11,931
	12	52,8900529	2,22000222	15,09001509	13,799
	14	55,3500554	2,46000246	17,55001755	15,804
	16	56,4750565	1,125001125	18,67501868	16,698
	18	57,000057	0,525000525	19,2000192	17,110
	20	57,6000576	0,6000006	19,8000198	17,578
	25	57,6000576	0	19,8000198	17,578
	30	59,1600592	1,56000156	21,36002136	18,774
	35	59,4300594	0,27000027	21,63002163	18,978
	40	59,3700594	-0,06000006	21,57002157	18,932
	45	59,4300594	0,06000006	21,63002163	18,978
	50	59,3400593	-0,09000009	21,54002154	18,910
3:00	60	59,7900598	0,45000045	21,99002199	19,249
	70	59,3700594	-0,42000042	21,57002157	18,932
	80	60,4050604	1,035001035	22,60502261	19,708
	90	60,0600601	-0,345000345	22,26002226	19,451
	100	61,1400611	1,08000108	23,34002334	20,252
	110	60,5700606	-0,57000057	22,77002277	19,831
4:00	120	59,7600598	-0,81000081	21,96002196	19,226
	135	60,00006	0,24000024	22,2000222	19,406
	150	59,8200598	-0,18000018	22,02002202	19,271
	165	59,7600598	-0,06000006	21,96002196	19,226
5:00	180	60,03006	0,27000027	22,23002223	19,429
	210	59,7300597	-0,3000003	21,93002193	19,204
6:00	240	60,03006	0,3000003	22,23002223	19,429
	270	59,8200598	-0,21000021	22,02002202	19,271
7:00	300	59,4300594	-0,39000039	21,63002163	18,978
	330	59,4900595	0,06000006	21,69002169	19,023
8:00	360	59,4900595	0	21,69002169	19,023
9:00	420	59,7000597	0,21000021	21,9000219	19,181
10:00	480	60,1800602	0,48000048	22,38002238	19,541
11:00	540	61,7100617	1,53000153	23,91002391	20,669
12:00	600	61,8900619	0,18000018	24,09002409	20,800
13:00	660	62,9400629	1,05000105	25,14002514	21,557
14:00	720	62,6400626	-0,3000003	24,84002484	21,342
15:00	780	62,3400623	-0,3000003	24,54002454	21,126
16:00	840	64,0800641	1,74000174	26,28002628	22,365
17:00	900	63,4800635	-0,6000006	25,68002568	21,942
18:00	960	63,5100635	0,03000003	25,71002571	21,963
19:00	1020	63,6600637	0,15000015	25,86002586	22,069
20:00	1080	64,1400641	0,48000048	26,34002634	22,407
21:00	1140	63,5700636	-0,57000057	25,77002577	22,005
22:00	1200	67,5000675	3,93000393	29,7000297	24,700



**Gráfico de evolución del pozo durante las veinte horas a caudal constante de 4,54 litros por segundo:**



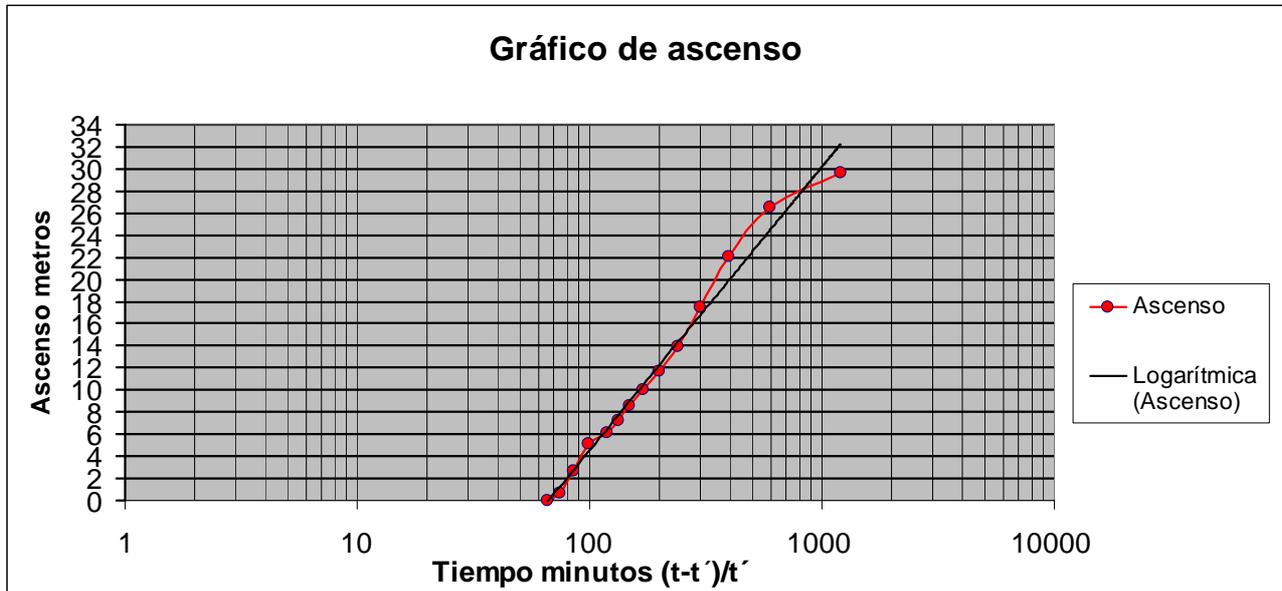
En el análisis de la gráfica de evolución del pozo durante esta parte del aforo, se detecta una fuerte caída del nivel dinámico durante los primeros 30 min de ensayo, tiempo a partir del cual comienza a estabilizarse.

Una vez finalizado en aforo, comenzamos a tomar medidas de la recuperación. A continuación se muestra la tabla con los datos recogidos durante la misma:

TIEMPO	$(t-t')$	ASCENSO	ASCENSO RESIDUAL
1	1199	67,500675	29,700297
2	599	64,3806438	26,5802658
3	399	59,8805988	22,0802208
4	299	55,3505535	17,5501755
5	239	51,7205172	13,9201392
6	199	49,500495	11,700117
7	170,428571	47,7904779	9,990099901
8	149	46,3504635	8,550085501
9	132,333333	45,00045	7,200072001
10	119	43,9504395	6,150061501
12	99	42,9304293	5,130051301
14	84,7142857	40,500405	2,700027
16	74	38,4303843	0,6300063
18	65,6666667	37,800378	0



### Gráfico de evolución del pozo durante recuperación:



Considerando el caudal de la prueba, que hemos realizado a un caudal continuo de 4,54 litros/segundo, o lo que es lo mismo  $392,256 \text{ m}^3 / \text{día}$ . Mediante la siguiente fórmula podemos obtener la Transmisividad:

$$T = 0,183 (392,256 \text{ m}^3/\text{día} / 24 \text{ m}) = 3,00 \text{ m}^2/\text{día}, \text{ siendo}$$

