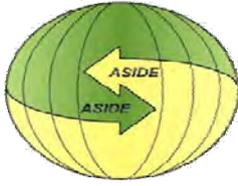




INFORME FINAL DEL PROYECTO

Ayuda para la ampliación del sistema de agua y saneamiento de la aldea San Marcos del Municipio de Danlí, El Paraíso, Honduras

Responsable técnico del proyecto: Mario Murillo Álvarez, Licenciado en Geología por la Universidad de Oviedo



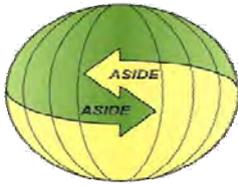
PRÓLOGO

Con la realización del proyecto AYUDA PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA Y SANEAMIENTO DE LA ALDEA "SAN MARCOS" DEL MUNICIPIO DE DANLI, EL PARAISO, HONDURAS, realizado en el marco de los Convenios 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 Danlí, cuyo convenio se firmó en 2012 se ha conseguido beneficiar a una de las mayores comunidades rurales que hemos apoyado en toda Honduras con más de 1800 habitantes.

Aunque el presupuesto, dada la crisis económica que afecta nuestro país fue más reducido, hemos podido desarrollar con éxito este proyecto gracias a la buena organización de la Junta de Agua de San Marcos, quienes necesitaban de un impulso técnico y económico que gracias al Excmo. Ayuntamiento de Oviedo, hoy es una realidad.

El proyecto consistió en la perforación de un pozo, su aforo, instalación del equipo de bombeo, construcción de la caseta de protección e instalación de la tubería impelencia hasta el tanque a 600 metros de distancia.

No nos queda si no, expresar la satisfacción por el éxito del proyecto y, sobretodo, por la ayuda brindada a los habitantes de San Marcos Abajo, Las Tunas, El Pacón y Sabanetas.



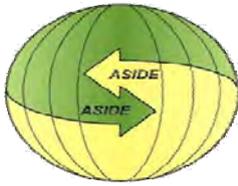
PARTICIPANTES Y COOPERANTES EN EL PROYECTO



Mario Murillo Álvarez, Técnico geólogo de Geólogos del Mundo



Allan Castellanos, Subdirector regional de ASIDE



Juan Francisco Vásquez, Director técnico de ASIDE



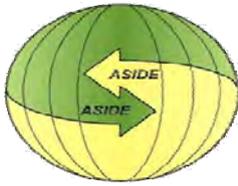
Jeffring Herrera, Administrador ASIDE El Paraiso



Eduardo Muñoz, promotor social de ASIDE



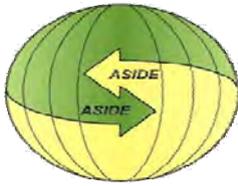
Claudia Pineda, asistente administrativo ASIDE DANLÍ



Agradecimientos

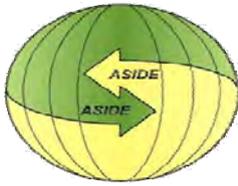
- Queremos agradecer en primer lugar al Excelentísimo Ayuntamiento de Oviedo del Principado de Asturias la confianza depositada, una vez más, en nuestra organización al financiar el proyecto, como llevan haciendo tantos años, agradeciendo igualmente la comprensión de la importancia de éste tipo de proyectos 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. En este punto, gracias especiales a las regionales de Danlí y El Paraíso y sus trabajadores Allan, Eduardo, Jeffrin y Claudia. Y dar las gracias, una vez más al Director de ASIDE, Freddy Garmendia por su amabilidad y apoyo en los momentos difíciles
- Agradecer a la Municipalidad de Danlí, quienes aportaron con fondos para la adquisición del equipo de bombeo y la estación eléctrica, sin los cuales no hubiera sido posible completar el proyecto.
- Debemos dar las gracias también a Wilfredo Valladares de San Pedro Sula, quien, con su empresa perforista Will Vall Pozos siempre ha apoyado a Geólogos del Mundo en Honduras, y, sobretodo, comprendiendo lo que significa ayudar a los más necesitados.
- Finalmente, gracias a la Junta Administradora de San Marcos Abajo, Las Tunas, El Pacón y Sabanetas, específicamente a Jorge González y César Sosa, Presidente y Fiscal de la Junta, por su apoyo, seriedad, y capacidad de organización que tan buenos resultados ha dado en este proyecto.

A todos, GRACIAS.



Índice

1. ANTECEDENTES	7
1.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y FISIAGRÁFICA	7
1.2 CLIMATOLOGÍA.....	9
1.3 VEGETACIÓN Y SUELOS	10
1.4 CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....	12
1.5 GEOLOGÍA.....	13
1.6. USO Y GESTIÓN ACTUAL DEL AGUA EN DANLÍ.....	15
1.7 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	17
1.8 INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS	19
1.9. SANIDAD Y EDUCACIÓN.....	21
2. AYUDA PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA Y SANEAMIENTO DE LA ALDEA "SAN MARCOS" DEL MUNICIPIO DE DANLI, EL PARAISO, HONDURAS.....	23
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	23
2.2. DESCRIPCIÓN DE LA PARTE TÉCNICA	25
• Estudio del emplazamiento del pozo.....	25
• Perforación del pozo	33
• Ensayo de bombeo.....	38
• Análisis de aguas.....	44



- *Construcción de la caseta de protección* 47
- *Instalación equipo de bombeo y estación eléctrica*..... 49
- *Instalación y conexión de la tubería de impelencia*..... 52
- *Inauguración del proyecto*..... 55

2.2. DESCRIPCIÓN DE LA PARTE SOCIAL 60

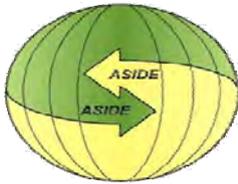
ANEXOS

ANEXO I:.....**Informes de seguimiento**

ANEXO II:.....**Análisis de aguas**

ANEXO III:.....**Actas de entrega**





1. ANTECEDENTES

1.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y FISIAGRÁFICA

El Municipio de Danlí se ubica en la región sur-oriental de Honduras, a 98 kilómetros de la capital del país, Tegucigalpa. Se ubica en las coordenadas según el elipsoide WGS 84, Datum 16 N, N 1551508, E 547458. Limita al Norte con el Municipio de Juticalpa en el Departamento de Olancho, al Suroeste con los municipios El Paraíso y San Matías, al Este con los Municipios Patuca y Trojes y al Oeste con el municipio de Jacaleada.

Danlí es el mayor municipio del Departamento de El Paraíso y uno de los mayores de toda Honduras, con una extensión aproximada de 2530 km². Limita al norte con el límite departamental El Paraíso – Olancho y al Sureste con el límite nacional entre Honduras y Nicaragua.

En el Municipio de Danlí hay varios sistemas montañosos con diversas alturas, siendo el Cerro San Cristóbal la montaña más alta de la zona con 1544 metros. La altitud media del Municipio es de unos 830 metros, mientras que la ciudad de Danlí se encuentra en una meseta con una altura promedio de 700 metros, la segunda más alta del país después de Siguatepeque.

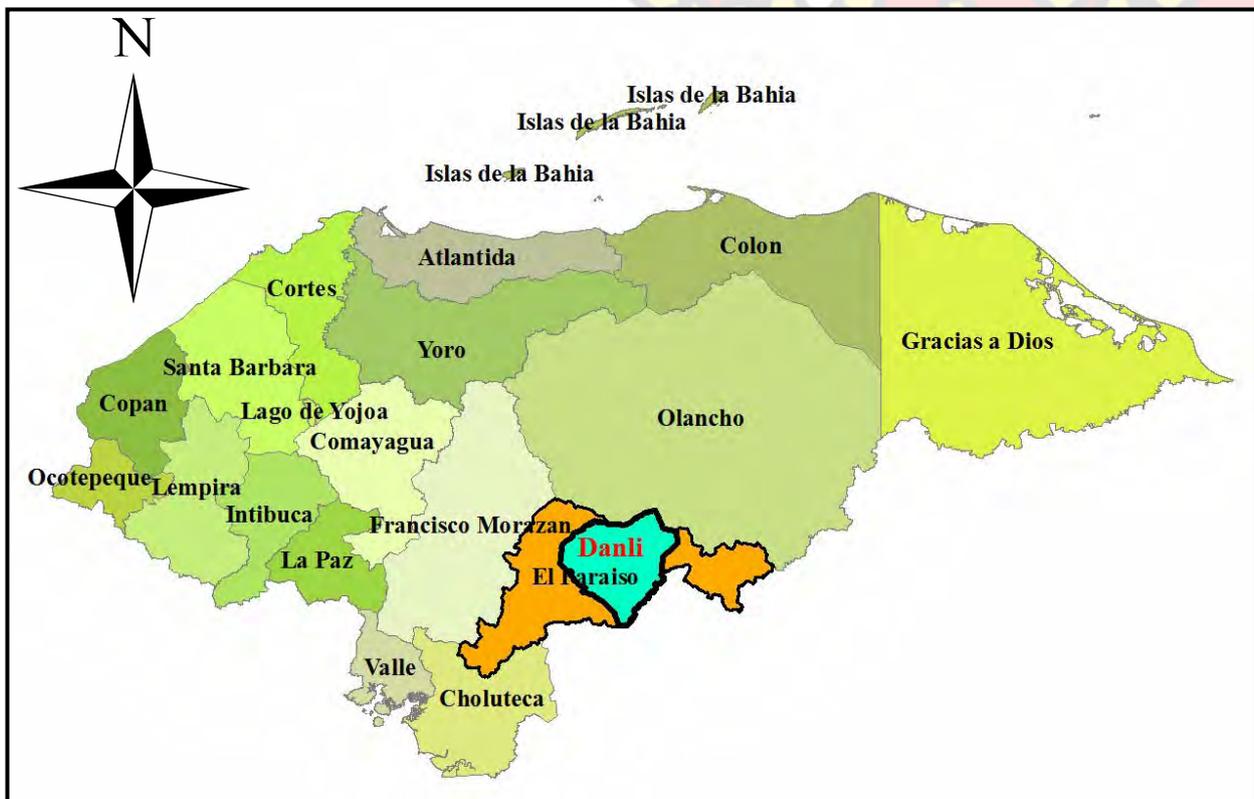
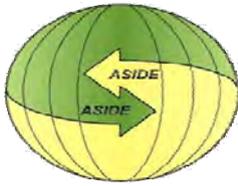


Imagen 1: Mapa Geopolítico de Honduras, resaltando el Departamento de El Paraíso y, dentro de este, el Municipio de Danlí.



De los 2530 km² de extensión del Municipio, unos 10 km² corresponden al casco urbano, el resto a la zona rural, aunque hay amplias extensiones de terreno que están deshabitadas. Por la cabecera municipal pasa la carretera Panamericana, que comunica con el vecino municipio de El Paraíso y lleva a la frontera con Nicaragua.

El Municipio, como vemos en la imagen siguiente, lo componen 38 aldeas, situándose la cabecera municipal en la zona occidental del mismo, mientras las aldeas La Lodosa, Jutiapa, El Porvenir y Bañaderos limitan con Nicaragua. La aldea San Marcos de abajo limita con los Municipios de San Matías y El Paraíso. Las aldeas del norte limitan todas con el Municipio de Juticalpa en Olancho, otro de los más extensos de Honduras. El municipio cuenta con una población según el censo de 2010 de 158.305 habitantes, de los cuales, 51.183 viven en el casco urbano de la cabecera municipal y el resto, 107.122 en las zonas urbanas

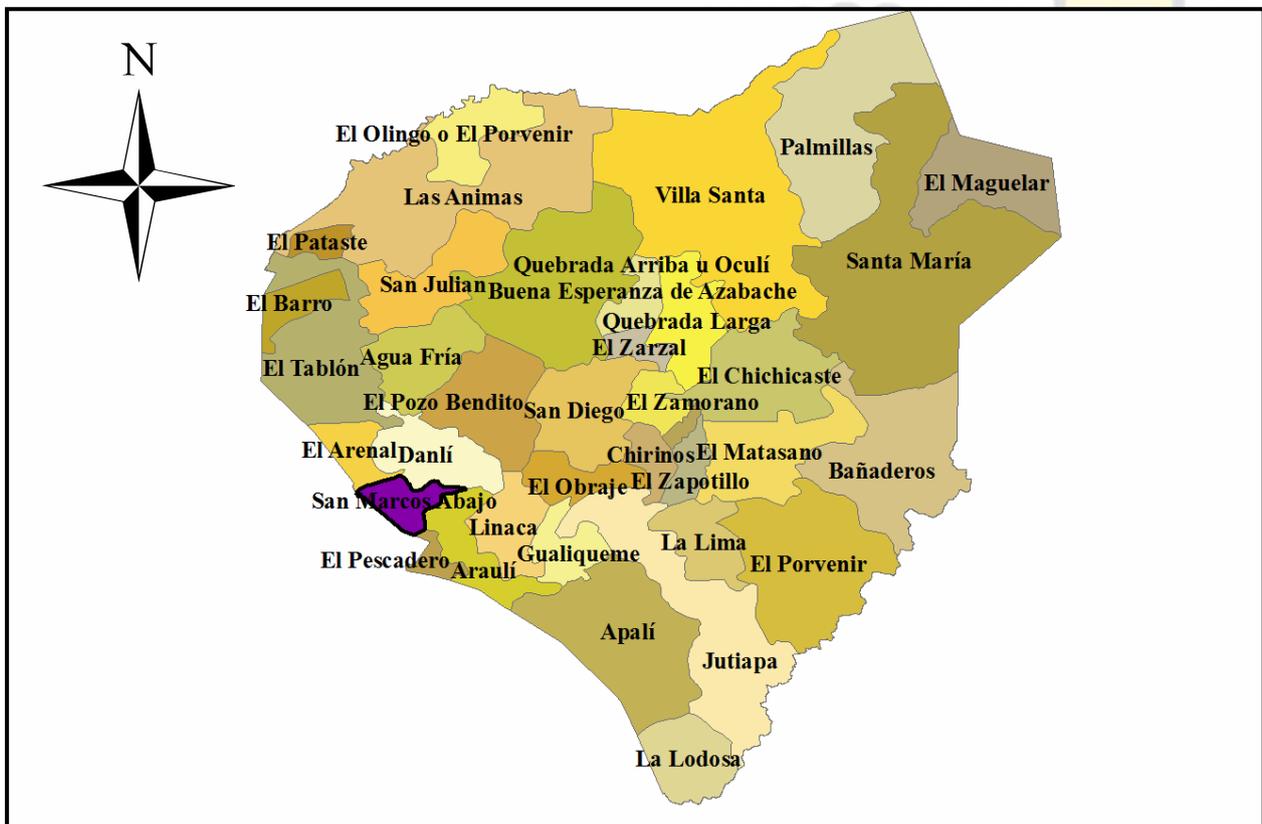
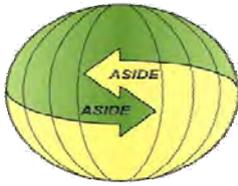


Imagen 2: Mapa político de Danlí mostrando las diferentes aldeas. Resaltado, la aldea San Marcos de Abajo, colindando con el casco urbano y cabecera Municipal.



1.2 CLIMATOLOGÍA

Danlí, goza de un clima templado y húmedo, de sabana tropical, sus meses más frescos son los de noviembre, diciembre, enero y febrero, con unas temperaturas que oscilan entre los 14° C en el mes de diciembre y los 34° C del mes de abril. La temperatura media anual es de 25° C.

Se caracteriza por tener dos estaciones, como en el resto de Honduras, una seca entre diciembre y abril, con febrero el mes más seco (19 mm), y otra lluviosa desde mayo a noviembre, y un máximo en septiembre (211 mm). La precipitación anual es de 1.200 mm, con 153 días de lluvia, y una humedad relativa de 74%.

Los vientos predominantes son los que proceden del noreste y soplan en la temporada más fresca de noviembre a febrero.

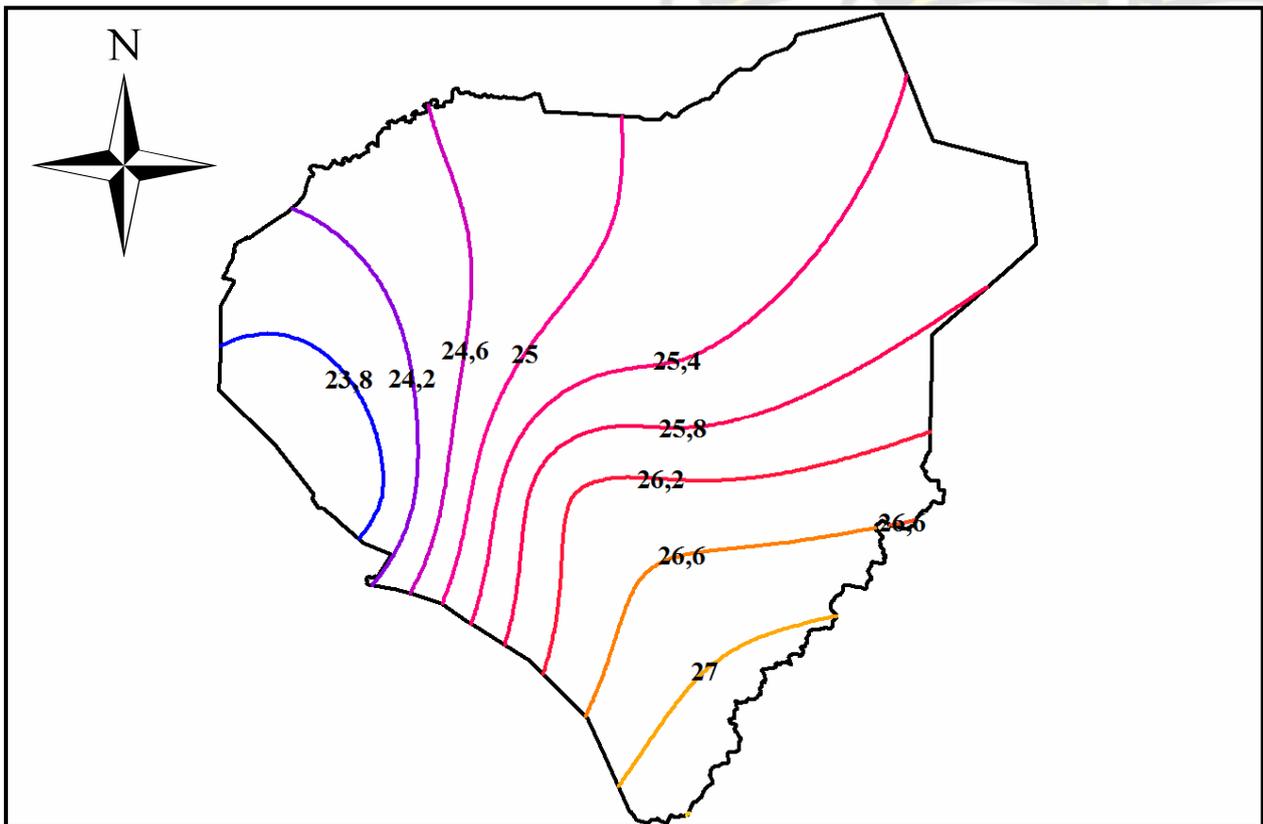
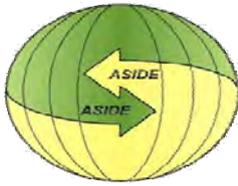


Imagen 3: Distribución de las temperaturas medias en °C en el Municipio de Danlí.



1.3 VEGETACIÓN Y SUELOS

En Danlí abundan los bosques latifoliado y de coníferas, aunque, en buena parte del área del municipio predominan los terrenos dedicados al sector agropecuario; debido a los materiales que constituyen el suelo y el subsuelo, y, seguramente también, por la tala indiscriminada, ha dado lugar a grandes extensiones de tierras yermas y *badlands*. También ocupan importantes extensiones las tierras dedicadas a los pastizales.

Los cultivos son variados, aunque hay dos que sobresalen, el tabaco, y, sobretudo, el café, siendo El Paraíso el departamento más productor de café de toda Honduras. Otros cultivos son el maíz, frijoles, tomates y pimientos. En cuanto a las ganaderías, estas se extienden por todo el Municipio. Las principales son el ganado vacuno y también equino. Muchos de los pastizales sirven de alimento para las ganaderías.

