

## INFORME FINAL DE PROYECTO

### *“Captación de Agua Lluvia”*



Creando un futuro sostenible a través de la captación de agua lluvia y educación ambiental en San Jacinto, Nicaragua

**OCTUBRE 2005**

## Datos del proyecto

Localización:	San Jacinto, Municipio de Telica, Departamento de León, Nicaragua	
Población:	670 casas, 2382 personas	
Objetivo:	Incrementar la capacidad de la comunidad para cubrir sus necesidades de agua, reducir las enfermedades relacionadas con el agua y mejorar el manejo de los recursos naturales	
Componentes:	Construcción de sistemas modelo/experimentales de captación de agua lluvia Capacitación a miembros de la comunidad sobre la captación de agua lluvia Control de vectores y promoción de higiene de salud y ambiental Capacitación de promotores comunitarios de salud Reforestación y manejo integrado de los recursos naturales Capacitación en reforestación para productores y estudiantes	
Actores clave:	Ministerio de Salud (control de enfermedades causadas por vectores, capacitación de promotores) Ministerio de Educación (programas escolares, uso de la escuela) Alcaldía de Telica (manejo de desechos sólidos) San Jacinto Power (agua para la construcción) PROLEÑA (ecofogones subsidiados y capacitación) Visión Mundial (enlaces con la comunidad, promoción de salud)	
Costo total:	US\$ 86,301	
Donantes:	Georg Fischer SA, Suiza Mercy Ships Nicaragua	
Fechas del proyecto:	Enero 01 – Octubre 31, 2005	
Beneficiarios:		
	Usuarios de sistemas de captación de agua lluvia domésticos	72
	Usuarios del sistema de captación de agua lluvia de la escuela	758
	Usuarios del sistema de captación en el puesto de salud (por día)	50
	Personas capacitadas en técnicas de captación de agua lluvia	12
	Personas capacitadas en construcción de tanques de ferrocemento	85
	Personas afectadas por las actividades de control de vectores	382
	Promotores de salud capacitados	25
	Estudiantes capacitados sobre promoción de salud	454
	Personas afectadas positivamente por la reforestación	103
	Productores capacitados en técnicas de reforestación	25
	Estudiantes educados en programas ambientales	90
	<b>Total de beneficiarios</b> (eliminando el doble conteo)	<b>2382</b>
Indicadores clave:	Sistemas de captación de agua lluvia construidos	14
(al final del proyecto)	Agua disponible (litros promedio/persona/día)	31
	Calidad microbiológica del agua ( <i>E.coli</i> /100ml)	5
	Costo de agua sobre un diseño de vida de 20 años (US\$ por barril)	0.10
	Infestación de mosquito <i>Aedes aegypti</i> (% casas)	4.3%
	Viviendas con buenas prácticas de higiene (% de la comunidad)	60%
	Arboles plantados	8211
	Ecofogones introducidos	25

## Introducción

*“Dios debe pensar que estamos locos. Dejamos que el agua de lluvia caiga de nuestros techos al suelo, erosionándolo y fluyendo hacia el pie del cerro. Luego bajamos al pie del cerro y volvemos a subir el agua para beberla”.*

(Expresado por un trabajador de un proyecto en Uganda, publicada en la página web de la Asociación Internacional de Sistemas de Captación de Agua Lluvia)

El concepto de captación de agua lluvia es tan antiguo como obvio, sin embargo su habilidad para cubrir las necesidades domésticas de agua es grandemente subestimada. La comunidad de San Jacinto está localizada en un área donde la mayor parte del agua subterránea no es apta para el consumo humano, y sin embargo la captación de agua lluvia no ha sido tomada seriamente como una solución potencial para cubrir las necesidades de agua y las aplicaciones existentes de esta tecnología han tenido efectos secundarios negativos. Pequeñas cantidades de agua lluvia han sido recolectadas de los techos en barriles no cubiertos, creando así numerosos criaderos del mosquito responsable por la transmisión del virus del dengue. La insuficiente capacidad de almacenamiento significaba que la comunidad no había considerado previamente que el agua de lluvia podría cubrir las necesidades durante la estación seca, así como durante la estación de lluvia. El pobre manejo de la cuenca y la agresiva deforestación ha llevado a la erosión del suelo, el agotamiento de los recursos y cambios adversos en el microclima.

Este proyecto ha considerado todos estos problemas en una forma integrada a través de programas educativos y esquemas piloto diseñados para introducir nuevas tecnologías y reforzar la concientización ambiental y de salud. Este es un proyecto piloto y en sí mismo no resolverá todas las necesidades de agua, de salud y forestales de la comunidad. Ha sido, sin embargo, diseñado para construir la capacidad de la comunidad para desarrollar sus propias soluciones para el futuro. El enfoque principal del proyecto fue la construcción, operación y prueba de sistemas de captación de agua lluvia domésticos y comunitarios, mientras que los componentes adicionales se encargaban de problemas como el control de mosquitos y el virus del dengue, higiene, salud ambiental, deforestación y consumo excesivo de leña.

## *Antecedentes*

Nicaragua es el país más pobre de América Latina y tiene una historia de explotación, subdesarrollo y guerra civil. Es además un país que ha sido repetidamente devastado por desastres naturales. Está en riesgo de terremotos, erupciones volcánicas, huracanes, inundaciones, tsunamis, deslaves de lodo y sequía. Nicaragua ha sufrido dos famosos desastres naturales en su historia reciente, y otros numerosos desastres que no atrajeron gran atención internacional. No sólo han sido catastróficos el número de víctimas mortales, los desplazamientos de masas y el sufrimiento humano, pero los efectos económicos han sido profundos y de larga duración.