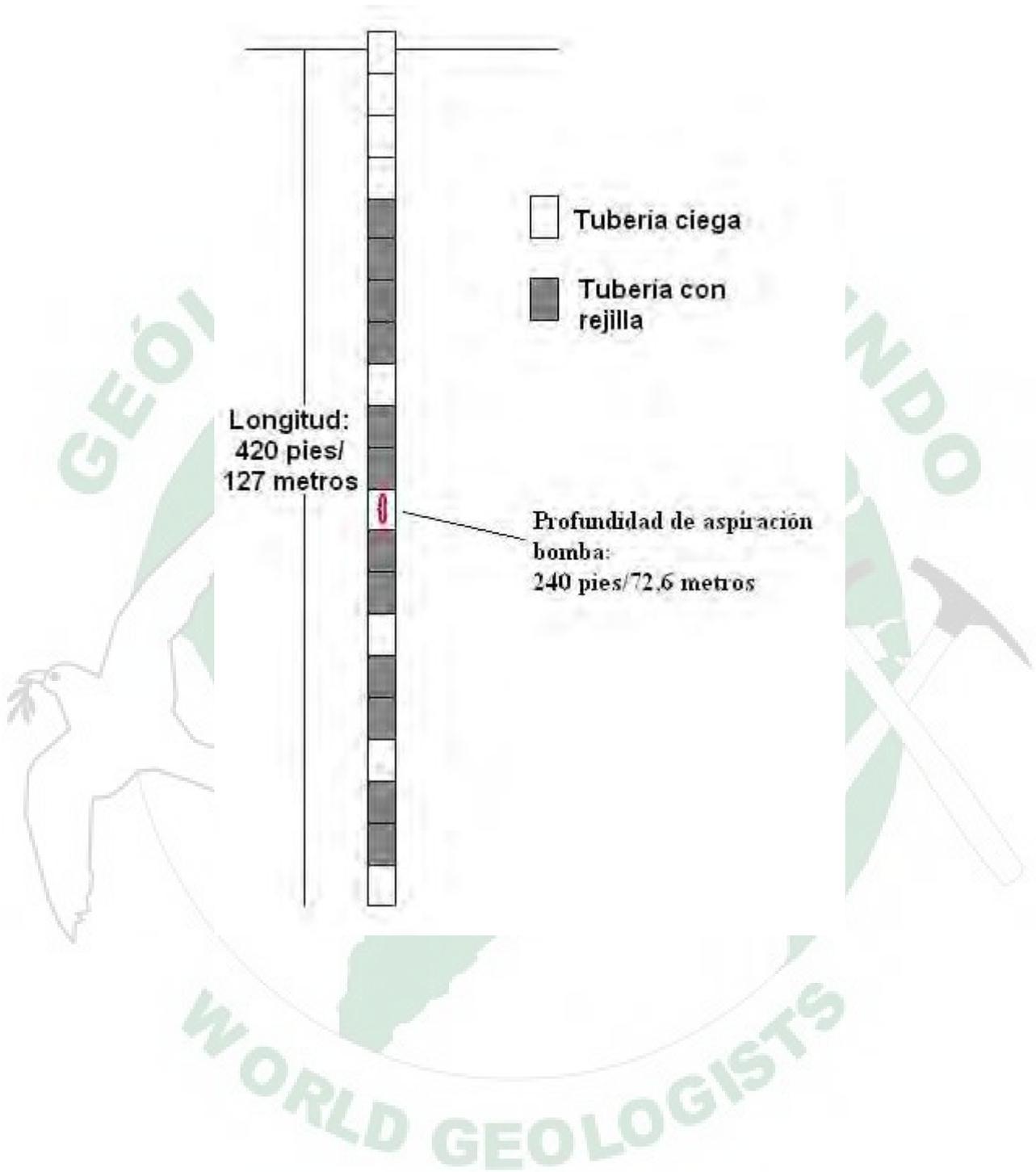
0,183 = Constante

392,256 = caudal de extracción durante la prueba

24 m = diferencia de altura en la recta de la gráfica anterior considerando un ciclo logarítmico completo.

Dado el valor obtenido, podemos determinar que el pozo presenta una Transmisividad baja. No obstante, hemos calculado que el llenado del tanque construido se efectuaría en aproximadamente 3 horas, considerando la pérdida por carga existente, y que los  $38 \text{ m}^3$  de capacidad del tanque serían suficientes para abastecer al barrio durante dos días. Por tanto, el bombeo del pozo sólo será necesario a día de por medio, pudiendo distribuir agua a la población todos los días de la semana.

En base a estos parámetros, la profundidad de aspiración de la bomba que vamos a ubicar será de 72 metros, lo cual es más que suficiente. Sin embargo, si se requiriera de un caudal mayor, para abastecer a una población superior en el futuro, aún quedan 55 metros de agua bajo la bomba, y ésta es suficientemente potente como para superar éste aumento de carga dinámica; no obstante estamos hablando a largo plazo. En el siguiente esquema se puede ver el desarrollo del pozo y la ubicación de la futura bomba. De forma estratégica, se encuentra en un tramo de tubería ciega, para que no arrastre finos y otros sedimentos, tanto del agua, como del empaque.







## ANÁLISIS DE AGUAS

Una vez finalizado el aforo y durante la última medida antes de comenzar la recuperación, se procedió a la toma de dos muestras para la realización de los análisis, correspondientes a parámetros físico-químicos y bacteriológicos. Para ello, dichas muestras se trasladaron a la Región de Salud n° 2 de Comayagua. Los resultados de los análisis, mostraron que todos los parámetros analizados entraban dentro del rango de valores normales permitidos en la norma técnica nacional para la calidad del agua potable de Honduras. La única observación detectada en el agua analizada, en cuanto a los parámetros bacteriológicos, correspondió a la presencia de una colonia de coliformes totales, lo que hace necesaria la cloración del agua antes de su consumo, lo cual no presenta ningún problema ante la potabilidad del agua, posteriormente a su tratamiento. Dicha cloración puede realizarse tanto a nivel domiciliario, como comunitario, siendo esta última, dadas las características del proyecto, la más recomendada. Para ello, basta con añadir al tanque, una vez finalizado su llenado, la cantidad de cloro diluido según las concentraciones recomendadas en la Norma Técnica de Calidad de agua de Honduras.

## ESTIMACIÓN DE LA DOTACIÓN

Una vez realizados los cálculos en base a los datos obtenidos en el aforo, llegamos a la conclusión de que debido al caudal de extracción del pozo y la población a la que va dirigida el proyecto, el llenado del tanque será suficiente con realizarlo a día de por medio, ya que con la capacidad de éste, 38 m<sup>3</sup>, s a toda la comunidad durante dos días. Con ello, se abaratará la factura por consumo eléctrico derivado de la puesta en marcha de la bomba.

No obstante, en el caso de que en un futuro la población del barrio sea superior al número actual y por tanto presenten una demanda mayor del recurso hídrico, dado el comportamiento del pozo durante la recuperación posterior al ensayo de bombeo, determinamos que éste se puede explotar a diario al caudal actual, puesto que tras el aforo, el pozo recuperó su nivel de referencia a los 16 minutos.

## ESTABLECIMIENTO DE LA TARIFA MENSUAL

La tarifa mensual que deben satisfacer los abonados de acuerdo con la Ley Marco de Aguas se divide en tres partes:

- Pago de la tarifa eléctrica
- Pago del fontanero, conservador del sistema
- Fondo de reserva

Según la ENEE, compañía eléctrica de Honduras, el gasto mensual de la bomba es de unos 1,6 kilovatios al mes, lo que supone un gasto de 5400 lempiras (2,7 lempiras/vatio). Sin embargo, el hecho de que la bomba vaya a funcionar adía de por medio supone un consumo de 800 vatios, es decir 2160 lempiras. Dado que en el barrio hay 65 abonados esto supone un gasto de 33 lempiras mensuales por abonado.

Por aprobación alcanzada en asamblea, el fontanero, quien debe realizar un trabajo relativamente sencillo cobrará 2000 lempiras al mes, lo que dividido entre los 65 abonados supone un gasto de 30 lempiras mensuales por abonado.



Por aprobación alcanzada en asamblea, el fondo de reserva que servirá para repuestos, recambios y la posibilidad de comprar otra bomba al año y medio del establecimiento de la tarifa, será de 1105 lempiras al mes, lo que dividido entre los 65 abonados supone un gasto de 17 lempiras mensuales por abonado.

Así pues, la tarifa mensual por abonado, sumando las cantidades anteriores será de 80 lempiras al mes, lo que traducido en Euros al cambio actual suponen **3 €** al mes por abonado por el pago del sistema de agua potable.

### 4.3 CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE

Una vez determinada la ubicación exacta del tanque y tras mantener una reunión con la comunidad y más concretamente, con el propietario del terreno más propicio para el asentamiento del mismo, Víctor López, se procedió a la firma del contrato de mano de obra cualificada, volviendo a contratar los servicios, una vez más de Wilfredo Sevilla. Desde este mismo instante, Wilfredo se hizo cargo de los preparativos para la ejecución del tanque, como facilitarnos la lista de material necesario para dicha obra, reunir las cuadrillas de trabajo con el personal aportado por la comunidad, así como instruirlos para comenzar el proyecto.

**Reunión de la comunidad en el predio del tanque.**



Tras finalizar los preparativos previos necesarios para el comienzo de las obras, se procedió con la excavación del predio necesario para el tanque. Dicha labor fue dificultada por la gran dureza del terreno. Si recordamos el estudio del emplazamiento del pozo, decíamos que el pozo perforado en 2003 que resultó seco, se había perforado en materiales correspondientes al miembro Ocote Arrancado del Grupo Padre Miguel, una ignimbrita. El tanque se cimentó sobre éstos materiales, resultando un excelente terreno para cimentar, pero de una dureza enorme lo que supuso una ardua labor, aunque fuera algo tan relativamente sencillo como nivelar y unificar el terreno; no obstante, se realizó con bastante rapidez.



**Comienzo de las obras del tanque con los trabajos de profundización y nivelación del terreno previos a la cimentación.**

Durante los trabajos previos a la cimentación, se gestionó la adquisición de los ladrillos que se utilizarían para su construcción. Dada la buena experiencia con el material conseguido en el barrio Tres Pasos n° 2, por parte de un miembro de la comunidad, Adolfo López Silva, decidimos volver a confiar sus ladrillos, siendo los resultados enormemente satisfactorios, al igual que en proyecto anterior.