Según la clasificación de suelos de la FAO, los suelos que aparecen en el municipio de Danlí son los litosoles, que ocupan hasta el 80% de la superficie del Municipio, y los podzoles, que ocupan el resto.

Uno de los problemas son los incendios, muchos de ellos por cuestión tradicional, para eliminar bosque y dar lugar a pastizales para el ganado. Asimismo, debido a los cultivos, las instalaciones ganaderas, y las industrias, el suelo se encuentra afectado con diversos impactos ambientales.

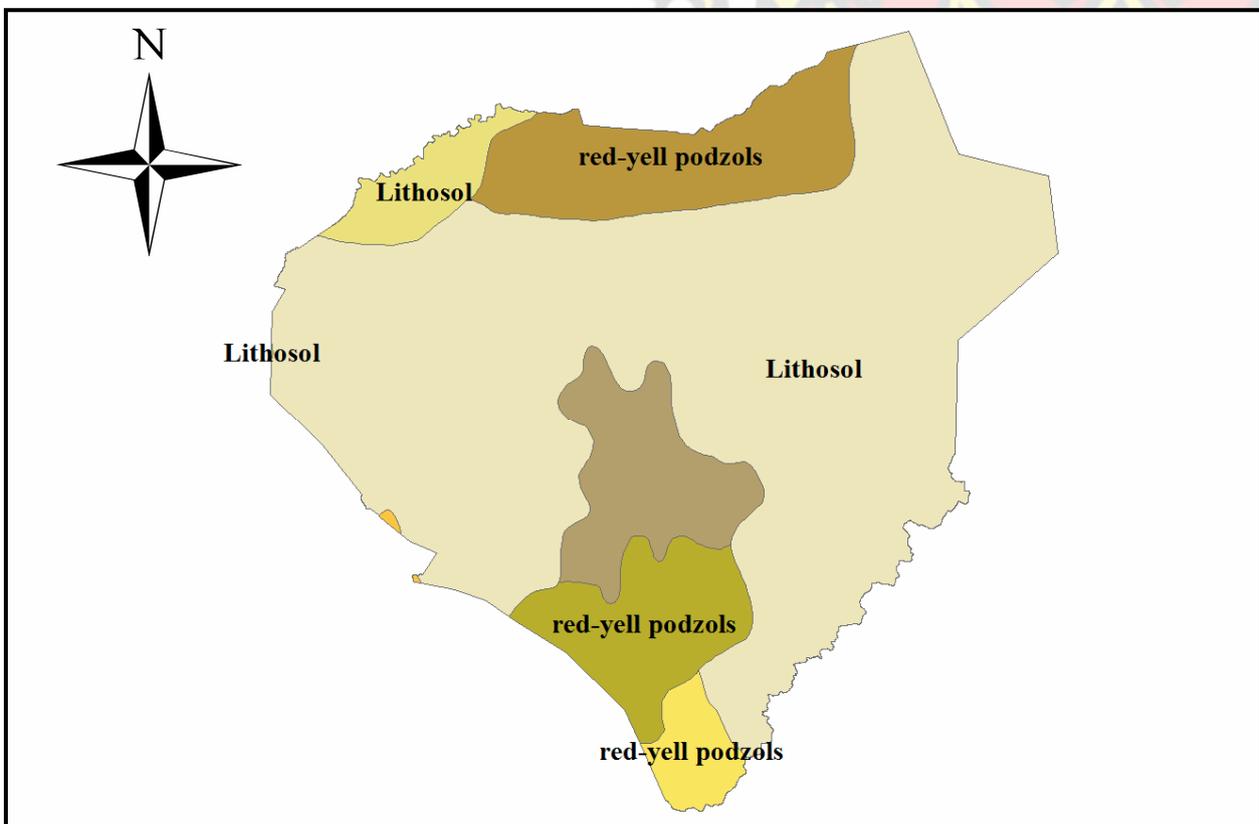


Imagen 4: Clasificación de los suelos de Danlí según la FAO 1998

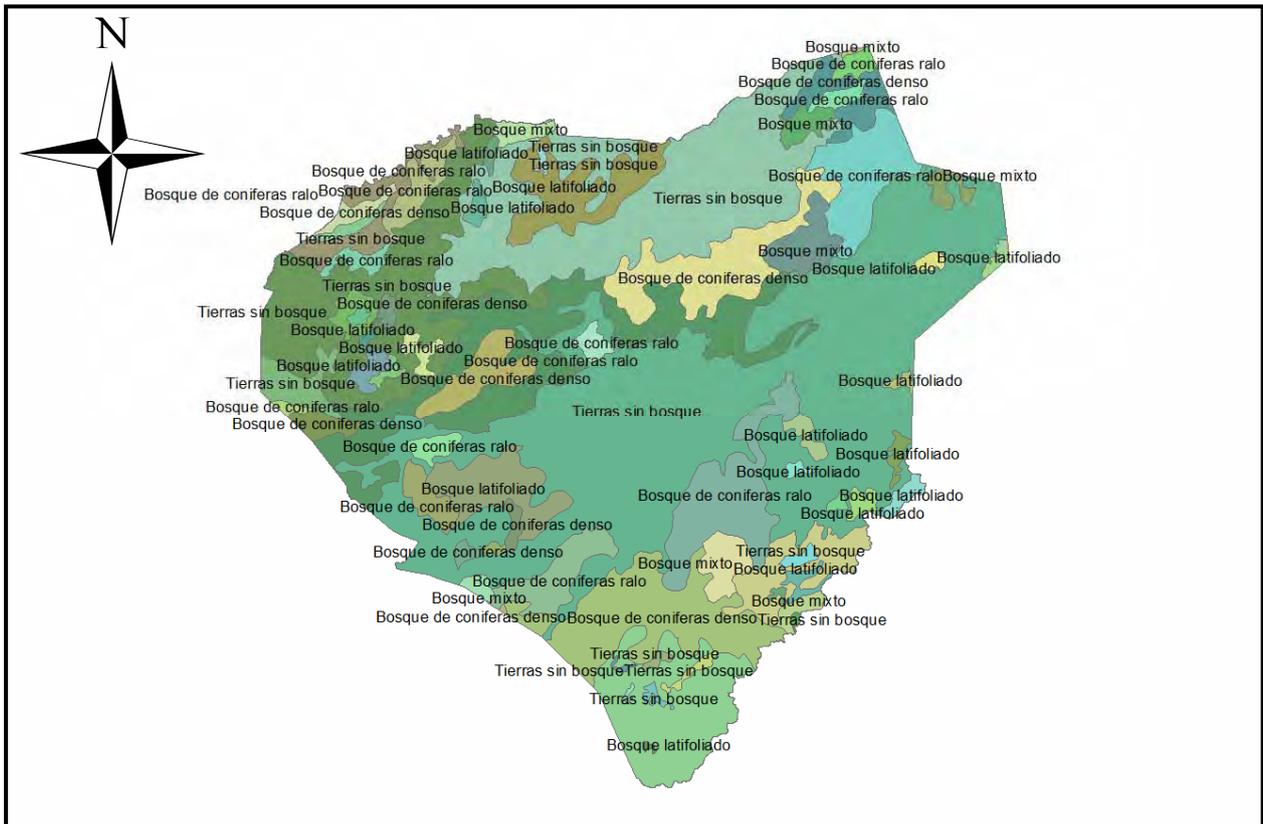
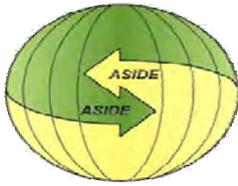
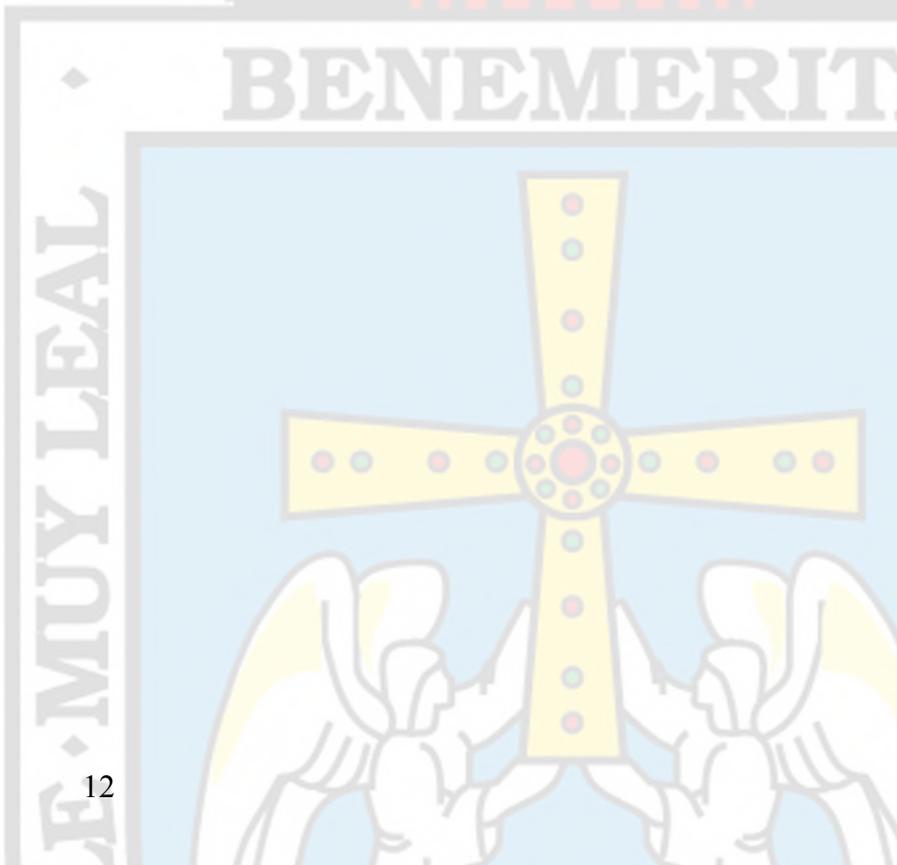
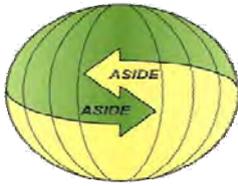


Imagen 5: Clasificación de los sistemas forestales de Danlí.





1.4 CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Danlí significa “agua que fluye por arena” en lengua Lenca, lo que da una idea de la alta energía de los sistemas fluviales del municipio. En Danlí hay 3 cuencas principales las de los ríos, Vallecillo - Abajo, San Francisco y Apali, los cuales confluyen a la altura del valle de Jamastrán, en el centro del Municipio para dar lugar a un río de mayor entidad, así como una cuenca de mayor extensión, la del río Guayambre, que desagua fuera del Municipio y de todo el Departamento de El Paraíso hasta confluir con el río Patuca, siendo la cuenca del río Patuca la más extensa de toda Honduras.

El propio casco urbano del municipio representa una confluencia de una serie de quebradas que bajan de las colinas que rodean el centro municipal, de modo que corresponde a una cuenca endorreica, donde la energía de estos ríos ha depositado grandes espesores de aluviones. Estos ríos provocan continuas avenidas y algunas inundaciones en las épocas lluviosas, siendo los riesgos uno de los puntos que se necesitaría estudiar, a fin de construir unas infraestructuras adecuadas, específicamente los puentes, así como un mejor sistema de ordenación territorial.

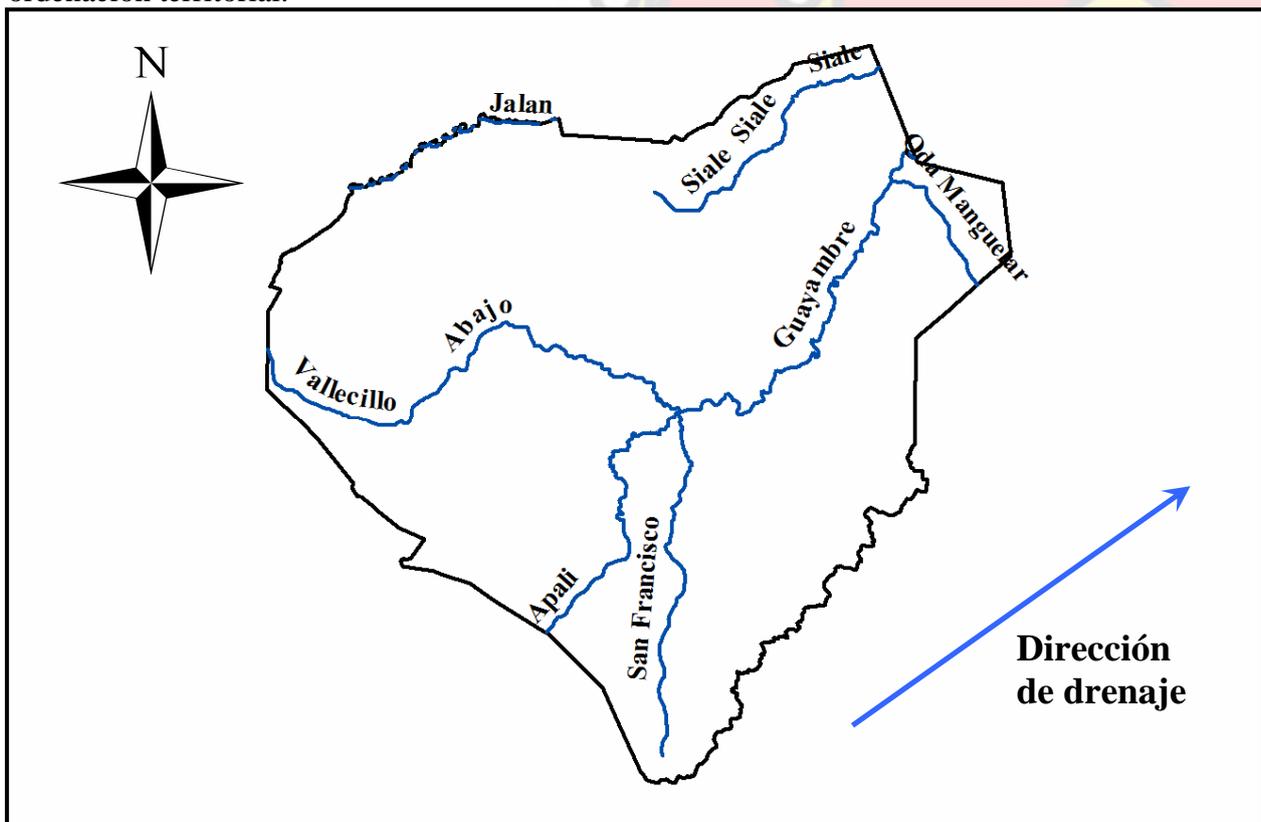
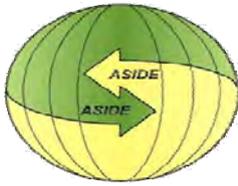


Imagen 6: Principales sistemas fluviales de Danlí, drenando en sentido NE.



1.5 GEOLOGÍA

La geología del Municipio de Danlí es una de las más completas de Honduras, pues aflora una de las pocas formaciones del Paleozoico, los esquistos de Cacaguapa, metamorizados por el juego de la Falla Guayape. Asimismo, es uno de las pocas formaciones metamórficas de Honduras, ya que la actividad volcánica del Mioceno borró muchas de las anteriores formaciones rocosas.

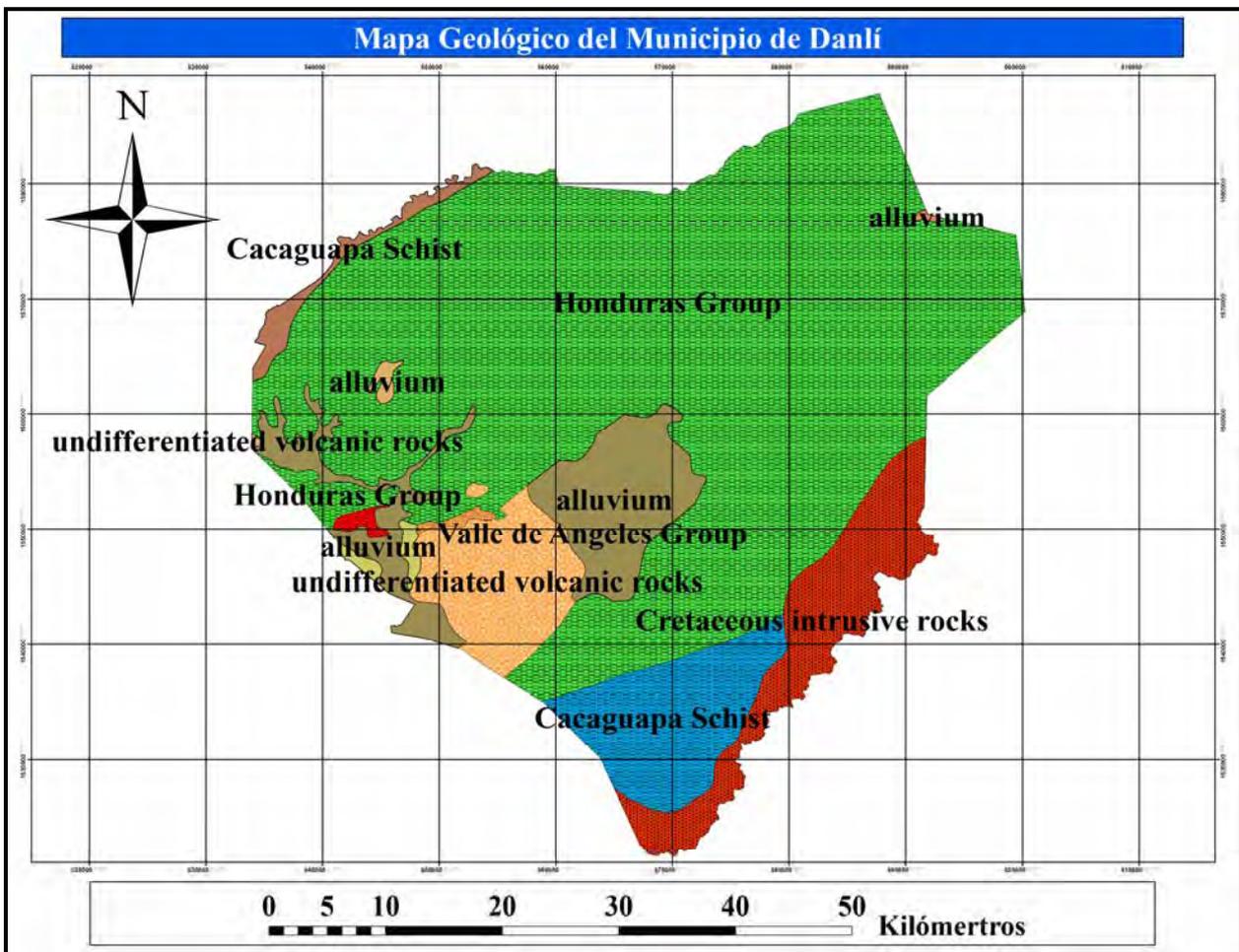
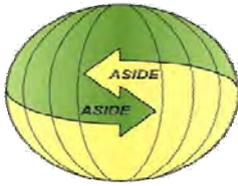


Imagen 7: Mapa litológico del Municipio de Danlí, destacando el Grupo Honduras en verde.

No obstante, los materiales que afloran en la mayor parte del municipio corresponden al Grupo Honduras, de edad Jurásico-Cretácico, siendo un grupo siliciclástico en el que destacan las areniscas, conglomerados y algunos niveles de carbón.

Sin embargo, el vulcanismo del Terciario siempre está presente, destacando el Grupo padre Miguel, cuya extensión abarca casi un tercio de Honduras y parte de Guatemala y Nicaragua y una formación de materiales volcánicos andesíticos y de acidez intermedia que se asume se trata de la formación Matagalpa. Asimismo, cerca de Danlí se ubica el Valle de



Jamastrán, siendo este un valle tectónico cuyo movimiento en forma de cizalla ha permitido la intrusión de un notable número de cuerpos plutónicos, de hecho la propia ciudad de Danlí se ubica sobre uno de estos plutones, lo que ha dado lugar a metamorfismo de contacto, sobretodo con el Grupo Honduras.

