



GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSEJERÍA DE BIENESTAR SOCIAL Y VIVIENDA



“MEJORA Y AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN ALDEAS RURALES DEL MUNICIPIO DE DANLÍ MEDIANTE EL FORTALECIMIENTO DE LAS ADMINISTRACIONES COMUNITARIAS”



INFORME FINAL

(SEPTIEMBRE 2013)

LUIS ALFONSO FERNÁNDEZ PÉREZ

Técnico de proyecto

Geólogo colegiado N° 2.753



PROLOGO

En Honduras, al igual que en otras partes del mundo, el sector del agua y el saneamiento tiene una gran importancia para la salud pública y el desarrollo socioeconómico de las diferentes poblaciones humanas. En cuanto al primer aspecto, es bien sabido que las enfermedades más comunes están relacionadas directamente con el consumo de agua con escasa o nula calidad; el segundo aspecto viene derivado de que el acceso al agua potable mejora notablemente las condiciones de habitabilidad de las comunidades y por tanto su permanencia y desarrollo.

El mero hecho de que exista tan solo un grifo dentro de una comunidad, o en el domicilio, evita la necesidad de largos, tediosos y continuos desplazamientos para conseguir agua. Eso permite, especialmente a mujeres y niños que suelen ser los encargados de ello, poder dedicar ese tiempo a otras cuestiones como por ejemplo la escolarización y también poder mejorar sus hábitos higiénicos. Tanto en el personal como en el comunitario Pero además, el agua en las comunidades permite llevar a cabo iniciativas en el sector productivo que de otro modo serían impensable; parte de ellas teniendo a la mujer como protagonista al poder ahora emplear el tiempo de la “búsqueda” del agua en esos otros menesteres productivos, lo que incrementa las oportunidades de una mejora socioeconómica del total de las comunidades.

La procedencia del agua para el **abastecimiento** puede ser fundamentalmente por dos vías. Una a partir de los cursos superficiales de agua, tales como ríos y arroyos; la otra el agua subterránea bien captada directamente de manantiales; a través de excavación de pozos o de la perforación de pozos más profundos. En todos los casos las aguas han de estar libres de cualquier tipo de contaminante (químico y/o bacteriológica) y además tener la certeza de que los parámetros de calidad se mantengan a lo largo del tiempo. Es muy importante evitar que aguas de buena calidad o de una calidad aceptable sean

contaminadas y por ello la participación de las comunidades es fundamental en cuanto a un manejo sostenible de los sistemas de agua potable.

Una de las formas más comunes de contaminación procede de la propia comunidad o comunidades vecinas cuando los desechos y las aguas negras se arrojan y vierten directamente a los cauces fluviales o se introducen en los suelos incorporándose finalmente al flujo subterráneo. Eso puede arruinar para siempre la calidad del agua subterránea. Ese tipo de contaminación se minimiza o evita mediante el diseño y construcción de redes de **saneamiento** que conduzcan a los residuos hacia plantas de tratamiento en las que se quita su carga contaminante. Pero tan importante como eso es la concienciación de la población en el aspecto medioambiental y de salud

Teniendo en cuenta lo anterior, Geólogos del Mundo ha venido teniendo entre sus prioridades el sector de agua y saneamiento en el convencimiento de que es un sector clave cuando se habla de desarrollo de los pueblos.

El proyecto ***“MEJORA Y AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN ALDEAS RURALES DEL MUNICIPIO DE DANLÍ MEDIANTE EL FORTALECIMIENTO DE LAS ADMINISTRACIONES COMUNITARIAS”*** se plantea dentro de ese convencimiento. Con él se pretende implementar y mejorar los servicios de agua potable y saneamiento para contribuir a mejorar la calidad de vida de varias aldeas o comunidades del municipio de Danlí. Se desarrolla en el marco del Convenio entre Geólogos del Mundo y la institución hondureña Asociación de Investigación para el Desarrollo Ecológico y Socioeconómico (ASIDE), el cual lleva en funcionamiento desde el año 2003; pero este objetivo general no puede ser independiente de las estrategias y acciones previstas y proyectadas por los organismos y estamentos hondureños con competencia en el ámbito del agua de abastecimiento. Así, se firmaron convenios de colaboración con la Municipalidad de Danlí y el Servicio Autónomo Nacional de Agua y Alcantarillado (SANAA) quien mantiene aún la competencia en el área rural.

Con la ejecución de este Proyecto, se ha conseguido beneficiar directamente a un total a 3.540 personas que actualmente integran las tres comunidades rurales en las que se ha intervenido; alguna de ellas, como en el caso de los Robles, por su cercanía al casco urbano

de Danlí posee un gran potencial de capacidad de crecimiento pudiendo llegar a estar compuesta por 500 viviendas (unas 3.000 personas) lo que supone que el total de personas beneficiarias del Proyecto alcance fácilmente las 6.000 personas.

La financiación por parte del Gobierno del Principado de Asturias, a través de la Agencia Asturiana de Cooperación ha sido decisiva para poder llevar a buen puerto el Proyecto. También decisiva fue la implicación directa del SANAA cuyos técnicos le dieron apoyo en todo momento. Pero en los proyectos de cooperación existe un actor importantísimo como es que las comunidades a las que se pretende ayudar respondan favorablemente, como en este caso sucedió no escatimando trabajo, esfuerzo físico y económico, entusiasmo todo ello encabezados por las respectivas Juntas Administradoras de Agua.

Con este Proyecto se ha podido realizar: dos tanques de almacenamiento de agua, uno de 20.000 galones y otro de 35.000 con sus respectivos hipocloradores que garanticen la calidad sanitaria del agua, este último previa demolición de uno existente de apenas 15.000 galones y con un gran deterioro; instalar dos pozos perforados con sendas bombas sumergibles; comprar y colocar 1.248 metros lineales de tubería de PVC de 2" y 54 metros lineales de tubería HG de 2", la instala adquisición de dos transformadores de corriente necesarios para el funcionamiento de las bombas sumergibles; la adquisición e instalación de los controles eléctricos de las bombas de ambos pozos; la construcción de dos casetas de protección de los controles eléctricos; la instalación de cierre perimetral de protección de pozos y casetas de control; también tuvo cabida la sustitución de un antiguo hipoclorador de agua en tanque por otro nuevo y funcional; así como la construcción de una fuente pública equipada con tres grifos con su respectiva línea de conducción desde el tanque.

De este modo, las comunidades de Los Robles, Los Almendros, El Piñonal, La Florida y Calpules del municipio de Danlí han mejorado notablemente sus posibilidades de acceso y manejo del agua potable con unas nuevas infraestructuras que les permitirán disponer de agua y mejorar notablemente su calidad sanitaria. Es decir, mejorar su calidad de vida.

PARTICIPANTES EN EL PROYECTO



Luis Alfonso Fernández Pérez.
Geólogo, Técnico del Proyecto. Geólogos del Mundo



Iyán González Castro.
Geólogo, Voluntario de Proyecto. Geólogos del Mundo



Juán Francisco Vasquez
Ingeniero, Director técnico de ASIDE

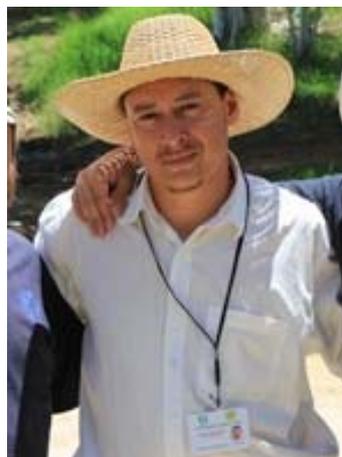


Allan Gonzalez Castellanos
Licenciado. Subdirector de ASIDE



Carlos Alexis Montes
Ingeniero, Jefe Regional Región El Paraíso-Patuca-Olancho.
SANAA

Ernesto Flores
Técnico de la Región El Paraíso-Patuca-Olancho. SANAA



Merly Castellanos Castellanos
Promotor social del Proyecto. Geólogos del Mundo-ASIDE

Claudia Cálix
Licenciada. Jefa administración. ASIDE Danlí



Eduardo Muñoz Kafati
Promotor social. ASIDE Danlí.

...PERO TAMBIÉN...



Wilfredo Sevilla
Maestro de obra y
constructor de tanques



Fernando Bercian
Suministrador de bombas, trasformador,....



Lidia Salgado
Presidenta Junta de Aguas de Los Robles
En representación de la Comunidad de Los
Robles



Efraín Hernández
Presidente Junta de Agua de Los Almendros
En representación de la comunidad de Los Almendros



Evelio.Pérez.
Presidente Junta de Aguas de Calpules
En representación de la comunidad de
Calpules



Mario Murillo
Geólogo. Empresa consultora GEOTE

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primer lugar a la Agencia Asturiana de Cooperación del Gobierno del Principado de Asturias por haber creído en nuestro Proyecto y haber facilitado una parte importante de la financiación del mismo. Es de agradecer que a pesar de la crisis económica que nos azota, el Gobierno del Principado de Asturias mantenga aún en sus presupuestos partidas destinadas a la Cooperación Internacional.

A la Municipalidad de Danlí, por permitirnos desarrollar el Proyecto en su ámbito prestándonos todo tipo de facilidades.

A la Asociación de Investigación para el Desarrollo Ecológico y Socioeconómico (ASIDE), contraparte importante de Geólogos del Mundo en Honduras que una vez más, como viene siendo desde ya hace diez años, a brindado la logística necesaria para llevar a cabo este tipo de proyectos y su apoyo en los momentos difíciles.

A la División Regional de El Paraíso-Patuca.-Olancho del SANAA encabezada por su Jefe Regional el Ingeniero Alexis Montes quien puso todo tipo de facilidades, ideas y recursos a nuestra disposición para que el proyecto tuviera buen fin.

A Ernesto Flores "Neto", técnico asignado por el SANAA al proyecto, muy buen conocedor de las necesidades en tema de agua de la zona, quien acometió con entusiasmo la tarea de guiarnos por las distintas comunidades y con el que compartimos largas jornadas de trabajos de campo sin importarle el tiempo dedicado, que en muchos casos "robó" a su familia

A las comunidades de Los Almendros, Calpules y Los Robles por su activa participación en todas las actividades encomendadas sin la cual no hubiera sido posible hacer lo que se hizo. Quiero también particularizar este agradecimiento a los miembros de las respectivas Juntas de Agua, encabezadas por sus presidentes/as D. Efraín, D. Evelio y Dña Lidia, quienes con entusiasmo y compromiso acogieron el Proyecto.

Y también a Wilfredo Sevilla, Fernando Bercian, Henry Gudiel, Luis Alvarenga, Dunia, Sergio, "La Casa del Café", Arnulfo Ramírez Gracias a todos y a todas

ÍNDICE

1	ANTECEDENTES:	12
1.1	Localización Geográfica del Proyecto.....	17
1.2	Geología	18
1.3	Cuencas hidrográficas	19
1.4	Uso y gestión del agua en Danlí.....	20
2	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	23
3	DESARROLLO DE LA PARTE TÉCNICA-CONSTRUCTIVA	23
3.1	identificación de comunidades.....	24
3.2	Actuaciones programadas	30
3.3	Fase de ejecución.....	32
3.3.1	Los Robles.....	32
3.3.1.a	Perforación de pozo.....	33
3.3.1.b	Construcción tanque de almacenamiento.....	40
3.3.1.c	instalación Red de conducción.....	59
3.3.1.d	Fuente pública.....	63
3.3.2	Los Almendros.....	66
3.3.2.a	Evaluación previa del pozo perforado existente.....	66
3.3.2.b	Levantamiento topográfico	68
3.3.2.c	Limpieza de pozo.....	69
3.3.2.d	Ensayo de bombeo- recuperación	73

3.3.2.e	Toma de muestra y análisis de agua.....	76
3.3.2.f	Construcción de caseta de protección de controles de la bomba y realización del sellado sanitario del pozo.....	78
3.3.2.g	Instalación de bomba sumergible y controles eléctricos	81
3.3.2.h	Zanjeo, colocación de línea de impulsión y prueba de funcionamiento.	85
3.3.2.i	Cierre perimetral del conjunto caseta pozo	90
3.3.2.j	Entrega de transformador eléctrico para pozo	92
3.3.2.k	Demolición de tanque de almacenamiento existente	93
3.3.2.l	Construcción de nuevo tanque de almacenamiento.....	96
3.3.3	Calpules.....	108
3.3.3.a	Evaluación previa del pozo perforado existente.....	108
3.3.3.b	Levantamiento topográfico	111
3.3.3.c	Limpieza de pozo.....	112
3.3.3.d	Ensayo de bombeo-recuperación	116
3.3.3.e	Toma de muestra y análisis de agua.....	118
3.3.3.f	Instalación de bomba sumergible y controles eléctricos	119
3.3.3.g	Zanjeo, colocación de línea de impulsión y prueba de funcionamiento ...	121
3.3.3.h	Construcción de caseta de protección de controles de la bomba y cierre perimetral.....	130
3.3.3.i	Entrega de transformador eléctrico para pozo	133
4	LABORES DE PROMOCIÓN SOCIAL	133

4.1	Aceptaciones del proyecto	144
4.2	Otras labores de concienciación	145
5	INAUGURACIONES.....	146
5.1	Pozo e instalaciones de Calpules.	146
5.2	Pozo e instalaciones de Los Almendros.....	151
5.3	Tanque, fuente y conducción en Los Robles.....	157
5.4	Tanque nuevo en Los Almendros	162

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 - LISTADOS DE COMUNIDADES

ANEXO 2 - VISITAS A COMUNIDADES Y EVALUACIÓN

ANEXO 3 - DIAGRAMA DE GRANT DE PROYECTO

ANEXO 4 - PLANOS DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO TIPO

ANEXO 5 - TOPOGRAFÍA

ANEXO 6 - ENSAYOS DE BOMBEO

ANEXO 7 - ANÁLISIS DE AGUA

ANEXO 8 - INFORME CONSTRUCCIÓN TANQUE DE LOS ALMENDROS

ANEXO 9 - ENCUESTAS BÁSICAS AGUA-SANEAMIENTO

ANEXO 10 - RECONOCIMIENTOS Y ACTAS DE ENTREGA.

1 ANTECEDENTES:

La República de Honduras posee una extensión de 112,492 km² lo que la hace ser el segundo país más grande de Centroamérica. Limita al norte con el mar Caribe donde posee numerosas islas, cayos e islotes; de las cuales las más importantes son las islas de la Bahía y las islas del Cisne; al este con el Mar Caribe y Nicaragua, al oeste con Guatemala y al sur con el golfo de Fonseca, El Salvador y Nicaragua. Su capital es Tegucigalpa y la moneda de curso legal el Lempira.