**Llegada al barrio de los ladrillos adquiridos para la construcción del tanque.**



Posteriormente, se procedió al armado del emparrillado de la solera para más tarde fundir el piso del tanque y colocar las varillas, así como el mástil central que guiará la construcción del tanque. Una vez terminada ésta fase, se comienzan a colocar los ladrillos, para una vez finalizada esta tarea proceder a cubrir el conjunto con cemento y dejarlo secar durante unos días.



**Izquierda: Ejecución de solera; Derecha: colocación de varillas y mástil para el comienzo de ejecución de las obras del tanque.**



**Izquierda: Levantamiento de las hileras de ladrillos que compondrán el tanque; Derecha: Finalización de la construcción del tanque.**

Terminada la segunda fase, se continúa con la fundición de la losa, elaboración de las cajas válvula y acera del tanque. Posteriormente, fraguado el cemento se procedió al pulido del mismo, con el fin de eliminar irregularidades y facilitar la labor de pintado. Tras ello, contratamos los servicios, nuevamente, de Rótulos McGrath para el rotulado del tanque una vez finalizado, así como la realización del cartel del proyecto, el cual, al igual que en el proyecto anterior nos ofreció un muy buen servicio.



Izquierda: Armadura previa a la fundición de la losa; Derecha: Rotulación del tanque.

#### 4.4 CONSTRUCCIÓN DE LA CASETA E INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS.

Una vez finalizada la construcción del tanque, se procedió a la elaboración de la caseta de protección del panel de control de la bomba. Las dimensiones de la caseta corresponden a las mismas que en el caso de la de Tres pasos nº 2, añadiéndole el mismo formato de puerta troquelada. Posteriormente se pulió su pared y se pintó de color blanco.



Aspecto y ubicación de la caseta de control de la bomba una vez finalizadas las obras.



Para la realización de la red de distribución contamos con la ayuda de la Ingeniera Michelle Richards de Peace Corps, la cual se encargó de realizar el levantamiento topográfico, actividad realizada el 24 de febrero, comenzando a las 8:00 y terminando hacia las 13:00. Para ello, desplazamos el material necesario para dicho trabajo y con la colaboración, tanto del personal de Geólogos del Mundo, como de la comunidad, la actividad se realizó de forma rápida y efectiva. Posteriormente al levantamiento topográfico y en base a los parámetros hidráulicos que le proporcionamos en los días sucesivos, Michelle procedió a diseñar la red de distribución del barrio.



**Desarrollo del levantamiento topográfico por parte de la Ingeniera Michelle Richards de Peace Corps. A la izquierda, el cartel del proyecto en el desvío al pozo.**

Tras el diseño de la red de distribución se procedió a la excavación de la zanja para la instalación de la misma. Para ello se contó con el apoyo del Batallón de Ingenieros que aportó la maquinaria necesaria, así como los operarios para llevar a cabo la tarea, debido a la dificultad de avance en el terreno a causa de su extrema dureza, pues el primer tramo, en las inmediaciones de la ubicación del tanque y del pozo perforado en 2003 nos encontrábamos en materiales del miembro Ocote Arrancado. Además de la maquinaria, la comunidad también ayudó en la apertura de la zanja, profundizando en los tramos en los que la excavadora no podía excavar más. Dicho trabajo fue muy lento y muy duro, pero finalmente se realizó en el tiempo estimado, sobretodo porque al excavar en materiales del miembro Guique, la dureza del



terreno disminuyó enormemente y los avances diarios fueron realmente notables, unos 180 metros cada día.



**Izquierda: Excavación de la zanja por parte del Batallón de Ingenieros. Arriba: Profundización de la zanja por parte de la comunidad.**

Como norma se estableció que la zanja debía tener una profundidad constante de 60 centímetros, a fin de garantizar la intemperización a la exposición de las tuberías, así como el lavado de la zanja en la época de lluvias, de gran intensidad. No obstante, hubo tramos del miembro Ocote Arrancado donde sólo se pudo llegar a 45 centímetros sin poder hacer más, porque si una máquina no pudo llegar, menos aún la labor humana.



**Izquierda: tubería de hierro galvanizado procedente del tanque; Derecha: tubería de pvc a lo largo de la zanja.**



Cuando se hubo terminado la excavación de la zanja se procedió a colocar la impelencia, la cual presenta, según el levantamiento topográfico realizado por Michelle, 1410 m de longitud, con una sección de 2 pulgadas. A su vez, se instaló la tubería de distribución, que consta de 1746 m de longitud, siendo su sección de 1 ½ pulgadas. La carretera se cortó perpendicularmente en 14 puntos, correspondientes a los 14 ramales de cada calle del barrio, con una tubería de 1 pulgada de sección. El material de las tuberías fue, en su mayor parte, de pvc, proporcionado por Durman Dureco de Honduras; no obstante, en las zonas de entrada y salida al tanque, debido a la existencia de roca, se pusieron tuberías de hierro galvanizado ante la imposibilidad de enterrarlas, dado que el pvc no puede quedar expuesto.

En el recorrido de la tubería, con la finalidad de disminuir la presión se instaló una válvula de aire, aunque en un futuro, sobretodo si aumenta el régimen de consumo, posiblemente habrá que introducir un rompecargas. Un poco antes de la válvula de aire se puso una válvula cheque, con el objetivo de impedir el agua de retorno por la impelencia y quitarle presión a la otra válvula cheque, ubicada al principio de la tubería, justo a la salida del pozo. Una válvula cheque consta de una tapadera interior que permite el paso de flujo en una dirección, en éste caso el flujo ascendente, pero se cierra en el flujo descendente, disminuyendo la posibilidad de un golpe de ariete y preservando la tubería llena de agua, de modo que tras una nueva puesta en marcha de la bomba, la llegada de agua al tanque sea inmediata.

#### 4.5 UBICACIÓN DE LA BOMBA Y CONEXIÓN AL SISTEMA

El 23 de marzo la empresa Inversiones Diversas procedió a instalar la bomba en el pozo. El día antes se había terminado la instalación de los complementos eléctricos necesarios para el funcionamiento de la bomba.



**Arriba. Los transformadores del futuro pozo de Las Flores. Derecha. Sistema eléctrico instalado y listo para funcionar.**



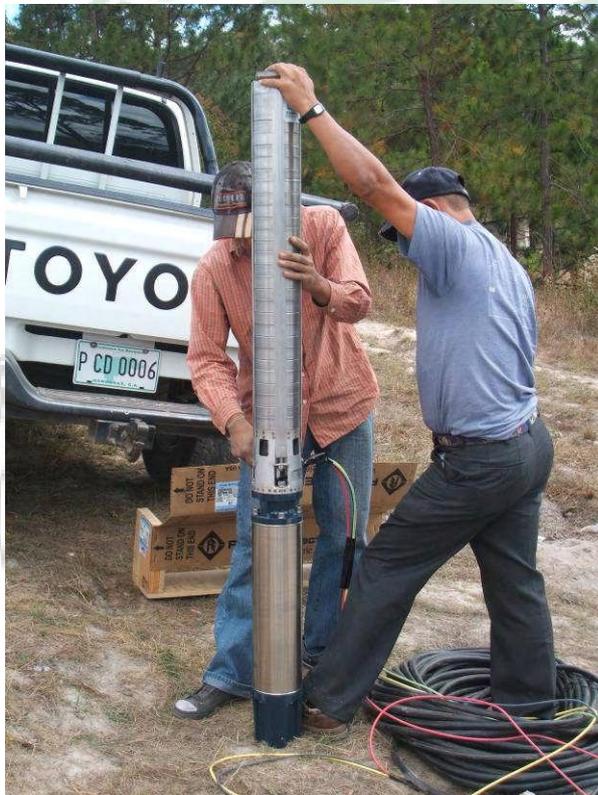
Los materiales consistieron en 2 transformadores Franklin de 25 kilovoltios cada uno, 3 postes eléctricos, 120 metros de cable de acometida número 1, 6 crucetas de madera y diversos



accesorios eléctricos. El costo de los materiales fue cubierto, por convenio por la Municipalidad de Siguatepeque, mientras que los gastos de la instalación realizada por G. Galeas fueron sufragados por la Comunidad.

La bomba sumergible es de marca Unitra modelo SP-9013 acoplada a un motor sumergible franklin de 15 CV, trifásico, 230v,6", monitor de voltaje contactor magnético, relay térmico, breaker industrial ,control de nivel electrodos bajo nivel, pararrayo trifásico, varilla polo tierra,12 lances tubería hg cedula 40 de2"x20pies,270 pies cable eléctrico sumergible KALLAS 3x6 y 3x14,sello sanitario 6"x2", válvula cheque horizontal 2" cinta aislante, teflón, sellador de cable, caja metálica para controles, accesorios varios hg para cabezal bombeo.

Los operarios llegaron al barrio a las 8 de la mañana y se procedió a su instalación, la cual terminó hacia las 12 del mediodía.