San Jacinto está localizada en el Departamento de León, en la línea de la Cordillera Volcánica de Los Maribios. Los conos volcánicos activos más cercanos son el Volcán Telica (a 7Km) y el Volcán Cerro Negro (a 12Km), pero el área de San Jacinto, en sí misma, también es parte de un sistema geotérmico activo, como se evidencia por las fumarolas y pozos de lodo hirviendo localizados a no más de 10 metros de algunas de las casas del centro de la comunidad. La actividad volcánica en esta área significa que la mayor parte del agua subterránea del área no es apta para el consumo humano.

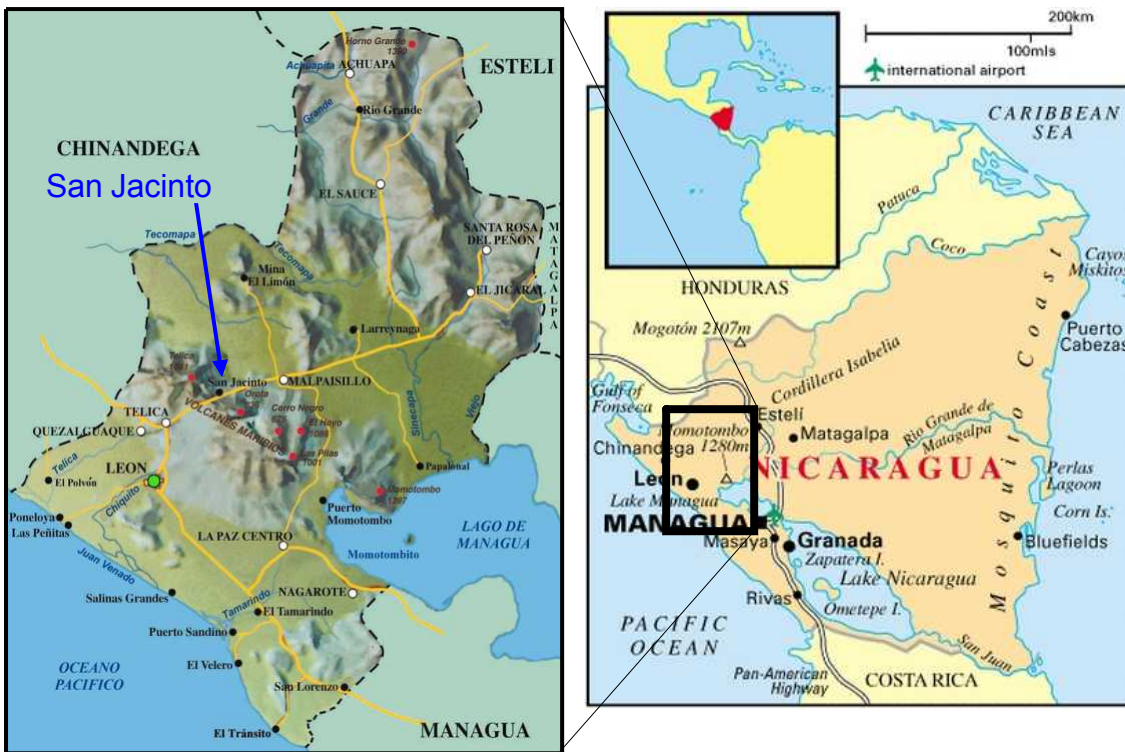
Al momento, algunas de las casas de San Jacinto reciben agua por dos horas al día, día de por medio. Esta agua es bombeada desde un manantial localizado en el lecho de un río cercado, hacia un tanque central desde el que es distribuida a una llave de agua en cada casa. Para los sectores aislados de San Jacinto, la presión de agua es insuficiente para llegar a las llaves de agua, y las comunidades de Gracias a Dios, Casa Blanca y El Ojochal del Listón no tienen ningún acceso el agua dentro de la comunidad. Estas comunidades están forzadas a recolectar agua de Fuentes que quedan hasta a 5Km de distancia, o a pagar más de US\$1 al día a los vendedores de agua.

Mercy Ships Nicaragua llevó a cabo un diagnóstico rural participativo en San Jacinto en los meses de mayo y junio del 2004, identificando necesidades a través de una serie de actividades que proveen un vistazo interno de la vida de la comunidad, sin hacer preguntas directas que usualmente resultan en una “lista de deseos”. Fue aparente, a través de este ejercicio, que la disponibilidad de agua era por mucho la necesidad más significativa, y tan sólo cubrir esta necesidad se llevaba una gran proporción de los recursos de la comunidad. Los problemas de salud más marcados a través de este ejercicio incluyeron el virus del dengue, diarrea e infecciones respiratorias. Se descubrió además que en los últimos 30 años, los recursos naturales dentro del área han declinado seriamente. La deforestación a causa de las necesidades de leña, postes para cercos y fabricación de muebles ha resultado en el deterioro de la calidad del suelo, así como impactos adversos sobre el microclima de la zona.