Figura 1.- Honduras en el contexto centroamericano

Su orografía es acentuada siendo un país muy montañoso con una altitud promedio de 1000 m. sobre el nivel del mar, en el que se distinguen fundamentalmente tres sectores: las llanuras de la costa del Caribe, donde se encuentra el golfo de Honduras; las montañas centrales, que ocupan la mayor parte del país; y las llanuras del golfo de Fonseca.

La unidad fisiográfica más extensa es la de las Montañas Centrales en la que se diferencian dos regiones a partir de una amplia depresión que comunica el Pacífico con el Caribe, con una altitud media de 800 m.s.n.m, conocido como el Valle Central. Este separa las Montañas Centrales Orientales, que se extienden desde el Valle Central hacia la frontera de Nicaragua, y las Montañas Centrales Occidentales, donde se encuentran las mayores elevaciones del

país (2.865 m en el Cerro de Las Minas) y que desde el Valle Central se encuentran hasta las fronteras de Guatemala y El Salvador.

A pesar de su extensión, Honduras, está muy poco poblado, La población de Honduras es de aproximadamente 8,2 millones de habitantes, y está entre las que registra un mayor número de crecimiento en Latinoamérica. Administrativamente se organiza 18 Departamentos con un total de 298 municipios.



Figura 2.- División departamental de Honduras

Alrededor de un 90% de la población es mestiza o ladina; el resto se reparten en grupos indígenas (un 7%) que aún conservan sus tradiciones e incluso lengua, negros (un 2%) y un 1% de blancos. Existe un total de siete grupos étnicos, siendo los principales: misquitos, lencas, tawakas y quiché.

La distribución espacial de la población es muy desigual, concentrándose hacia la zona occidental, mientras que la oriental está muy despoblada. Además algo más del 50% es una población urbana se concentra en las grandes ciudades como Tegucigalpa, San Pedro Sula, La Ceiba, Choloma, etc.

Según el Informe Mundial sobre Desarrollo Humano 2007-2008, Honduras ocupaba el lugar 29 entre los 32 países de Latinoamérica, pese a un relativo avance que la ubica solamente por encima de Nicaragua, Guatemala y Haití en Centroamérica aunque en los

últimos dos años bajó debido al golpe de estado que tuvo lugar el 28 de junio de 2009 y del que aún no se ha recuperado.

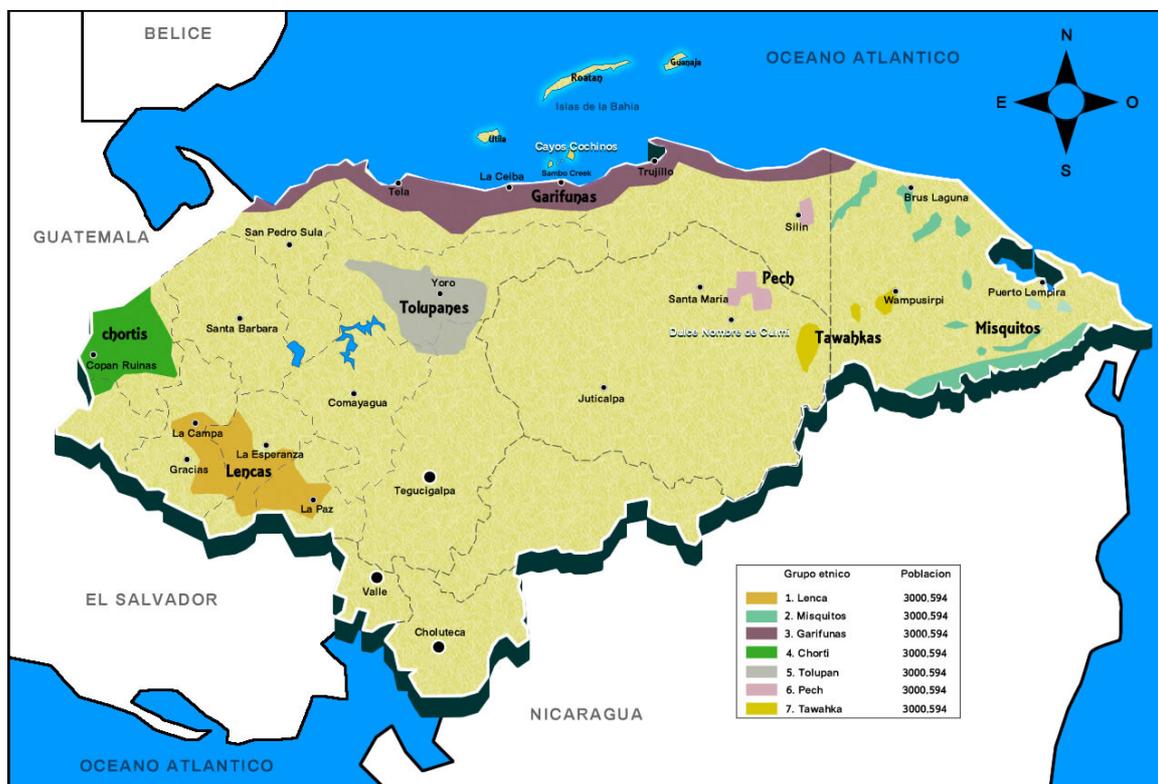


Figura 3 distribución de los diferentes grupos étnicos

Es un país muy pobre, en el que su baja renta per cápita le coloca entre los últimos del mundo. Los hondureños se dedican en su mayor parte a las actividades agropecuarias, además del comercio y las manufacturas. Honduras posee una población bastante joven: 38% entre 0-14 años, 46% de 14-44 años, 12% de 45-64 años, y 4% de más de 65 años.

Según el Fondo Monetario Internacional (FMI), el PIB per cápita (ppp) para el 2012 fue de US\$4,594. La tasa de crecimiento de la población es del 2,2% y ello ha traído como consecuencia el descenso en la renta per cápita e incremento en la presión sobre el acceso a los servicios básicos, lo que ha llevado a miles de hondureños a tener que emigrar especialmente a E.E. U.U. pero también a México, Belice, y algunos países Europeos. Por otro lado ese crecimiento poblacional ha acelerado el proceso de urbanización en las principales ciudades como San Pedro Sula y Tegucigalpa.

Si nos centramos en datos acerca de la feminización de la pobreza, se observa que el 88.3% de los hogares monoparentales están liderados por una mujer, lo que visualiza claramente las cargas familiares que deben asumir las mujeres hondureñas.

En este contexto que se acaba de esbozar Geólogos del Mundo viene trabajando desde hace diez años a través de proyectos de Cooperación Internacional relacionados fundamentalmente con el abastecimiento de agua y saneamiento, pero también en cuestiones medioambientales y de riesgos naturales.

De todos es sabido que el sector Agua y saneamiento es de una gran trascendencia, en el sector de la salud, ya que las enfermedades más comunes están directamente relacionadas con el consumo de agua en malas condiciones, o la no disponibilidad de agua para las prácticas higiénicas básicas. De otro lado el acceso cercano a un punto de agua con garantías de calidad evita largos desplazamientos en la búsqueda del agua, especialmente a mujeres y niños, y además mejora las condiciones de habitabilidad de las viviendas, al igual que mejora las posibilidades del sector productivo mediante actividades en las que el agua juegue un papel importante; todo ello se traduce en una mejor calidad de vida de las comunidades.

Para dar una idea de las deficiencias en tema de agua y saneamiento, la Red de Agua y Saneamiento de Honduras (RAS-HON) realizó un estudio titulado “Sobre la exclusión en el sector agua y saneamiento en Honduras”, editado por UNICEF en el que mediante un análisis de la situación se llegó a determinar en qué grado los diferentes Departamentos hondureños se ven afectados por esas carencias. Se entiende por “exclusión” en el ámbito agua y saneamiento, cuando existen comunidades o áreas fuera de las prioridades tanto estatales como de diferentes organismos de cooperación.

En las figuras siguientes se muestran los mapas síntesis elaborados en ese estudio en los que puede verse que existen Departamentos, como El Paraíso y Gracias a Dios en los que el grado de exclusión en el servicio de agua llega hasta el 50%; por otra parte la exclusión en el servicio de saneamiento llega incluso a superar la barrera del 50% en ese último Departamento. Curiosamente, El Paraíso parece tener un menor grado de exclusión en saneamiento que en servicio de agua.

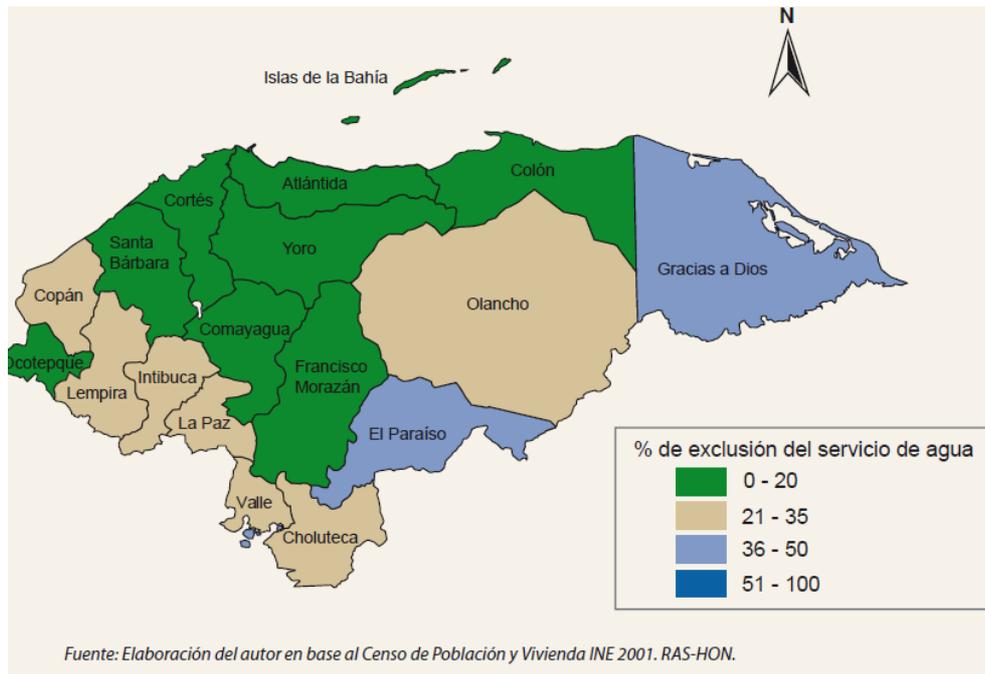


Figura 4 Grado de exclusión en servicio de agua (Tomado de RAS-HON, 2011)

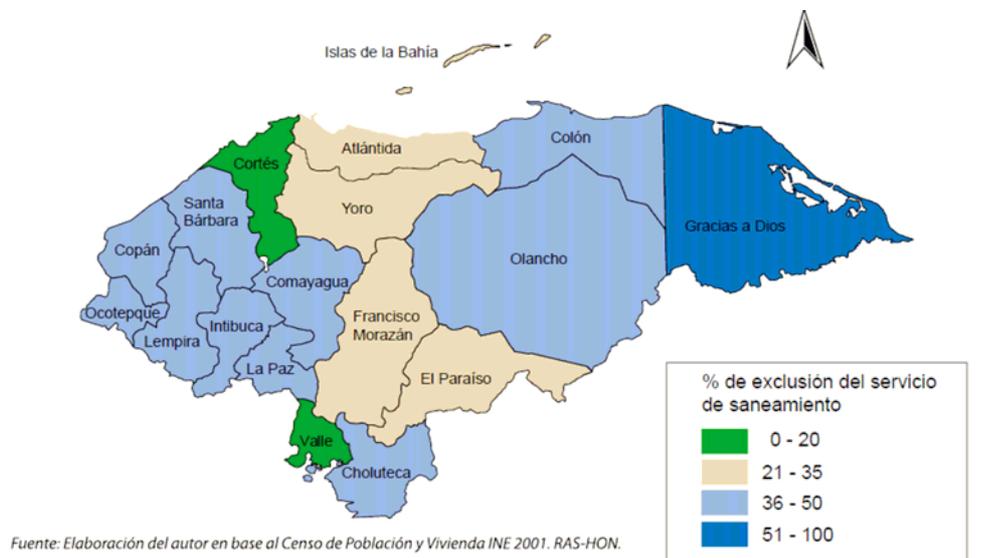


Figura 5 Grado de exclusión en servicio de saneamiento (Tomado de RAS-HON, 2011)

Pues bien, el proyecto “MEJORA Y AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN ALDEAS RURALES DEL MUNICIPIO DE DANLÍ MEDIANTE EL FORTALECIMIENTO DE LAS ADMINISTRACIONES COMUNITARIAS” llevado a cabo por Geólogos del Mundo-ASIDE y objeto del presente documento, se centra en el Municipio de

Danlí, perteneciente al Departamento de El Paraíso, ubicado en la zona de la Montaña Oriental. Su objetivo es paliar modestamente el grado de exclusión en los servicios de agua y saneamiento que sufre ese Municipio.

1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.

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. Con sus 2.530 km², de los que 10 km² corresponden al casco urbano, es el mayor Municipio del Departamento y uno de los mayores de Honduras. Su límite Sureste lo constituye la zona fronteriza con 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.

El municipio cuenta con una población según el censo de 2010 de 158.305 habitantes, repartidos en 38 aldeas y 720 caseríos en el área rural así como 15 barrios y 38 colonias en el área urbana de los cuales, 51.183 viven en el casco urbano de la cabecera municipal y el resto, 107.122 en las zonas rurales.



Figura 6.- Localización del municipio de Danlí en el Departamento de El Paraíso.

1.2 GEOLOGÍA

El Municipio de Danlí se encuentran sobre un sustrato rocoso en el que están presentes la mayor parte de los materiales geológicos de Honduras. Si bien la mayor extensión del municipio lo ocupa un conjunto de areniscas, conglomerados, lutitas correspondiente al denominado Grupo Honduras de edad Jurásico-Cretácico, aflora también los esquistos de Cacaguapa, una de las pocas formaciones metamórficas paleozoicas de Honduras, que fueron metamorizados por el juego de la Falla Guayape. Así mismo se encuentran materiales producto del vulcanismo del Terciario, como los de Grupo Padre Miguel, de una gran extensión en todo Honduras y parte de Guatemala y Nicaragua; y un conjunto de andesitas y materiales de acidez intermedia asimilable a la Formación Matagalpa. La zona urbana de Danlí por su parte se localiza sobre un cuerpo plutónico de los muchos que existen relacionados con las fracturas que dieron origen al cercano Valle de Jamastrán.