**Izquierda: La bomba, ya acoplada al motor. Derecha: Juan Pablo Santos, instalador de Inversiones Diversas con la bomba, momentos antes de bajarla al pozo.**

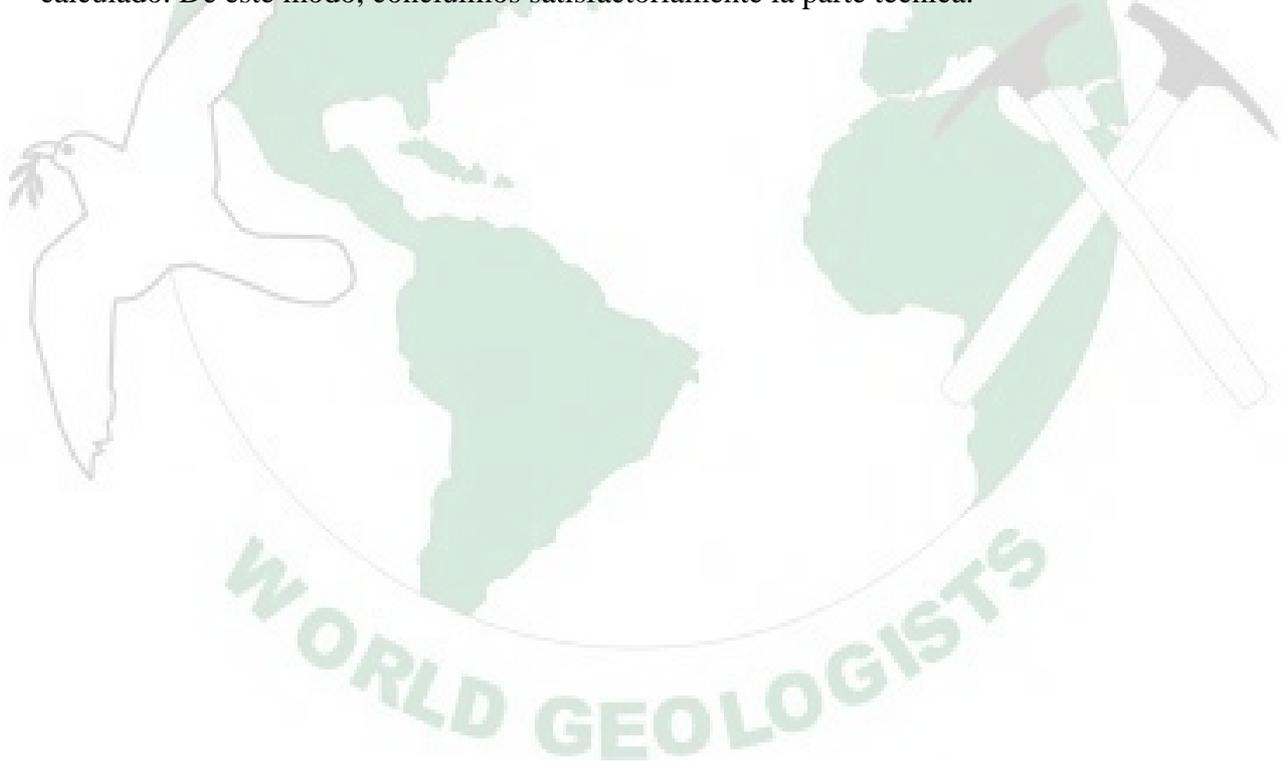
La conexión del panel de control al cable de acometida procedente de los transformadores dio más problemas de los previstos, pues una de las traídas tenía sobrevoltaje, por lo que hubo que regular el mismo o de lo contrario el relay térmico de la bomba impediría que ésta funcionase. Subsanoado éste problema, procedimos a probar la bomba y, tras comprobar su correcto funcionamiento nos despedimos de los operarios de Inversiones Diversas, esperando volver a contar con ellos en el futuro, dadas las buenas relaciones y los precios especiales que hacen a Geólogos del Mundo por tratarse de proyectos de Ayuda Humanitaria.



Durante el resto del día, Wilfredo Sevilla procedió conectar la bomba al sistema mediante la colocación de los accesorios como la unión universal y la válvula cheque a la salida del pozo para, al día siguiente realizar la prueba de llenado el tanque y comprobar el correcto funcionamiento del sistema.

El 24 de marzo procedimos a realizar la prueba de llenado del tanque, una vez conectado y activado el sistema. La prueba, dado el caudal que, según nuestros cálculos llenaría el tanque en 3 horas comenzó a las 15:00, pues Wilfredo aconsejó dejar libre la mañana a fin de que los accesorios sellasen bien y no hubiera fugas. Llegada la hora conectamos la bomba. El agua, para nuestra sorpresa llegó al tanque en apenas 10 minutos, con un caudal e 4.6 litros por segundo, ligerísimamente por encima de lo calculado.

Sin embargo, un golpe de presión en la tubería nos obligó a interrumpir la prueba. A mitad de recorrido, a unos 100 metros de la segunda válvula cheque, la presión hizo reventar uno de los tubos de la impelencia. Sacamos el tubo y vimos como éste había reventado en espiral de un extremo al otro, por lo que Wilfredo procedió a cambiar el tubo, cortándolo en 3 partes y uniéndolas mediante camisas. Tras esperar otra hora, volvimos a conectar la bomba y la prueba ahora si, se realizó sin problemas hasta el final. Cerca de las 22:00 el tanque se había llenado, con un tiempo de 3 horas y unos 10 minutos, con lo que todo salió de acuerdo a lo calculado. De éste modo, concluimos satisfactoriamente la parte técnica.





## 4.7 Informe de capacitaciones, descripción de la parte social y formación de la Junta Administradora de Aguas.

### 4.7.1 Aspectos educativos del barrio Las Flores:

- Se realizaron diferentes capacitaciones en las que la población de los barrios beneficiados se enteró de temas muy importantes en áreas de salud y medicina preventiva.
- Se desarrollaron visitas domiciliarias con la idea de informar a la población acerca de enfermedades de origen hídrico como ser leptospirosis, gastroenteritis, alergias de la piel, Mal de Chagas y otras infecciones intestinales. De igual manera se trataron los temas de dengue y malaria.



### Campaña de prevención de enfermedades parasitarias como la malaria y el dengue.

- Formación de los líderes que conforman los comités para despertar sus capacidades y que se conviertan en agentes multiplicadores de información valiosa para sus vecinos.
- Fue necesaria la coordinación con los representantes de la Secretaría Salud y resultó muy valiosa ya que facilitaron mucha información útil para el área didáctica de los talleres que realizamos.



- Se capacitó a los miembros de la Junta Directiva Administradora de Agua sobre los siguientes temas:
  - a). Ley Marco del Sector Agua y Saneamiento de Honduras.
  - b). Reglamento de Las Juntas Administradoras de Agua.
  - c). Administración básica
  - d). Manejo de libros administrativos
- Se informó a los beneficiarios acerca de la firma del convenio que tuvo lugar el año 2004 entre las instituciones GEÓLOGOS DEL MUNDO de España y ASIDE de Honduras, y que gracias a esta cooperación mutua es posible que este tipo de proyectos se puedan realizar.

#### 4.7.2 Aspectos legales del barrio Las Flores:

- Se conformaron las Directivas de las Juntas Administradoras de Agua las cuales tienen las funciones administrativas que les delega la asamblea de abonados.
- De igual forma se nombraron comités de apoyo que tienen las funciones de apoyar las actividades que programen las Juntas Administradoras de agua. Al primero de estos comités se le denomina “Comité de Operación y Mantenimiento” y al segundo se le conoce con el nombre de “Comité de Educación y Saneamiento”.



**Sesión de capacitación al Comité de Educación y Saneamiento**



- Se realizaron los trámites de documentos de propiedad de los terrenos donde se ubicaron las obras para el desarrollo de los proyectos.
- Los miembros del Patronato, La Junta Administradora de agua y los comités de apoyo fueron capacitados acerca de las siguientes leyes del país: Ley Marco del Sector Agua y Saneamiento, Reglamento de Juntas Administradoras y Reglamento de La Unida de Supervisión Y Control Local (USCL).
- Coordinación de la sesión extraordinaria de la elección de los miembros de la Junta Administradora de Aguas.



**Imágenes de la sesión extraordinaria de elección de la Junta de aguas**

- Participación en la Elección de La Unidad de Supervisión y Control Local, (USCL).
- Se promovió la formulación de los Reglamentos Internos de las Juntas Administradoras de Agua, como base fundamental de éxito en la administración de los sistemas. Para ello, por dos ocasiones, el Regidor de Desarrollo Comunitario de la Municipalidad, Luís García Alemán acudió a impartir unas breves nociones sobre cuestiones legales.
- Se pusieron en práctica y se legalizaron libros de administración básica, a continuación:



- a). Libro de Caja Chica,
- b). Libro de Ingresos y Egresos o libro Mayor
- c). Libro de tareas del fontanero
- d). Libro de Registro de Reclamos
- e). Libro de Inventarios
- f). Libro de Actas

- Así mismo se creó y se puso en vigencia un contrato de prestación de servicios el cual será de mucha utilidad para garantizar el cumplimiento de los Reglamentos Internos.
- Finalmente, una vez electos por votación comunitaria los miembros de la Junta de Aguas se procedió a la Juramentación de la nueva Junta en la Municipalidad de Siguatepeque, de este modo se terminaron de cubrir todos los aspectos legales y administrativos.