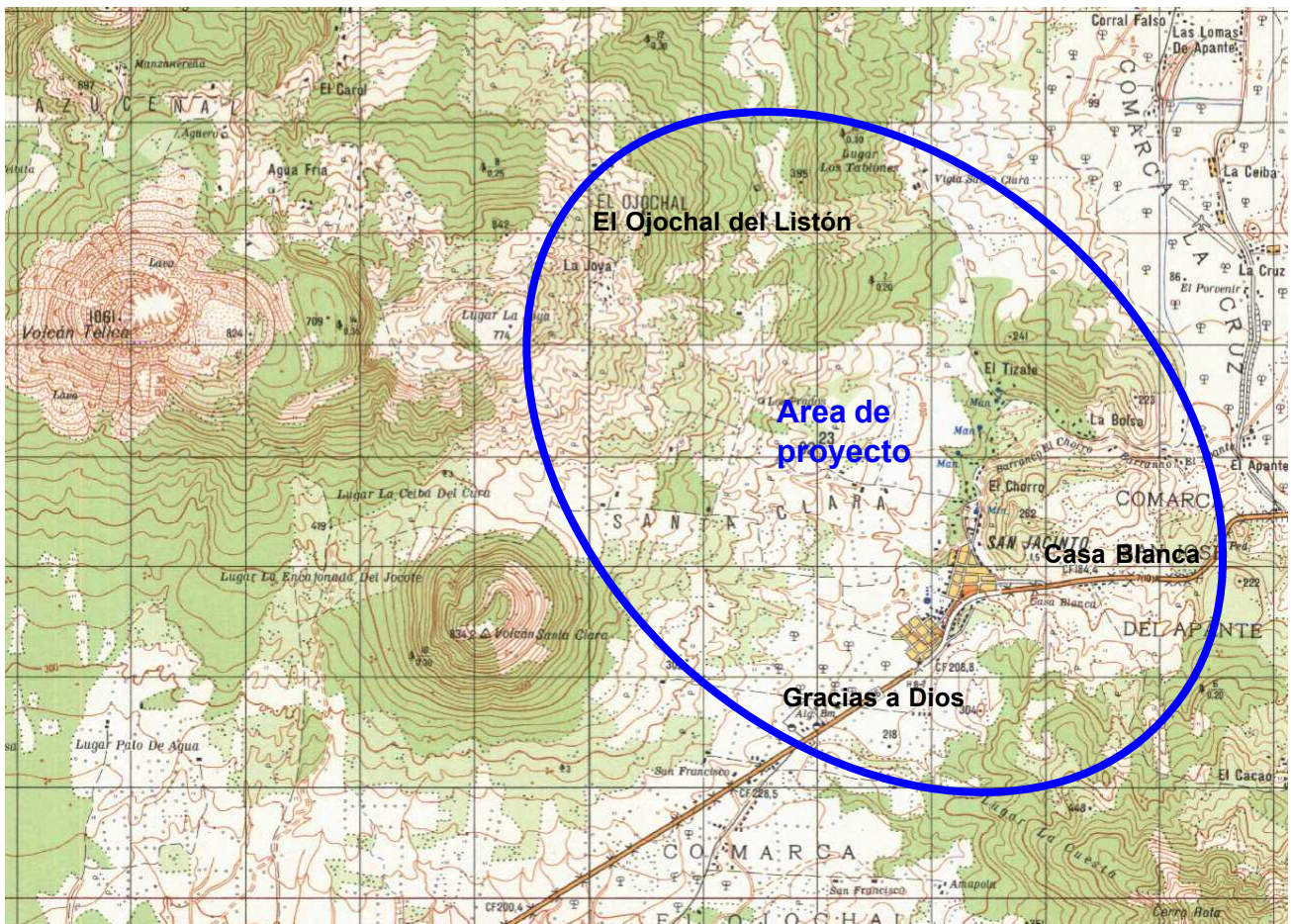
Como resultado de este diagnóstico, se preparó una propuesta para un proyecto integral que cubriera estos problemas, la cual fue aprobada para ser financiada por Georg Fischer en Noviembre 2004.



## Localización del área de proyecto



Departamento de León, mostrando la localización de San Jacinto



Mapa de INETER que muestra el área del proyecto, 1:50,000 hoja de Telica

## *Captación de agua lluvia*

El propósito de este componente del proyecto fue el de construir sistemas de agua lluvia “modelo” en las áreas de San Jacinto que tenían el más limitado acceso al agua, así como en dos edificios públicos en el centro de la comunidad, que serían fácilmente visibles para toda la comunidad. Estos sistemas modelo servirían para cubrir algunas de las urgentes necesidades de agua de la comunidad, pero principalmente serían utilizados para promover la concientización de la técnica. El impacto del proyecto es entonces medido no solo en el número de personas que han sido directamente beneficiadas, sino también en el número de personas que han aprendido cómo aplicar la técnica o que simplemente han visto y entendido cómo podría beneficiarlos en el futuro. Además de la construcción de sistemas modelo con la total participación de los usuarios, se brindó capacitación sobre la técnica y su operación y mantenimiento.

### *Metodología*

La intención original del proyecto era la de trabajar con las tres comunidades con mayores problemas de acceso al agua, es decir, Gracias a Dios, Casa Blanca y El Ojochal del Listón, construyendo quince sistemas de captación de agua lluvia en cada comunidad. Se pensó que las necesidades de agua durante la estación seca deberían ser cubiertas a través de otros medios, considerando que los sistemas de captación de agua lluvia cubrirían las necesidades de agua no potable durante la estación lluviosa. Sin embargo, en los inicios del proyecto, se hizo evidente que la comunidad podría realmente apreciar la técnica si ésta fuese a cubrir también las necesidades que tenían durante la estación seca, preferentemente agua para beber, así como para aseo personal y lavandería. Por este motivo, el diseño del sistema se cambió para incluir tanques de almacenamiento mucho más grandes de lo que se había planificado inicialmente. El número de sistemas propuestos para cada comunidad se redujo a seis, para complementar el incremento de los costos.