Por otro lado, en los fondos de valle todos esos materiales son recubiertos por aluviones y terrazas cenozoicos compuestos por gravas, arenas y arcillas de gran espesor.

1.3 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.

Esas tres cuencas están formadas por por diversos ríos y quebradas, los cuales se mencionan a continuación:

El río Jala que sirve de límite al norte con el municipio de Teupasentí, El Hato, San Francisco y Almendros que cruzan el valle de Jamastrán y desembocan en el río Guayambre que aguas abajo se une al río Patuca.

En el extremo oriente corren los ríos Guano y Poteca afluentes del río Coco o Segovia que desembocan en el Mar Caribe, por el sur corre el río Namale, afluente del río Choluteca que drena sus aguas en el Golfo de Fonseca.

También están las quebradas de El Águila, Azabache, Cuyamapa, Maguelar, Coyolar, Las Queseras, El Olimpo, La Orilla, San Marcos, El Naranjo, El Orral, Onda, Arenas, Jabonera, La Virgen y Guanijiquil. Algunas de estas quebradas en el verano permanecen sin agua, en cambio los ríos si tienen agua en forma permanente, aunque la mayor parte de sus áreas de captación de aguas están fuera de los límites del municipio.

La ciudad de Danlí es bordeada por dos quebradas, por el Noreste las quebradas de la Jabonera y la Virgen y por el Suroeste, la quebrada de Arena. Danlí se encuentra en la zona hidrológica de moderada precipitación del país, donde las lluvias oscilan entre 1.275 mm y 1.165 mm, lo que indica una buena recuperación de agua.

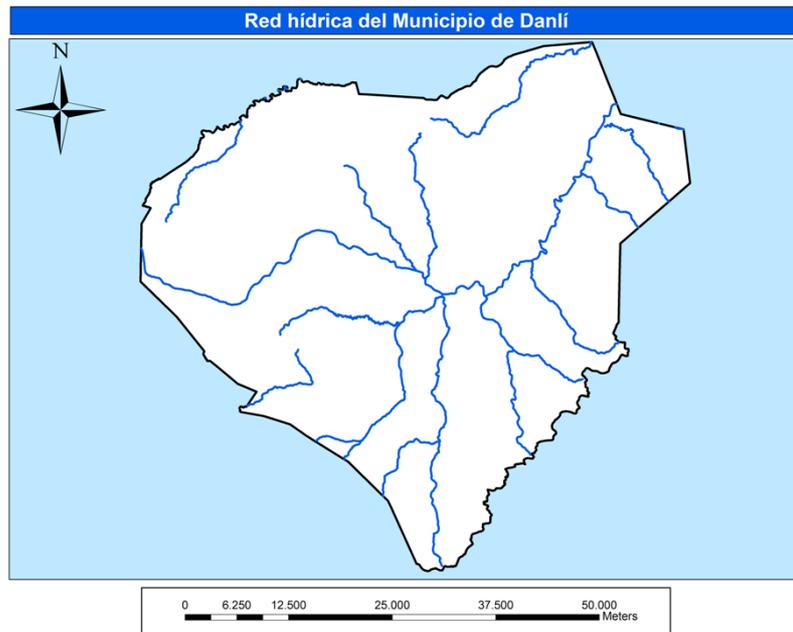


Figura 7.- Red hidrográfica principal del municipio.

1.4 USO Y GESTIÓN 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 Autónomo 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 población que reside en el casco urbano de Danlí se abastece a través de sistemas de abastecimiento propios gestionados por Juntas Administradoras de Agua.

Danlí es uno de los municipios de Honduras que ha oficializado el proceso de municipalización de los recursos hídricos, formándose una Coordinadora Municipal de Juntas de Agua (**COMUJAD**) y una unidad descentralizada, “Aguas de Danlí.”

El Organigrama operativo de COMUJAD es el que sigue:

ORGANIGRAMA OPERATIVO DE "COMUJAD"

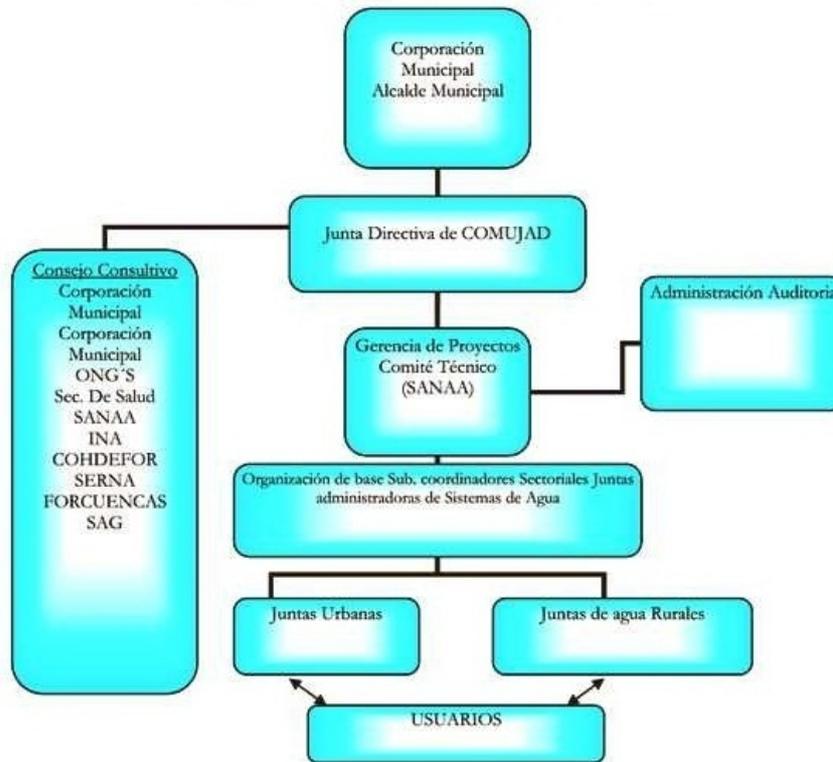


Figura 8

En 2.010, dentro del Marco de descentralización de los sistemas de agua potable se produjo la descentralización del acueducto urbano de Danlí de manos del SANAA para conformar su propia Comisión Municipal de Agua y Saneamiento (COMAS), dejando el manejo del acueducto a su unidad desconcentrada, Aguas de Danlí.

De los más de 120.000 habitantes que viven en el casco urbano, casi un 50% reciben el servicio regular de agua potable a través de Aguas de Danlí (10 horas al día). Del 50% restante, un 20 % reciben agua a través de las Juntas Administradoras y un 30% que directamente no reciben agua. La instalación de micromedidores no alcanza el 15% del total de abonados de Agua de Danlí. Por otro lado, la cobertura de saneamiento es apenas del 50%.

En el caso de las zonas rurales estos datos son mucho peores, donde apenas el 30% de los habitantes tiene acceso al agua potable, con un 70% de la población que busca los recursos hídricos como puede, o pagando por agua embotellada, a unos precios poco asumibles para la población eminentemente agrícola. En estas áreas rurales el abastecimiento, cuando



existe, se realiza a partir de proyectos de Juntas Administradoras de Agua. que se estima atienden en todo el municipio al 55% de la población. 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 una potabilidad del agua. En e área rural existen unas 655 Juntas de las que tan solo unas 413 están legalmente constituidas.

Las condiciones climáticas, la deforestación, la contaminación y los desastres naturales han provocado el deterioro de las fuentes de abastecimiento y provocado el racionamiento de la misma, extendiendo la sequía y aumentando la emigración hacia los cinturones de miseria de las ciudades como en el caso que nos ocupa.

Por cada barrio o aldea que tiene agua potable, existen a su alrededor tres o cuatro que carecen de ella y que tienen que acarrearla de los ríos, pozos naturales o estanques contaminados con lo que ello conlleva para el deterioro de la salud.

El problema en sí lo constituye el que son familias que viven en extrema pobreza en el área rural y en los cinturones de miseria de la ciudad, que necesitan el agua para realizar actividades en su propia casa, para mejorar su situación sanitaria y conseguir alimentos para su propio consumo.

Los problemas más comunes que se presentan en la zona son:

- Carecer de agua potable, no tener pozo o estar seco o contaminado.
- Acarrear el agua desde grandes distancias.
- Las infraestructuras están dañadas por los repetidos desastres naturales acaecidos en la zona y debido a sus bajos ingresos, escasez de fuentes de trabajo y el abandono al que están sometidos por parte de las autoridades municipales y estatales, no tienen recursos ni para la perforación de nuevos pozos ni para reparar los desperfectos en los ya existentes.

2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

La mejora de la gestión pública y el acceso al agua potable y saneamiento en el municipio de Danlí, departamento de El Paraíso, Honduras pretende contribuir a mejorar la calidad del agua para el consumo humano de los habitantes de las aldeas ubicadas en la zona rural próximas a la frontera con Nicaragua.

En ese sentido el objetivo del Proyecto es contribuir con la mejora, ampliación de las redes de captación y distribución, en las zonas rurales de manera que el sistema tenga la capacidad de dar servicio de calidad al 80% de la población de las aldeas en el momento actual con una proyección hasta el 2.020.

De igual manera el Proyecto contempla posibilidad de intervenir en la mejora y ampliación del sistema de alcantarillado en las aldeas que carecen de él, además de en la construcción de una planta de tratamiento de aguas negras, ya que actualmente no cuentan con este complemento y son vertidas directamente a los cauces naturales que desembocan en la cuenca hidrográfica contaminando los ríos y acuíferos.

Todo ello integrado en coordinación con el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA) que es el ente nacional que tiene competencias en el tema. Por tanto las intervenciones necesarias para alcanzar ese objetivo deberán de adaptarse a las necesidades más prioritarias que el SANAA considere para no duplicar o interferir en sus propias actuaciones.

3 DESARROLLO DE LA PARTE TÉCNICA-CONSTRUCTIVA

Se establecieron tres fases.

1. Identificación de las comunidades susceptibles y objeto de la actuación
2. Definición y programación de las actuaciones concretas a ejecutar.
3. Ejecución del proyecto

3.1 IDENTIFICACIÓN DE COMUNIDADES

En el momento de plantear el proyecto, el Gobierno de la Municipalidad de Danlí proporcionó una listado en el que se recogía un total de 28 comunidades y el proyecto concreto que en cada una se podría desarrollar (ANEXO 2).

Como quiera que desde que la Municipalidad proporcionara aquel listado, hasta la fecha en la que se comenzaba con el Proyecto había transcurrido prácticamente un año. Siendo conscientes de que en el transcurso de ese tiempo las condiciones de necesidad pudieran haber cambiado, se convino con el SANAA analizar el estado de aquellas comunidades en el momento actual.



Figura 9.- Reunión con el señor Alcalde de Danlí, el Doctor. Urrutia.

En coordinación con los técnicos del SANAA se analizaron las posibilidades de intervención teniendo en cuenta varias variables. Así, en función del presupuesto disponible, de las posibles variaciones en las condiciones y necesidades de las comunidades “a priori” seleccionadas, del tiempo necesario y disponible para la ejecución, de la posibilidad de integración en la programación y proyectos del propio SANAA, etc. se fueron seleccionando diversas comunidades, descartando unas e incluyendo algunas que no estaban presentes en el listado original.



Figura 10.- Reunión de coordinación con técnicos del SANAA y el Gerente de la Unidad, el ingeniero Alexis Montes.

De ese modo las comunidades que fueron seleccionadas en esas reuniones de coordinación fueron 16, dos de ellas no incluidas en el listado inicial. A partir de esto y una vez asignado un técnico del SANAA al proyecto, se procedió a visitar todas ellas para analizar la situación “i situ” y decidir finalmente las comunidades sobre las que intervenir y en qué grado de intervención. Para la decisión final con los datos recabados se realizó una tabla de valoración.

En el ANEXO 2 se describen en detalle los datos recabados en cada una de ellas.

Finalmente, en función de distancia, inversión necesaria, integración en la programación, número de personas beneficiadas, etc., se decidió en consenso con el SANAA actuar en tres comunidades. Los Robles, Los Almendros y Calpules.

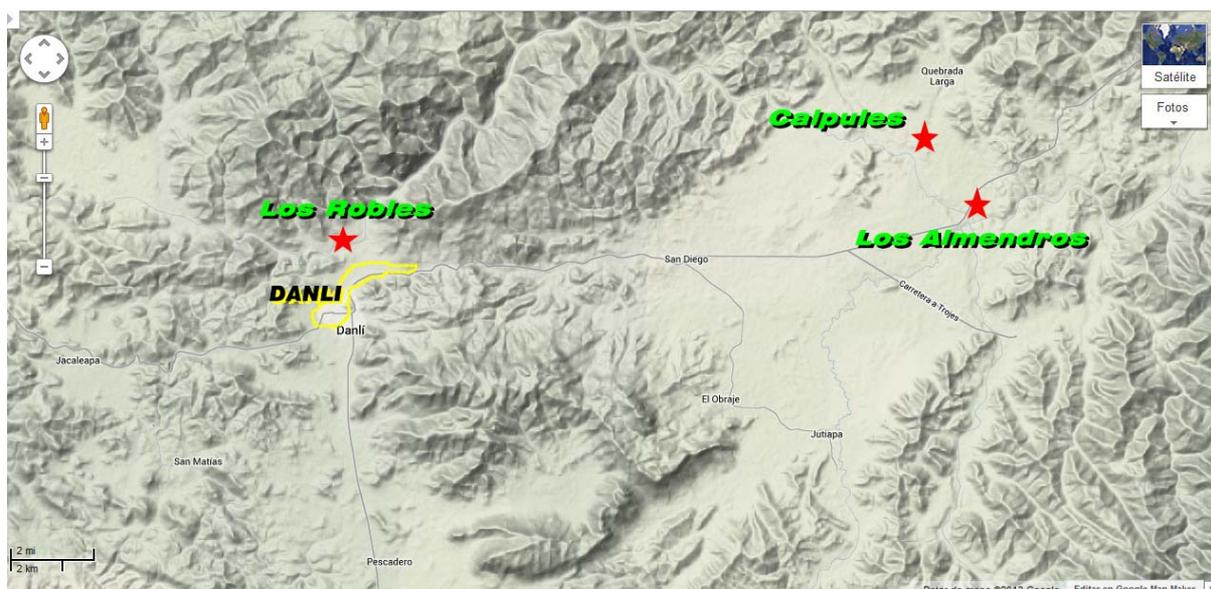


Figura 11.- Localización de las comunidades elegidas . Con reborde amarillo se indica el casco urbano de Danlí. (Imagen base Google Maps)

1. **Los Robles:** Localizada en el ámbito rural del entorno urbano de Danlí, lotificación (liberalización de terrenos y parcelación) relativamente reciente (hace unos siete años) que cuenta con 500 parcelas aunque actualmente solo 150 de ellas están construidas. Su población actual es de 900 personas, aunque con la previsión de ocupación del total de las parcelas alcanzaría las 3.000 personas.