Cabe destacar el gran espesor de depósitos cenozoicos cuaternarios, específicamente aluviones y terrazas aluviales con depósitos de gravas, arenas y, sobretodo, arcillas, pues no hay que olvidar que la zona del casco urbano y sus alrededores corresponde a una cuenca endorreica y los materiales de las colinas cercanas son siliciclásticos fácilmente deleznable.

Buena parte del Valle de Jamastrán se ha rellenado de estos depósitos, mientras que entre Danlí y El Paraíso, estos depósitos tienen espesores realmente importantes de más de 30 metros como hemos visto en San Marcos de Abajo, lo que da una idea de la alta energía de los sistemas fluviales de Danlí y la gran cantidad de carga que portan, y que ha sido una constante en los últimos 2 millones de años.

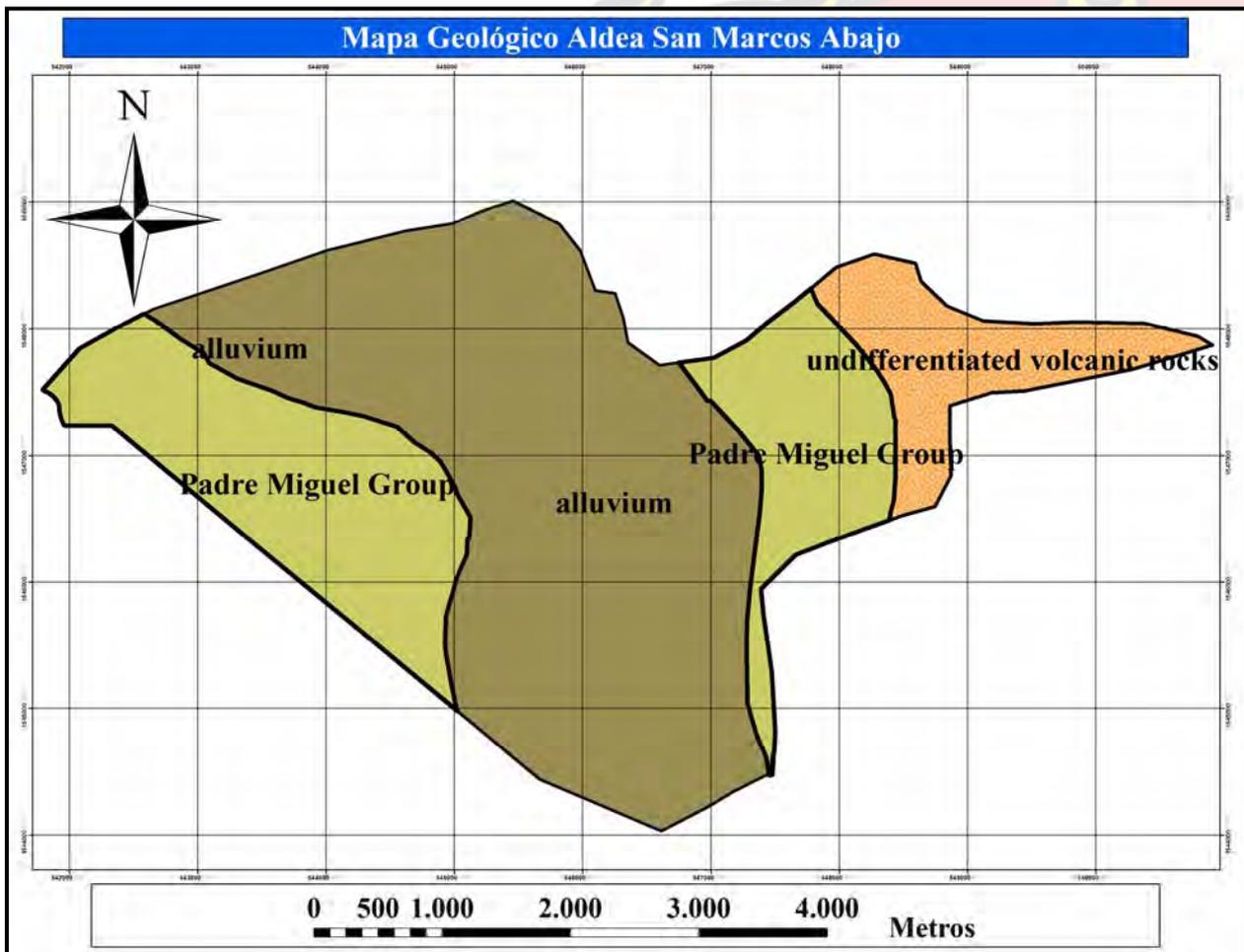
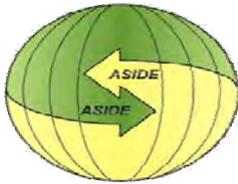


Imagen 8: Mapa litológico de la aldea San Marcos de Abajo. Nótese el gran espesor de sedimentos aluviales que rellenan el valle.



1.6. USO Y GESTIÓN ACTUAL DEL AGUA EN DANLÍ

El abastecimiento de agua potable en DanlÍ, al igual que en muchas otras zonas y ciudades del paÍs siempre ha sido un problema. AÚn y cuando el Servicio Aut3nomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) de DanlÍ era uno de los mejores de Honduras, si no el mejor, segÚn datos del Departamento Municipal de Desarrollo Comunitario, el 47 por ciento de la poblaci3n que reside en el casco urbano de DanlÍ se abastece a trav3s de sistemas de abastecimiento propios gestionados por Juntas Administradoras de Agua.

Una de las juntas de agua que ha logrado destacar en la comunidad es la que abarca cinco vecindarios de DanlÍ, entre ellos la colonia Nueva Esperanza, Cofradía, Rodas, Alicia y La Pradera Norte. Se estima que entre las cinco colonias logran una cobertura de 1,971 viviendas, donde residen unas 9439 personas. Otras Juntas de Agua a tener en cuenta es la propia Junta de San Marcos, que administra el sistema de San Marcos de Abajo, Las Tunas, El Pac3n y Sabanetas, abasteciendo a casi 2000 habitantes.

En 2010, dentro del Marco de descentralizaci3n de los sistemas de agua potable que fue impulsado con Siguatepeque como ciudad prototipo, se produjo la descentralizaci3n del acueducto urbano de DanlÍ de manos del SANAA para conformar su propia Comisi3n Municipal de Agua y Saneamiento (COMAS), dejando el manejo del acueducto a su unidad desconcentrada, Aguas de DanlÍ. De hecho, por poblaci3n, distribuci3n y tipo de fuentes de abastecimiento, en su mayoría pozos perforados, el casco urbano de DanlÍ es muy parecido al de Siguatepeque.

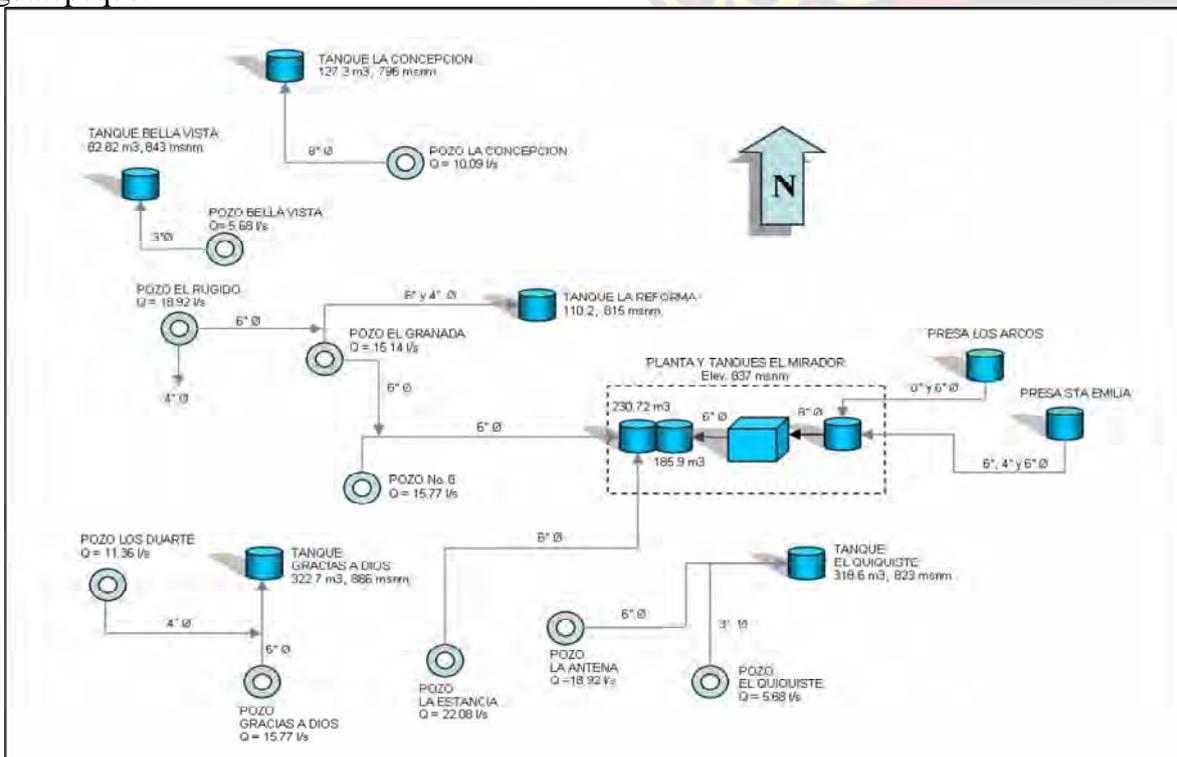
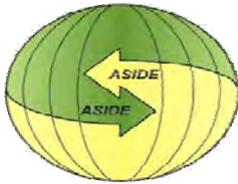


Imagen 9: Esquema del acueducto urbano de la ciudad de DanlÍ.

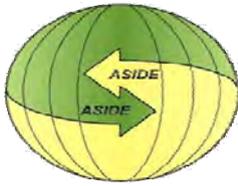


La cobertura del agua potable en el casco urbano de Danlí es de un 65%, con una cobertura de potabilización en torno al 75%, mientras que la cobertura del alcantarillado es apenas de un 50%. La instalación de micromedidores apenas alcanza a un 15% del total de abonados a Aguas de Danlí.

Por su parte, la zona rural se abastece completamente a partir de proyectos de Juntas Administradoras de aguas. Se estima que en la comunidad funcionan unas 713 juntas de agua, de las cuales 655 están ubicadas en el área rural y 58 en el sector urbano. De estas, unas 413 están legalmente constituidas y unas 300 aún no reúnen este requisito. Se estima que, al menos 90.000 personas del total de habitantes del municipio, en torno al 55 % del total de la población, son atendidas mediante las juntas de agua en el municipio de Danlí.

Este hecho ocasiona que muchos de los usuarios de los sistemas controlados por Juntas Administradoras consumen un agua que no es totalmente potable. Se estima que entre el 45 y 50 por ciento de las juntas de agua, no realizan los procedimientos requeridos para garantizar la potabilidad del líquido.





1.7 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

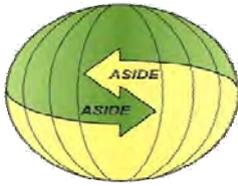
El sector económico por excelencia de Danlí es el sector agrícola por contar de grandes valles como el de Jamastrán que han sido motor de desarrollo económico por los cultivos de frijol y maíz, café, plátano, tomate y hortalizas.

En la agroindustria está el tabaco que genera alrededor de 10.000 mil empleos distribuidos en 20 fábricas. La mayoría de la producción en cigarros puros se exporta hacia los Estados Unidos y Europa y está comenzando a abrirse al mercado asiático. El tabaco producido en Danlí es, al parecer, de gran calidad, con una valoración del 95 sobre 100, según los expertos.



Imagen 10: Fábrica de tabacos en Danlí.

Además, Danlí cuenta con varias fábricas artesanales de rosquillas, dulces, tajadas de plátano, producción de lácteos y criaderos de pollos, de pescado tilapia, ganado vacuno, granjas de cerdos y factorías de papel artesanal.



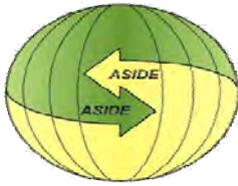
Relacionado con lo anterior, que marca el carácter agrícola del municipio Danlí es famoso por sus ferias de ganado en enero y el festival del maíz en agosto. Asimismo se celebran eventos de carácter religioso, como en el periodo de Semana Santa, con algunos lugares de peregrinaje y también en conmemoración de la Inmaculada Concepción el 8 de diciembre, lo que da lugar a las fiestas en el casco urbano, con la venta de alimentos tradicionales y juegos ancestrales de origen regional.

En cuanto al turismo, la cámara de turismo fue fundada el año 2009. En Danlí es muy famosa la ascensión a la *Piedra de Apagüiz*, una montaña con un saliente de roca en su cumbre. También es muy a tener en cuenta los alrededores del cerro San Cristóbal, con bosques de pinos y desfiladeros muy atractivos para el senderismo. Otro punto de gran atractivo es la Laguna de San Julián, una antigua presa que construyó una compañía minera de oro estadounidense. Tras el cese de la producción, la presa fue adaptada con merenderos, paseos en barca, pesca deportiva, etc.

Asimismo cuenta con un museo, que recoge el pasado colonial, minero y agrario del municipio, así como otros lugares de la época de la colonización como el lavadero público y restos del acueducto del siglo XVII.



Imágenes 11 y 12: Izquierda: Laguna de San Julián. Derecha: Atardecer en el Cerro San Cristóbal.



1.8 INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS

Danlí, se encuentra en la zona suroriental de Honduras a 98 kilómetros de Tegucigalpa, siendo el Departamento El Paraíso uno de los fronterizos con Nicaragua. Esto origina un importante tránsito comercial, sobretodo de camiones y transportes civiles.

Las vías de comunicación son buenas, hasta cierto punto, pues si bien, la carretera Panamericana, que comunica con Tegucigalpa hasta Nicaragua está pavimentada en su totalidad, hay tramos que presentan numerosos baches y algunos puntos de deslizamientos. Buena parte del casco urbano de Danlí está pavimentado y aún se continúan las labores de pavimentación. Sin embargo, fuera del casco urbano, la mayor parte de las carreteras municipales son de tierra o no pavimentadas.

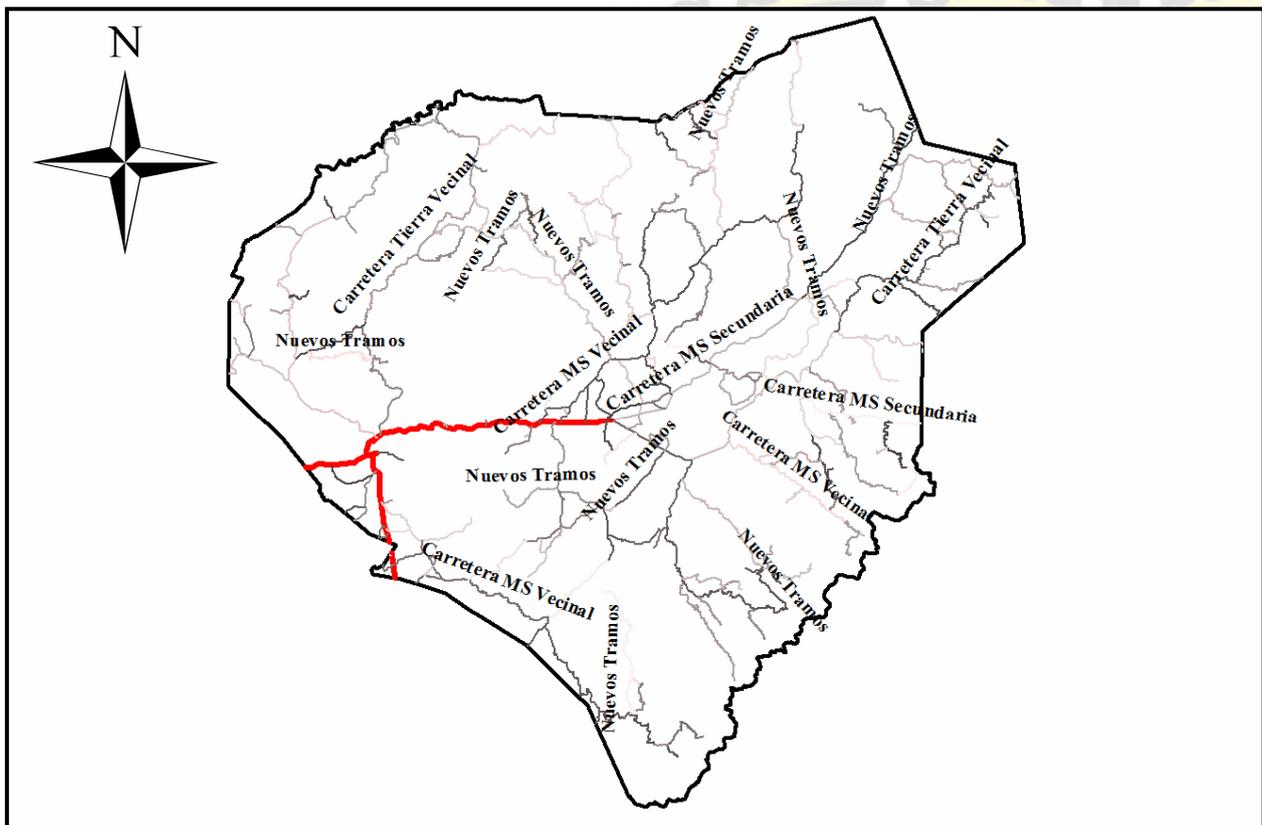


Imagen 13: Mapa de carreteras del Municipio de Danlí. En rojo, los únicos tramos pavimentados.

Otro de los servicios básicos, la electricidad, cubre el 95% del casco urbano, aunque tramos, sobretodo de carretera, por ejemplo el trayecto de Danlí a El Paraíso, con una distancia de 17 Km, apenas están iluminados. Asimismo, las zonas rurales tienen muy poca iluminación o acceso a la red eléctrica.

Las sobrecargas son habituales, con frecuentes cortes de corriente, aunque no de muy larga duración, generalmente comprendidos entre una y media hora.

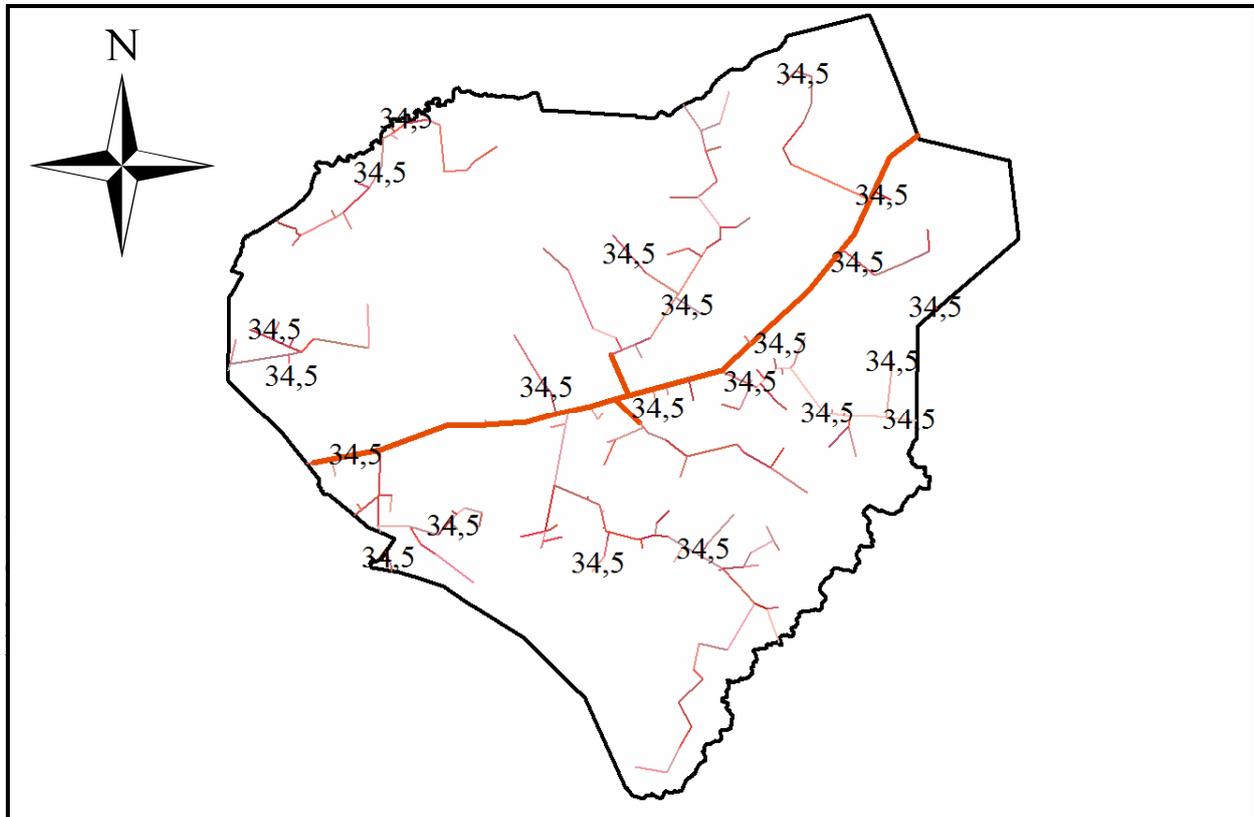
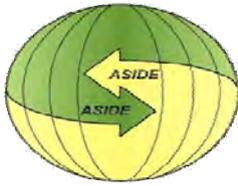


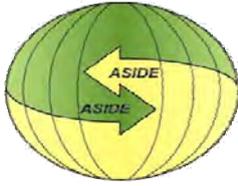
Imagen 14: Red eléctrica del municipio de Danlí, incluyendo el voltaje. En trazo grueso la línea principal. Obsérvense las grandes áreas del municipio sin acceso a la red eléctrica.