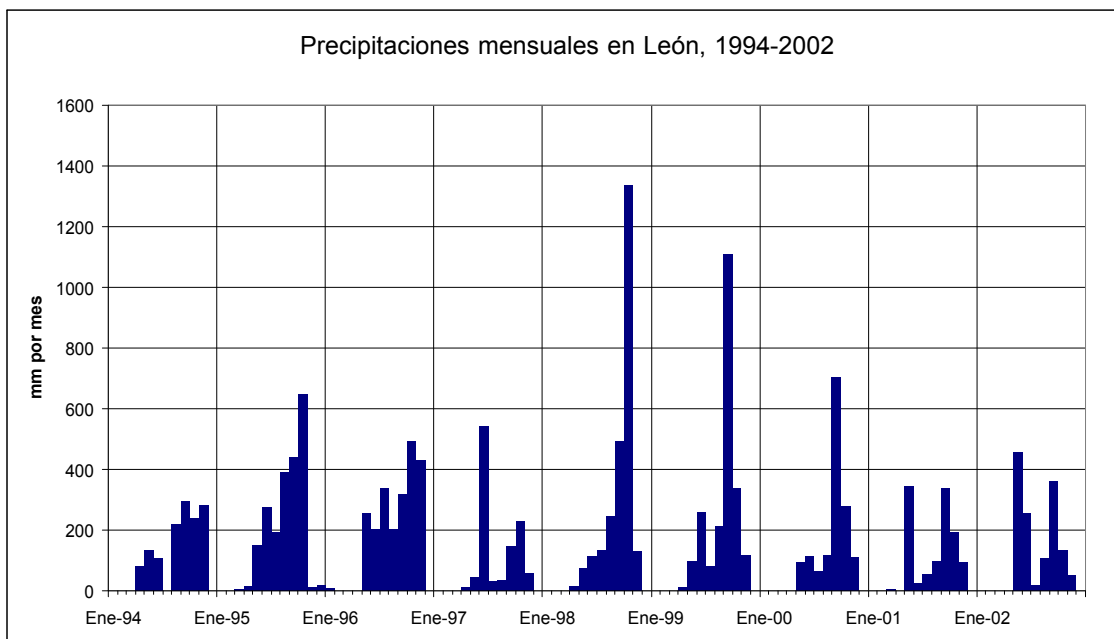
En el caso de El Ojochal del Listón, una comunidad a 5Km de San Jacinto, trepando las laderas del Volcán Telica y accesible únicamente a pie o a caballo, se decidió que la construcción debería ser pospuesta para un futuro proyecto, considerando los problemas de presupuesto y de tiempo, así como la severa inaccesibilidad de la comunidad. La construcción de un solo sistema modelo en esta comunidad ha sido iniciada como un proyecto aparte, después de la finalización del presente proyecto.

La selección de los beneficiarios de los sistemas modelo de captación de agua lluvia fue llevada a cabo en las comunidades de Gracias a Dios y Casa Blanca a través de una rifa (la forma culturalmente más apropiada para tomar este tipo de decisiones!). La elegibilidad para la rifa fue primero determinada de un rango de criterios que incluían, sobre todo, los medios y disponibilidad para proveer la mano de obra para construir los tanques. Hubieron seis ganadores de la rifa en cada una de estas comunidades, representando una variedad de tamaños de familia, localizaciones y tipos de casas.

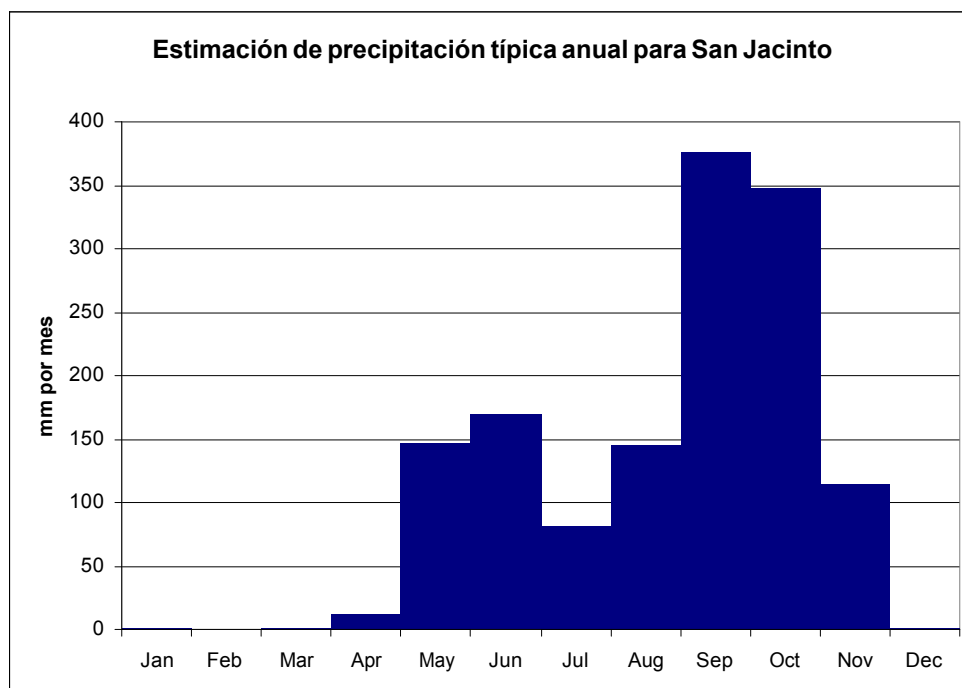
Una consideración importante para determinar la elegibilidad de los participantes fue la estructura de techo existente. En vista de que este es un componente clave del sistema de captación de agua lluvia, era importante evaluar el tamaño y el material del techo con respecto a su potencial para captar agua en suficiente cantidad y de suficiente calidad para cubrir las necesidades de cada hogar. En San Jacinto se puede encontrar una gran variedad de tipos de techos, pero los tres materiales más comúnmente utilizados son tejas, metal (zinc) corrugado y hojas de palma. La gran mayoría de casas en Gracias a Dios y Casa Blanca tienen techos de zinc corrugado, el cual es ideal para la captación de agua lluvia.