#### **4.7.3 Aspectos ambientales del barrio Las Flores:**

- Se realizaron actividades de saneamiento en el proyecto como ser campañas de limpieza en las que la población se involucro completamente. Concretamente, se realizaron dos campañas de limpieza con dos objetivos, el primero sanear las viviendas de los vecinos y el segundo concienciar de aspectos higiénicos y sanitarios y abandono de antiguas prácticas de deshecho de basuras.
- Participación en talleres donde se abordó la problemática del tema del agua en este municipio de Siguatepeque, de estos se emitieron propuestas para mejorar la situación, a través de con soluciones a corto, mediano y largo plazo. Realmente la tarea fue muy buena, pues al tratarse de un barrio carente de sistema, la respuesta y el interés de la población fueron totales.
- La promoción de una actitud de responsabilidad con el medio ambiente, fue tema importante en las jornadas de capacitación que se desarrollaron en todas la viviendas de estos barrios mediante encuestas casa por casa y asambleas comunitarias, previa capacitación de los comités.

#### **4.7.4 Aspectos sociales del barrio Las Flores:**

- Desarrollé diferentes reuniones en los barrios para motivar a la población en el sentido de involucrarse el desarrollo de los proyectos.
- De igual forma realicé visitas domiciliarias con el objeto de socializar el proyecto con los vecinos.
- Se mediaron conflictos de intereses entre los pobladores de manera que los resultados al final fueran exitosos.
- En coordinación con las directivas de los patronatos se realizaron todas las actividades que fueron necesarias para la realización del proyecto.



- Tomando en cuenta la realidad social y económica de esta población se propusieron diferentes estrategias para que en la medida de sus posibilidades se integrasen a los trabajos de construcción de los proyectos.
- Se promovió la colaboración de parte de los vecinos para la construcción de obras de forma en que estos tuviesen la posibilidad de acceder al derecho de conexión, al sistema de agua por medio del trabajo que aporten en calidad de mano de obra no calificada o dinero en efectivo.
- Se realizó un estudio socio económico en el barrio previo a la realización del proyecto. Estos con el fin de determinar las condiciones de vida de la población. En dicho estudio se evaluaron los siguientes aspectos: a) Educativo, b) Salud, c) Vivienda, y demás datos generales.
- La planificación e inauguración del sistema de agua, con participación de las más instituciones locales más importantes fue un éxito total.



**Juramentación de la nueva Junta Administradora de Aguas del barrio Las Flores en la Municipalidad de Siguatepeque.**

#### **4.7.5 Aspectos administrativos del barrio Las Flores:**

- Se diseñaron plantillas de control para la administración de materiales trabajo



- Se coordinaron actividades con autoridades municipales y de personas particulares con el fin de instalar toda la logística que se necesitaba.
- Fue importante la relación estrecha que se dio con las contrapartes que apoyaron estos proyectos. A si como las diferentes reuniones que se planificaron con el fin mantener informados a los diferentes representantes de estas instituciones.

#### 4.7.6 Aspectos técnicos del barrio Las Flores:

- Apoyo en el diseño de la red de distribución de agua y con el levantamiento topográfico de la red de distribución en el proyecto del barrio.
- Realización de visitas periódicas al barrio Las Flores, con el objeto de darle seguimiento a las actividades recomendadas por Geólogos del Mundo. Estas recomendaciones van orientadas a temas administrativos y labores técnicas con el fin de garantizar el buen manejo del sistema.

#### 4.7.7 Inauguración del proyecto.

El 25 de marzo de 2009 se inauguró oficialmente el sistema de agua del proyecto *Distribución y abastecimiento de agua potable al barrio Las Flores*. La ceremonia fue realmente espectacular, algo que sin duda quedará grabado en todos los que tuvimos la suerte de asistir y/o participar.

Asistieron el alcalde Municipal, Guillermo Martínez Suazo, la Gerente General, Reyna Arias, Corporación Municipal en pleno, el Coronel Cañas Ortiz del Batallón de Ingenieros y representantes de todas las contrapartes de Geólogos del Mundo. Se hicieron reconocimientos institucionales y personales, con momentos de mucha emoción, después de 11 años luchando por conseguir el proyecto.

Al final, la mujer más anciana del barrio procedió, como es tradición, a romper el cántaro de agua; después de muchos años recorriendo grandes distancias para conseguir agua, y sobre todo las mujeres, ya no tendrán que volver a desplazarse nunca más.



**Izquierda: Llenado del cántaro durante la ceremonia inaugural. Derecha: Foto de familia en el tanque del barrio Las Flores**



## 5. OTRAS ACTIVIDADES REALIZADAS

### 5.1 Evaluación de los alrededores de siguatepeque

Durante la segunda quincena de octubre se produjeron unas lluvias de una intensidad solo comparable a los efectos del Huracán Match hace 10 años, lo que parece demostrar la periodicidad en la recurrencia de eventos.

A petición de la Municipalidad de Siguatepeque, procedimos a realizar un análisis de las zonas más afectadas, sobretudo en las áreas rurales. Para realizar dicha labor, nos desplazamos, junto a personal de la Municipalidad, del Cuerpo de Bomberos de Siguatepeque y del Batallón de Ingenieros a las poblaciones situadas en los alrededores, con la finalidad de determinar las áreas más vulnerables y colaborar en la toma de decisiones encaminadas a proteger a la población, sus bienes y recursos.

En esta visita a los alrededores de Siguatepeque nos encontramos con deslizamientos que se encontraban afectando a tramos de la carretera, así como inundaciones y desperfectos en edificaciones de las poblaciones afectadas por las lluvias, las cuales produjeron movimientos en masa.



**Izquierda: Deslizamiento en una curva de la carretera. Derecha. Imagen de la aldea El Pinto, como se puede ver en la imagen, la casa está en medio de la grieta, por tanto se vio totalmente afectada.**

En la aldea El Pinto se habían producido movimientos superficiales, precursores de un deslizamiento mayor, en el que varias casas se habían visto afectadas, una de ellas prácticamente cortada por la mitad.

Otra situación de emergencia se produjo en las denominadas Lagunas 1 y 2, donde el nivel del agua había aumentado muchísimo y con los efectos de la arroyada superficial continuaba aumentando. En éste caso hubo que evacuar, pues no se pudo hacer nada, ya que era imposible drenar el agua.



No obstante, tras varias semanas, volvimos a inspeccionar las zonas afectadas para evaluar la evolución de los desastres producidos y afortunadamente, las condiciones habían mejorado considerablemente, debido sobre todo a un descenso en las precipitaciones.



**Inundación en la Laguna n° 1 afectando a las viviendas de las orillas.**

## **5.2 Estudio de emergencia en Ajuterique**

Otra visita que realizamos a zonas de emergencia durante dicho periodo de lluvias, fue dentro del Departamento de Comayagua, pero más concretamente en el Municipio de Ajuterique. En este caso, se había producido un gran deslizamiento en la población de San Rafael y existía el miedo de que dicho deslizamiento continuase evolucionando hasta hacer de represa en el río, con la consecuente inundación de todo el municipio.

Nuestra labor ante esta situación fue examinar las partes del deslizamiento para calcular el volumen de material desplazado y determinar si era posible que se diesen las circunstancias para producirse la represa en el río.

En esta inspección, coincidimos y colaboramos con el geólogo Eliseo Silva por parte de la Comisión Permanente de Contingencias (COPECO), con el cual elaboramos un informe conjunto en el cual se emitían dos hipótesis una vez estudiado el movimiento en masa. Una de ellas contemplaba la situación de que en el caso de que el deslizamiento continuase avanzando, éste terminaría por estabilizarse en una zona llana situada a unos 300 metros por delante del mismo. La otra opción que se barajó fue la de que se produjese el represamiento a unos 400 metros por delante del deslizamiento, donde existe una región con altas pendientes. No



obstante, en el caso de que se originase dicho fenómeno, dependiendo del caudal del río, podría darse una inundación, aunque dada la situación geográfica del casco urbano de Ajuterique, a unos 7 kilómetros de la represa, es difícil que se viese afectado por ella.