Se cuenta con varios bancos como Bac Honduras, Ficohsa, Occidente, Atlántida y cooperativas como la Cooperativa Apagüiz y la Cooperativa Sagrada Familia, así como corporaciones financieras de préstamo y créditos, como FINSOL.

El casco urbano cuenta con 22 farmacias, varios hoteles, supermercados, mercados populares, agrupaciones agropecuarias, numerosas ferreterías, clínicas privadas, un hospital regional, centros de salud en la mayoría de caseríos, hospital de consultas, centro de rehabilitación y laboratorios clínicos.

En cuanto a las comunicaciones, hay varias compañías de telefonía móvil, así como la compañía telefónica estatal Hondutel con más de 8.000 líneas telefónicas e internet, además de empresas de Internet y televisión por cable como Cablecolor.

También hay centros de Cruz Roja, Bomberos, policía preventiva, secreta y investigación, una brigada de el ejercito, mas de 50 comités de defensa ciudadana, policía municipal y varias organizaciones de vivienda.



1.9. SANIDAD Y EDUCACIÓN

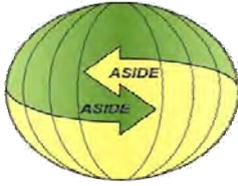
Danlí, al igual que muchas otros municipios y localidades del país, no es excepción a las enfermedades relacionadas con el agua, la alimentación, la desnutrición en algunos casos y la falta de salubridad. El siguiente cuadro ilustra las principales enfermedades que se han registrado con más frecuencia en el último año:

- 1.- Resfriado Común.
- 2.- Dengue
- 3.- Faringo-amigdalitis.
- 4.- Desnutrición
- 5.- Hipertensión Arterial
- 6.- Enfermedad Acido Péptica
- 7.- Infección Urinaria
- 8.- Anemia
- 9.- Alergias
- 10.- Asma
- 11.- Diarreas
- 12.- Vaginitis
- 13.- Neumonía
- 14.- Micosis
- 15.- Otitis

Como vemos en el cuadro, muchas de las enfermedades, están relacionadas, directa o indirectamente con el agua. Asimismo, vemos también bastantes enfermedades respiratorias, y otras motivadas por las dietas, desequilibradas y faltas de nutrientes básicos.

En Danlí, durante el año 2012 se registraron 1590 nacimientos y 473 defunciones, de modo que, como vemos, la población del Municipio aumenta a razón de mil nuevos habitantes al año. Danlí cuenta con el único hospital de todo el departamento de El Paraíso, el Gabriela Alvarado, a 3 kilómetros del centro de Danlí, en dirección al municipio de El Paraíso.

Por su parte, la educación en Danlí consta de 275 escuelas de educación básica y primaria, 8 institutos y/o centros de educación secundaria y 2 universidades la Universidad



Nacional de Honduras (UNAH) que cuenta con los dos modelos, el presencial en Danlí y el CASUED o educación a distancia en El Paraíso; Y también cuenta con la Universidad Católica, privada, en Danlí.

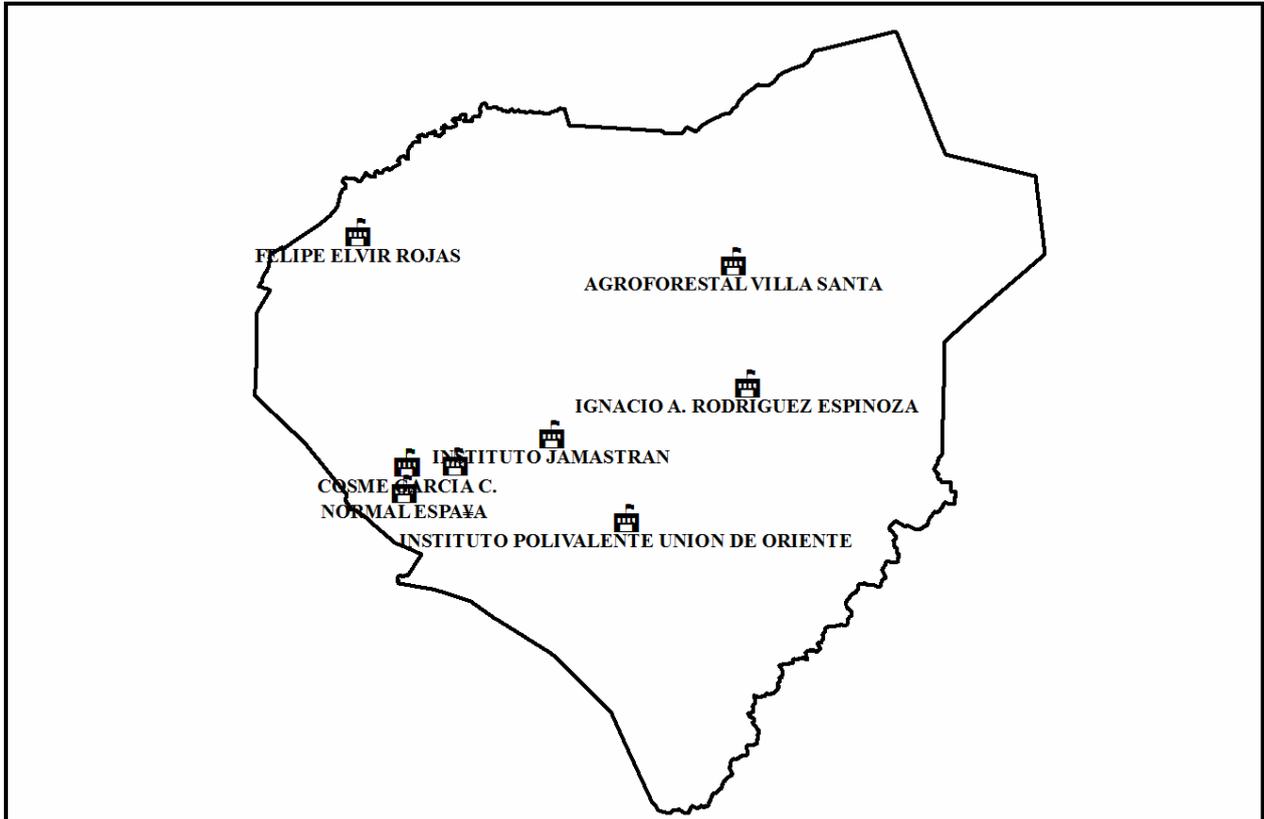
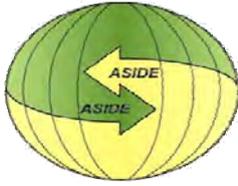


Imagen 15: Centros de educación secundaria del Municipio de Danlí.



2. AYUDA PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA Y SANEAMIENTO DE LA ALDEA "SAN MARCOS" DEL MUNICIPIO DE DANLI, EL PARAISO, HONDURAS

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto comenzó de forma oficial en enero de 2013, aunque las primeras reuniones y tomas de contacto se realizaron en diciembre de 2012

Este proyecto es uno de los más amplios, en términos de población que ha financiado el Excelentísimo Ayuntamiento de Oviedo, con más de 300 casas beneficiadas y 1800 habitantes, aproximadamente. Aunque el núcleo principal de población está en la aldea San Marcos de Abajo, en realidad del sistema se benefician 4 comunidades, el propio San Marcos de Abajo, Las Tunas, El Pacón y Sabanetas, las cuales pertenecen a los Municipios de Danlí, El Paraíso y San Matías. Del total de habitantes, unos 1100 viven en San Marcos de Abajo, mientras los otros 700 se reparten en las otras tres comunidades.

El proyecto vino a reforzar el sistema existente, un proyecto por gravedad mediante una represa que se había quedado totalmente obsoleto, de modo que cada abonado recibía el agua una vez por semana y, en las épocas de estiaje, se podían llegar a las dos semanas.

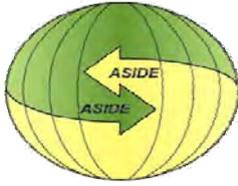
La represa había sido reconstruida en dos ocasiones, la última durante el huracán Mitch en el 98. La distancia al tanque es de unos 12 kilómetros y la cota del tanque es de 825 metros y la de San Marcos de Abajo tiene una elevación media cercana a los 775 metros, de modo que la diferencia de cotas es de 50 metros.

Por otra parte el Club Rotario perforó un pozo en 2009, pero de apenas 30 metros de profundidad, lo que nos hizo declinar la opción de poner operativo este pozo, pues con tan poca profundidad sería una inversión desproporcionada. Además, el pozo se encuentra en el interior de una finca ganadera, de modo que siempre existe el riesgo de contaminación por lixiviados del ganado, por lo que esta opción quedó descartada desde el principio.

Estas comunidades contaban con las siguientes estructuras al momento de comenzar el proyecto.

- Un tanque de 12.000 galones de capacidad
- Una bomba y motor de 5 HP y accesorios
- Un transformador de 15 Kvas y accesorios
- Red de distribución completa

Una ventaja importante es que las comunidades cuentan con una Junta Administradora de Aguas, bien constituida y con representación de las cuatro aldeas en la misma. Los miembros de la Junta y su procedencia son:



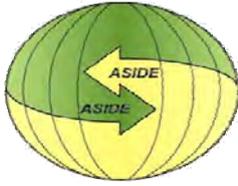
1. Presidente: Jorge González (San Marcos Abajo)
2. Vicepresidente: Juan Manuel Maradiaga (Las Tunas)
3. Secretaria: Xiomara Yamileth López (San Marcos Abajo)
4. Tesorero: Carlos Sosa (El Pacón)
5. Fiscal: César Sosa (San Marcos Abajo)
6. Vocal 1: Edilberto López (Las Tunas)
7. Vocal 2: Freddy Ávila (Sabanetas)

La Junta Administradora cobra una tarifa de 30 Lps/mes, cuentan con un fontanero y el tanque cuenta con un hipoclorador, de modo que se encuentran organizados, con personal dedicado al sistema y conocen las nociones mínimas de potabilización del agua. Esto constituyó una importante ventaja, ya que por primera vez no fueron necesarias las labores de promoción social, apenas dos reuniones, una para informar a los vecinos de las obras físicas a realizar y otra para revisar la tarifa mensual, que, aunque organizados, se antojaba insuficiente para el nuevo proyecto.

Naturalmente es muy de destacar que la existencia del transformador y equipo de bombeo fueron fundamentales a la hora de llevar a buen término este proyecto, los cuales fueron adquiridos por otra Junta Directiva y en el que la Municipalidad realizó una importante aportación económica para su adquisición.

Por lo tanto, dado que la fuente de la que se abastecen no aportaba más caudal, de modo que no se podía aprovechar construyendo una nueva represa y, ante la existencia de un equipo de bombeo, se procedió a perforar un pozo de 78 metros (260 pies) con el que reforzar el sistema, se hizo el correspondiente aforo y análisis de aguas y se aportaron las tuberías necesarias para la impelencia. Asimismo, mediante la aportación de la propia Junta de Aguas, se construyó la caseta de protección para la caja de controles de la bomba y los vecinos excavaron la zanja para la instalación de las tuberías hasta el tanque a 600 metros de distancia del pozo. Finalmente, la conexión al tanque fue realizada por el fontanero de la Junta Directiva.

Con la inauguración del proyecto dimos por concluido el mismo con la satisfacción de poder llevar a buen término los proyectos iniciados, favoreciendo a los más necesitados y dejándolo en manos de una Junta Administradora preparada y consecuente con la inversión realizada.



2.2. DESCRIPCIÓN DE LA PARTE TÉCNICA

- **Estudio del emplazamiento del pozo**

Desde el punto de vista hidrogeológico el terreno está constituido por aluviones y depósitos fluviales cuaternarios de gran espesor. De hecho, en el Municipio de Danlí hay varias zonas con potentes depósitos aluviales, pues no hay que olvidar que los ríos de Danlí se caracterizan por tener mucha energía y transportar una gran carga de sedimentos de modo que toda la zona corresponde a una cuenca endorreica, por lo que los sedimentos aluviales son realmente potentes.

El logging del pozo perforado por el Club Rotario muestra un espesor de arcillas, arenas y gravas de hasta 15 metros de potencia, aunque la descripción litológica es bastante pobre, pues dice que hay roca pero no así su litología. De acuerdo a la información geológica de la zona, las rocas podrían corresponder a los materiales del grupo Padre Miguel, la Formación Matagalpa o al Grupo Valle de Ángeles, siendo volcánicos los dos primeros y siliciclástico el tercero.

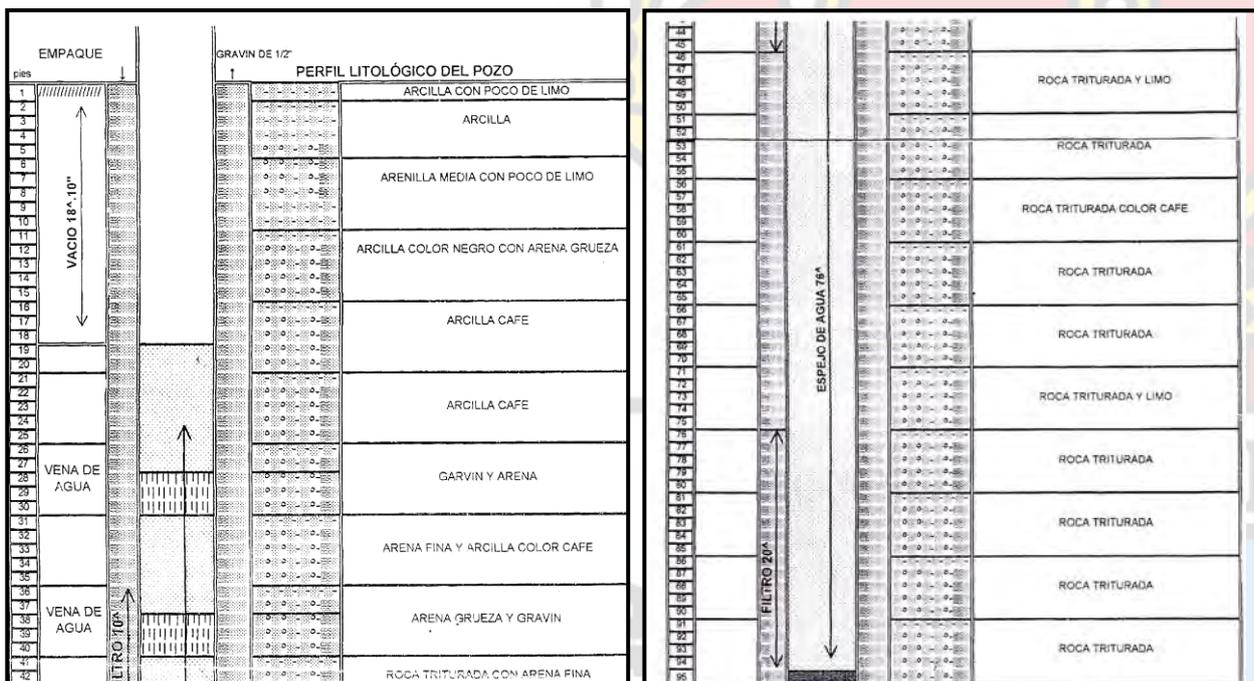
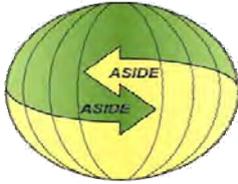


Imagen 16: Logging del pozo, indicando la litología y la ubicación de los distintos niveles freáticos.

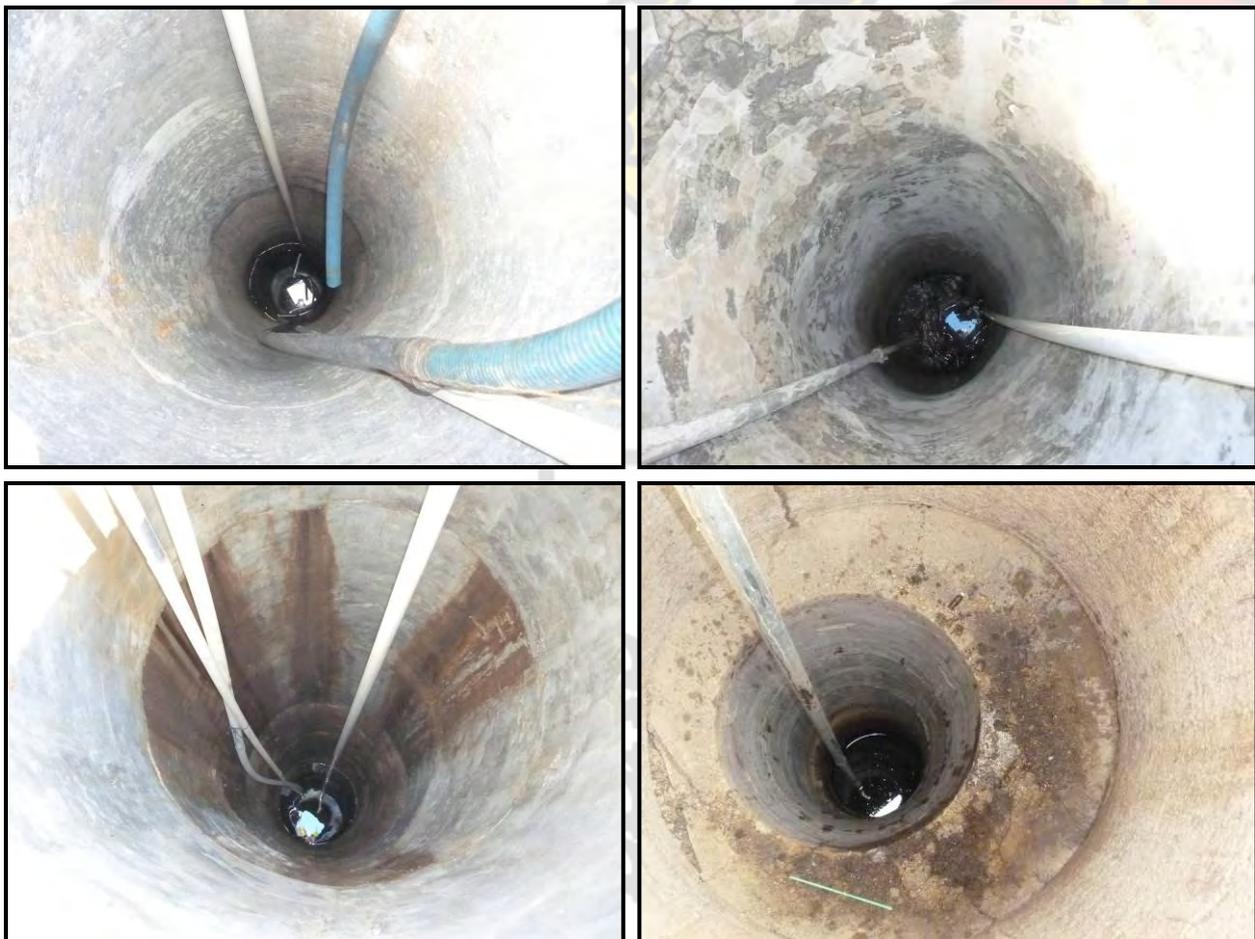
La perforación de un pozo en esta situación se antojaba como arriesgada, dado que había varios factores que nos impedían tener seguridad de éxito al perforar.