La lluvia, el componente más crucial de este proyecto, nunca ha sido directamente medida en San Jacinto, y por lo tanto se utilizaron métodos indirectos para estimar la media de lluvia anual y su distribución a lo largo del año. Hubo análisis de series de tiempo disponible a través de una estación meteorológica en León y las isoyetas han sido publicadas para la media anual de lluvia y la cantidad de lluvia durante períodos específicos de interés (ej. diferentes etapas del ciclo El Niño – La Niña) por INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales).

La precipitación media anual de lluvia para el período 1994-2002 en León fue de 1,738mm y la distribución de esta media se muestra en el siguiente gráfico:



Una estimación razonablemente conservativa de precipitación anual basada en los mapas de isoyetas de 1,400mm fue utilizada para calcular el ciclo típico anual para San Jacinto, utilizando la escala del análisis de series de tiempo para León. Esto se muestra en el siguiente gráfico:



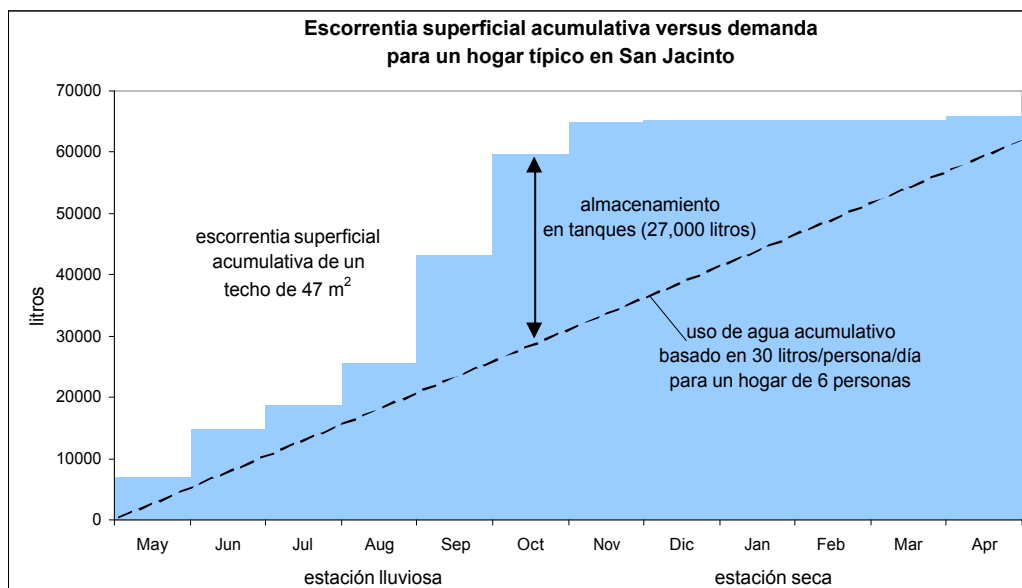


Se puede ver a partir de este ciclo que existen cinco meses del año que en efecto son completamente secos, y por lo tanto un criterio del diseño para almacenamiento de agua lluvia fue que los tanques deberían ser lo suficientemente grandes para cubrir la demanda doméstica mínima básica para 150 días. Esto fue calculado para cada hogar utilizando un estándar nacional para provisión de agua rural de 30 litros diarios por persona.

Sin embargo, también era importante tomar en consideración el tamaño del techo y su potencial para llenar el tanque. En algunos casos, como en la escuela, el área de techo disponible era muy grande y de ninguna manera representantaza un factor limitante, ya que sería capaz de llenar el tanque más grande que podría ser construido en el espacio disponible, al menos diez veces durante el año. Sin embargo, la mayoría de las casas tienen áreas de techo más pequeñas, y en algunos casos tienen el potencial para recolectar sólo el equivalente a dos tanques llenos de agua durante el año. En vista de que el agua de lluvia sería utilizada también durante la estación lluviosa y no únicamente almacenada para utilizarse durante la estación seca, se consideró que los tanques no deberían ser más grandes que la mitad del volumen de agua lluvia que podría ser recolectada por el techo en un año.