Figura 12.- Localización de la comunidad de Los Robles.

En el momento del inicio del proyecto se abastecían mediante una toma de manguera de ½ pulgada instalada, sin represa, en una quebrada a poco más de 1 km de distancia; disponían de un pequeño tanque de almacenamiento de unos 5000 galones de capacidad que no estaban utilizando al no existir conexión tanto con la fuente como con la comunidad. En época de verano el aforo de la quebrada era de unos 6 gal/min.

Así mismo disponían de un pozo perforado de pequeño diámetro, que proporcionaba escasamente un aforo de 6 gal/min, (0,37 litros/seg) insuficiente para instalar una bomba sumergida; en el se había instalado una bomba manual; y según los miembros de la Junta de Aguas fue clausurado por contaminación. No se disponía de datos del mismo ni de su perfil, aunque lo más probable es que se alimentara del agua de una quebrada muy próxima.

En el aspecto administrativo, existía una Junta Administradora de Agua con sus siete miembros y legalmente constituida, al igual que un Patronato.

2. **Los Almendros:** Localizada en el Valle de Jamastrán, a 45 minutos al E del casco urbano de Danlí, y con un modo de vida ligado a la ganadería y agricultura de maíz y tabaco fundamentalmente. Afectos de denominación en el Proyecto nos referiremos a Los Almendros en un sentido amplio en el que se incluye también las comunidades de La Florida y El Piñonal ya que el sistema sobre el que se actuó incluye a las personas de esas tres comunidades como usuarios beneficiarios; en conjunto cuenta actualmente con 225 viviendas en las que habitan 1350 personas, con una tasa de crecimiento estimada de dos o tres viviendas por año. A 20 años vista se prevé que el número de habitantes sea del orden de 3100 personas.

Al comienzo del proyecto, Los Almendros contaban con un sistema por gravedad proveniente de la fuente de El Chaparral, compartido con otras comunidades, entre ellas su vecina Calpules. Este sistema les proporcionaba un caudal de 25 galones/min (1,6 litros//seg) insuficiente para su demanda (43,12 galones/min), especialmente en verano.



Figura 13.- Vista aérea de las comunidades que en este proyecto se denominan conjuntamente como Los Almendros.

Por ello, la Junta había perforado un pozo en 2011, que por falta de presupuesto no habían podido instalar; los aforos realizados en el momento de la perforación habían dado un caudal explotable de 60 galones/min, suficiente para cubrir su demanda.

Aunque el pozo estaba perforado en una propiedad privada disponían de los permisos de la propiedad tanto para la instalación como para el paso de la necesaria tubería de impulsión.

También disponían de un tanque de almacenamiento de unos 16000 galones y las redes de distribución que llevan el agua a Los Almendros propiamente, a La Florida y El Piñonal.

La Junta Administradora de Aguas estaba legalmente constituida y con un grado de participación y representatividad muy grande.

3. **Calpules:** Tiene unas características similares a Los Almendros y no se encontraba entre las del listado inicial, al igual que Los Robles su candidatura surgió de los técnicos del SANAA. Se encuentra a unos 10 minutos de Los Almendros.

Tiene unas 215 viviendas en las que habitan 1.290 personas, con una capacidad de crecimiento de entre dos o tres casas al año. En un horizonte de 20 años su población alcanzaría las 1.830 personas.



Figura 14.- Vista aérea de la comunidad de Calpules.

Al comenzar el proyecto disponía del sistema por gravedad de la fuente de El Chaparral, que también abastecía a Los Almendros, con un caudal disponible de 25 galones/min (1,6 litros/seg) cuando la demanda de la población actual es de 33 galones/min.

Al igual que en Los Almendros, la escasez de agua les hizo perforar un pozo, también en 2011, que proporcionó en su día un caudal similar al de Los Almendros. Igualmente, si bien el pozo estaba perforado en terrenos particulares, tenían los permisos pertinentes.

Tenían un tanque de almacenamiento de 15.000 galones de capacidad, antiguo, pero que había sido enteramente reparado hacía poco tiempo; tan solo el hipoclorador estaba en malas condiciones por lo que no realizaban cloración del agua en el tanque.

La Junta Administradora de Agua correctamente constituida y legalizada.

3.2 ACTUACIONES PROGRAMADAS

Vistas la situación, se plantearon una serie de intervenciones en cada comunidad en una programación solapada en el tiempo. Los correspondientes diagramas de Grant se muestran en el ANEXO 3.

Comunidad de Los Robles:

- Perforación e instalación de un pozo
- Construcción de caseta de controles de pozo
- Compra de transformador eléctrico para pozo
- Construcción de tanque de almacenamiento.
- Instalación de tubería de impulsión pozo-tanque
- Instalación de tubería de distribución tanque-comunidad
- Instalación de un grifo comunal.



Figura 15.- Principales actuaciones previstas en Los Robles.

Comunidad de Los Almendros:

- Limpieza y aforo del pozo perforado existente
- Análisis de calidad de agua
- Instalación de bomba sumergible y tren de descarga
- Instalación de controles eléctricos de la bomba
- Instalación de tubería de impulsión al tanque de almacenamiento
- Construcción de caseta de protección de controles eléctricos de la bomba
- Cierre perimetral de protección de instalaciones del pozo.
- Adquisición de transformador e del conjunto eléctrico para la bomba.



Figura 16.- Vista con las principales actuaciones planteadas en Los Almendros. El tanque de almacenamiento no estaba inicialmente contemplado, aunque se ejecutó.

Comunidad de Calpules:

Al tener unas condiciones previas y necesidades similares a las de Los Almendros, las actuaciones previstas fueron también similares.

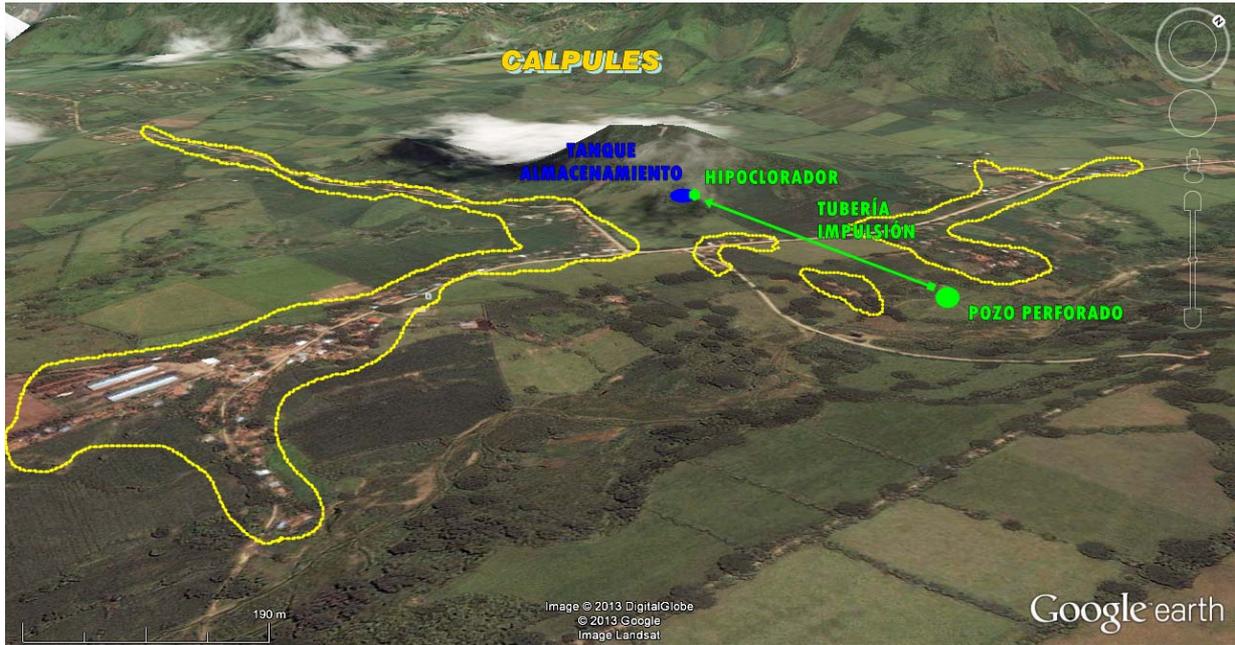


Figura 17.- Vista con las principales actuaciones en Calpules (en verde).

3.3 FASE DE EJECUCIÓN.

3.3.1 LOS ROBLES.



Figura 18.- Vista general de la Comunidad de Los Robles

3.3.1.a PERFORACIÓN DE POZO

Previamente al emplazamiento del pozo, se realizaron recorridos por el entorno analizando la geología, medidas de niveles en pozos existentes, tomando parámetros de las aguas, etc. Con ello se pretendía determinar un punto que pudiera ser favorable para su localización. No obstante, el hecho de identificar emplazamientos favorables no implica poder ejecutar el pozo en esos puntos.

Un aspecto limitante a la hora de la perforación es el de la tenencia u obtención del terreno en el que se prevé perforar; esto se puede conseguir principalmente por dos vías: donación o compra; aunque también por expropiación. Este último caso requiere unos procesos judiciales y tiempo. Tanto la donación como la venta es necesario exista la predisposición del dueño y que se redacte y firme un documento que acredite el modo en el que se obtiene el terreno y, si las hubiera, las condiciones pactadas.



Figura 19.- Afloramiento de terraza fluvial



Figura 20.- Midiendo parámetros de agua del río con sonda multiparamétrica.



Figura 21.- Midiendo niveles y parámetros de agua en pozos existentes.



Figura 22.- Medida de niveles en pozos malacates.



Figura 23.- Parámetros de agua y niveles en pozo perforado.

	Lugar	Cota (m)	Prof. Nivel agua (m)	pH	Tª (°C)	Resist (MΩ-cm)	Conduct (μS/cm)	Conduct (μS/cm²)	TDS (ppm)	ORP	OD (%)	OD (ppm)
Los Robles	Quebrada Colonia Mel Zelaya	738		6,95	28,6	0,0014	693	741	346	71,9	0,9	0,06
	Río entrada a Los Robles	734		6,97	26,7	0,0047	211	218	106	80,6	0	0
	Pozo Malacate	739	6,23	6,92	26							
	Quebrada Los Robles	764		6,93	25,1	0,0068	146	147	73	89,8	0	0
	Quebrada Río Arriba-Crematorio	760		6,76	25,3	0,0016	620	624	310	93,3	0	0
	Pozo "Rotario" / Iglesia Episcopal	760	23,5	6,89	25,8	0,004	250	254	125	80,9	0	0
	Manguera Los Robles	767		7,02	28,9	0,0051	195	210	97	84,5	0,5	0,04
	Río al paso por balsa oxidación	723		7,04	28,2	0,002	501	531	250	74,9	0,6	0,04

Figura 24.- Resultados de los parámetros de agua medidos.

En el caso de Los Robles inicialmente parecía que había coincidencia en localización favorable y posibilidad de cesión en una propiedad colindante con la Colonia. Con ello se dispuso la perforación, pero en el momento de la realización del documento de cesión por parte de la propiedad, imponía unas condiciones no asumibles con grave riesgo de pérdida de la infraestructura a favor del propietario. Con la máquina ya en marcha, se decidió cambiar a un lugar menos favorable, pero dentro de la propia comunidad, distante del anterior unos escasos 20 metros



Figura 25.- Ubicación inicial para la perforación del pozo. Posteriormente, por problemas de permisos de la propiedad se desplazó al otro lado del cierre del fondo, propiedad de la comunidad.



Figura 26.- Limpiando para el nuevo emplazamiento del sondeo.



Figura 27.- Máquina de perforación en su emplazamiento definitivo

A sabiendas que aquel cambio disminuía las posibilidades, pero que era el único emplazamiento posible por la propiedad de tierra, se comenzó a perforar con una máquina

a rotación montada sobre camión equipada con tricono como elemento de corte; para la estabilización de las paredes se agregó bentonita al agua de perforación.

La empresa contratada para ello fue Will-Vall Pozos, que ya ha trabajado con Geólogos del Mundo en varias ocasiones.



Figura 28.- Operarios en operaciones de perforación



Figura 29.- Operación de perforación con la balsa de recuperación de lodos.

Con el fin de minimizar el impacto del sondeo, y de reaprovechar el agua de perforación, se realizó una balsa para recirculación del lodo. Así mismo, para no introducir agua con posible contaminación en las labores de perforación, se acordó con el SANAA y Aguas de Danlí el suministro de agua necesarias procedente de un pozo de explotación de Aguas de Danlí quienes en todo momento mostraron total colaboración.



Figura 30.- Carga de agua para la perforación.



Figura 31.- Panorámica de Los Robles en la que se indica el emplazamiento del pozo. Al fondo la ciudad de Danlí.

El diámetro de perforación fue de 8” con previsión de ampliación a 12”; la profundidad prevista fue de 200 pies (61 m.), llegando finalmente a los 210 pies (64 m.). Desgraciadamente el resultado de la perforación no fue la esperada, ya que por los reconocimientos visuales previos de la zona se suponía se estaba sobre unos depósitos de coluviones y terraza con conexión hidráulica con el río, sin embargo los materiales cortados fueron los siguientes:

- De 0 a 2,30 m Gravas heterométricas, de composición silíceas, angulosas, dispuestas en una matriz arenosa y areno limosa. Compacidad baja. Colores ocres rojizos. (Depósitos coluvionales)
- De 2,30 a 10 m Areniscas de grano medio, con componentes volcánicos, de color gris oscuro. Fracturadas (pérdida de agua).
- De 10 a Fin Areniscas de grano medio de color gris compactas.