- El espesor del aluvión indeterminado, así como los materiales que lo constituyen
- Litología de la roca subyacente, también, indeterminada
- Ausencia de una hoja geológica 1:50000 de la zona que nos diera una información de mayor detalle
- Ausencia de sondeos con recuperación de testigo, solo el logging del pozo

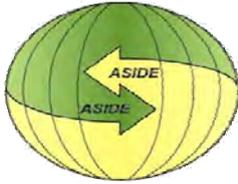


Por lo tanto y con estos condicionantes previos se comenzó el estudio de campo para emplazar el nuevo pozo, en el cual se llegó a identificar 11 pozos, todos malacates (artesanales) salvo el perforado por el Club Rotario. En todos ellos pudimos ver la proximidad del nivel freático. Según los vecinos del lugar, el nivel de los pozos desciende un poco en la época seca, confirmando que se trata de un acuífero libre alimentado por los ríos y quebradas, lo que, a su vez confirma el origen aluvial de los materiales que se encuentran en la zona de San Marcos de Abajo y también de la propia ciudad de Danlí.

De este modo, podíamos tener dos opciones. La primera, perforar hasta atravesar por completo el aluvión y esperar que la roca subyacente contenga un acuífero confinado, tal y como sucede con los pozos del casco urbano de danlí. La segunda opción, en caso de no tener un acuífero en la roca, restringir el pozo al acuífero libre que forma el aluvión, dado que los pozos malacates confirman que era una posibilidad factible.



Imágenes 17, 18, 19 y 20. Algunos de los pozos *malacates* de la zona de San Marcos de Abajo. Como puede verse, en todos es notoria la proximidad del nivel freático, lo que parece confirmar que se abastecen del acuífero libre que almacenan los materiales aluvionares.



De los 11 pozos identificados, pudimos medir el nivel freático con la sonda en 8 de ellos, dando los siguientes resultados:

<i>Pozo</i>	<i>Coordenadas X</i>	<i>Coordenadas Y</i>	<i>Nivel freático *</i>	<i>Cota del pozo</i>
1	546593	1545027	-4.76 metros	760 metros
2	546512	1545015	-6.44 metros	763 metros
3	546478	1545095	-4.79 metros	763 metros
4	546453	1544675	-5.70 metros	760 metros
5	546515	1544845	-6.38 metros	761 metros
6	546592	1544882	-6.57 metros	763 metros
7	546696	1545021	-7.04 metros	766 metros
8	546969	1541862	-13.30 metros	769 metros

* En cada una de las medidas se ha restado la altura del entubado o malacate desde el nivel de la superficie. El datum UTM es WGS 84, 16 N

Como vemos, la profundidad del nivel freático es muy constante. Aún si tenemos en cuenta que en los puntos donde se encuentra más profundo, esto es relativo, pues también coincide con una mayor elevación de la cota del terreno, por lo tanto el manto freático es prácticamente horizontal. Si además tenemos en cuenta que hay pozos separados por más de 600 metros, tanto de N a S, como de E a W, comprobamos que la superficie freática es muy homogénea, por lo que nos aseguramos el éxito de la perforación, aún estando restringido a los materiales aluviales.



Imágenes 21 y 22: Izquierda: Hidronivel listo para medir el nivel del pozo perforado por el Club Rotario. Derecha: Medida del nivel freático en uno de los pozos malacates.

Con el inventario de los diferentes pozos existentes en la zona y tras estudiar los materiales y las opciones, se procedió a la elaboración de los diferentes mapas como paso previo a la ubicación del futuro pozo

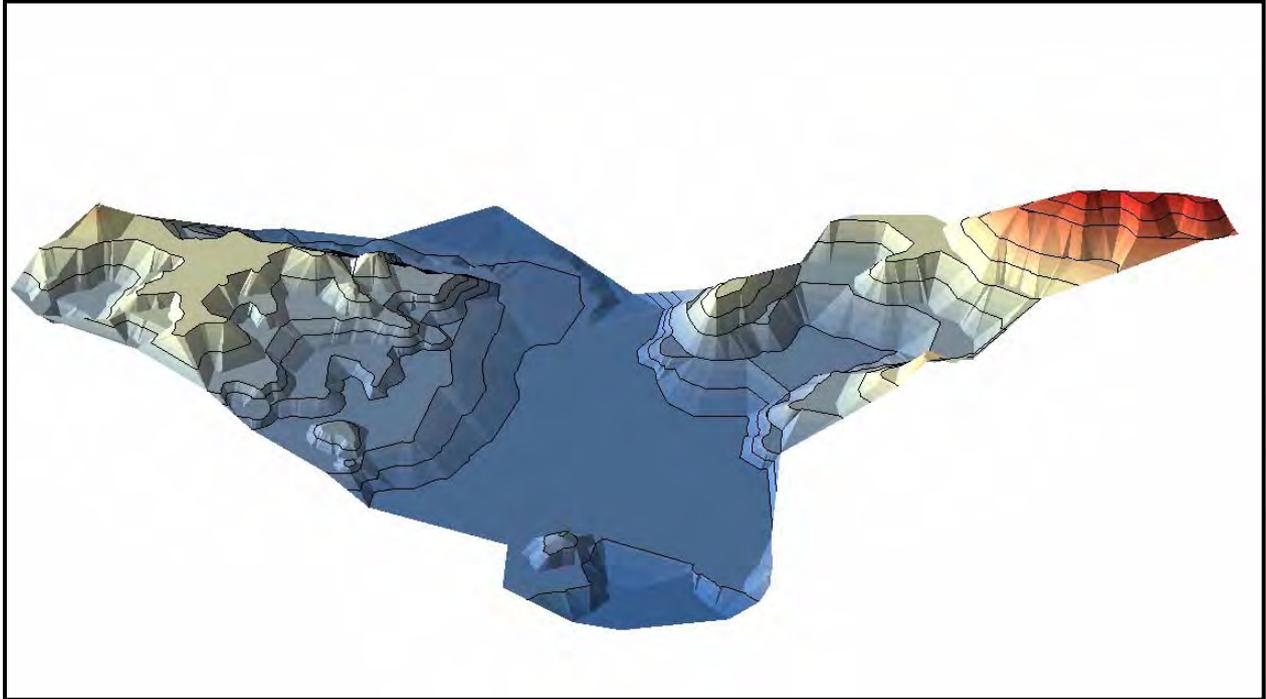
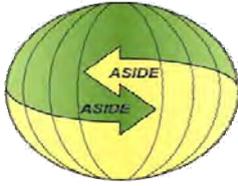


Imagen 23: Imagen tridimensional de la zona de San Marcos de Abajo. Arcscene 9.3. Exageración vertical x3.

La imagen anterior muestra con claridad una zona enormemente plana separando dos zonas elevadas. La zona plana confirma un relleno de sedimentos de origen fluvial puesto que son numerosas las quebradas que fluyen por esta zona. De hecho, esta área parece una versión reducida de la ciudad de Danlí, puesto que la misma se asienta sobre un enorme depósito aluvial ya que se trata de una zona endorreica cuyos ríos tienen una altísima energía, dejando grandes depósitos de arenas, gravas y, sobretudo, arcillas.

Desde el punto de vista petrológico, en el Municipio de Danlí dominan las formaciones siliciclásticas, destacando el Grupo Honduras, y, en menor medida el grupo Valle de Ángeles, ambos terrígenos, formado por areniscas, conglomerados y lutitas con algunos niveles de limolitas. No obstante, siempre hay presencia de los grupos volcánicos cenozoicos, específicamente el Grupo Padre Miguel de acidez intermedia a alta y la Formación Matagalpa, materiales máficos a intermedios.

También hay presencia de rocas volcánicas cuaternarias, posiblemente basaltos y también de intrusivos, que sugiere la existencia de una tectónica distensiva local, pues no hay que olvidar la influencia del valle tectónico de Jamastrán. Sin embargo, como podemos ver en la imagen siguiente, en la zona de San Marcos, la litología cambia considerablemente, pues, si bien la presencia de aluviones es muy importante, con grandes espesores de sedimentos depositados, la litología de la zona es de carácter volcánico, representada, una vez más por el Grupo Padre Miguel del Mioceno, cuya extensión abarca casi un tercio de toda Honduras.

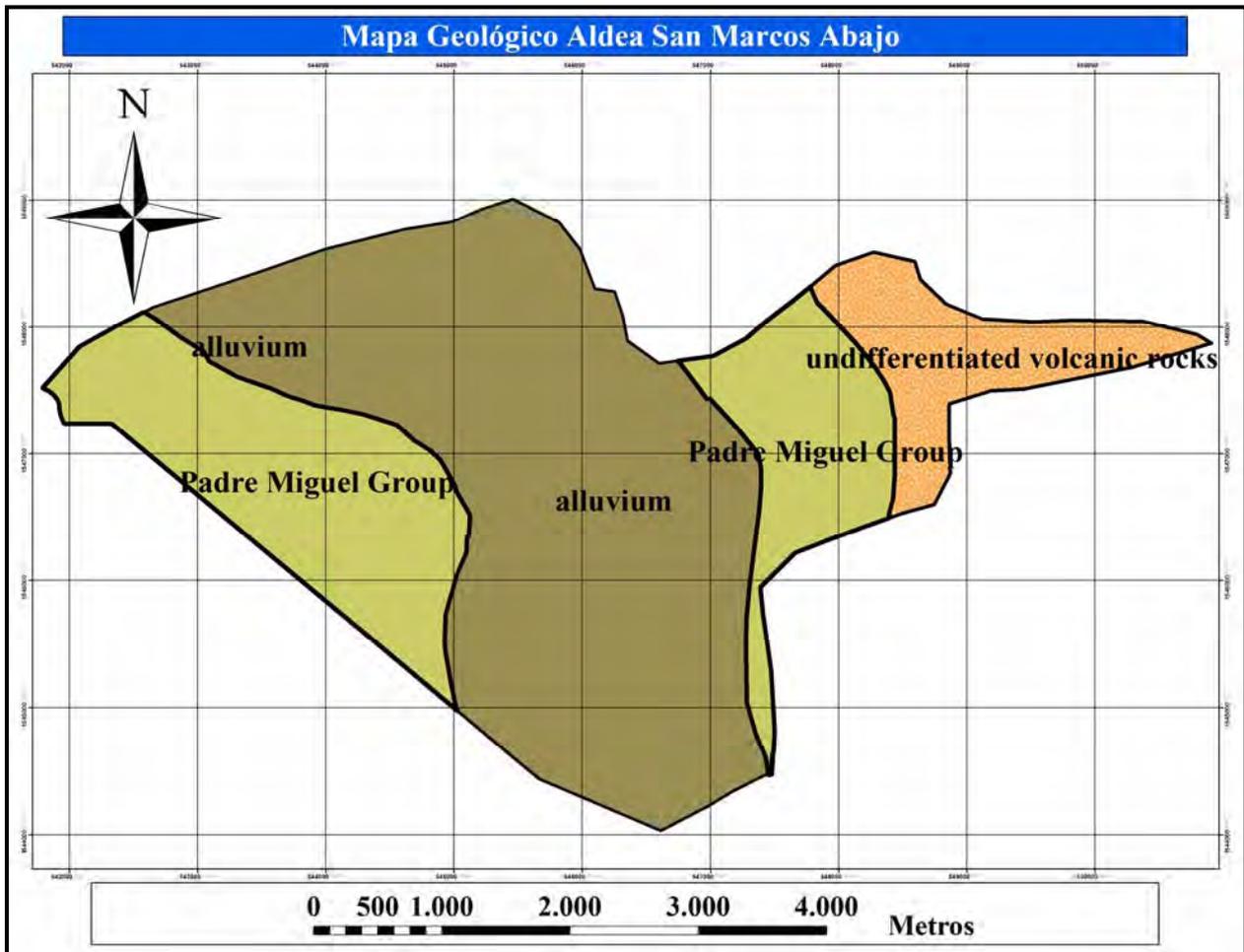
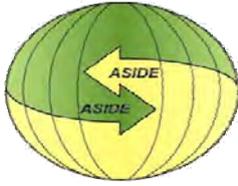
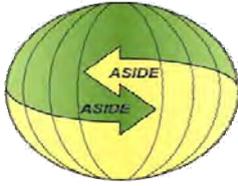


Imagen 24: Mapa de la aldea San Marcos de Abajo, con presencia de aluviones depositados sobre un basamento no determinado, pudiendo ser el Grupo Padre Miguel, que aparece a ambos lados del aluvion, Formación Matagalpa, o, de acuerdo a la secuencia estratigráfica, podría ser también Formación Valle de Ángeles. Arcmap 9.3.

Lastimosamente, no se dispone de una cartografía geológica de más detalle que describa las propiedades de cada miembro del grupo, pero, por lo que viene siendo constante en varias partes de Honduras, es muy posible que los materiales sean riolitas e ignimbritas, indicando un volcanismo ácido, y tobas, que sugieren una acidez intermedia. En las zonas más elevadas aparecen rocas volcánicas no diferenciadas.

Así, vemos, que el substrato rocoso existente bajo los sedimentos aluviales no corresponde a rocas terrígenas como en el resto de Danlí (salvo que fuera Valle de Ángeles, aunque es una posibilidad remota) que pudiera ser susceptible de contener algún nivel acuífero por porosidad, especialmente en areniscas y conglomerados; tenemos, por el contrario, casi con toda seguridad materiales volcánicos indeterminados, bien correspondientes al Grupo Padre



Miguel, o bien a la Formación Matagalpa. No hay que olvidar, que, si bien el acuífero de Siguatepeque se encuentra en los materiales del miembro Guique pertenecientes al grupo Padre Miguel, estos son tobas, cuya porosidad es mayor y además, en Siguatepeque, hay una tectónica distensiva muy marcada con numerosas fallas, sin olvidar que el acuífero de Siguatepeque tiene una transmisividad baja a muy baja, como ocurre en las rocas volcánicas. Dado que no tenemos más información del tipo de materiales que constituyen el basamento de roca bajo el aluvión, se realizará una perforación a fin de aprovechar el acuífero libre de los materiales aluviales y, en función de la litología que tenga el basamento, se procederá a perforar en la roca para llegar al acuífero confinado, en caso de haberlo.

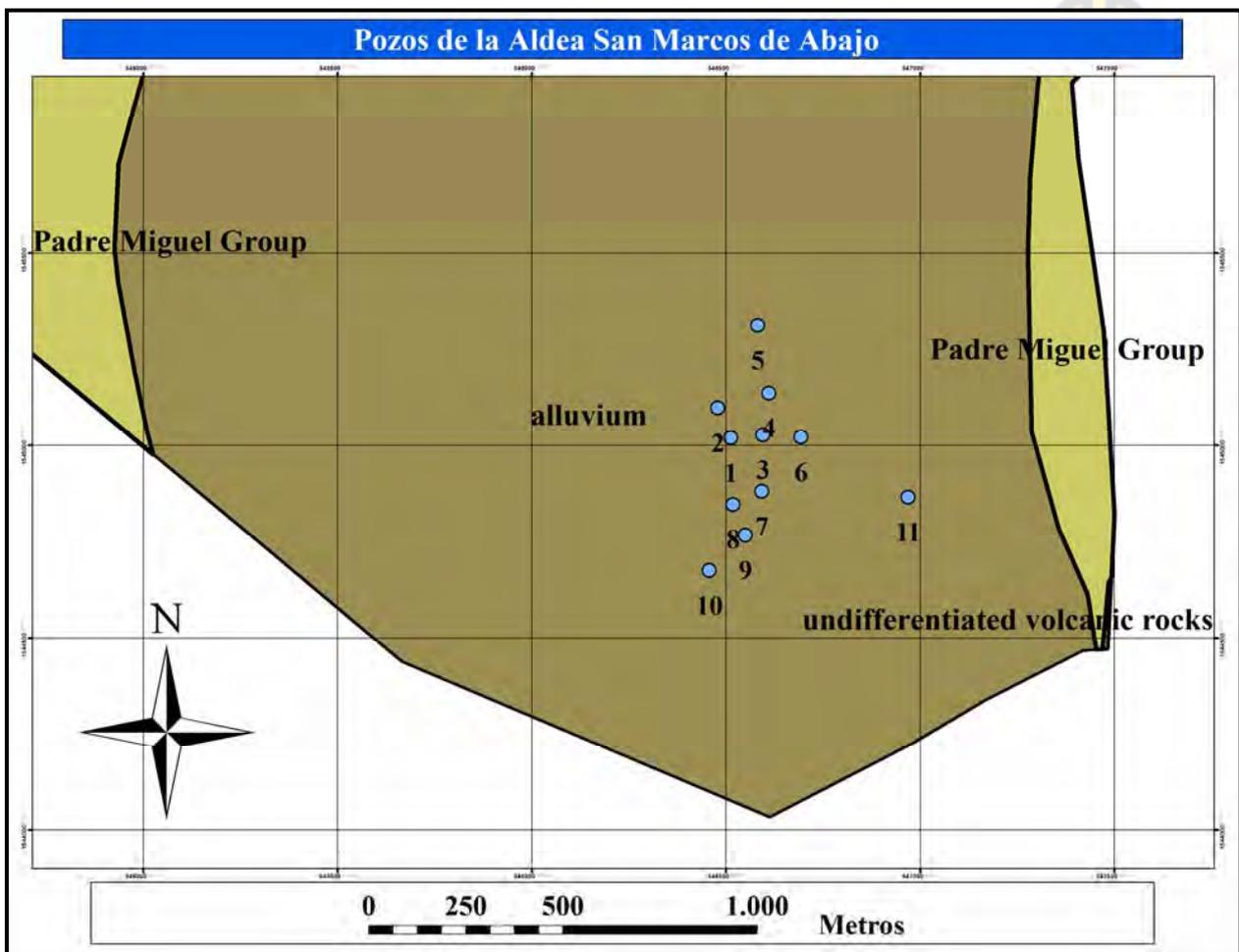
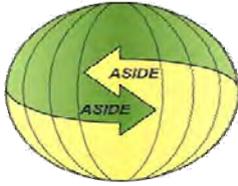


Imagen 25: Ubicación de los pozos de San Marcos en los aluviones cuaternarios. Arcmap 9.3.

Como vimos anteriormente, la profundidad del nivel freático es muy constante, lo que sugiere que los materiales susceptibles de almacenar agua y tener una permeabilidad significativa, gravas, arenas y limos presentan una profundidad bastante constante. No obstante, desconocemos el espesor de las arcillas, pues el logging del pozo perforado por el Club Rotario no hace una descripción completa de los materiales extraídos.



Si proyectamos los pozos en un mapa de la aldea San Marcos y lo vemos tridimensionalmente, observaremos que todos ellos se restringen a los materiales aluviales.

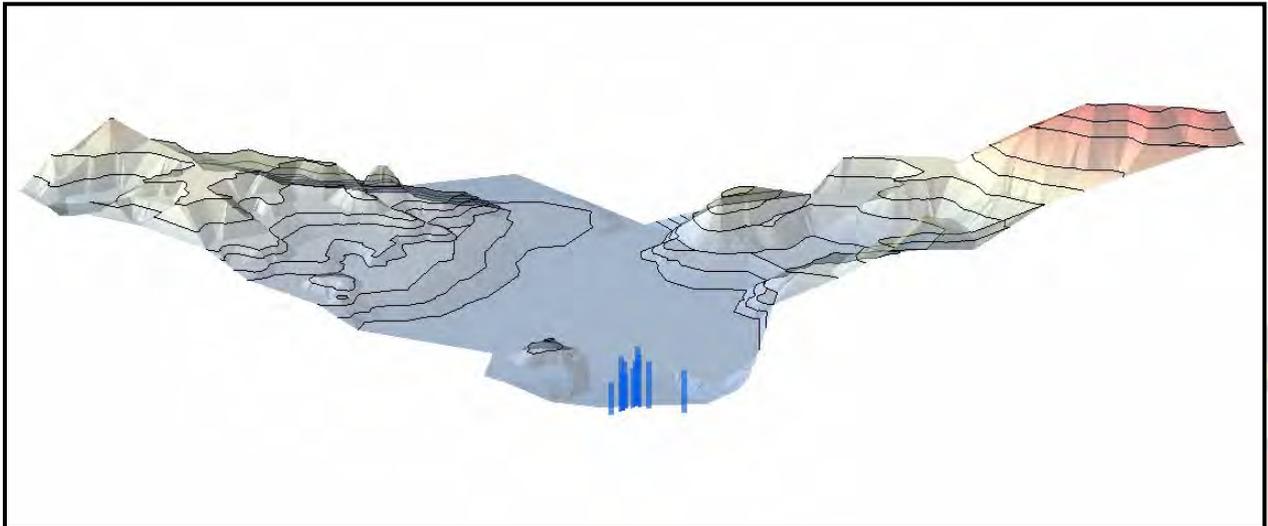


Imagen 26: Imagen tridimensional de la aldea San Marcos ubicando los pozos en los materiales aluviales. Arcscene 9.3. Exageración vertical x3.