En el caso de uno de los ganadores de la rifa, su casa de construcción muy simple (coincidentalmente, es la casa que se muestra en la portada de la propuesta de proyecto), fue considerada de capacidad insuficiente para recolectar suficiente agua lluvia para cumplir con este criterio. Sin embargo, para evitar perder la oportunidad de beneficiarse de un sistema de captación de agua lluvia, esta familia decidió construir una nueva casa que fuera lo suficientemente grande para llenar su tanque! El trabajo de construcción de su tanque fue programado para más tarde, para darles tiempo de construir la casa, pero en práctica la casa fue construida mucho más rápido, tal era su entusiasmo por participar en el proyecto!

Considerando la precipitación y las áreas de los techos, se decidió que un tanque de agua doméstico típico debería tener capacidad para 27m<sup>3</sup>. En el caso de un hogar de 13 personas, se modificó el diseño incrementando el alto del tanque, construyendo parte de él bajo tierra para acomodar la altura extra, con el fin de poder almacenar 31m<sup>3</sup>. En el caso de los dos hogares más pequeños, se construyeron tanques de 14 m<sup>3</sup>. El tanque del puesto de salud era más grande que los sistemas domésticos ya que el área de techo era más grande, y el tanque de la escuela era el más grande de todos y podía ser acomodado en el espacio disponible entre dos edificios con una significativa proporción del tanque bajo tierra para maximizar su capacidad. El siguiente gráfico ilustra el “presupuesto de agua” de un sistema doméstico típico en San Jacinto, calculado utilizando el estimado de precipitación que se mostró anteriormente.





Los 14 sistemas construidos fueron los siguientes:

<i>Nombre</i>	<i>Localización</i>	<i>No. de usuarios</i>	<i>Area de techo (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Tamaño del tanque (m<sup>3</sup>)</i>
Instituto Sara María Parrales (Escuela)	San Jacinto	758 estudiantes y profesores	565	71
Puesto de Salud	San Jacinto	50 staff y pacientes por día	132	50
Luvy Vallejos	Gracias a Dios	4	56	27
Julia Leytón	Gracias a Dios	8	112	27
Marvelí Salgado	Gracias a Dios	3	37	14
Angela Flores	Gracias a Dios	7	42	27
Suyen Borda	Gracias a Dios	4	65	27
Martha Urroz	Gracias a Dios	6	64	27
Lucia Donaire	Casa Blanca	13	47	31
Yadira Machado	Casa Blanca	6	47	27
María Engracia	Casa Blanca	4	47	27
Pedro Montes	Casa Blanca	4	47	14
Andrea Martínez	Casa Blanca	5	47	27
Lorenza Orozco	Casa Blanca	8	47	27

Los diseños de los cinco diferentes sistemas fueron basados en una técnica probada utilizando una base de concreto reforzado, paredes de ferrocemento utilizando varillas de hierro y alambre de púas para fuerza de tensión, un techo en forma de domo de concreto reforzado y un pilar central para que consiste de un tubo de PVC llenado con concreto y reforzado con hierro. Esta técnica ha sido utilizada durante muchos años en diferentes países africanos y ha sido totalmente probada y refinada. Aunque es simple y puede ser lograda sin la necesidad de equipo especial, sí requiere de conocimientos y experiencia significativos en supervisión, y el control de calidad es crucial para su éxito. Los detalles de la técnica están publicados en el libro *Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply* (Sistemas de Captación de Agua Lluvia para Provisión Doméstica) Gould & Nissen-Petersen (ITDG Publishing, 1999). Como parte de este proyecto se ha producido un manual completo de especificaciones técnicas (63 páginas) y operación y mantenimiento (9 páginas), en español (disponible bajo solicitud). En el sitio del proyecto se produjeron diseños detallados a mano, adecuados para la locación (muestras adjuntas).

La recolección de agua de los techos se logró instalando canaletas y tubos de PVC, asegurando que queden bien sellados en todas las uniones. Las tuberías de entrada de agua por las canaletas, las tuberías de ventilación y los reboses fueron protegidos con una fina malla para asegurar que los mosquitos no puedan ingresar a los tanques. El agua es extraída a través de una llave localizada bajo el nivel del suelo, a la cual se tiene acceso a través de un “pozo” construido con paredes y gradas. El agua para uso doméstico se obtiene de una tubería de 5cm controlada por una válvula que extrae agua de aproximadamente 10cm sobre el nivel del piso del tanque para evitar los sedimentos que se pueden haber depositado en el fondo. Una segunda tubería de 10cm con otra válvula puede ser utilizada para vaciar el tanque completamente para propósitos de limpieza y mantenimiento.

La organización de la comunidad fue uno de los mayores retos en este proyecto. Habiendo establecido dónde se iban a construir los sistemas experimentales, se realizaron reuniones con los participantes para acordar un programa de trabajo. En las etapas tempranas del proyecto fue evidente que no habían suficientes conocimientos y/o experiencia entre los participantes, como para esperar que todo el trabajo de construcción iba a ser realizado por ellos mientras el staff de Mercy Ships proveía únicamente la supervisión técnica, de modo que se contrataron albañiles capacitados para actuar como “maestros de obra”, proveyendo un vínculo entre la supervisión técnica y la mano de obra contribuida por los miembros de la comunidad. En total se contrataron nueve maestros de obra, pero únicamente se tenía a seis de ellos trabajando al mismo tiempo. Adicionalmente, algunos

de los participantes contrataron a otros miembros de la comunidad para proveer parte de la mano de obra requerida. La escuela y el puesto de salud organizaron equipos de voluntarios, con la provisión de un nivel básico de subsistencia para cada trabajador.