A partir de esto y junto a las observaciones previas, se concluyó que la perforación se había realizado sobre un paleorrelieve cubierto por coluviones. El hecho de continuar la perforación hasta los 61 metros, responde a la búsqueda de la cota de profundidad a la que se había llegado en un pozo cercano en el que se había medido el espejo de agua a 21 m, estando el fondo de perforación a 60 m., lo que implicaba muy posiblemente la existencia de un acuífero confinado a esa profundidad.

3.3.1.b CONSTRUCCIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO

La comunidad, disponía de un pequeño tanque de almacenamiento de unos 5000 galones de capacidad (18,9 m³), de planta cuadrada, realizado con ayudas de la Organización Visión Mundial para el que la propiedad del terreno había cedido una superficie de 64 m².

Ese pequeño tanque, de todo punto insuficiente para el abastecimiento, se encontraba desconectado tanto de la fuente como de la comunidad con ausencia de las tuberías de distribución. Además, se apreciaban algunas pequeñas grietas.



Figura 32.- Pequeño tanque , de apenas 5000 galones (18,9 m3) de capacidad existente. El nuevo tanque se ubicaría en el terreno disponibles de la derecha de la foto.

Dado que la obtención de terreno para la construcción del nuevo tanque proyectado era una cuestión bastante difícil y puesto que existía una parte de los 64m² cedidos que no estaban ocupados, se decidió encajar en ese terreno el nuevo tanque dándole las mayores dimensiones que permitiera.

De ese modo se diseñó un tanque de planta circular basado en los planos tipo que se adjuntan en el ANEXO 4. en los que se les hace variar el diámetro y la altura en función del agua que se pretende almacenar. Las dimensiones finales fueron:

R Interior (m)	R Exterior (m)	H rebose(m)	H Tanque (m)	V (m3)	Galones
2,880	3,15	2,90	3,10	75,567	19.949,77

Figura 33.- Dimensiones del tanque

El tanque está equipado con un hipoclorador por goteo para la desinfección del agua.

El terreno sobre el que se cimentó esta compuesto por microconglomerados, lutitas y areniscas del Grupo Honduras, con una capacidad portante suficiente para soportar la carga transmitida por el tanque una vez lleno de agua.

La construcción conlleva varias fases:

1. Excavación y Cimentación;
2. Alzado de las paredes;
3. Cierre superior.
4. Construcción de hipoclorador

En su construcción se han utilizado: 216 sacos de cemento; 4.000 ladrillos de rafón; 16 m³ de piedra; 15 m³ de arena mixta; 12 m³ de arena fina; 2 m³ de grava; 756 m de varilla de hierro de 3/8; 450 m de varilla de hierro de 1/4; 19 litros de aditivo impermeabilizante para el cemento; 57 litros de pintura selladora impermeabilizante; además de: madera, clavos, accesorios varios de fontanería, como tubos PVC y HG, válvulas, codos, reductores, acoples, etc.

1 Excavación y vaciado: Una vez delimitado el perímetro del tanque, se procedió a realizar un vaciado con el fin de obtener una rasante nivelada y en terreno sano a partir de la cual se realiza la excavación de la cimentación propiamente dicha. En este caso la profundidad excavada fue de 80 cm.



Figura 34.- Proceso de la excavación de vaciado para cimentación del tanque.



Figura 35.-



Figura 36



Figura 37.- Vaciado en fase final a falta de eliminación de la rampa para la extracción del material.

2 Cimentación: Realizada mediante 4 pozos de cimentación aislados perimetrales de 60x60 y una central de 80x80; la profundidad de apoyo respecto a la rasante de excavación fue de 50 o 60 cm en función del terreno.

Una vez fundidas las zapatas de cimentación, se ejecuta una solera de reparto de 50 cm de espesor, armada con emparrillado de hierro, que será sobre la que se realice el alzado de las paredes y la que servirá de fondo del tanque.

En las zapatas se introduce el armado de las columnas (castillos) que servirán de pilares para el soporte de la losa superior y para el refuerzo de las paredes del tanque.



Figura 38.- Replanteo de la posición de las zapatas de cimentación.



Figura 39.- Zapatas ya excavadas



Figura 40.- Fondo de zapata excavado.



Figura 41.- Etapa de fundido de las zapatas. Con las armaduras de los pilares.



Figura 42.- Construcción de solera de reparto. Se realiza utilizando hormigón ciclópeo.



Figura 43.- Solera de reparto en construcción.



Figura 44.- La no disponibilidad de grava hizo que se disparara el gasto de cemento y arena.



Figura 45.- Emparrillado de hierro de la solera.



Figura 46.-



Figura 47.- Colocación de la hilada de ladrillos “perdida” que hace de encofrado de la última fase de construcción de la solera y de base para el comienzo del alzado de las paredes.



Figura 48.- Colocación de la hilada “perdida” de ladrillo.

3 Alzado de las paredes: Se construyen mediante ladrillo macizo de calidad dispuestos al “tesón” es decir, con la longitud mayor en dirección según el radio del tanque. Como refuerzo, cada 50 cm se dispone una armadura vertical, de varilla de hierro de ϕ 3/8 “ y cada 3 hiladas de ladrillo se intercala un anillo interior y otro exterior de varilla de hierro de ϕ 1/4 “ anclados a las armaduras verticales y a los pilares. Este procedimiento se sigue hasta completar la altura total del tanque; una vez alcanzada esta, se procede al fundido de los pilares perimetrales para cerrar las paredes circulares.



Figura 49.- Acarreo de ladrillos para el tanque. En total se acarrearon 4.000 ladrillos de rafón.



Figura 50.- Alzado de paredes. Se pueden observar los refuerzos verticales de hierro y los anillos entre hiladas de ladrillo.



Figura 51.- Alzado de paredes del tanque.



Figura 52.- Alzado de paredes del tanque.



Figura 53.- Las paredes van ganando altura. Se observan los pilares perimetrales aún no fundidos.



Figura 54.- Operación de alineado de los ladrillos.



Figura 55.- Tanque con las paredes levantadas y pilares fundidos preparado para el enlucido exterior.

Una vez alcanzada la altura estipulada y cerrado el perímetro de las paredes mediante el fundido de los pilares perimetrales, se procede al enfoscado y pulido de las paredes tanto interior como la exterior, para posteriormente darles un tratamiento impermeabilizante.



Figura 56.- Enlucido y pulido de la parte interior.



Figura 57.- Caja protectora de válvula de salida.

4 Cierre superior: Finalizadas las etapas anteriores se procedió al cierre superior del tanque. Para ello, a partir del pilar central, se fundieron dos vigas en cruz que servirán como soporte a una losa superior de 10 cm de espesor armada con un emparrillado de hierro.



Figura 58.- Encofrado para las vigas armadas superiores.



Figura 59.- Fundiendo las vigas del techo del tanque.



Figura 60.- Encofrado para la losa de cierre del tanque.



Figura 61.- Colocación del emparrillado de hierro de la losa de cierre.



Figura 62.- Proceso de fundido de la losa superior de cierre.



Figura 63.- Última fase de nivelación y alisado de la losa.

5 Hipoclorador: Es el último elemento del tanque que se construye y es el que se encargará de dar un tratamiento de cloración al agua de entrada. En este caso se construyó un hipoclorador por goteo en el que la cantidad de cloro necesaria para el tratamiento del agua del tanque se dosifica mediante la frecuencia de goteo.



Figura 64.- Hipoclorador.



Figura 65.- Tanque ya pintado y provisto de escalera de acceso a la parte superior e hipoclorador.



Figura 66.- Tanque ya en fase de rotulación por el rotulista de Danlí Carlos Montoya,

3.3.1.c INSTALACIÓN RED DE CONDUCCIÓN

Como quiera que la comunidad no disponía de ninguna red de distribución, se planteó la realización de la conducción de bajante desde el tanque a un punto de la comunidad para que pudieran disponer del agua almacenada en el tanque. A esta línea también se conectó el pequeño tanque ya existente para reforzar el almacenamiento y alcanzar así unos 25.000 galones (94,6 m³).

La línea de distribución consistió en la instalación de .342 metros de tubería de PVC SDR 26 de 2" de diámetro. Esta instalación conllevó el zanqueo de esos metros, y el soterramiento de la tubería a través de una quebrada.

Para el paso de la quebrada se aprovechó un momento de escaso caudal, zanjeando e a 60 cm de profundidad, introduciendo una tubería de PVC SDR-26 de 3" que fue embebida en hormigón; posteriormente por su interior se introdujo la tubería de conducción PVC SDR-26 de 2".



Figura 67.- Zanjeo para la línea de conducción.



Figura 68.- Zanja a la salida del tanque. Mediante esta línea de conducción también se conectó el pequeño tanque cuadrado que ya existía.



Figura 69.- Zanja para la línea de conducción. La longitud final de la línea es de 342 m.



Figura 70.- Tubería en zanja



Figura 71



Figura 72.- Paso de la quebrada. Se realizó mediante una tubería PVC SDR-26 de 3" embebida en hormigón por el interior de la cual se introdujo la tubería de conducción.

3.3.1.d FUENTE PÚBLICA.

Con el fin de que la colonia tuviera un punto de abastecimiento de agua, se proyectó la realización de una fuente de acceso público localizada en una zona común. La elección del lugar de ubicación corrió a cargo de los miembros de la Junta Administradora de Aguas.

La fuente es de tipo columna. Está construida con bloques de cemento y dispone de tres grifos de $\frac{1}{2}$ " bajo los cuales se construyeron sendas peanas para el apoyo de los recipientes y evitar la erosión del suelo.



Figura 73.- Construyendo la fuente.



Figura 74.- Explicando la posición de los elementos de fontanería para los tres grifos.



Figura 75.- Etapa avanzada de construcción con los caños ya colocados.



Figura 76.- Fase de remate mediante el enlucido y colocación de piezas cerámicas en los poyos.



Figura 77.- Fuente finalizada a falta de pintado.



Figura 78

3.3.2 LOS ALMENDROS.



Figura 79.-Vista panorámica desde el tanque de almacenamiento del entorno de trabajo en Los Almendros. La comunidad se localiza tras los árboles de la derecha de la foto.

3.3.2.a EVALUACIÓN PREVIA DEL POZO PERFORADO EXISTENTE.

Se realizó un reconocimiento previo del terreno y del pozo con el fin de comprobar algunas cuestiones indicadas en el perfil del mismo, tales como niveles y una aproximación a su calidad de agua.



Figura 80.- Midiendo niveles de agua en pozo mediante freatómetro.



Figura 81.- Midiendo mediante sonda multiparamétrica en un arroyo cercano al pozo.

Los valores obtenidos en estas mediciones de parámetros de agua son los siguientes.

Aim	Pozo Los Almendros	445	7,05	6,83	25,9	0,0019	537	546	268	96	2,2	0,17
	Tanque Los Almendros			7,23	29,9	0,0141	71	78	35	85,5	86,3	6,19
	Quebrada Los Almendros	435		6,77	25,4	0,0016	620	625	310	93,6	0	0
	TM 08/07/2013			6,68	26,7	0,0019	518	535	259	41,44	0	0

Figura 82.- Resultados de los parámetros del agua medidos

3.3.2.b LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Con el fin de determinar las diferencias de cota entre pozo y tanque de almacenamiento así como distancias, para el cálculo hidráulico de la impulsión del agua, D. Ernesto Flores, técnico asignado del SANAA, realizó una topografía del trazado de la línea de impelencia para la posterior instalación de tubería con la mínima pérdida de carga y mayor aprovechamiento de la bomba.

Los datos obtenidos se adjuntan en el ANEXO 5.



Figura 83.- D. Ernesto Flores, técnico del SANAA, realizando la topografía de la línea de impulsión.



Figura 84.- Labores de topografía de la línea. El pozo se localiza al fondo de la foto.

De los trabajos topográficos y cálculo hidráulico de la línea se obtienen los siguientes datos para diseño del pozo.

Datos para Calculo de Bomba	
Elevacion Pozo - Tanque	28.40 metros
Perdidas por Friccion	4.53 metros
Altura Tanque	2.5 metros
Distancia Pozo - Tanque	438 metros
Tuberia	PVC de 3"
Datos del Pozo	
Profundidad del Pozo	32 metros
Caudal del Pozo	72 gpm
Nivel Estatico	7.09 metros
Encamizado del Pozo	Tuberia PVC de 6"

Figura 85.- Parámetros de diseño hidráulico del pozo de Los Almendros

3.3.2.c LIMPIEZA DE POZO.

Como quiera que el pozo llevaba perforado desde 2.011 y sin instalar, lo primero que se realizó fue una limpieza del mismo para asegurarse del buen desarrollo del pozo de que el agua que posteriormente sería muestreada correspondiera realmente a la del acuífero. Con la limpieza se extrae los posibles sedimentos que a lo largo del tiempo se han acumulado en

él y por tanto aumenta la profundidad útil al tiempo que se desobstruyen los tramos con rejillas permitiendo un mayor aporte de agua durante el bombeo evitando el deterioro de la bomba.

La limpieza se realizó mediante aire comprimido a 100 psi a lo largo de seis horas hasta haber logrado agua limpia. La empresa contratada para ello fue “Sistemas de Riego y Ferrería S de R.L” que es la delegación en Danlí de Bohomosa.

Las características disponibles del pozo eran:

- Año de perforación: 2.011
- Profundidad perforada y encamisada: 120 pies
- Diámetro de perforación: 10”
- Diámetro del encamisado: 6”
- Se perforó con tricono y lodos bentoníticos
- La tubería de encamisado y las rejillas son de PVC SDR 26 de 6”
- Para el filtro de grava se utilizó gravin de río seleccionado.
- Como sello sanitario, lechada de cemento superficial.



Figura 86.- Instalación de tubería para la limpieza de pozo.



Figura 87.- En primer plano, el compresor utilizado para la limpieza.



Figura 88.- Preparados para la limpieza con la cabeza de inyección ya conectada a la manguera de aire comprimido.



Figura 89.- Inicio de la limpieza. Se observa la expulsión de agua con sedimento.



Figura 90.- Otro momento de la limpieza.



Figura 91.- Etapa final con la incorporación de un producto de desinfección.

3.3.2.d ENSAYO DE BOMBEO- RECUPERACIÓN

Una vez realizada la limpieza, para comprobar el comportamiento del pozo ante una extracción de agua, obtener caudales de explotación y ver el grado de explotación que se le pudiera dar sin llegar al agotamiento del mismo, se procedió a la realización de un Ensayo de bombeo escalonado a caudal creciente en cada escalón, y otro a caudal constante. Para este último se utilizó el caudal mayor de los escalones.