Teniendo en cuenta todos los factores, las litologías, y la horizontalidad del acuífero, el emplazamiento del nuevo pozo es relativamente sencillo de u. Ahora se trata de ubicarlo de modo que esté cerca del tendido eléctrico y que no haya un punto de contaminación cerca (letrinas, fosas sépticas) que pudiera afectar la calidad del mismo.

Las coordenadas de la futura perforación, según el Datum WGS 84, 16 N son las siguientes:

X: 546701

Y: 1545082

Por su parte, la futura perforación deberá tener las siguientes características:

- ✚ Profundidad de la perforación: 60 metros (200 pies)
- ✚ Sección de la perforación: 10 pulgadas, salvo que el perforista sugiera otra sección.
- ✚ Sección del entubado: 6 pulgadas, salvo que el perforista sugiera otra sección.
- ✚ Empaque de grava de río selecta.
- ✚ Sello sanitario: Al menos 2 metros.

La imagen siguiente, de Google Earth muestra la proyección de los pozos existentes y el emplazamiento del futuro pozo, ubicado al lado de un campo de fútbol, en un terreno llano, con fácil acceso para la máquina, al lado del tendido eléctrico primario y con una buena salida de la tubería de impelencia hacia el tanque.

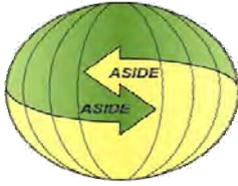
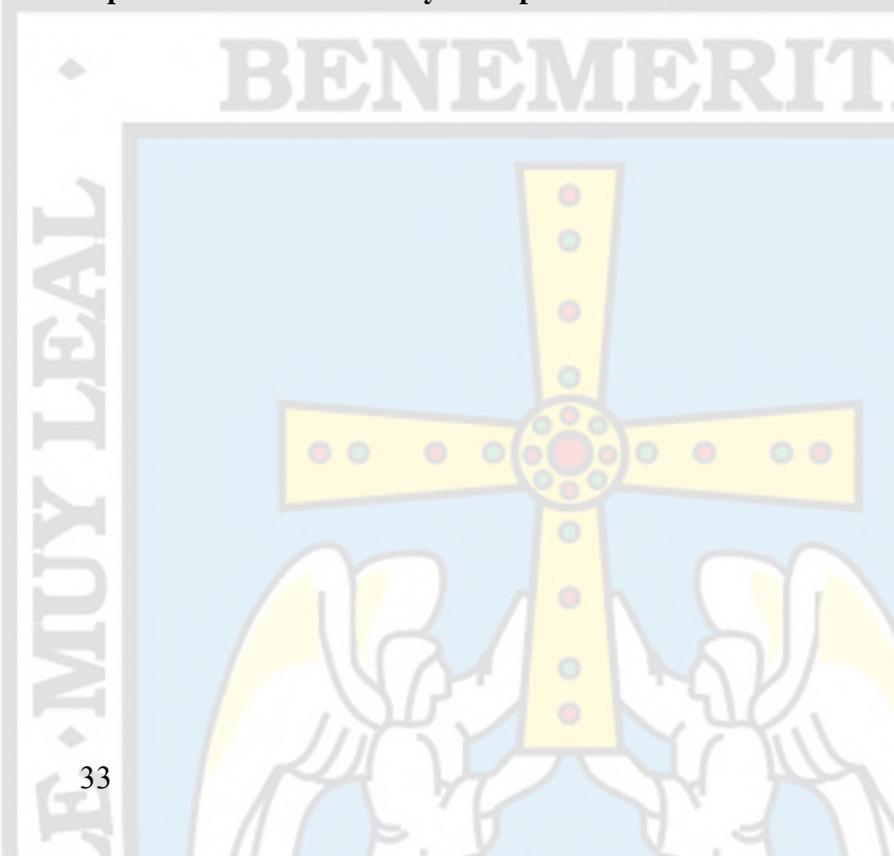
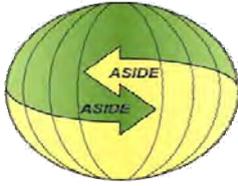


Imagen 27: Aldea San Marcos de Abajo, con los pozos existentes en azul y el emplazamiento del futuro pozo e rojo. Arcmap 9.3.





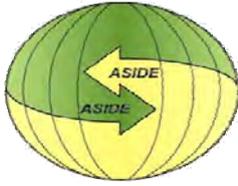
- **Perforación del pozo**

A principios de febrero comenzó la actividad fundamental en este proyecto, la perforación del pozo de 200' (60metros) de profundidad; para ello se contrataron los servicios de la empresa Will Vall Pozos de San Pedro Sula, con quien ya hemos trabajado anteriormente en numerosas ocasiones y cuyo propietario, Wilfredo Valladares es un hombre comprometido con los proyectos de ayuda humanitaria.



Imagen 28: Máquina perforadora de la empresa Will Vall Pozos lista para comenzar la perforación del pozo.

La técnica de perforación para el pozo de San Marcos Abajo, fue la de rotación con tricono, una técnica rápida, pero con problemas en rocas de alta dureza. Además tiene el inconveniente que no detecta los niveles freáticos puesto el fluido de perforación es un lodo bentonítico que se inyecta al sondeo, de modo que, durante la perforación, sella los poros de los materiales. Además siempre existe el riesgo de contaminación del pozo, pues para realizar la mezcla se extrae agua de los ríos cercanos, lo que implica alterar la calidad del agua del pozo, aunque, generalmente, los afloros terminan por limpiarlo completamente.



Imágenes 29 y 30: Izquierda: Máquina de perforación mostrando la mesa de rotación. Derecha: Tricono, de insertos de widia, para rocas de dureza media-blanda.

El diámetro de la perforación será de 10” mientras el entubado será de PVC RD26 de 6”. Las rejillas se ubicarán en función de la detección y espesor del manto freático.

Los primeros compases de la perforación mostraron un espesor de entre 5 y 6 metros de materiales arenosos y arcillosos con algunas intercalaciones de cantos y bloques de roca, tal vez antiguos canales fluviales intercalados en la secuencia aluvial.

Aún así y tras 5 horas de perforación, se procedió a acoplar un segundo tubo, de 25’ de longitud (7,5 metros), lo que nos da un avance de más de un metro por hora.



Imágenes 31 y 32. Izquierda: Varillaje listo para comenzar a perforar. Derecha: Acoplamiento de un segundo tubo al varillaje.

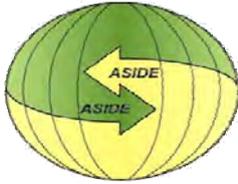
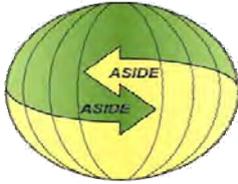


Imagen 33: Extracción del varillaje al final de la jornada.

Transcurridos los primeros 30 metros (100 pies) de la perforación encontramos que en los primeros 12 metros aparecen arenas, gravas y algunos niveles de bloques, posiblemente rellenos de canal. La presencia de arenas y gravas a los 6-7 metros de profundidad parecen confirmar, por su naturaleza, que se trata de los materiales que contienen el acuífero libre.

Pasado este primer nivel de sedimentos nos encontramos con un enorme espesor de arcillas de más de 16 metros (52 pies) de potencia, con una capacidad acuífera nula en todo este tramo. El espesor de estas arcillas ha hecho que, los originales 60 metros (200 pies) de perforación se hayan ampliado hasta los 78 metros (260 pies) dado que se trata de un tramo realmente potente de total impermeabilidad.

Pasado ese nivel y hasta el final de la perforación hemos perforado materiales volcánicos no diferenciados, que albergan un acuífero confinado, confirmando las esperanzas que se habían puesto en esta posibilidad, lo que también supone un gran dato puesto que, en apariencia hasta realizar el aforo, el acuífero confinado en la roca aporta un caudal mucho más alto de lo estimado o esperado en un principio, cercano a los 15 litros por segundo. La presión de confinamiento del agua es bastante alta, hasta el punto que el nivel estático ha ascendido desde los 30 metros a los que, aparentemente se cortó el acuífero hasta apenas 6.40 metros.



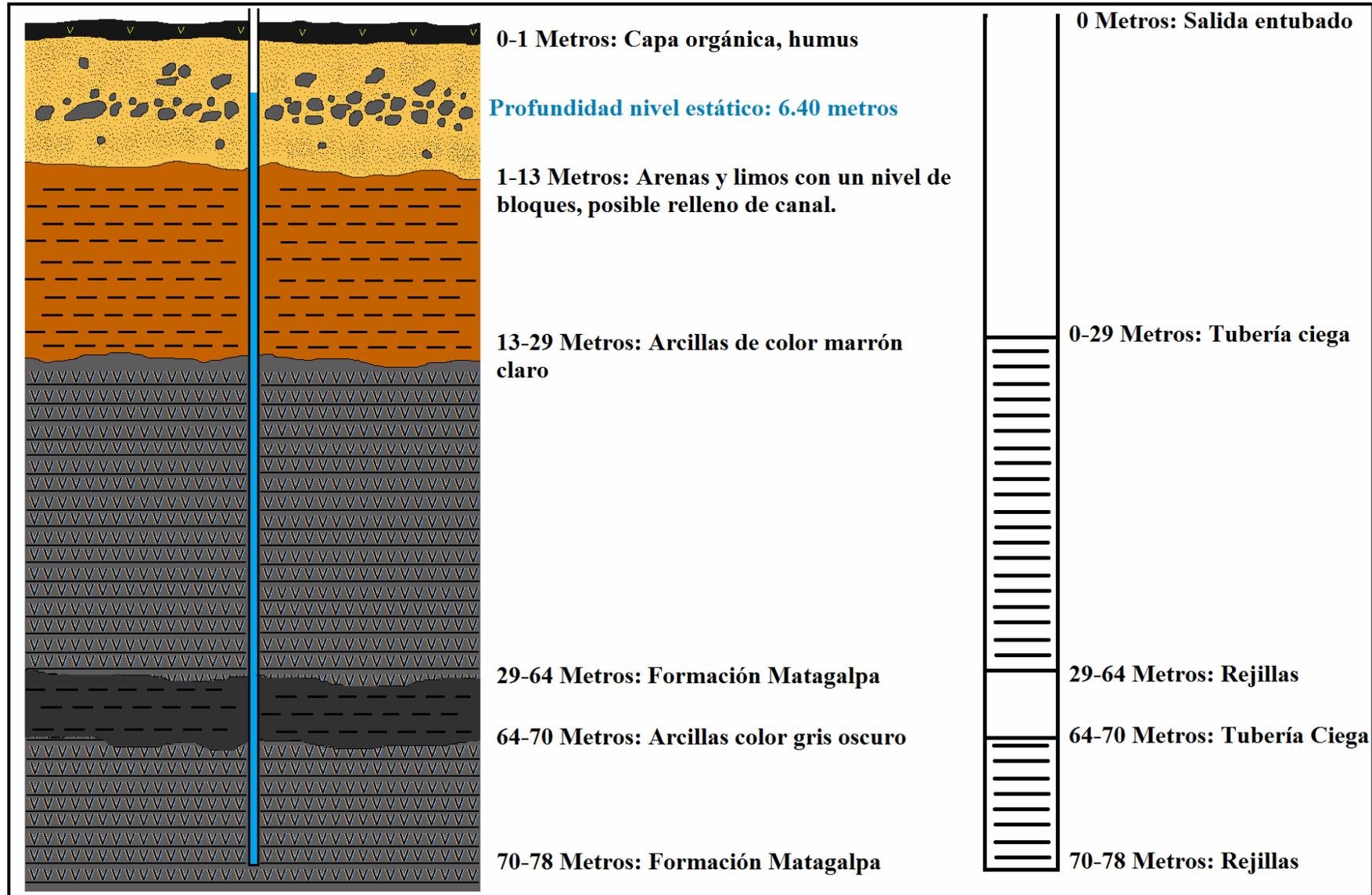
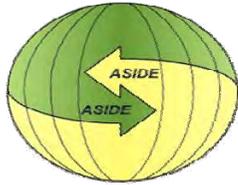
Imágenes 34 y 35: Izquierda: Muestra de roca triturada. Derecha: Entubado final con el empaque de grava

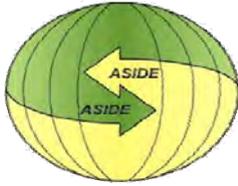
No obstante a una profundidad comprendida entre los 65 y 70 metros se ha encontrado otro nivel de arcillas, posiblemente por la existencia de una falla o quizás por alteración de los materiales volcánicos por el agua, aunque es poco probable ya que se trata de un nivel aislado y no se han vuelto a encontrar más arcillas en el interior del basamento, o quizás Pasado este último tramo y hasta los 78 metros, encontramos nuevamente los materiales volcánicos anteriores a las arcillas.

En base a estos materiales se ha dispuesto que los primeros 29 metros del entubado contando desde la superficie hasta la base del pozo sean de tubería ciega, pues el acuífero confinado, además de aportar un buen caudal, se le presume una calidad de agua superior a la del acuífero libre, más sensible a las infiltraciones y lixiviados. Los siguientes 35 metros son enrejillados, los siguientes 6 metros, coincidiendo con el nivel de arcillas grises, nuevamente con tubería ciega y los últimos 8 metros, de nuevo con tubería enrejillada. En total la relación de tubería ciega/enrejillada es de 35 y 43 metros respectivamente. La columna de agua es de 72 metros.

En cuanto al entubado, el material es PVC RD26, con una sección de 6 pulgadas y el empaque de gravas es de $\frac{1}{4}$ de pulgada.

La siguiente imagen muestra el desarrollo del pozo, los materiales que en base al ripio de la perforación hemos determinado y la ubicación de las rejillas en el entubado. En base a las características del ripio observado, las rocas que forman el basamento son volcánicas, parece, de acuerdo a la secuencia estratigráfica, que hemos perforado la Formación Matagalpa, situada a muro del Grupo Padre Miguel, que constituye las colinas cercanas.

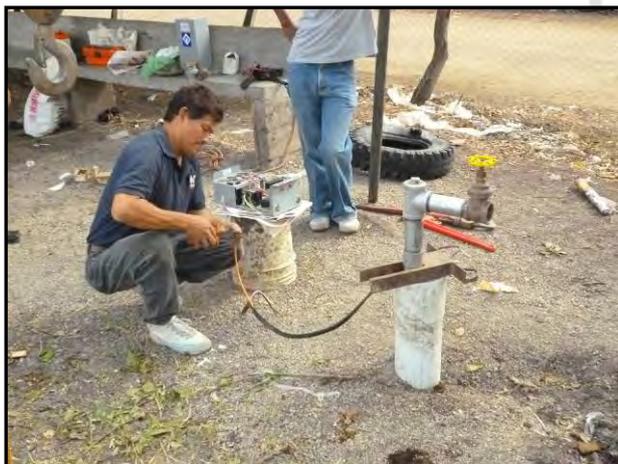




- **Ensayo de bombeo**

Tras la perforación, se continuó con el trascendental ensayo de bombeo. Aunque, según el técnico perforista el pozo podía aportar un buen caudal, no lo sabríamos con seguridad hasta realizada esta prueba. Para ello, contamos nuevamente con los servicios de la empresa Will Vall Pozos de San Pedro Sula.

Para ello se procedió a instalar la bomba de la comunidad. Dado que siempre es necesario instalar un equipo de bombeo para realizar esta prueba, qué mejor que hacerlo con el propio equipo con el que contaba la Junta Administradora de San Marcos, asegurarse que el equipo se encontraba en buenas condiciones, dado que se compró hacía 4 años y, por último, dejarlo ya instalado a profundidad de aspiración, con lo que la Junta se ahorró el contratar a un técnico que lo instalara posteriormente. La bomba se instaló a una profundidad de 31 metros (se instalaron 5 lances de HG de 6 metros cada uno), coincidiendo con una zona de tubería con rejilla, superando así los 29 primeros metros de tubería ciega.

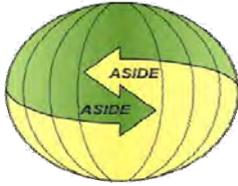


Imágenes 36 y 37: Izquierda: Conexión de la bomba a la red. Derecha: A punto de comenzar el aforo, con el hidronivel emplazado en el pozo.

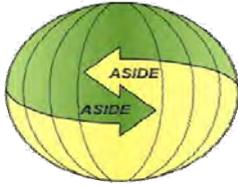
Tras bajar la bomba y, realizadas las correspondientes conexiones eléctricas, se procedió a realizar la prueba de aforo a caudal constante según el método de Jacob.

En otras ocasiones se realizan en primer lugar una serie de aforos a caudal variable, bien cuando se sospecha que el pozo presenta unos valores de transmisividad baja, o bien, cuando la bomba es lo bastante potente como para extraer un caudal alto en pozos de mayor transmisividad, de modo que nos permita calcular los caudales máximo y crítico. Sin embargo, en esta ocasión no fue posible realizar esta prueba inicial dado que la bomba tenía una potencia de 5 HP, por lo que no sería posible extraer un caudal lo bastante alto como para desarrollar por completo el pozo, así que, para no perder más tiempo, procedimos directamente a la prueba de caudal constante a 103 galones por minuto (6.5 litros por segundo).

La prueba comenzó a las 15:20 horas y proporcionó los siguientes resultados:



TIEMPO (min)	NIVEL(m)	Nivel a Superficie (metros)	Descenso parcial (metros)	Descenso acumulado (metros)
0	6,8	6,3	0	0
1	8,82	8,32	-2,02	-2,02
2	9,05	8,55	-0,23	-2,25
3	9,18	8,68	-0,13	-2,38
4	9,27	8,77	-0,09	-2,47
5	9,34	8,84	-0,07	-2,54
6	9,4	8,9	-0,06	-2,6
7	9,45	8,95	-0,05	-2,65
8	9,49	8,99	-0,04	-2,69
9	9,53	9,03	-0,04	-2,73
10	9,59	9,09	-0,06	-2,79
12	9,63	9,13	-0,04	-2,83
14	9,66	9,16	-0,03	-2,86
16	9,69	9,19	-0,03	-2,89
18	9,73	9,23	-0,04	-2,93
20	9,77	9,27	-0,04	-2,97
25	9,82	9,32	-0,05	-3,02
30	9,85	9,35	-0,03	-3,05
35	9,87	9,37	-0,02	-3,07
40	9,9	9,4	-0,03	-3,1
45	9,91	9,41	-0,01	-3,11
50	9,93	9,43	-0,02	-3,13
60	9,97	9,47	-0,04	-3,17
70	10	9,5	-0,03	-3,2
80	10,01	9,51	-0,01	-3,21
90	10,03	9,53	-0,02	-3,23
100	10,05	9,55	-0,02	-3,25
110	10,05	9,55	0	-3,25
120	10,06	9,56	-0,01	-3,26
135	10,06	9,56	0	-3,26
150	10,07	9,57	-0,01	-3,27
165	10,08	9,58	-0,01	-3,28
180	10,1	9,6	-0,02	-3,3
210	10,1	9,6	0	-3,3
240	10,14	9,64	-0,04	-3,34
270	10,16	9,66	-0,02	-3,36
300	10,16	9,66	0	-3,36



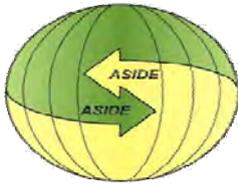
330	10,18	9,68	-0,02	-3,38
360	10,2	9,7	-0,02	-3,4
420	10,23	9,73	-0,03	-3,43
480	10,25	9,75	-0,02	-3,45
540	10,25	9,75	0	-3,45
600	10,26	9,76	-0,01	-3,46
660	10,26	9,76	0	-3,46
720	10,26	9,76	0	-3,46
780	10,27	9,77	-0,01	-3,47
840	10,28	9,78	-0,01	-3,48
900	10,3	9,8	-0,02	-3,5
960	10,37	9,87	-0,07	-3,57
1020	10,38	9,88	-0,01	-3,58
1080	10,39	9,89	-0,01	-3,59
1140	10,39	9,89	0	-3,59
1200	10,4	9,9	-0,01	-3,6

El nivel estático del pozo se encontraba a una profundidad de 6.8 metros medidos sobre el entubado, el cual sobresalía 0.5 metros, de modo el nivel a superficie es de 6.3 metros. Puede decirse que el pozo entró en equilibrio a los 110 minutos pues, desde este momento hasta el final de la prueba, o bien no se produjeron descensos, o bien fueron insignificantes de uno o dos centímetros.