**Imágenes mostrando la magnitud del deslizamiento**



**Izquierda: Caudal del río próximo al deslizamiento. Derecha: Grietas aparecidas en viviendas**



**Izquierda: Apertura de la rotura del terreno. Derecha: Escalón en el terreno deslizado.**

En el informe realizado, también se detallaba la información recopilada en la zona de estudio, llegando a la conclusión de que el deslizamiento se encontraba muy localizado y en el caso de que cesasen las lluvias, no deberían de producirse mayores desastres. No obstante, habían sido afectadas numerosas estructuras ubicadas en la población de San Rafael, con lo que deberían de tomar las medidas oportunas, como determinar planes de evacuación, control de la pluviometría y pequeños deslizamientos que se pudieran producir.

### **5.3 Visita a la presa El Coyolar.**

El pasado martes 11 de noviembre de 2008 visitamos la presa El Coyolar a petición de la Comisión Permanente de Contingencias (COPECO) con el fin de realizar una evaluación preliminar de riesgos geológicos inducidos por las fuertes lluvias que afectaron al país la segunda quincena del mes de octubre, así como observar el estado en que se encuentra la presa cuya construcción tiene más de 50 años.

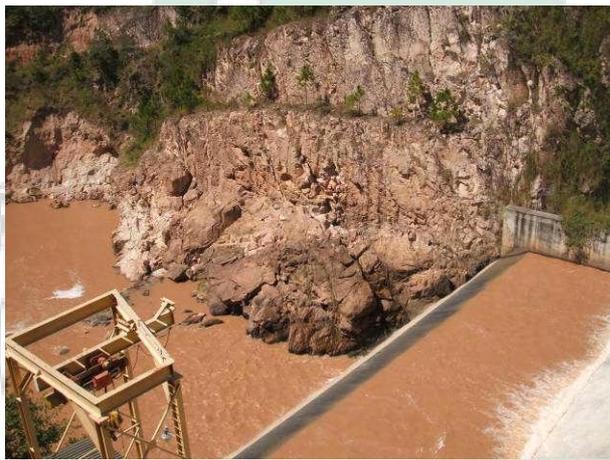
Por lo que pudimos observar en el desplazamiento hasta la presa, las rocas existentes en la zona corresponden al Grupo Padre Miguel, una unidad volcánica de carácter ácido. Se nos ha comentado además, que, debido al aporte de sedimentos al espejo, éstos despiden mal olor, por lo que hay que suponer una alta concentración de materia orgánica, y por tanto, en azufre ( $\text{SO}_4$ )<sub>2</sub>, lo que unido a la propia acidez de las rocas del entorno, es de esperar que el agua de la presa tenga un pH ácido. El azufre es un elemento de enorme reactividad y en concreto un agente que ataca enormemente las estructuras de hormigón, como la propia presa, por lo que es aconsejable que se controle éste elemento y la propia acidez del agua, que suponemos, existe.



Respecto a inestabilidades, a lo largo del recorrido hemos observado la presencia de deslizamientos y desprendimientos rocosos, por lo que nos encontramos en una zona donde existe riesgo apreciable por este tipo de inestabilidades. En las proximidades de la presa hemos visto una serie de cicatrices (“fallas” en el argot local) donde una de ellas alcanzaba una longitud hectométrica y una apertura, en algunos puntos de más de 10 centímetros, marcando un desplazamiento apreciable que da lugar a la formación de varios escalones y de reciente actividad.

Además de ello, se nos comentó que con anterioridad, se hacía un estudio taquimétrico de control de la presa, existiendo un hito geodésico y dos puntos de control en la presa. Con el paso del tiempo éste tipo de estudio se dejó de realizar.

En cuanto a la presa, aparentemente no se aprecian daños estructurales, pero no podemos descartar la existencia de microfisuras en la bóveda. Es importante constatar en qué estado se encuentra pues la población de San Antonio se encuentra a la salida del frente montañoso donde se ubica la presa y, por tanto, está en riesgo máximo en caso de rotura de la misma.



**Izquierda: Aspecto de la presa desde la bóveda. Derecha: Rebalsadero de la cerrada**

En base a lo que hemos visto, aconsejamos:

- Constatar la composición de las aguas y ver si éstas pueden afectar al material de la presa.
- Con carácter inmediato, elaborar un mapa de riesgos de la zona, pues es un documento indispensable en una obra civil de éstas características y si tenemos en cuenta que en el año 95 la presa tuvo daños estructurales graves, ya se tenía que haber elaborado entonces.
- Es indispensable un buen acceso, para vehículos y personal que controlen el estado de la estructura, pues por lo que hemos visto, la presa apenas tiene vigilancia y se encuentra en un estado de semi abandono.
- Con carácter también inmediato, debe instalarse instrumental adecuado para el control de determinados parámetros, como pluviómetros, limnígrafos, sismógrafos y otros. Se nos ha comentado que, instrumentos que había antes del año 95, cuando la presa tuvo



- los importantes daños se desinstalaron y en su lugar se dejó la presa sin éste tipo de medidores. No podemos comprender, cómo es posible que ante unos hechos como los ocurridos en el año 95, en vez de aumentar los medidores de vigilancia se hayan quitado todos.
- Se debe retomar el control taquimétrico que se realizaba en la presa para monitorear los movimientos en caso de fallo en la estructura de la misma. Éste debe realizarse por un topógrafo, lo que de nuevo volvemos al punto anterior del acceso a la presa. Para controlar los deslizamientos (véase que hemos escrito controlar, que no detener), recomendamos poner extensómetros en los lugares y puntos más inestables. Se trata de unos aparatos cuya función es determinar el desplazamiento de la masa afectada en la horizontal. También aconsejamos revegetar en aquellas zonas donde se observe una clara deforestación; y así, disminuir la vulnerabilidad del terreno a sufrir deslizamientos.
- Se nos ha comentado la posibilidad de recrecer la presa 3 metros sobre el nivel actual. Hay que tener en cuenta que esto supondría una enorme presión añadida al fondo y a la estructura que requeriría un estudio de los estribos y cimientos de la bóveda. Recomendamos por tanto que un ingeniero civil evalúe ésta posibilidad, aunque, en nuestra opinión, se debe proceder antes al dragado, pues los sedimentos restan capacidad
- Creemos que, también con carácter inmediato se debe cambiar la válvula de vaciado de la presa, pues por lo que se nos ha comentado tiene 52 años y no ha sido nunca cambiada ni revisada, por lo tanto urge hacerlo inmediatamente.
- También se nos ha comentado la posibilidad de construir una nueva represa un kilómetro más abajo aprovechando el cañón existente, ya que las rocas parecen bastante competentes. Habría que estudiar el salto de agua que haya entre una presa y otra y la cantidad de agua que almacenaría el valle, pues tal vez no sea rentable.
- Como consejo se podría rehabilitar la central eléctrica y suministrar energía a la red. Para ello, es necesario nuevamente, acondicionar los accesos a la presa.

A medida que se vayan cumpliendo los puntos anteriores surgirán nuevas necesidades más específicas que igualmente deberán tenerse en cuenta.

Se debe tener presente que esto un informe realizado en base a una única visita y que por tanto las recomendaciones pueden verse cambiadas o modificadas en unos estudios mucho más específicos. Algunas de las recomendaciones que hemos aportado, requieren bastante tiempo para poder realizarse, por tanto aconsejamos que aquellas que consideramos de carácter fundamental y urgente, se inicien en el menor tiempo posible.

**Siguatepeque, a diecinueve de noviembre de dos mil ocho.**



## 5.4 Informe de la visita a la Lotificadora Carlos Tejera de Juticalpa, Olancho

La visita se realizó el 27 de Noviembre de 2008 a petición de nuestra contraparte, ASIDE

El terreno cuenta con 523 parcelas, de los cuales solamente tienen edificaciones. El objetivo de la visita es hacer un estudio del terreno donde se quiere perforar un pozo con el fin de abastecer de agua a la zona en años venideros.

Desde el punto de vista geológico, la zona corresponde a un valle, topográficamente llano, con algunas colinas bajas, con una elevación de unos 385 metros sobre el nivel del mar. El terreno consiste en sedimentos no consolidados tamaño arena gruesa con algunos cantos intercalados de tamaño decimétrico, aparentemente calcáreos. El terreno muestra abundante vegetación baja, no se observan signos de aridez. La técnica de perforación para éste caso es la de rotación con tricono, pues no parece haber roca competente, al menos en los primeros metros del suelo.

En el terreno del futuro pozo se ha realizado un estudio geoelectrico, localizándose el nivel freático a 35 metros (105 pies), terminando el nivel acuífero a una profundidad de 200 metros, es decir, 165 metros de zona productora de agua. El pozo que se quiere perforar tendrá unos 85 metros de profundidad (250 pies), lo que supondrían 50 metros (150 pies) de zona productora de agua, de modo que se deja unos 80 metros de zona productora desaprovechada. Sería muy recomendable profundizar hasta los 300 pies, ganando 17 metros de columna de agua, ya que, en un futuro, la población de la lotificación podría llegar a los 3000 vecinos y tal vez un pozo de 250 pies no sea suficiente para abastecerlos.