El fundamento básico del ensayo es el de bombear agua, en este caso a un caudal constante conocido, y ver el comportamiento del acuífero mediante la medida de la depresión del nivel del espejo de agua en el pozo. Como complemento, en cada escalón o al final del ensayo se va midiendo la evolución en recuperación de ese espejo de agua.

Como resultado de estos ensayos se determinó que para un caudal de explotación de 70 galones/min en boca del pozo se podría explotar sin riesgo de agotamiento y con una rápida recuperación. Hay que tener en cuenta que la demanda de Los Almendros quedaría perfectamente cubierta para un caudal de explotación de 40 galones/min. Al igual que la limpieza, “Sistemas de Riego y Ferretería S de R.L” fue la contratada para esta operación. Los pormenores del Ensayo se adjuntan en el ANEXO 6.



Figura 92.- Bomba sumergible utilizada para el ensayo.



Figura 93.- Instalación del ensayo. Medida del nivel de agua inicial.



Figura 94.-Regulación de caudal mediante aforo volumétrico.



Figura 95.- El ensayo se prolonga por un periodo de 24 horas o hasta que se alcance el nivel estable para el caudal ensayado.



Figura 96.- El agua del bombeo sirve también de diversión para los niños.



Figura 97.- Medidas durante el ensayo de recuperación.

3.3.2.e TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DE AGUA

Hasta el momento se había conseguido saber que el pozo permitía obtener un caudal de agua suficiente para la demanda de la comunidad, pero para la instalación definitiva era

necesario conocer si esa agua era apta para consumo o en su caso qué tratamiento necesitaría para ello. Con ese fin se procedió a la toma de muestras de agua y su análisis. El análisis se realizó en los laboratorios que el SANAA posee en la presa de Los Laureles (Tegucigalpa). La cuestión crítica para ello era el tiempo máximo necesario para su depósito en el laboratorio, muy ajustado por el tiempo de desplazamiento entre Los Almendros y Tegucigalpa. La muestra, convenientemente refrigerada llegó en tiempo.

El resultado del análisis dictaminó que se trataba de agua para consumo humano siempre que se sometiera a su cloración. El Análisis de agua completo se adjunta en el ANEXO 7.



Figura 98.- Toma de muestras, con medición de parámetros físicos con la sonda multiparamétrica.



Figura 99.- Operación de la toma de muestras mediante un tomamuestras para pozos de construcción "casera" realizado con ayuda de los técnicos del SANAA.

3.3.2.f CONSTRUCCIÓN DE CASETA DE PROTECCIÓN DE CONTROLES DE LA BOMBA Y REALIZACIÓN DEL SELLADO SANITARIO DEL POZO.

Decidida la instalación de la bomba sumergible y puesto que los controles eléctricos de la misma deberían de quedar protegidos en el momento de su instalación, se procedió a la construcción de una pequeña caseta provista de puerta metálica y de dimensiones suficientes para la manipulación de los controles.



Figura 100.- Construcción de la caseta de protección



Figura 101



Figura 102.- Caseta terminada y albergando los controles de la bomba. Le falta pintar.

El pozo no disponía de ningún tipo de sello superior que aislara el agua del acuífero del propio de escorrentía superficial, con lo que existía riesgo de contaminación del mismo. Por ello se estableció la realización de una sellado sanitario que “encapsulase” hasta una profundidad de al menos 1 m la boca del pozo, para lo que se ejecutó una zanja perimetral que se rellenó de hormigón, y una solera en superficie.



Figura 103.- Realización del sellado sanitario.



Figura 104

3.3.2.g INSTALACIÓN DE BOMBA SUMERGIBLE Y CONTROLES ELÉCTRICOS

Una vez asegurada la potabilidad del agua del pozo, se procedió a la instalación de la bomba sumergible con su tren de descarga y a los controles eléctricos de arranque y parada de la misma. Tanto el proveedor como el instalador fue “Sistemas de Riego y Ferrería S de R.L”.

A partir de los resultados del ensayo de bombeo, se adquirió una bomba de la marca Schaefer 45LD5S4 de 4” con motor Franklin de 5HP a 230V, 1PH. con una curva característica que permite obtener 50 galones/min de caudal en la boca del pozo.

Teniendo en cuenta la profundidad total del pozo de 120 pies (36,57 m), la bomba se instaló a 33 m de profundidad.



Figura 105.- Preparativos para instalación de bomba sumergible.



Figura 106.- Introducción de la bomba.

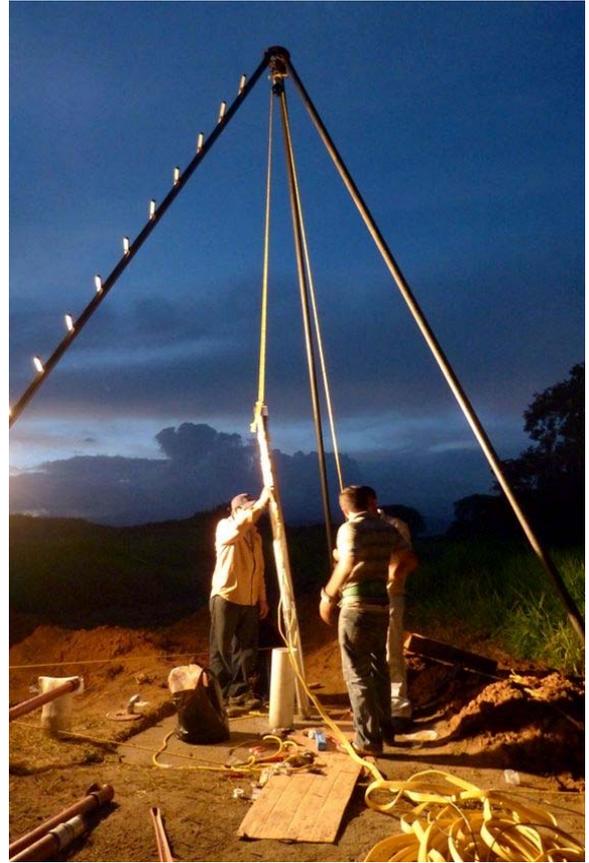


Figura 107.- Proceso de Instalación



Figura 108.- El técnico del SANAA D. Ernesto Flores colaborando en la instalación



Figura 109.- Instalando el tren de descarga.



Figura 110.- Bomba y tren de descarga ya instalados al igual que las conexiones eléctricas. Se puede ver en el montículo del fondo la posición del tanque de almacenamiento. También se aprecia ya realizado el zanjeo necesario para la tubería de impulsión.



Figura 111.- Panel de control en Gavieto para 5 Hp ya colocado en la caseta.

3.3.2.h ZANJEO, COLOCACIÓN DE LÍNEA DE IMPULSIÓN Y PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO.

Paralelamente a la instalación de la bomba y sus controles, se realizó el zanjeo de los 440 metros que separan el pozo del tanque necesario para el soterramiento de la tubería de impulsión. Ese zanjeo se realizó en un tiempo record y en él participaron hombres, mujeres y niños de toda la comunidad.

Seguido al zanjeo se introdujo la tubería de impulsión de PVC 2" SDR-26 .y se conectó a el tren de descarga de la bomba y al tanque. Como quiera que el tren de descarga está elevado 50 cm del suelo para evitar que en inundaciones se contamine el pozo, la conexión con la tubería de impulsión se realizó mediante tubo de HG de 2" y codos de 45º para minorar la pérdida de carga de la impulsión. De igual modo se realizó la conexión con el tanque.



Figura 112.- Trabajo comunitario durante el zanjeo y enterramiento de tubería



Figura 113.- Trabajo de zanjeo y aterramiento



Figura 114.- Zanja para la instalación de tubería de impulsión. En el montículo del fondo, el tanque de almacenamiento.



Figura 115.- Zanja con la tubería instalada. Vista desde el tanque de almacenamiento.



Figura 116.- Tren de descarga de la bomba conectado a la tubería de impulsión.

Una vez todo conectado se procedió a efectuar la prueba de la bomba y medir el caudal final bombeado en el tanque.



Figura 117.- Probando y cubicando mediante método volumétrico en la boca del pozo.



Figura 118.- Prueba de bombeo en tanque.



Figura 119.- ¡¡Y el agua llegó!!!. Hacia el fondo de la foto se ve la línea de impulsión hacia el pozo.



Figura 120.- El técnico del SANAA, D. Ernesto Flores, aforando en el tanque. El resultado fue similar al de la boca del sondeo.

3.3.2.i CIERRE PERIMETRAL DEL CONJUNTO CASETA POZO

Como medida de protección de la instalación frente a animales y personas, se realizó un cierre perimetral que engloba ampliamente caseta y pozo. El cierre se realizó mediante un murete basal de 40 cm de altura, cimentado sobre zapata corrida perimetral. En el murete se insertaron unos postes galvanizados para el soporte y tensión de la malla de torsión galvanizada con la que se completa el cierre.



Figura 121.- Cierre perimetral en construcción. Se puede observar la caseta ya pintada



Figura 122.-



Figura 123.- Cierre ya terminado. Se observa en la caseta un sobretejado de teja y la plataforma interna del cierre rellena con grava dren.

3.3.2.j ENTREGA DE TRANSFORMADOR ELÉCTRICO PARA POZO

Como complemento a la instalación del pozo, se les suministró el transformador necesario para la conexión de la bomba a la red eléctrica.



Figura 124.- Firma de entrega de transformador y material relacionado.



Figura 125.- Entrega Al presidente de la Junta de Aguas (D. Efraín) de transformador, pararrayos, cortacorrientes.

3.3.2.k DEMOLICIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO EXISTENTE

El tanque de Los Almendros había sido construido ya hace más de 25 años y presentaba ya desgaste y fisuras. La primera intención fue la de acometer su reparación mediante un nuevo repello e impermeabilización, pero una vez inspeccionado en detalle se vio que la reparación no tenía garantías de durabilidad.

Además, sus apenas 16.000 galones (60 m³) era un volumen de almacenamiento insuficiente para la demanda de la comunidad, especialmente pensando en el aporte extra de agua proporcionado por el nuevo pozo instalado. Por tanto se tomó la determinación de demolerlo.

Planteada la propuesta a la Junta de Aguas y aceptada por estos, con sus contrapartidas, se comenzó la demolición utilizando para ello una pala cargadora. Una demolición de este tipo entraña graves riesgos por lo que se instó a que fuera realizada mediante ese método y no de forma manual.

Esta demolición conllevó también a que para no perder el servicio de agua durante el tiempo de construcción, fuera realizado previamente un “bay pass” de manera que el agua

de entrada al tanque procedente del sistema por gravedad del que se abastecen se introdujera directamente en la línea de distribución.



Figura 126.- Realización del “bay-pass” previo a la demolición para introducir directamente a la distribución el agua procedente del sistema por gravedad.



Figura 127.- Recuperando la válvula de distribución de 6” previa a la demolición.



Figura 128.- Inicio de la demolición



Figura 129.- Etapa intermedia del proceso de demolición.



Figura 130.- Tanque totalmente demolido y desescombrado

3.3.2.1 CONSTRUCCIÓN DE NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO

La construcción de este tanque sigue la morfología y fases del de Los Robles, tan solo cambiando las dimensiones y con la particularidad de aprovechar la cimentación del antiguo tanque mediante un recrecido de esta. El maestro constructor fue Wilfredo Sevilla quien también lo fuera en el de Los Robles.

En este caso la planta circular tiene un radio interior (útil) de 4 m; el radio exterior, incluida la acera es de 5 metros. La altura útil de almacenamiento es de 2,60 m, lo que hace un volumen de almacenamiento de 132 m³ (35000 galones), es decir más del doble del antiguo.

La construcción del nuevo tanque coincidió ya en tiempo con la marcha del técnico y voluntario de Geólogos del Mundo tras seis meses de estancia, con lo que para tener un seguimiento y control de la obra se contrató a la empresa Geotec radicada en Honduras, pero cuyo propietario es miembro de Geólogos del Mundo y ha venido trabajando con GM en varios proyectos.

Los pormenores de esta obra se adjuntan en el ANEXO 8.en el informe de seguimiento realizados por dicha empresa.



Figura 131.- Acarreo de ladrillos para el tanque

1 Cimentación

La cimentación fue realizada aprovechando la existente del tanque antiguo y recreciéndola hasta extenderse a la superficie de la base del nuevo. Para ello se excavó en las lutitas del sustrato rocoso una zanja perimetral de 70 cm de profundidad alrededor de la antigua solera a fin de hacer el recrecido hasta un radio de 5 metros. Igualmente se perforó un pozo de cimentación central destinado al emplazamiento del pilar para soporte de la cubierta superior.

El surco excavado se rellenó con hormigón ciclópeo hasta nivelar con la antigua solera, para a continuación fundir una nueva continua armada con un emparrillado de varilla de hierro de 3/8.



Figura 132.- Cimentación del antiguo tanque con el surco perimetral de recrecido .



Figura 133.- Preparación para la nueva cimentación mediante recrecido con anillo perimetral.



Figura 134.- Relleno de zanja perimetral mediante piedra y cemento



Figura 135.- Pozo central excavado en la antigua solera para albergar el pilar central . Se puede ver igualmente el anillo perimetral ya relleno de hormigón ciclópeo.



Figura 136.- Emparrillado preparado para la fundición de la nueva solera.

2. Alzado de pared

La pared fue construida con el ladrillo a tesón para proporcionar un grosor cercano a los 25 cm. Por cada dos hiladas de ladrillo se instaló un anillo de varilla de $\frac{1}{4}$, dando al conjunto una mayor compacidad. En total fueron necesarias 26 hiladas para alcanzar la altura necesaria. Fundidos con la cimentación se dispusieron ocho pilares que actúan como contrafuertes de las paredes y soporte para la losa superior de cierre del tanque.

En la pared se dejaron una serie de huecos destinados a ubicar la tubería de limpieza, de 3 pulgadas de sección y la futura tubería de distribución, con una sección de 6 pulgadas. Del mismo modo, en la parte superior de la pared, una vez terminada se dejaron otros dos huecos para la entrada de las 2 tuberías de conducción, una para el agua procedente del sistema por gravedad, y la otra para la de impelencia del pozo.



Figura 137.- Arranque del alzado de pared.



Figura 138



Figura 139.- Fase avanzada de alzado de pared



Figura 140.- Fase final del alzado con los pilares-refuerzo ya fundidos

Finalizado el alzado de pared se procedió a ejecutar las vigas en cruz para soporte de la losa superior, e igualmente a la colocación de las válvulas, enfoscado, pulido e impermeabilización.