Imágenes 38 y 39: Izquierda. Caudal de extracción de 103 gal/min. Derecha: Medición del nivel dinámico.

Finalizadas las 20 horas de bombeo, el nivel apenas había descendido 3.6 metros, de 72 metros de columna de agua que presenta el pozo, de modo que, podemos afirmar con toda tranquilidad, que este pozo puede producir un caudal de 2 o 2.5 veces mayor, es decir, de 13 a 17 litros por segundo.



La siguiente imagen muestra el gráfico de descensos del pozo de San Marcos. Obsérvese el ángulo recto que forman con los primeros descensos, confirmando que, rápidamente el pozo entra en equilibrio y por tanto se le puede extraer un caudal mucho mayor. Además, salvo en el primer minuto, donde hay una caída mayor por el llenado de agua del tren de descarga, en ningún caso se produce un descenso mayor de 1 metro. De hecho, la medida del segundo minuto indica un descenso de apenas 23 cm.

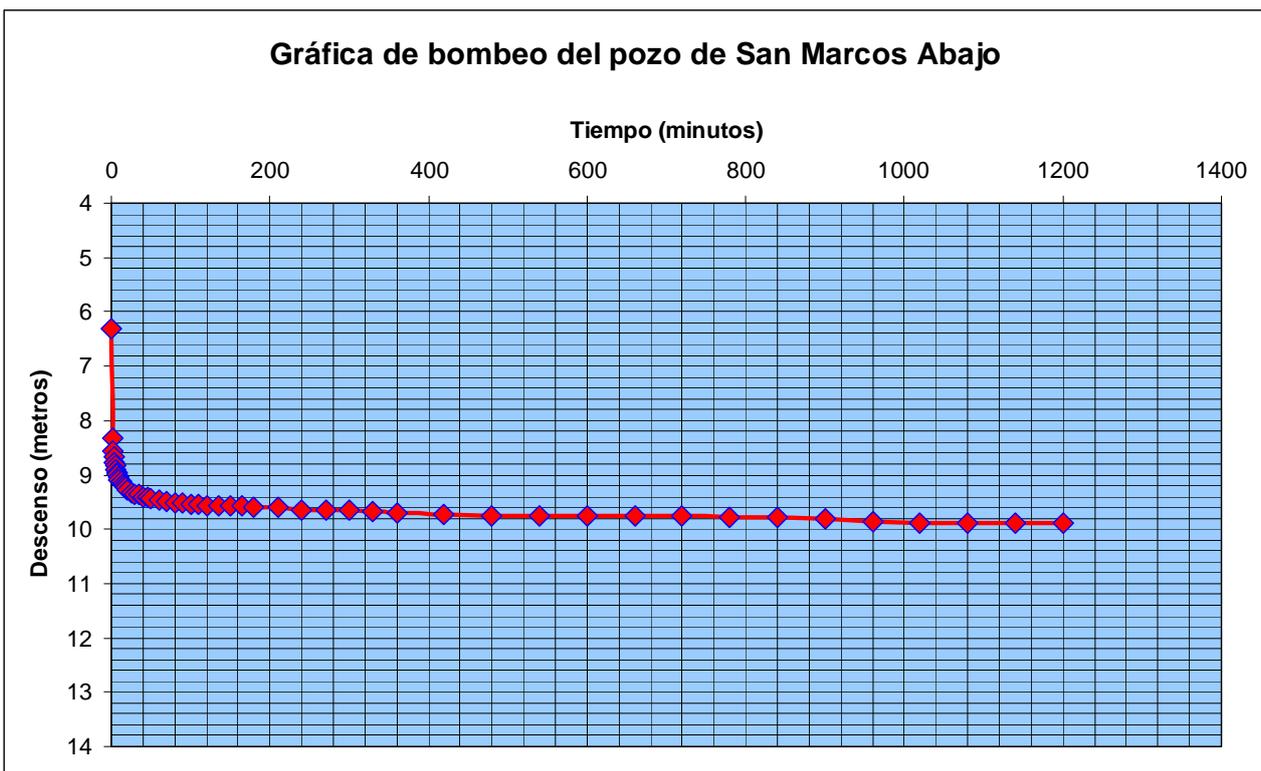


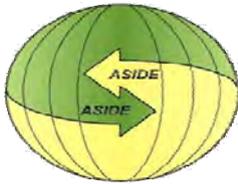
Imagen 40: Gráfico lineal del descenso de la prueba de aforo de 20 horas de duración del pozo de San Marcos de Abajo.

Terminado el ensayo de bombeo, comenzamos inmediatamente el ensayo de recuperación, del que obtendríamos el fundamental valor de Transmisividad, aunque podíamos afirmar que seguro pasaría de 50 m²/día.

Así, la última de las medidas del ensayo de bombeo, será el nivel en tiempo 0 de la prueba de recuperación. El objetivo es, nuevamente según el método de Jacob, de recuperar el pozo hasta el estático inicial de 6.3 metros de profundidad en un plazo máximo de 8 horas.

Pasadas 3.5 horas de recuperación, dimos por finalizada la prueba, pues aunque restaban 21 centímetros para la recuperación completa, el hecho de tener las dos últimas lecturas sin ascensos, nos hizo determinar que, posiblemente el pozo no iba a recuperar más.

Esto podría explicarse por el hecho de ser un pozo recién perforado en el que los materiales aún no han tenido tiempo de adaptarse a la nueva situación, la cual mejorará con el funcionamiento sucesivo del pozo. Los resultados del ensayo de recuperación son los siguientes:



TIEMPO (minutos)	$(t+t')/t'$	Ascenso (metros)	Ascenso a superficie (metros)	Ascenso residual (metros)
1	1201,00	10,4	9,9	9,69
2	601,00	8,28	7,78	7,57
3	401,00	8,08	7,58	7,37
4	301,00	7,97	7,47	7,26
5	241,00	7,88	7,38	7,17
6	201,00	7,8	7,3	7,09
7	172,43	7,73	7,23	7,02
8	151,00	7,7	7,2	6,99
9	134,33	7,66	7,16	6,95
10	121,00	7,63	7,13	6,92
12	101,00	7,6	7,1	6,89
14	86,71	7,56	7,06	6,85
16	76,00	7,5	7	6,79
18	67,67	7,47	6,97	6,76
20	61,00	7,46	6,96	6,75
25	49,00	7,43	6,93	6,72
30	41,00	7,39	6,89	6,68
35	35,29	7,35	6,85	6,64
40	31,00	7,33	6,83	6,62
45	27,67	7,3	6,8	6,59
50	25,00	7,27	6,77	6,56
60	21,00	7,24	6,74	6,53
70	18,14	7,2	6,7	6,49
80	16,00	7,18	6,68	6,47
90	14,33	7,15	6,65	6,44
100	13,00	7,13	6,63	6,42
110	11,91	7,11	6,61	6,4
120	11,00	7,09	6,59	6,38
135	9,89	7,08	6,58	6,37
150	9,00	7,06	6,56	6,35
165	8,27	7,05	6,55	6,34
180	7,67	7,03	6,53	6,32
210	6,71	7,01	6,51	6,3

La imagen siguiente muestra el gráfico de recuperación del pozo de San Marcos de Debajo de donde obtendremos el cálculo de Transmisividad.

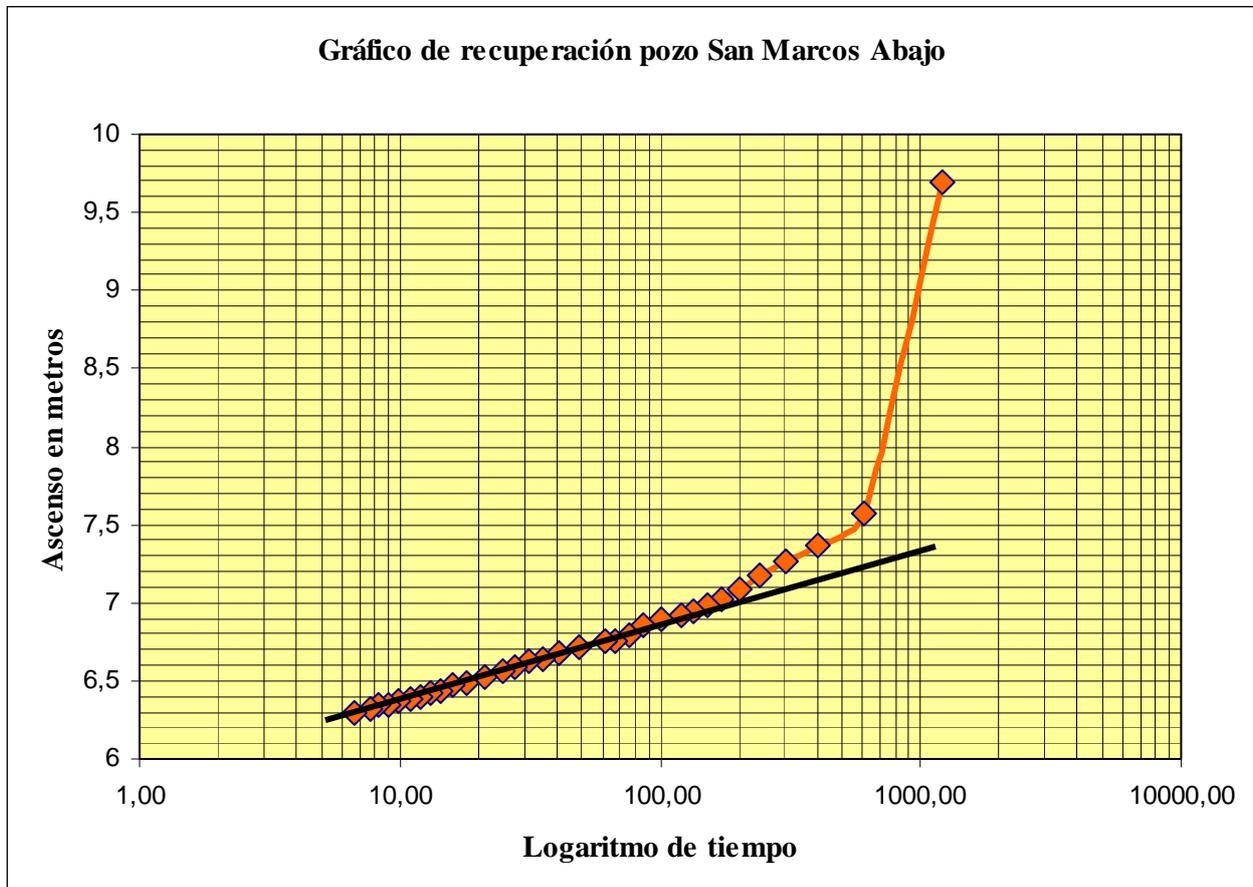
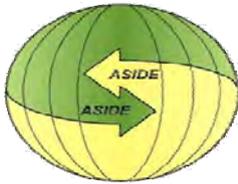


Imagen 41: Gráfico semilogarítmico del ascenso de la prueba de recuperación del pozo de San Marcos de Abajo con la recta de tendencia excluyendo las primeras medidas.

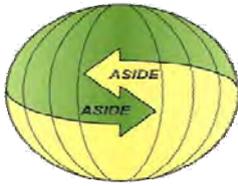
A partir del gráfico anterior procedemos a calcular la transmisividad del pozo mediante la siguiente fórmula:

$$T = 0,183 \times (Q/D')$$

Siendo:

- T = Transmisividad**
- Q = Caudal en m³/día**
- D' = Descenso de nivel en un ciclo logarítmico.**
- 0,183 = Constante**

Así, considerando, a partir del caudal de extracción de 103 galones/minuto un caudal diario de **561.39 m³/día** y un descenso de **1.4** en un ciclo logarítmico, el valor de Transmisividad para el pozo de San Marcos de Abajo es de **73.38 m²/día**.

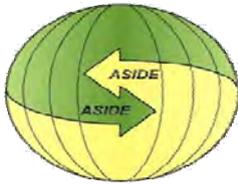


- **Análisis de aguas**

Durante la prueba se procedió a tomar una muestra para el análisis físico-químico y bacteriológico del agua mediante la sonda Hanna. La muestra para el análisis químico y bacteriológico fue llevada a los laboratorios del SANAA.



Imágenes 42, 43 y 44: Izquierda. Aspecto del agua. A falta de analizarla, su turbiedad es mínima. Derecha. Análisis físico de la muestra con la sonda Hanna. Abajo: Toma de muestra para el análisis bacteriológico con la caja de protección del pozo ya cerrada y asegurada.



Los resultados de los análisis físicos arrojados por la sonda son los siguientes:

Propiedad física	Valor
pH	6.93
pHmV	-16.3
Temperatura	24.51°C
Conductividad 1	440 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Conductividad 2	444 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$
Total sólidos disueltos	224 ppm
Potencial de oxidación-reducción	78.4
Oxígeno disuelto 1	41.2%
Oxígeno disuelto 2	3.12 ppm

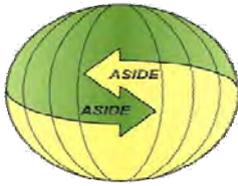
Por su parte, los resultados de los análisis bacteriológico y químico que arrojaron los laboratorios de Tegucigalpa fueron los siguientes:

Análisis bacteriológico

Parámetro	Método	Norma	Resultado
Coniformes totales	9222 B	0 UFC/100 ml	16
Coniformes termotolerantes	9222 D	0 UFC/100 ml	2
<i>Escherichia coli</i>	9222 E	0 UFC/100 ml	Presentes

Análisis químico

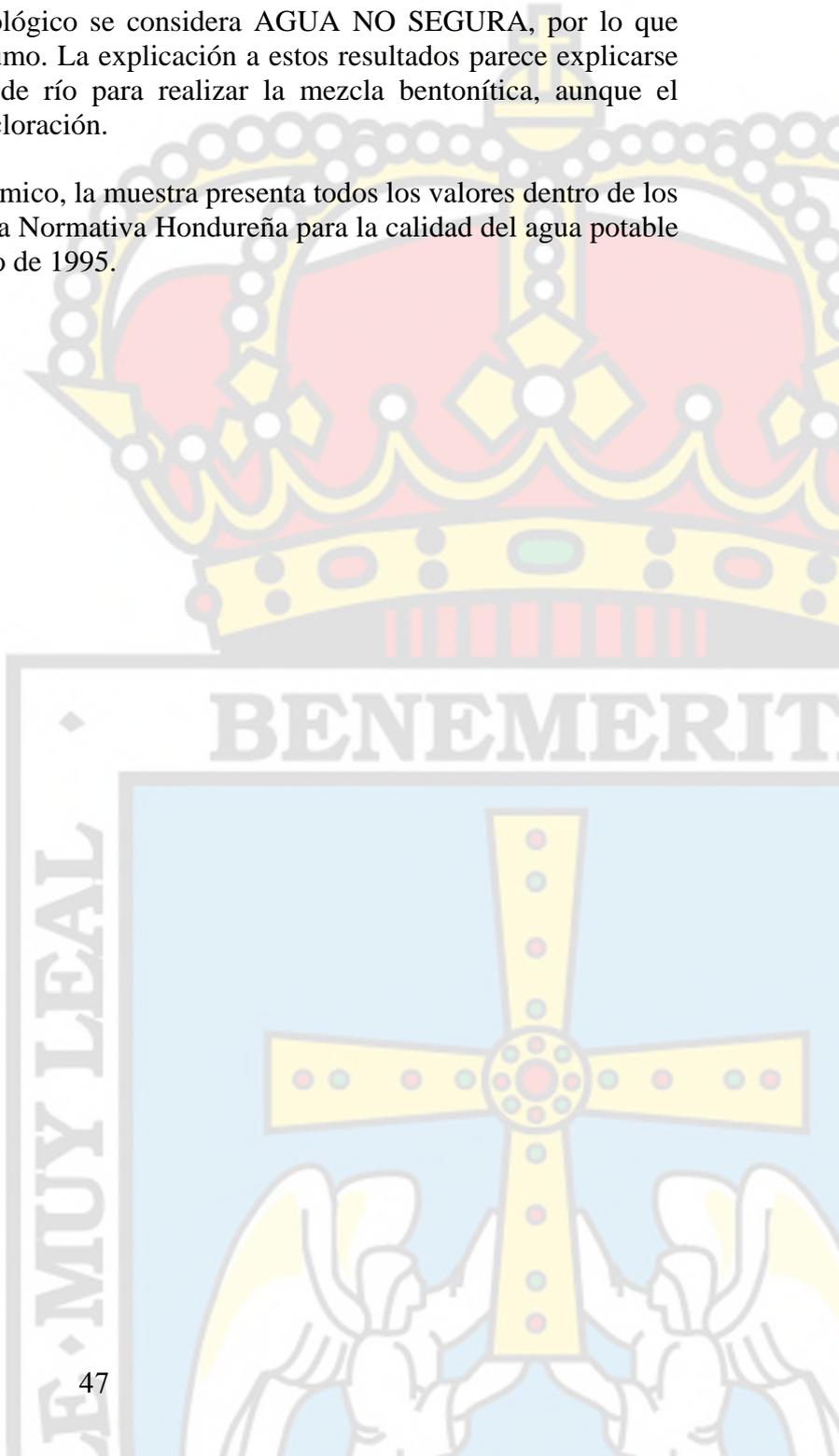
Parámetro	Método	Norma	Resultado (mg/l)
Alcalinidad total	2320 B	-	155.87
Bicarbonatos	2320 B	-	155.87
Carbonatos	2320 B	-	0.00
Calcio	-	100	44.84
Magnesio	-	30	11.31
Sulfatos	4500 - SO4-E	250	< 10

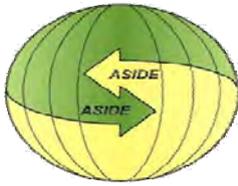


Cloruros	4500 CL C	250	11.69
Hierro total	3500 – FeD	0.3	0.00
Manganeso	Merck 14770	0.5	0.08
Aluminio	3500 – Al-D	0.2	0.00
Flúor	4500 – FC	0.7-1.5	0.22
Nitratos	352.1	50	3.93
Nitritos	354.1	0.1-3	0.02
Nitrógeno Amoniacal	350.2	0.5	0.3

Desde el punto de vista bacteriológico se considera AGUA NO SEGURA, por lo que requiere de desinfectarla antes del consumo. La explicación a estos resultados parece explicarse por el hecho de haber utilizado agua de río para realizar la mezcla bentonítica, aunque el tratamiento es muy simple y eficaz, por cloración.

Desde el punto de vista físico-químico, la muestra presenta todos los valores dentro de los parámetros de potabilidad de acuerdo a la Normativa Hondureña para la calidad del agua potable vigente bajo decreto # 084 del 31 de julio de 1995.