El tendido eléctrico está lejos del predio del pozo, a unos 400 metros de distancia. Será imprescindible traer el tendido eléctrico hasta el terreno del pozo con un transformador al pie del mismo, de lo contrario no podrá ubicarse una bomba.

El terreno del tanque se encuentra muy cercano al pozo, a menos de 200 metros y a una cota de 420 metros sobre el nivel del mar, 35 metros más alto que la cota del pozo. Aparentemente la diferencia de cotas es suficiente para que haya carga hidráulica y se pueda instalar una red de distribución que funcione por gravedad; sin embargo, detrás del terreno del tanque hemos observado unas parcelas ya vendidas cuya cota podría superar la del tanque.

La capacidad del tanque dependerá de la población de la zona. Si estimamos una población de futuro de 3000 habitantes, según la **FAO**, se estiman 50 litros diarios de agua por habitante, lo que suponen 150 m<sup>3</sup>. Dada la ubicación del tanque respecto al resto de la lotificación será necesario hacer una sectorización, dividiendo el terreno en dos sectores que tendrían agua a día de por medio, con lo que con un tanque de 20,000 galones sería suficiente.

En cuanto al tipo de tanque, sería necesario realizar un levantamiento topográfico de toda la notificación, a fin de conocer con exactitud la cota de los lotes respecto al tanque. Si, como creemos, hubiera zonas topográficamente más elevadas que el tanque sería necesario hacer un tanque elevado, por lo menos a 5 metros, pues además de estar más alto la diferencia



de cotas debe ser la suficiente como para que haya carga hidráulica. Otra alternativa a esto, si la diferencia de cotas no es muy grande (entiéndase menos de 2 metros) podría reducirse la

sección de la tubería a fin de que hubiera un aumento de presión y salvar la diferencia de cotas; recomendaría que un ingeniero hidráulico estudiase ésta posibilidad.

En cuanto a la bomba del pozo, partiendo que la capacidad del tanque sea de 20,000 galones, será necesario determinar el tiempo de llenado, el cual dependerá del caudal que se extraiga del pozo. Con un caudal de 2,5 litros/segundo (40 galones/minuto) el tiempo de llenado sería de unas 8 horas, por lo tanto la potencia de la bomba, a partir del siguiente procedimiento, muy sencillo pero bastante aproximado al valor real sería:

Potencia Absorbida (Pa): =  $Q \times H_m / 75 \times R$ , siendo:

Q = Caudal en litros por segundo

H<sub>m</sub> = Altura total en metros desde la profundidad de aspiración hasta el tanque

R = Rendimiento de la bomba, por defecto 0,75

75 = Constante

Potencia teórica del motor (Pt) =  $Pa + (Pa \times 0,2)$

Potencia comercial del motor (Pc) =  $Pt + (Pt \times 0,1)$

Así pues, considerando los datos anteriores y suponiendo un caudal de extracción de 2,5 litros por segundo, la Potencia absorbida (Pa) de la bomba sería:

$$Pa = (2,5 \text{ l/s} \times 95 \text{ mts}) / (75 \times 0,75) = 4,22 \text{ HP}$$

La Potencia teórica del motor (Pt) sería:

$$Pt = 4,22 \text{ Hp} + (4,22 \text{ Hp} \times 0,2) = 5,064 \text{ HP}$$

Finalmente, la Potencia comercial del motor (Pc) sería:

$$Pc = 5.064 \text{ Hp} + (5.86 \text{ Hp} \times 0,1) = \underline{\underline{5,58 \text{ HP}}}$$

Puesto que es una potencia comercial que no existe, la potencia de la bomba debería ser de 7.5 HP. Con un caudal de salida inferior, en cuyo caso el tanque podría tardar unas 10 horas en llenarse, tal vez la potencia de la bomba podría reducirse a 5 HP, pero hay que tener en cuenta que estaríamos muy cerca del límite de rendimiento de la bomba, lo que no es muy recomendable. Además, en caso de hacer un pozo más profundo la profundidad de aspiración de la bomba aumentaría y también la potencia de la misma, por lo tanto recomendable la de 7,5 HP.

### Recomendaciones

- La ubicación del pozo debe tener un área de protección de, al menos 5 metros de radio, al cual se le cerca con posterioridad, de modo que ocuparía todo el lote.
- Una vez perforado el pozo, es imprescindible taponarlo, a fin de que el agua no se contamine, bien de forma natural o humana, es necesario cerciorarse muy bien de ésta premisa.
- Sería muy recomendable, una vez perforado el pozo, que el terreno esté limpio de plantas y arbustos bajos, al menos en el área donde va ubicado el mismo.

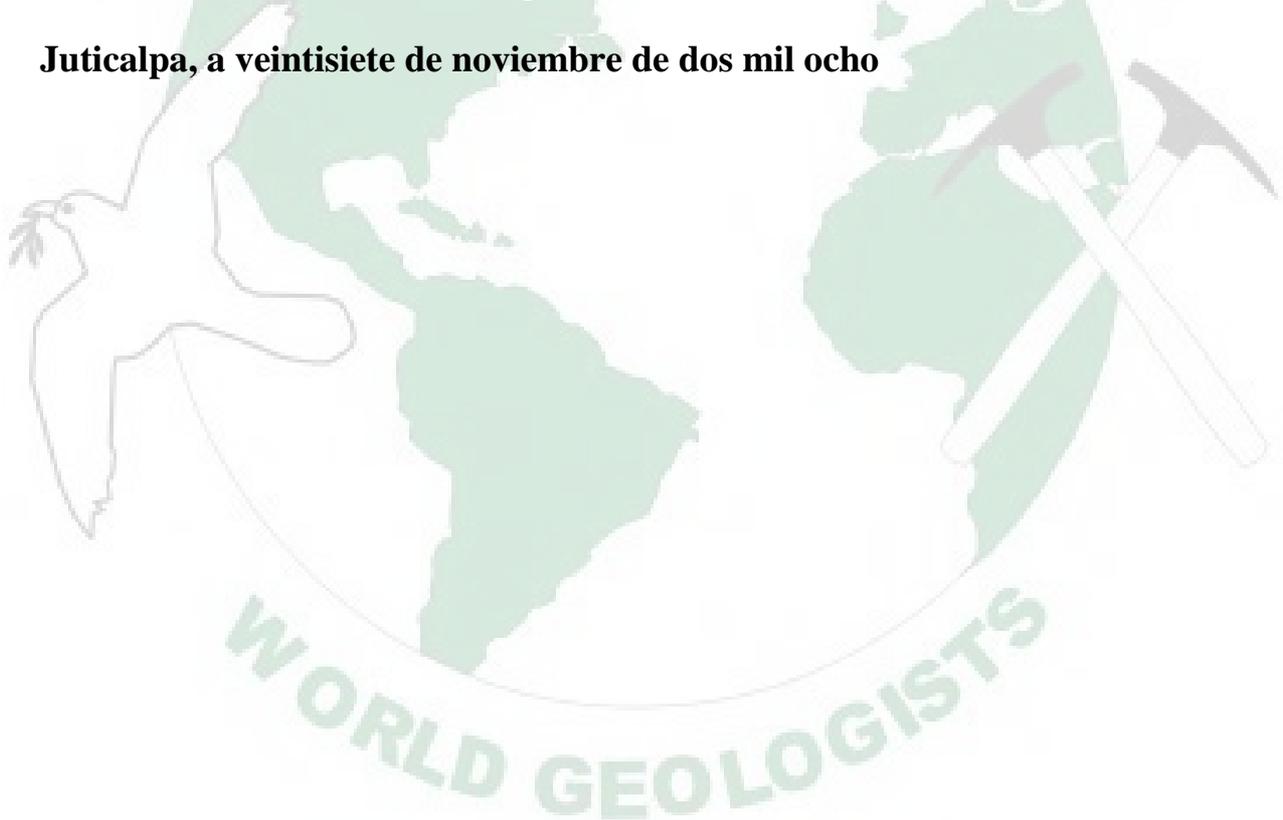


- Cuando se vaya a construir la caseta de control, la cual no se construirá hasta que se instale la bomba, deberá construirse a una distancia de 2 metros del entubado, nunca encerrando al mismo.
- No debe instalarse la bomba hasta que haya seguridad de que ésta vaya a funcionar desde el instante de su instalación, de lo contrario podría arruinarse.

Una vez realizada la perforación, sería aconsejable analizar el agua. Para ello, se realiza un análisis bacteriológico y otro físico-químico. Éste análisis dará una idea del contenido en cloro que deberá llevar el agua para su consumo.