Figura 141.- Vigas soporte en cruz ya fundidas.



Figura 142.- Instalando la válvula de distribución de 6" recuperada y reparada.



Figura 143.- Enfoscado e impermeabilización

3. Cierre superior

La losa, que tarda en encofrarse hasta 3 días, se funde en cambio en un solo día con más de 30 obreros para su correcta fundición. Para fundir la losa, se instala un encofrado circular sobre el que se instala un emparrillado de varilla de hierro de 3/8, idéntico al de la solera de la cimentación.

La losa presenta un espesor medio de 15 cm, suficiente para soportar el peso del hipoclorador, con una capacidad de 500 litros, más el propio peso de la estructura. Al mismo tiempo que se fundió la losa se instalaron 2 respiraderos con un codo de 90º y se dejó la abertura de la trampilla de 60x60 cm. Asimismo, se instaló una escalera de acceso a la parte superior del tanque con tubería de hierro galvanizado de 1" de sección.



Figura 144.- Emparrillado de hierro sobre el encofrado para la losa superior de cierre.



Figura 145.- Etapa de fundido de la losa superior



Figura 146.- Inicio del fundido



Figura 147.- Tanque una vez finalizada la losa de cierre.

4. Hipoclorador

Se trata de un hipoclorador por goteo que tiene 1m³ de dimensión total, pero 500 litros de volumen eficaz.



Figura 148.- Hipoclorador en construcción

El tanque se remató mediante el pintado y el correspondiente rotulado.



Figura 149.- Rotulado del tanque por D. Carlos Montoya, de Danlí.

3.3.3 CALPULES.



Figura 150.-Vista panorámica desde el tanque de almacenamiento del entorno de trabajo en la comunidad de Calpules. Al fondo se indica la posición del pozo.

Calpules es una comunidad vecina con Los Almendros y dependiente del mismo sistema de abastecimiento por gravedad. Tenían también un pozo que había sido perforado en 2011 y, al igual que en los Almendros se encontraba desde entonces sin instalar. Por tanto, dada la similitud, en Calpules se siguió una línea paralela a la de Los Almendros, sucediéndose las mismas etapas salvo las correspondientes al derribo y nueva construcción del tanque de almacenamiento. Por ello, excepto cosa relevante, se hará un repaso meramente fotográfico de las diferentes actuaciones.

3.3.3.a EVALUACIÓN PREVIA DEL POZO PERFORADO EXISTENTE.

Se realizó un reconocimiento previo del terreno y del pozo con el fin de comprobar algunas cuestiones indicadas en el perfil del mismo, tales como niveles y una aproximación a su calidad de agua. El pozo se realizó en el borde de una terraza aluvial y en la valoración de caudal en el momento de la perforación se dio 60 galones/min (3,8 litros/s) como caudal óptimo.

Con esa información se comenzó a trabajar.



Figura 151.- Midiendo niveles de agua en pozo mediante freatómetro.



Figura 152.- Midiendo mediante sonda multiparamétrica en un arroyo cercano al pozo.



Figura 153.- Toma de muestra en pozo para análisis mediante sonda multiparamétrica.



Figura 154.- Medida de parámetros del agua del tanque mediante sonda multiparamétrica

Los resultados obtenidos son los siguientes:

	Lugar	Cota (m)	Prof. Nivel Piez.	pH	Tª (°C)	Resist (MΩ·cm)	Conduct (μS/cm)	Conduct (μS/cm²)
Calp	Pozo Calpules	16	474	11,12	6,81	27,1	0,0052	194
	Tanque Calpules				6,69	29,1	0,136	73
	Quebrada Calpules	17	469		6,83	27,8	0,0093	108
	TM 08/07/2013				6,66	26,2	0,005	199

Figura 155.-

3.3.3.b LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Con el fin de determinar las diferencias de cota entre pozo y tanque de almacenamiento así como distancias, para el cálculo hidráulico de la impulsión del agua, D. Ernesto Flores, técnico asignado del SANAA, realizó una topografía del trazado de la línea de impelencia para la posterior instalación de tubería con la mínima pérdida de carga y mayor aprovechamiento de la bomba. Los datos obtenidos se adjuntan en el ANEXO 5.



Figura 156.- D. Ernesto Flores, técnico del SANAA, realizando la topografía de la línea de impulsión.



Figura 157.- Labores de topografía de la línea de impulsión

De los datos topográficos y cálculo hidráulico de la línea se obtienen los siguientes datos para diseño

Datos para Calculo de Bomba	
Elevacion Pozo - Tanque	44.76 metros
Perdidas por Friccion	4.47 metros
Altura Tanque	2.5 metros
Distancia Pozo - Tanque	606 metros
Tuberia	PVC de 3"
Datos del Pozo	
Profundidad del Pozo	180 pies
Caudal del Pozo	60 gpm
Nivel Estatico	11.62 metros
Encamizado del Pozo	Tuberia PVC de 4"

Figura 158.- Parámetros de diseño hidráulico del pozo de Calpules.

3.3.3.c LIMPIEZA DE POZO.

Con la limpieza se extrae los posibles sedimentos que a lo largo del tiempo se han acumulado en él y por tanto aumenta la profundidad útil al tiempo que se desobstruyen los tramos con rejillas permitiendo un mayor aporte de agua durante el bombeo.

El pozo llevaba perforado desde 2011 y sin instalar, por lo que lo primero que se realizó fue una limpieza del mismo para asegurarse de su buen desarrollo y de que el agua que posteriormente sería muestreada correspondiera realmente a la del acuífero.

Las características disponibles del pozo eran:

- Año de perforación: 2.011
- Profundidad perforada y encamisada: 180 pies (54,9 m)
- Profundidad perforada y encamisada: 175 pies (53,3 m)
- Diámetro de perforación: 10"
- Diámetro del encamisado: 4"
- Se perforó con tricono y lodos bentoníticos
- La tubería de encamisado y las rejillas son de PVC SDR 26 de 4"
- Para el filtro de grava se utilizó gravin de río seleccionado.
- Sin sello sanitario.

La limpieza se realizó mediante aire comprimido a 100 psi a lo largo de seis horas o hasta haber logrado agua limpia. La empresa contratada para ello fue “Sistemas de Riego y Ferrería S de R.L” que es la delegación en Danlí de Bohomosa.



Figura 159.- Preparativos para la limpieza de pozo con el compresor utilizado



Figura 160.- Cabeza de inyección de aire ya instalada y dispuesta para la limpieza.

Durante la instalación de las tuberías de inyección para la limpieza, se llevó la gran sorpresa de que la profundidad actual real del pozo no superaba los 100 pies puesto que no se logró que las tuberías llegaran a más profundidad, bien debido a que la perforación realmente no hubiera sido de los 180 pies indicados en el perfil del pozo disponible, bien porque con la mala ejecución del pozo se hubiera desprendido las paredes y colapsado parcialmente. El caso es que ahora se disponía tan solo de 100 pies de pozo.



Figura 161.- Expulsión de agua con sedimento durante la limpieza.



Pero la limpieza también confirmó la deficiente ejecución del sondeo, puesto que a medida que se expulsaba el sedimento con agua, con la presión del agua, se produjeron hundimientos en superficie entorno al encamisado que hubo que ir rellenando con grava a medida que progresaba el hundimiento.



Figura 162.- Hundimientos en el engravillado perimetral del pozo por efecto de la limpieza.



Figura 163

3.3.3.d ENSAYO DE BOMBEO-RECUPERACIÓN

Una vez realizada la limpieza, se procedió a la realización de un ensayo de bombeo con recuperación similar al de Los Almendros. Una primera etapa escalonado, y una segunda etapa de continuo a caudal constante, midiendo recuperación final.

Como resultado de estos ensayos se determinó que para un caudal de explotación de 70 galones/min en boca del pozo se podría explotar sin riesgo de agotamiento y con una rápida recuperación. Al igual que la limpieza, “Sistemas de Riego y Ferrería S de R.L” fue la contratada para esta operación. Los pormenores del ensayo se adjuntan en el ANEXO 6.



Figura 164.- Colocación de bomba sumergible para el ensayo de bombeo.



Figura 165.- Instalación de bomba.



Figura 166.-Realizando el aforo volumétrico para regular el caudal de bombeo.



Figura 167.- El ensayo también se mantuvo durante la noche.



Figura 168.- Momento lúdico durante el ensayo

3.3.3.e TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DE AGUA

Para ver la calidad del agua se procedió a la toma de muestra y su análisis en laboratorio. El análisis se realizó en los laboratorios que el SANAA posee en la presa de Los Laureles (Tegucigalpa). El resultado del análisis dictaminó que se trataba de agua para consumo humano siempre que se sometiera a su cloración y a un proceso de decantación. El Análisis de agua completo se adjunta en el ANEXO 7.



Figura 169.- Tomando muestra mediante un tomamuestras "casero" para pozos.

3.3.3.f INSTALACIÓN DE BOMBA SUMERGIBLE Y CONTROLES ELÉCTRICOS

Una vez asegurada la potabilidad del agua del pozo, se procedió a la instalación de la bomba sumergible con su tren de descarga y de los controles eléctricos de arranque y parada de la misma. Tanto el proveedor como el instalador fue “Sistemas de Riego y Ferrería S de R.L”.

A partir de los resultados del ensayo de bombeo, se adquirió una bomba de la marca Schaefer 45LD5S4 de 4” con motor Franklin de 5HP a 230V, 1PH. con una curva característica que permite obtener 50 galones/min de caudal en la boca del pozo. Se colocó a 1 m del fondo.



Figura 170.- Preparativos para instalación de bomba definitiva, Se observa que paralelamente se procedía a la construcción de la caseta de protección para ls controles eléctricos.



Figura 171.- Bomba sumergible dispuesta para ser instalada.



Figura 172.- Instalación de la bomba ya finalizada a falta del tren de descarga.



Figura 173.- Controles eléctricos de la bomba instalados ya en la caseta de protección

3.3.3.g ZANIEO, COLOCACIÓN DE LÍNEA DE IMPULSIÓN Y PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO

Una vez conocidos que resultados de los análisis de agua permitían la utilización del agua del pozo para consumo humano, con el tratamiento previo especificado, se comenzó a ejecutar en zanjeo de los 606 metros que separaban pozo de tanque de almacenamiento; para a continuación colocar la tubería de impulsión de PVC 2" SDR-26 y enterrarla dejando tan solo al descubierto las campanas de conexión para comprobar fugas en la etapa posterior de prueba de bombeo.

La zanja fue realizada con una profundidad media de 60 cm y una anchura de 45 cm, atraviesa perpendicularmente la carretera de acceso a Quebrada Larga que no está pavimentada y en ese tramo (10 m) la profundidad se incrementó hasta 80 cm colocando una tubería HG de 4" por cuyo interior se introdujo la PVC de 2"..



Figura 174.- Vista parcial de la zanja .



Figura 175.- El trazado de la tubería atraviesa dos extensas “milpas” (tierra cultivada con maíz) en esos pasos la zanja se ajustó a los riegos entre plantas con el fin de minimizar el daño. Aún así, hubo que pagar algunas plantas dañadas.



Figura 176.- Tubería atravesando una de las milpas de maíz.



Figura 177.- El zanjeo y colocación de tubería incluía tramos de fuerte pendiente



Figura 178.- Labores de aterrado de la tubería



Figura 179.- Colocación de tubería. El tanque de almacenamiento en la loma del fondo.



Figura 180.- La colocación de tubería y el aterrado de la misma fueron labores simultáneas. Por delante colocan y por detrás aterran.



Figura 181.- Transportando la tubería.



Figura 182.- Tubería ya lista en el pozo para ser conectada. Se puede observar el relleno sanitario y de refuerzo realizado en la boca del pozo.



Figura 183.- La Tubería llega al tanque.



Figura 184.- Preparando las conexiones al tanque con tubería HG



Figura 185.- Preparando conexión de la parte enterrada de PVC a la aérea de HG en el tanque.

Una vez instalada la bomba sumergible definitiva en el pozo, se procedió a su conexión con la línea de impulsión y a realizar la prueba de bombeo al tanque y a medir los caudales de bombeo en boca de pozo y en tanque.



Figura 186.- Conexión del tren de descarga del pozo a la línea de bombeo.

Como quiera que el tren de descarga está elevado 50 cm del suelo para evitar que en inundaciones se contamine el pozo, la conexión con la tubería de impulsión se realizó mediante tubo de HG de 2" y codos de 45° para minorar la pérdida de carga de la impulsión. De igual modo se realizó la conexión con el tanque.



Figura 187



Figura 188.- Aforo en boca de pozo con la bomba definitiva



Figura 189.- El agua llega al tanque sin fugas.



Figura 190.- El voluntario de Geólogos del Mundo, Iyán González Castro, realiza el aforo en tanque.

Al finalizar, los aforos de la boca del pozo y los del tanque fueron coincidentes, en 60 galones/min, con lo que, como se pretendía, las pérdidas de carga en el trazado de la línea de impulsión fueron prácticamente nulas.

3.3.3.h CONSTRUCCIÓN DE CASETA DE PROTECCIÓN DE CONTROLES DE LA BOMBA Y CIERRE PERIMETRAL

La caseta de protección para los controles eléctricos de la bomba se realizó siguiendo el mismo diseño y dimensiones que la de Los Almendros. La construcción de la caseta se solapó en su etapa final, con la instalación de la bomba.

El cierre perimetral de protección frente al ganado y a las personas, se realiza igualmente mediante un murete basal de bloque de cemento de 45 cm de altura que recorre todo el perímetro, en el que se van intercalando postes de tubo galvanizado que servirán de soporte y tensor de la malla de torsión que lo remata.



Figura 191.- Inicio de la caseta de controles. Se puede observar también el amplio sellado sanitario realizado en el pozo.



Figura 192.- Fase de construcción de la caseta.



Figura 193.- Caseta terminada albergando ya los controles de la bomba, y la base de cimentación del murete perimetral del cierre.



Figura 194.- Cierre perimetral ya finalizado con la caseta pintada. Tanto en Los Almendros como en Calpules , la pintura de la caseta se eligió en homenaje a los colores de la bandera de Asturias. El color azul, con distintos matices, es también el color de la bandera de Honduras y el que representa en agua.

3.3.3.i ENTREGA DE TRANSFORMADOR ELÉCTRICO PARA POZO

Al igual que sucediera en Los Almendros, como complemento a la instalación del pozo, se les suministró el transformador de 15 Kv 19920-34500 120/240 v necesario para la conexión de la bomba a la red eléctrica.