En vista de que la técnica de construcción de tanques de agua de ferrocemento era nueva en esta área, ninguno de los albañiles involucrados tenía experiencia en las técnicas requeridas. Por este motivo se decidió que el tanque de la escuela fuera construido primero con todos los maestros de obra trabajando juntos para aprender las técnicas necesarias, bajo la supervisión del Ingeniero de Agua y Saneamiento de Mercy Ships. Después se separó a los maestros de obra, para que dos asistan la construcción en Gracias a Dios, dos en Casa Blanca, uno en el puesto de salud y el último finalizando el trabajo en el tanque de la escuela. En Casa Blanca los participantes trabajaron en dos grupos, yendo de un tanque al siguiente, mientras que en Gracias a Dios el trabajo continuó en la mayoría de los tanques de manera simultánea. Hubo una considerable presión por completar tanto trabajo como fuera posible antes del fin de la estación seca, ya que la disponibilidad de mano de obra sería mucho menor una vez que iniciara la temporada de siembra agrícola. En la práctica, no se había adelantado el trabajo en la medida en que se había esperado, y las lluvias llegaron justo cuando se las esperaba, el 15 de mayo. A partir de este punto, el progreso de las obras disminuyó considerablemente ya que la mayoría de los participantes tenían que balancear su participación en el proyecto con su trabajo agrícola. El trabajo en los tanques no finalizó hasta inicios de septiembre, y debido a las condiciones climáticas adversas en los meses de septiembre y octubre por una sucesión de huracanes que afectaron a Nicaragua, no fue posible terminar el trabajo de instalación de canaletas hasta mediados de octubre. Se tenía la intención de pintar el interior de los tanques con una pintura acrílica impermeable para proteger al ferrocemento de la corrosión, pero como no hubieron días secos en que esta actividad se pudiera realizar, se decidió que era más importante empezar a recolectar agua. El trabajo de pintura se llevará a cabo al final de la estación seca, cuando los tanques estén vacíos y el clima seco.

### **Capacitación**

El componente de capacitación del proyecto fue llevado a cabo de tres maneras:

1. Reuniones abiertas en las dos comunidades participantes del proyecto, durante las cuales se discutieron los principios de la captación de agua lluvia.
2. Sesiones formales de capacitación para los 12 hogares participantes en el proyecto piloto.
3. Capacitación práctica de maestros de obra y albañiles en la construcción de tanques de ferrocemento.

Durante las reuniones abiertas, las preguntas de la comunidad tendían a enfocarse en si se podría recolectar suficiente cantidad de agua de lluvia y cuál sería la calidad de la misma. Se mostraron diagramas simples y fotografías de sistemas de captación de agua lluvia para generar interés y mejorar la concientización, incluyendo ejemplos de India y Africa, así como sistemas más sofisticados como el Millenium Dome (Domo del Milenio) en Londres. Este ultimo ejemplo era importante ya que demostraba que la captación de agua lluvia no es algo adecuado únicamente para “gente pobre” que no puede tener algo mejor, sino que demuestra que esta es una forma ampliamente conocida y legítima de provisión de agua en muchas naciones desarrolladas, así como en países en vías de desarrollo.

Se realizaron cinco talleres los días sábados en abril y mayo, para los representantes de los 12 hogares participantes. Los temas tratados incluyeron organización comunitaria, comunicación y liderazgo, captación de agua lluvia y sus componentes, higiene y prevención de enfermedades, y operación y mantenimiento de sistemas de captación de agua lluvia. La necesidad de limpiar los techos y canaletas al inicio de la estación lluviosa fue algo sobre lo que hizo énfasis, así como la necesidad de mantener buenos estándares de higiene alrededor de las válvulas utilizadas para extraer el agua.

### *Evaluación de sistemas de captación de agua lluvia*

En vista de que los sistemas fueron finalizados recién en el mes de octubre, al momento es muy temprano para realizar un análisis completo de la efectividad de los sistemas en términos de operación y mantenimiento, así como de la cantidad y calidad del agua que proveen. En cualquier caso, en vista de que los criterios de diseño se cambiaron al inicio del proyecto para incluir la provisión de agua durante la estación seca, no será posible evaluar el éxito de los sistemas de captación de agua lluvia construidos hasta mayo del 2006, cuando la estación seca finalice. Como los sistemas fueron finalizados cerca del fin de la estación lluviosa, no hay seguridad de que la primera estación seca sea representativa, ya que es posible que no todos los tanques estén llenos cuando cesen las lluvias. Aunque una evaluación completa solo será posible durante un mayor período de tiempo, se han realizado algunas observaciones basadas en las pocas semanas que los tanques han estado operando.