Este informe se realiza en base a una única visita y con unos parámetros de proyección de futuro y teóricos que dependen del caudal del pozo, el cual no se sabrá hasta perforarlo, por lo tanto, no debe tenerse en cuenta al pie de la letra.

**Juticalpa, a veintisiete de noviembre de dos mil ocho**





## 5.5 Geólogos del Mundo galardonados con el Premio *Bellota de la Excelencia*

El pasado 12 de diciembre de 2008, la ONGD Geólogos del Mundo, fuimos galardonados con el Premio Bellota de la Excelencia en su categoría de Placa y Presea por la Municipalidad de Siguatepeque, siendo éste uno de los principales galardones de Honduras. El motivo de dicho galardón, es el reconocimiento a nuestra labor en los proyectos a las comunidades del extrarradio de Siguatepeque; al mismo tiempo se trata de un agradecimiento por la colaboración prestada durante la situación de emergencia acaecida durante el periodo de lluvias de la segunda quincena del mes de octubre.

La ocasión requirió el desplazamiento a Honduras de Ángel Carballo Olivares, Presidente de Geólogos del Mundo. Entre los asistentes cabe destacar la presencia del Embajador de Japón y de la Corporación Municipal de Siguatepeque en pleno así como numerosas representaciones institucionales, militares, culturales, banqueros y alcaldes de la zona central.



De Derecha a Izquierda: Francisco del Río, Astrid González, Ángel Carbayo, Maite Rentero y Mario Murillo en el salón de actos de La Granja D'Elía a la espera del inicio del evento.



La entrega de los premios se celebró en el local *La Granja D'Elía* un complejo con salón de actos muy apropiado para eventos de éste tipo, de hecho, siempre se entregan los premios en dicho local.

Paralelamente a Geólogos del Mundo, el premio también supone un reconocimiento para nuestra contraparte ASIDE, pues no hay que olvidar que es un premio que entrega el Municipio de Siguatepeque, lo cual ha sido posible gracias a la actuación de ASIDE como contraparte local. En representación de ASIDE acudieron Juan Francisco Vásquez, subdirector técnico de ASIDE, Delis Javier González, coordinador de la zona central y Jenny Pacheco, administradora de Siguatepeque.

También nos acompañó en el acto Jorge Guevara, en calidad de representante de Eco-Redes, contraparte local de Geólogos del Mundo.

Los premios fueron entregados por el Alcalde Municipal, Guillermo Martínez Suazo, quien tuvo además unas palabras de agradecimiento, las cuales fueron correspondidas por parte de nuestro presidente Ángel Carbayo. Para amenizar el acto hubo bailes locales a cargo de escuelas municipales de danza. Al final, hubo almuerzo y brindis, con lo que se puso fin a la Entrega del Premio Nacional Bellota de la Excelencia.



**Los premios, Placa y Presea. De derecha a Izquierda: Ángel Carbayo, Jenny Pacheco, Mario Murillo, Astrid González, Maite Rentero y Francisco del Río.**

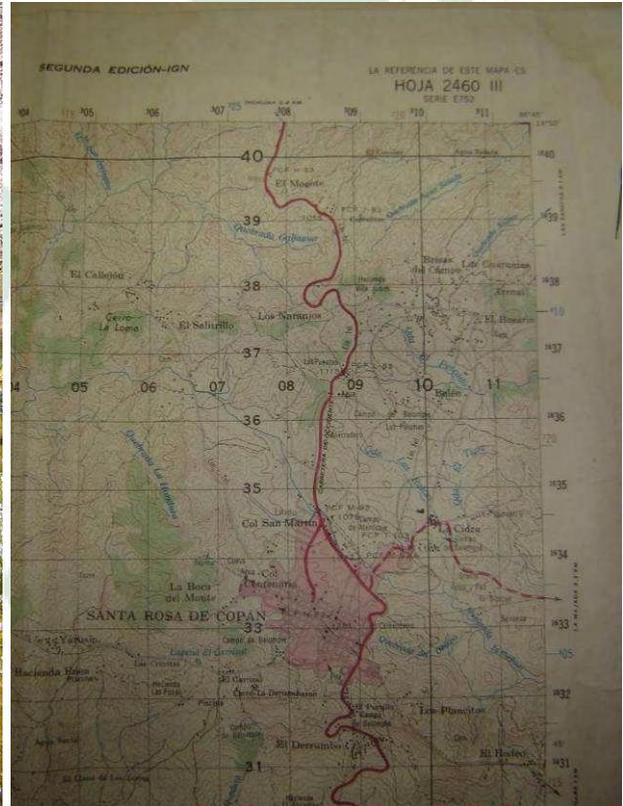
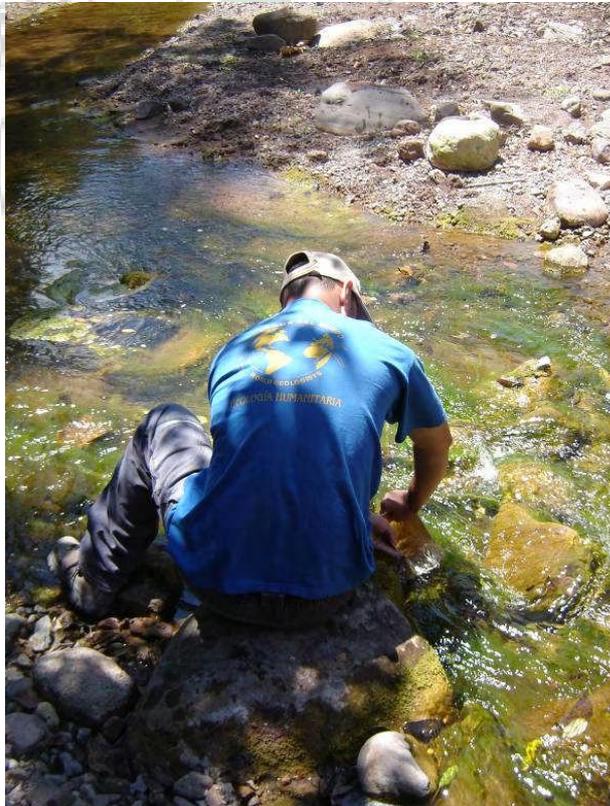


## 5.6 Estudio hidrogeológico en Santa Rosa de Copán:

A petición de ASIDE, nos desplazamos a la región de Santa Rosa de Copán para evaluar su situación en cuanto a los recursos hídricos disponibles para abastecer a tres poblaciones de la zona. En ellas, debido a su crecimiento demográfico, las instituciones correspondientes encontraban dificultades para el correcto suministro de agua. Por ello, nos dispusimos a recopilar información de la zona, tanto de pozos próximos, como de los caudales de los ríos adyacentes a las regiones afectadas. Actualmente nos encontramos a la espera de que las autoridades encargadas de la distribución del agua en el Municipio, nos remitan la información necesaria para la elaboración del informe final sobre el estudio.

No obstante, tras las observaciones realizadas en campo, podemos extraer algunas conclusiones de cada uno de las poblaciones examinadas.

En el caso de la región de El Callejón, debido a la inexistencia de datos de pozos en los alrededores, se contempló la opción de elaborar una represa en el río localizado en la vaguada que rodea la zona. Para comprobar la viabilidad de dicha opción decidimos aforar el caudal del río para saber su capacidad de abastecimiento. Dado que en el momento del aforo nos encontrábamos durante la estación seca, esto implica que el caudal determinado en el río correspondería al mínimo con el que se podría contar a la hora de rellenar la represa. La medida obtenida del aforo nos confirma la posibilidad de ejecutar este método de abastecimiento.



Izquierda: Aforo en el río próximo a El Callejón. Derecha: Mapa de la región de Estudio



En cuanto a la situación de la población de El Salitrillo, tras evaluar la zona y observar un par de lagunas existentes en la zona, decidimos optar por el aprovechamiento de las mismas e incluso aumentar su tamaño para producir un mayor almacenamiento de agua.

Una de las razones que nos hicieron inclinarnos por dicha opción fue, que por parte de la población, se nos informó de que el nivel de ambas lagunas se mantenía constante durante todo el año, no estando regulado éste por los cambios estacionales, lo cual nos indica que su recarga no se encuentra influenciada por los aportes superficiales generados por las lluvias.

Dichas lagunas se encuentran alineadas en una dirección, lo cual nos sugiere que su formación se encuentra relacionada con algún tipo de falla existente en la zona y que dan lugar a la surgencia de agua.



**Aspecto de las lagunas del estudio**

En el caso de la región de Belén, nos encontramos con un pequeño manantial en el que la población recoge agua y realiza diferentes labores con ella. Este manantial podría presentar un mejor aprovechamiento, en el caso de que se construyera un depósito para el almacenamiento del agua y así garantizar reservas de dicho recurso para abastecimiento de la comunidad.



**Manantial estudiado**