Figura 195.- D. José Evelio recibe sonriente el transformador y elementos complementarios.

4 LABORES DE PROMOCIÓN SOCIAL

La parte correspondiente a la promoción social tuvo dos vertientes.

Por un lado se realizó una labor de campo durante la cual se encuestaron a los vecinos de las tres comunidades sobre varios puntos relacionados con el abastecimiento de agua, número de personas de la familia, saneamiento, etc con el fin de comprobar la situación real, hacer un cómputo del número de vecinos en cada una de ellas y aquellas que eran usuarias del sistema de agua potable existente, en el caso de existir, grado de concienciación del uso del agua, etc.

Estas encuestas fueron diseñadas por técnicos del SANAA para incluir los resultados en sus bases de datos y conocer mejor la realidad en el campo que les compete. La realización y



Figura 198.- Asamblea en la comunidad de Los Almendros para explicar el proyecto.



Figura 199.- Reunión en la comunidad de Los Robles.



Figura 200.- Ernesto Flores en su faceta de concienciación en la comunidad de Los Robles



Figura 201.-



Figura 202.- Asamblea en Los Almendros



Figura 203.- Reunión con miembros de la Junta de Aguas de Calpules.



Figura 204.- Asamblea en Calpules para explicación del proyecto y establecer compromisos.



Figura 205.- Asamblea en Los Robles explicando el proyecto y concienciando sobre los sistemas de agua potable.

También se trataron temas relacionados con el medio ambiente y la necesidad de cuidar y proteger ambientalmente las fuentes de agua para evitar contaminaciones y agotamientos; el control de basuras y desperdicios etc.



Figura 206.- Campaña de limpieza por los escolares de Los Almendros



Figura 207

Así mismo, relacionado con el mantenimiento del proyecto de agua potable a largo plazo, se concienció sobre la necesidad del pago de una tarifa, diseñada en cada caso de forma específica en función del servicio e instalaciones, para cubrir de forma autónoma los gastos derivados de su mantenimiento e implementación en su caso.



Figura 208.- En Los Almendros



Figura 209.- En Los Robles



Figura 210.- En Calpules



Figura 211.- En Los Robles

La posibilidad de la instalación de micromedidores de agua en las viviendas, tema muy polémico por la reticencia del pago por agua, fue otra tarea delicada en la que tanto el

técnico del SANAA Ernesto Flores, gran especialista en promoción social, como Merly Castellanos, promotor del proyecto, incidieron directamente.

Como quiera que tanto en Los Almendros como en Calpules la implementación del pozo perforado pasaban a ser abastecidos por un sistema mixto gravedad-bombeo, las tarifas que hasta el momento estaban pagando por el servicio no cubrían el coste más caro que supone el bombeo, entre otras cosas por el consumo eléctrico que conlleva; por ello, se realizó un taller de capacitación sobre el establecimiento de nuevas tarifas a adoptar. El Taller se realizó en el centro comunal de Los Almendros y fue conjunto para las dos comunidades, asistiendo miembros de las Juntas de Agua de Los Almendros y Calpules además de otros invitados.



Figura 212.- Taller de capacitación en el centro comunal de Los Almendros.



Figura 213.- Explicación de las tarifas a adoptar.

En ese taller, al igual que en otras reuniones anteriores, se insistió sobre la calidad sanitaria del agua de consumo y la necesidad de la cloración como medio de conseguir esa calidad.

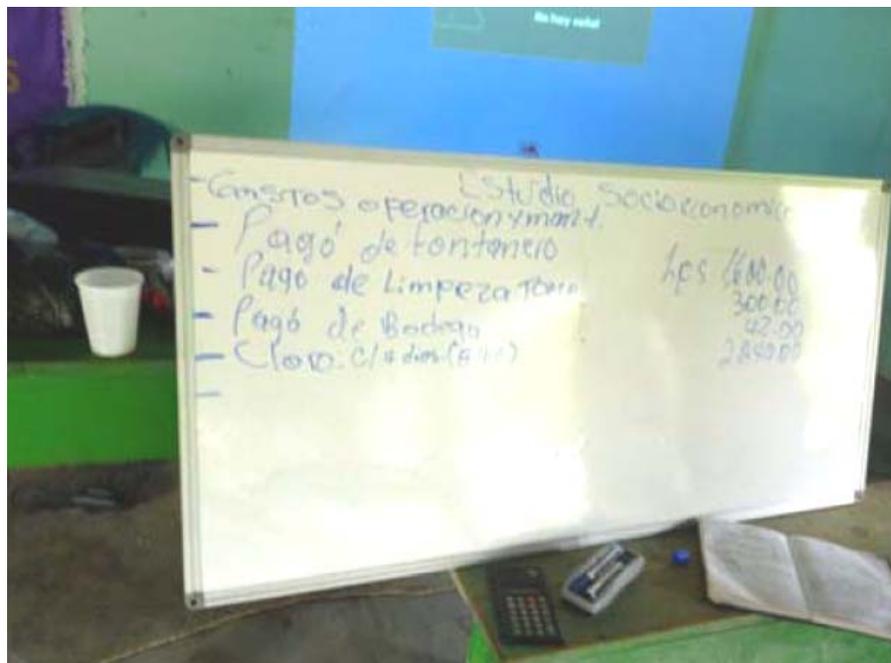


Figura 214.- Un momento de la capacitación mostrando las cosas a tener en cuenta en el diseño de la tarifa

4.1 ACEPTACIONES DEL PROYECTO

Después de explicar el proyecto a las respectivas comunidades y tras el establecimiento de un convenio para llevarlo a cabo, las tres comunidades quisieron dejar constancia de su aceptación fotografiándose con el cartel del proyecto.



Figura 215.- Comunidad de Los Robles



Figura 216.- Comunidad de Calpules



Figura 217.- Comunidades de Los Almendros, El Piñonal y La Florida

4.2 OTRAS LABORES DE CONCIENCIACIÓN

Como complemento al proyecto propiamente dicho, siempre que nos fue solicitado, acudimos a dar charlas de concienciación sobre el uso y gestión del agua. Ese fue el caso de que a petición del ingeniero Alexis Montes, Gerente de la Unidad del SANAA en Danlí, acudimos al “Club Social de Danlí”, centro de Rotary International, a dar una charla sobre el acuífero de Danlí a la que acudió numeroso público.



Figura 218.- Charla de concienciación sobre el acuífero de Danlí en el Club Rotario.



Figura 219.-Vista general de la sala. A la charla acudieron personas con responsabilidades en temas de aguas en el municipio, como los responsables de "Aguas de Danlí", el SANAA, etc.,

5 INAUGURACIONES

Las inauguraciones se sucedieron durante los días 23,24 y 25 de agosto de 2013 y más tarde se realizó la inauguración del tanque de Los Almendros, obra esta que estaba fuera de programa y que se decidió ya en última instancia.

5.1 POZO E INSTALACIONES DE CALPULES.

Se convocó la inauguración para el día 23 de agosto de 2013 al aire libre frente a un centro religioso, acondicionando el lugar para la ocasión. La hora, las 10 de la mañana. Reunida toda la gente, hubo palabras de bienvenida por parte de José Evelio, presidente de la Junta de Agua, y seguidamente se rezó una oración. A continuación fue el turno de los agradecimientos hacia los miembros de la mesa, una pequeña actuación de agasajo y la entrega de reconocimientos.

Una vez finalizado este primer acto, se procedió a desplazarse hacia el lugar del pozo de agua para allí “in situ” realizar el corte de la cinta y proclamar inaugurado el sistema de bombeo de Calpules. Posteriormente siguió una comida.



Figura 220.- *Presentes en el acto de inauguración.*



Figura 221.- *José Evelio en su discurso de bienvenida hacia la mesa. Estuvo compuesta por el técnico y voluntario de Geólogos del Mundo, Gerente de zona centro-oriente del SANAA y la subdirectora económica de ASIDE.*



Figura 222.- El técnico de proyecto de Geólogos del Mundo dirige unas palabras de agradecimiento a los asistentes.



Figura 223.- El técnico de proyecto de Geólogos del Mundo recoge un reconocimiento de manos de un miembro de la Junta de aguas.



Figura 224.- Palabras de agradecimiento al recoger el reconocimiento especial a la Agencia Asturiana de Cooperación por la financiación.



Figura 225.- Camino del pozo para el corte de la cinta.



Figura 226.- Momento festivo entorno a las instalaciones del pozo.



Figura 227.- Momento del corte de la cinta por parte del voluntario de Geólogos del Mundo en presencia de José Evelio, presidente de la Junta de Aguas, y el técnico de proyecto .



Figura 228.- Foto final de la Junta con los miembros de la mesa.

5.2 POZO E INSTALACIONES DE LOS ALMENDROS

Se convocó la inauguración para el día 24 de agosto de 2013 en el centro comunal de Los Almendros acondicionando para la ocasión. La hora, las 10 de la mañana. Comenzó con las palabras de bienvenida por parte de Efraín Hernández, presidente de la Junta de Agua, para pasar seguidamente al rezo de una oración. A continuación fue el turno de los agradecimientos hacia los miembros de la mesa, una pequeña actuación de agasajo y la entrega de reconocimientos.

Una vez finalizado este primer acto, se procedió a desplazarse hacia el lugar del pozo de agua para allí “in situ” realizar el corte de la cinta y proclamar inaugurado el sistema de bombeo de Los Almendros. Posteriormente siguió una comida en el mismo centro comunal.

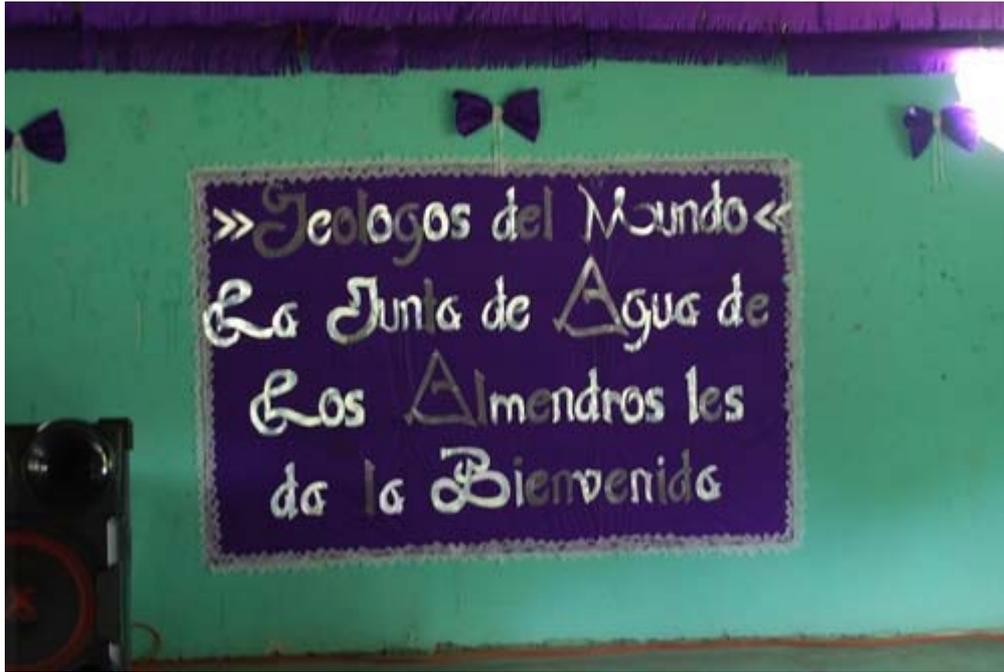


Figura 229.- Cartel de bienvenida a Geólogos del Mundo.



Figura 230.- La convocatoria tuvo una gran afluencia de vecinos.



Figura 231.- Mesa presidencial compuesta por miembros de Geólogos del Mundo, SANAA y ASIDE.



Figura 232.- Palabras de agradecimiento por parte del técnico del proyecto de Geólogos del Mundo



Figura 233.- Técnico y voluntario de Geólogos del Mundo recogiendo de manos de la tesorera de la Junta de Aguas el reconocimiento especial a la Agencia Asturiana de Cooperación por la financiación del proyecto.



Figura 234.- Bailes tradicionales.



Figura 235



Figura 236.- Traslado hacia el lugar del pozo para el corte de la cinta.



Figura 237.- Vecinos expectantes ante la inauguración mediante el corte de la cinta.



Figura 238.- Momento del corte de la cinta. ¡¡Queda inaugurado el pozo!!



Figura 239.- Foto final de inauguración con miembros de la Junta, ASIDE y Geólogos del Mundo

5.3 TANQUE, FUENTE Y CONDUCCIÓN EN LOS ROBLES

Se convocó la inauguración para el día 25 de agosto de 2013 en la escuela de Los Robles, acondicionando para la ocasión. La hora, las 10 de la mañana.

Siguió las pautas de las anteriores con palabras de bienvenida por parte de Lidia Salgado, presidenta de la Junta de Agua; rezo de oración; discursos de agradecimientos hacia los miembros de la mesa, una pequeña actuación de agasajo y la entrega de reconocimientos.

Una vez finalizado este primer acto, se procedió a desplazarse hacia el lugar la fuente pública para allí “in situ” realizar el corte de la cinta y proclamar inaugurado el sistema de abastecimiento. Posteriormente siguió una comida en el mismo centro.



Figura 240.- Cartel de recibimiento



Figura 241.- Lidia Salgado, presidenta de la Junta de Aguas se dirige dando la bienvenida a los invitados.



Figura 242.- El Técnico de Geólogos del Mundo recoge el reconocimiento especial al Principado de Asturias por su ayuda en la financiación.



Figura 243.- Merly Castellanos, promotor social de Geólogos del Mundo-ASIDE, pronuncia palabras de agradecimiento.



Figura 244.- El voluntario de Geólogos de Mundo dando un pequeño discurso



Figura 245.- Momento de corta de cinta en la fuente.



Figura 246.- La fuente queda inaugurada. Ernesto Flores demostrándolo.



Figura 247.- Junta de aguas con miembros de Geólogos del Mundo y el SANAA.



Figura 248.- El tanque terminado y dispuesto a funcionar.

5.4 TANQUE NUEVO EN LOS ALMENDROS

La inauguración de este tanque se realizó el 27 de septiembre de 2013, nada más su finalización. Tuvo lugar en el centro comunal de Los Almendros y siguió las pautas normales.



Figura 249.- Entrega de reconocimientos personales.



Figura 250.- Foto final en tanque.