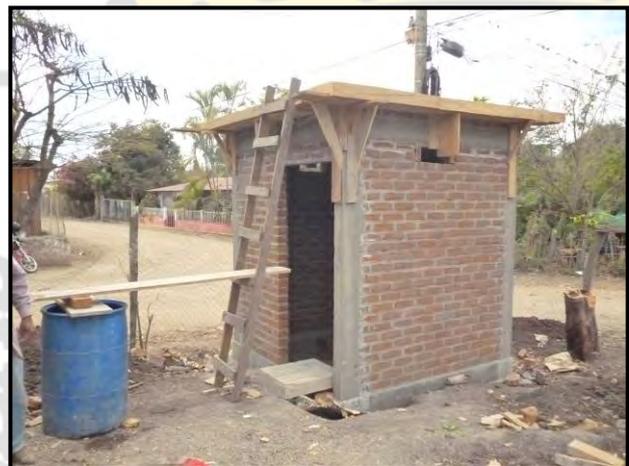


- **Construcción de la caseta de protección**

Con la finalización del ensayo de bombeo, la actividad siguió avanzando y, de forma inmediata, comenzó la construcción de la caseta de protección. La Junta Administradora se hizo cargo de la construcción de la misma, así como de aportar los materiales necesarios. Esta caseta tiene una superficie útil de 2 metros x 2 metros y una altura comprendida entre 2.10 y 2 metros, de modo que, el techo, que estará fundido con la estructura tenga un vierteaguas en sentido opuesto al pozo, el cual distará un metro de distancia de la caseta, a fin de facilitar las maniobras futuras.

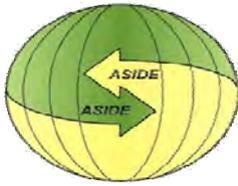


Imágenes 45 y 46: Izquierda: Comienzo de las excavaciones para la cimentación. Derecha: Cargamento de grava y varillas de hierro en las inmediaciones del pozo.



Imágenes 47 y 48: Evolución de la construcción de la caseta.

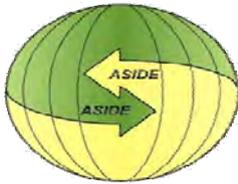
Junto con la construcción de la caseta, también se construyó la caja de protección para el pozo, aunque se esperó a poder instalar el transformador y la caja de controles de la bomba en función de los trabajos en la caseta, no pudiendo proceder con esta actividad hasta haber cementado las paredes de la misma.



Imágenes 49 y 50: izquierda: Construcción de la caja de protección. Derecha: Caja terminada con la puerta y el pozo, a falta de conectar el tren de descarga.



Imágenes 51, 52, 53 y 54: Izquierda: Etapas finales de la construcción de la caseta. Derecha: La caseta terminada previo a la instalación de la puerta: Abajo: Aspecto final de la obra tras concluir el proyecto.



- **Instalación equipo de bombeo y estación eléctrica**

La instalación de la bomba se realizó como parte de la prueba del aforo del pozo. Durante el mes de enero, pudimos comprobar el buen estado de los aparatos que constituyen el equipo de bombeo, de hecho aún estaban embalados en sus correspondientes cajas. Sin embargo, no se podía saber con certeza su estado hasta que no poner a funcionar la bomba.

Por lo tanto, el ensayo de bombeo constituyó la ocasión perfecta para probar el estado del equipo de bombeo por dos razones. La primera, porque un aforo completo constituye una prueba importante que determina el buen estado y rendimiento, o no, del equipo. La segunda es, porque en el caso de que la prueba sea satisfactoria, como efectivamente así fue, el equipo ya quedaría instalado de modo que supone un ahorro para la comunidad y también la seguridad de que el equipo es viable y trabaja correctamente.

Así que, los operarios de la empresa Will Vall Pozos, aunque traían su propio equipo de bombeo, instalaron el de la Junta Administradora, lo que también facilitó su labor, pues luego no tuvieron que volver a extraer el tren de descarga.

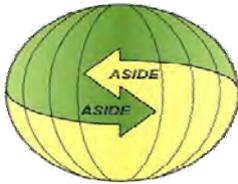


Imágenes 55 y 56: Izquierda: Los operarios de Will Vall Pozos comprueban que el equipo de bombeo y los accesorios se encuentren en condiciones para su instalación. Derecha: Acoplamiento del tren de descarga con la bomba ya instalada.

El equipo de bombeo funcionó correctamente durante toda la prueba, y solo quedó pendiente la instalación del transformador y la caja de controles. En cuando al entubado, que en principio sobresalía 0.5 metros, fue serrado a nivel de base para facilitar, en la medida de lo posible, la conexión directa del tren de descarga con la tubería de impelencia sin más codos u otros accesorios que supongan posibles puntos de pérdida de carga.

La bomba presenta las siguientes características:

- Modelo: Sta-Rite L50P4JH-03
- Potencia: 5 HP
- Motor: Franklin de 30 Amperios
- Tipo de corriente: Monofásica
- Profundidad de aspiración: 31 metros



Sección de descarga: 2 pulgadas



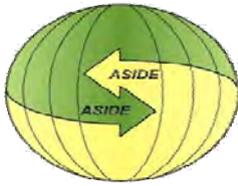
Imágenes 57 y 58: Izquierda: Tren de descarga mostrando la válvula cheque, válvula de compuerta, unión y niples. Derecha: El pozo, con el entubado a nivel de base listo para acoplar el tren de descarga.

El siguiente paso consistió en la instalación del transformador, en el poste situado junto a la caseta. Recordemos que tanto el quipo de bombeo como los accesorios eléctricos se encontraban almacenados correctamente por parte de la Junta de Aguas. La conexión corrió a cargo de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) y se instalaron los siguientes materiales:

- 1 transformador de 15 Kva
- 1 cortocircuito
- Pernos de carruaje
- Pernos golosos
- Cables eléctricos y neutro
- Varilla de polo tierra



Imágenes 59 y 60: Izquierda: Transformador y accesorios almacenados listos para su instalación. Derecha: Izado del transformador al poste.



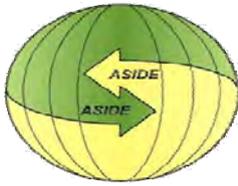
Imágenes 61 y 62: Izquierda: El técnico de la ENEE instalando el cortocircuito del transformador. Derecha: Transformador correctamente instalado listo para ser conectado.

Por último y tras la instalación del transformador se procedió a instalar las cajas de controles de la bomba, incluyendo el *breaker*, contactor, *relay* térmico y control de nivel. La instalación de estos corrió también a cargo de la junta de aguas, para lo que se contrató un técnico eléctrico también beneficiario del proyecto de San Marcos Abajo.



Imágenes 63 y 64: Izquierda: El técnico electricista con los accesorios de la caja de controles. Derecha: Caja de controles correctamente instalada en el interior de la caseta de protección, ya terminada.

Tras la instalación de la caja de controles se comprobó su correcto funcionamiento, quedando pendiente para completar el proyecto de la instalación de la tubería de impelencia hasta el tanque de almacenamiento, a unos 600 metros de distancia.



- **Instalación y conexión de la tubería de impelencia**

La última de las obras que se llevó a cabo, una vez finalizada la caseta de control y la caja de protección del pozo e instalados correctamente los equipos de bombeo y el transformador, se procedió a la apertura de la zanja y a la instalación de la tubería impelencia, desde el pozo hasta el tanque, a una distancia de 600 metros y un desnivel en torno a 45 metros, aunque no constantes si no que apenas la pendiente cambia los últimos 100 metros, dado que el tanque se ubica en un cerro.



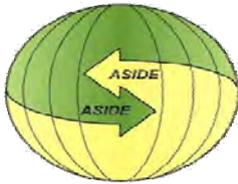
Imágenes 65 y 66: Zanja de la tubería impelencia. A la derecha puede observarse la alta pendiente de acceso al tanque.

Asimismo, las tuberías, 94 en total, fueron nuestra última aportación económica al proyecto, aunque tampoco hizo falta más ya que, con esto se completó en su totalidad.

La apertura de la zanja estuvo a cargo de la Junta Administradora de Aguas, los cuales tardaron alrededor de una semana para realizar la excavación. Tras esta labor, procedimos a adquirir las tuberías.



Imágenes 67 y 68: Izquierda: Llegada de las tuberías. Derecha: Tuberías ya descargadas ante el pozo y la caseta de protección.



Las tuberías son todas de PVC RD 26 de 2 pulgadas de sección, aunque fue necesario poner un tramo de HG puesto que la línea pasa bajo una carretera, de modo que se acoplaron 6 lances de HG en este trayecto.



Imágenes 69 y 70: Izquierda: Camino al tanque con la tubería ya instalada. Derecha: Detalle de las tuberías en la zanja.

Por último, y previo a la conexión definitiva de la impelencia al tanque, que requirió de una pequeña obra, procedimos a medir el caudal de llegada procedente del pozo, toda vez que detectamos dos fugas en el recorrido de la tubería. Estas fugas, aunque sencillas de reparar, ya que se producían en las juntas, sin afectar a la integridad de la tubería, si suponía dos puntos de pérdida de carga.

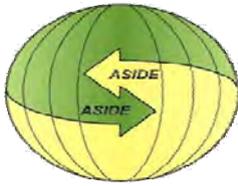
Con un recipiente de 6 galones de capacidad, procedimos a realizar una serie de medidas de caudal. Estas medidas fueron las siguientes:

Tanda	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Tiempo en segundos	6.32	6.57	6.51	7.02	6.52	6.55	6.52	6.56 s	6.54	6.53

De estas 10 medidas, descartamos el valor más alto y el más bajo, por considerarlos errores en la medición y, haciendo una media con el resto de las medidas, vemos que el tiempo de llenado del recipiente es de 6.54 segundos.

En base a esto, en un minuto el caudal es el siguiente:

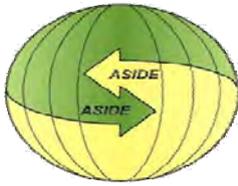
$$Q = (6 \text{ gal} \times 60 \text{ segundos}) / 6.54 \text{ segundos de llenado} = 55 \text{ galones por minuto.}$$



Como vemos el caudal de llegada al tanque se ha reducido casi a la mitad si tenemos en cuenta que el caudal de extracción durante el aforo fue de 103 galones por minuto, lo que confirma la poca potencia de la bomba y que con una bomba más potente se aprovecharía mucho mejor el pozo perforado.



Imágenes 71, 72 y 73. Izquierda: Medida del caudal en el tanque. Derecha: Realización de la prueba de aforo ante la tubería impelencia. Abajo: Conexión con el tanque, aunque la conexión definitiva se realizará posteriormente.



- **Inauguración del proyecto.**

El día 12 de abril de 2013 se realizó la inauguración del proyecto en el salón comunal de la aldea San Marcos Abajo. A la misma, asistieron vecinos de las 4 comunidades, y hubo representación de las organizaciones Geólogos del Mundo, ASIDE y el SANAA.



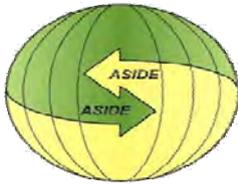
Imagen 74: Asistentes a la ceremonia de inauguración.

Organizaciones asistentes:

Geólogos del Mundo: Mario Murillo, Luis Alfonso Fernández e Iyán González.

Asociación de Investigación para el Desarrollo Ecológico y Socioeconómico (ASIDE): Freddy Garmendia, Juan Francisco Vásquez, Allan Castellanos, Jeffrin Herrera, Claudia Pineda, Iván Ochoa y Wilmer Matute.

Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA): Alexis Montes.



La ceremonia comenzó con la llamada a constituir la mesa principal, flanqueada por las banderas de Honduras y España a la que fueron invitados Freddy Garmendia, Juan Francisco Vásquez y Allan Castellanos por parte de ASIDE, Alexis Sánchez por parte del SANAA, Jorge González como presidente de la Junta de Agua y Mario Murillo por parte de Geólogos del Mundo.



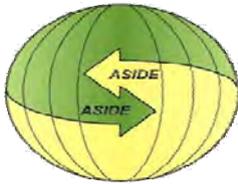
Imágenes 75 y 76: Constitución de la mesa principal.

Tras la escucha de los himnos nacionales de Honduras y España, Jorge González tomó la palabra y, tras presentar a los miembros de la mesa principal, dió las gracias a las instituciones por hacer posible la realización de este proyecto.

A continuación, tomó la palabra Mario Murillo en representación de Geólogos del Mundo, quien felicitó a los vecinos de las 4 comunidades por poder disponer de algo tan vital como el agua y les recordó la suerte de tener este líquido que, para otros es un lujo. Agradeció al Excmo. Ayuntamiento de Oviedo que siempre ha apoyado a Geólogos del Mundo, aún en momentos tan duros como los que vive España y dió las gracias a las instituciones, especialmente a ASIDE y a los miembros de la regional de Danlí y El Paraíso.



Imágenes 77 y 78: Mario Murillo y Juan Francisco Vásquez se dirigen a los asistentes.



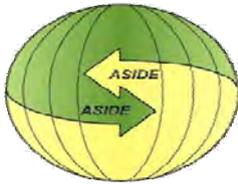
Tras Mario Murillo, tomó la palabra Juan Francisco Vásquez, quien recordó a los presentes la gran fortuna que han tenido de poder contar con un pozo que tiene una productividad de 300 Gal/min, y, al mismo tiempo, exhortó a la Junta Administradora a ir abandonando el proyecto anterior de 30 años de existencia. Agradeció a España por la financiación y a Geólogos del Mundo, por su colaboración que se mantiene desde hace casi 10 años.

Terminadas los turnos de palabra, pasamos a un momento distendido en el que los asistentes gozamos de la actuación de una niña de San Marcos de Abajo quien nos deleitó con un baile tradicional al ritmo de la música del artista nacional Polache y su canción “Sopa de Caracol”.



Imagen 79: Actuación durante la ceremonia de inauguración.

Tras la actuación vino la entrega de diplomas de reconocimiento, en primer lugar para el Excmo. Ayuntamiento de Oviedo por haber financiado el proyecto, para Geólogos del Mundo, por la consecución del mismo, para ASIDE como contraparte ejecutora conjunta del proyecto y también para Mario Murillo, Geólogo Técnico del mismo.



Imágenes 80 y 81: Entrega de reconocimientos a los invitados de la mesa principal.

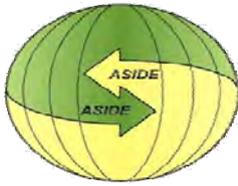
El final de la ceremonia se acercaba, y llegó uno de los momentos más importantes, el de la firma de las actas de entrega, a las cuales se le dio lectura ante la asamblea. En las actas queda reflejado el coste total del proyecto, la aportación de cada organización participante y también, las obras realizadas para mejorar el sistema de abastecimiento. Estas actas podrán verse detalladas, firmadas y selladas en el apartado ANEXOS.



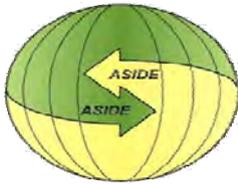
Imágenes 82 y 83: Firma de las actas de recepción del proyecto.

Por último, y, como paso previo a un pequeño refrigerio que brindó la Junta de Aguas de San Marcos, participamos en la ceremonia de rotura del cántaro de agua y del corte de la cinta. La rotura del cántaro fue realizada por una vecina quien simboliza el esfuerzo tradicional de las mujeres al ir a buscar agua, siendo la rotura una forma de romper con esas tradiciones ya que ahora dispondrán de agua en su casa.

Tras la rotura del cántaro se cortó la cinta inaugural junto al salón comunal, con un pequeño caño de agua especialmente preparado para la ocasión y en presencia de todos los asistentes. Fueron momentos muy especiales por lo que simbolizan y por la alegría de la gente y de todos los que asistimos, dando lugar al punto y final del proyecto de San Marcos Abajo, Las Tunas, El Pacón y Sabanetas.



Imágenes 84, 85, 86 y 87: Arriba: Ceremonia de la rotura del cántaro. Abajo: Corte de la cinta



2.2. DESCRIPCIÓN DE LA PARTE SOCIAL.

Por primera vez en muchos años, no fue necesaria la presencia de un promotor social, ya que, las comunidades beneficiarias del proyecto estaban bien organizadas, con una junta directiva competente, una tarifa mensual adecuada a los gastos al momento de comenzar el proyecto y un fontanero responsable en su trabajo.

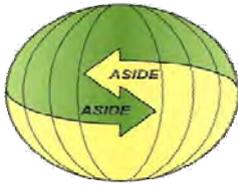
De este modo se celebraron 2 asambleas, la primera con el objetivo de presentar el proyecto y lo que se iba a desarrollar en los próximos meses; y la segunda para revisar la tarifa eléctrica y proponer una tarifa con un desglose más adecuado, incluyendo el fondo de reserva.

Así, la primera de las reuniones se celebró el 5 de febrero en la Escuela de Educación Primaria de San Marcos Abajo y tuvo como puntos principales los resultados del estudio de campo que permitió ubicar el emplazamiento del futuro pozo, así como explicar las aportaciones que Geólogos del Mundo – ASIDE iban a realizar en los próximos meses y también explicar lo limitado del presupuesto, de modo que sería necesaria la participación comunitaria para poder completar el proyecto, aunque la existencia de la bomba y transformador que poseía la comunidad, eran una enorme ventaja, como el hecho de que las comunidades estuvieran bien organizadas y contaran con una junta administradora de aguas formada, con miembros capaces y con los conocimientos adecuados de cómo administrar un proyecto de agua potable.



Imágenes 88 y 89: Juan Francisco Vásquez y Mario Murillo se dirigen a la comunidad.

Al final se abre un turno de preguntas en el que los vecinos preguntaron sobre el posible incremento de la tarifa mensual, o la posibilidad de que San Marcos pudiera quedar incluido como barrio de Danlly y su sistema de agua pase a ser administrado por Aguas de Danlly. En la primera de las preguntas se les explicó que, aunque podemos aconsejar o idear una factura acorde con el tipo de proyecto, serán ellos los que lo determinen. No obstante se propondrá una nueva tarifa ajustada a los gastos derivados del funcionamiento del equipo de bombeo. Para la segunda no teníamos capacidad de dar respuesta, por se un tema que nada tiene que ver con el desarrollo del proyecto.



La segunda, y última, de las reuniones llevadas a cabo durante el desarrollo del proyecto, se celebró el día 27 de febrero, de nuevo en la escuela, en la cual se presentaron los resultados del aforo del pozo, una vez hubo sido perforado, y con unos resultados sobresalientes que cambiaron totalmente el concepto del proyecto, pues si en un principio se trataba de reforzar el sistema existente, después de aforar el pozo vimos que, con un equipo de bombeo y tanque adecuados, el sistema completa se abastecería con el agua del pozo, con mucha mayor frecuencia y con un agua, que, a falta de los análisis, tendría, con toda seguridad mayor calidad que la del sistema por gravedad, y así se lo dimos a conocer a la comunidad.

Esto despertó el interés de los vecinos y abonados que, para esta ocasión acudieron con mucha más participación que en la anterior asamblea, aunque el tema principal del día era la revisión de la tarifa mensual, ya que, a la anterior se le sumarían ahora el gasto de corriente eléctrica y un fondo de reserva mayor para poder tener los recambios de los equipos.



Imágenes 90 y 91: Izquierda: Vecinos usuarios del sistema asistentes a la reunión. Derecha: César Sosa, fiscal de la Junta se dirige a sus conciudadanos.

Se presentó entonces a los vecinos la tarifa propuesta de 90 Lps al mes, un aumento considerable si tenemos en cuenta que hasta entonces venían pagando 30 Lps mensuales. Se explicó entonces el desglose de la tarifa que incluye el pago al fontanero, los gastos mensuales en hipoclorito y reparaciones, el gasto de energía eléctrica y el fondo de reserva.

Hubo algunas voces en contra, sin embargo la mayoría sí estuvo de acuerdo en el aumento tarifario y todo el mundo comprendió la importancia del fondo de reserva. No obstante hubo desacuerdos en cuanto al coste de la energía eléctrica de la bomba, de modo que, quedó aprobado por consenso esperar hasta tener el primer recibo de energía eléctrica y, en base a esto, dar una cuantía definitiva a la tarifa mensual conociendo el gasto de corriente eléctrica.

Finalmente, el Presidente de la Junta Administradora, explicó a los vecinos que era necesaria una aportación de 50 Lps por cada abonado para poder cubrir el gasto de la excavación de la zanja, lo que ocasionó algunas inquietudes por no saber si era otro gasto adicional mensual o si se le iba a añadir a la tarifa mensual, pero quedó aclarado y se puso fin a la asamblea con el objetivo de tener terminado el proyecto completo a mediados de marzo.