Es ampliamente reconocido que la cantidad de agua utilizada por un hogar está cercanamente correlacionada con la proximidad de la fuente de la misma. El uso de agua actual en Gracias a Dios y Casa Blanca es de entre uno y dos barriles diarios por hogar, lo cual es equivalente a 20-50 litros por persona por día, tomando en consideración los tamaños de las familias. El rango es muy amplio, ya que las familias más grandes utilizan menos agua por persona, puesto que el agua para aseo y cocina es compartida. El factor impredecible en este proyecto es el efecto de proveerle agua a la casa. Es muy posible que el uso de agua se incremente con el incremento de la disponibilidad de agua, pero queda por verse si los participantes reemplazarán su previa fuente de agua por la nueva, o si simplemente será un complemento. Hasta el momento en que se realizó un análisis de la calidad del agua en los tanques, se había recomendado a la comunidad continuar utilizando su fuente anterior para beber agua, y que el agua de lluvia se utilice para lavar, de modo que el inicio los participantes estaban utilizando ambas fuentes de agua. Las fuertes lluvias que se presentaron cuando se estaban instalando las canaletas aseguraron que hubiera agua tan pronto los sistemas estuvieron completos, y la mayoría de los participantes empezaron a utilizar el agua para lavar, en lugar de almacenarla para la estación seca. Una de las casas estaba utilizando la llave de agua localizada bajo el nivel del suelo como lavandería, tan pronto cayeron las primeras lluvias. Al final del mes de octubre, la mayoría de tanques domésticos estaban llenos de agua al 20-50%, mientras que uno de los tanques de 14 m<sup>3</sup> estaba lleno al 80%.

En contraste, el tanque de 71 m<sup>3</sup> de la escuela se llenó hasta rebosar tan solo una semana después de la instalación de las canaletas. Esto refleja el gran tamaño del techo disponible en la escuela, pero también puede reflejar el hecho de que el agua en el tanque de la escuela no fue utilizada inmediatamente. Basado en esta observación se puede inferir que al menos 120mm de lluvia cayeron durante esa semana, casi una decimal parte del promedio anual estimado. Los niveles de agua en todos los tanques seguirán siendo monitoreados, proveyendo datos útiles tanto sobre las precipitaciones como uso del agua para el diseño de sistemas futuros.

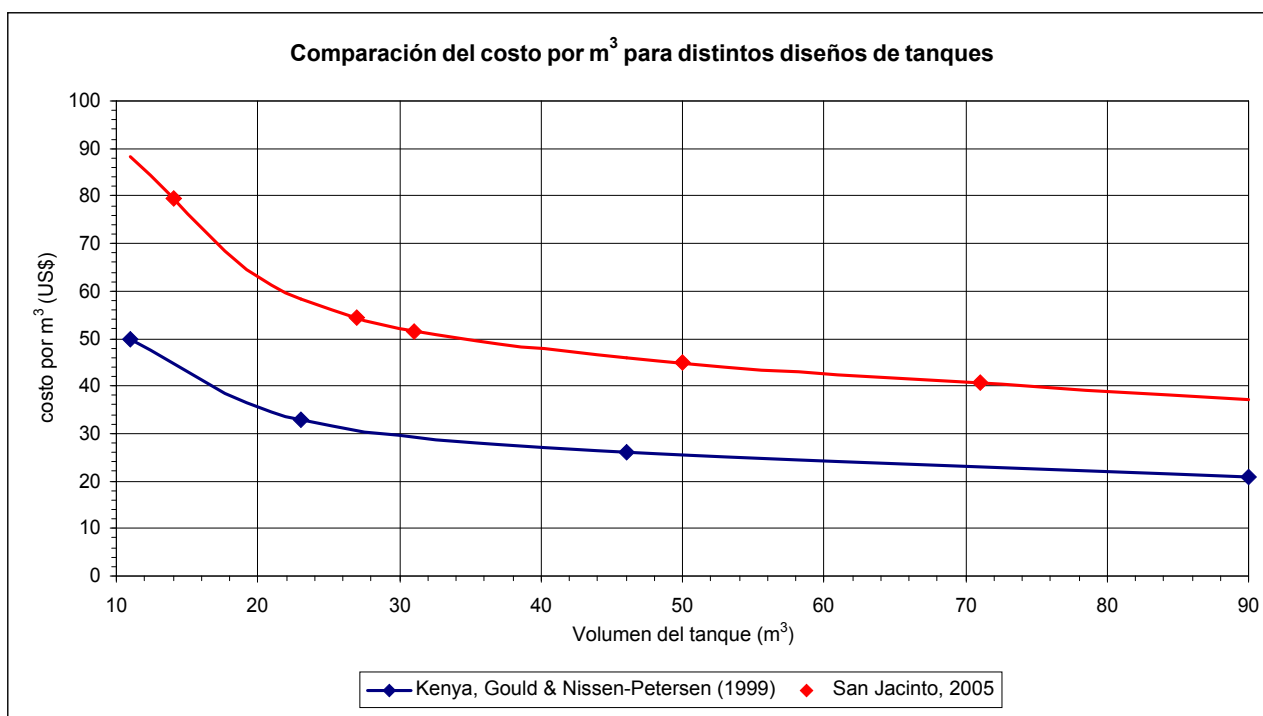
El análisis de la calidad del agua en la mitad de los tanques se llevó a cabo el 29 de octubre del 2005 para pH, Total de Sólidos Disueltos y coliformes fecales. También se tomó una muestra del agua de lluvia recolectada el día anterior en un barril destapado, para comparación, y se tomó una muestra de control de agua purificada. Este análisis debería ser considerado únicamente como una indicación preliminar de la calidad del agua en vista de que los tanques recién han empezado a llenarse; se continuará el monitoreo después de la finalización formal de este proyecto. Los resultados de estos análisis son los siguientes:

<i>Nombre</i>	<i>Localización</i>	<i>Tamaño del tanque (m<sup>3</sup>)</i>	<i>pH</i>	<i>Sólidos Disueltos Totales (mg/l)</i>	<i>E. coli por muestra de 100 ml</i>
Instituto Sara María Parrales (Escuela)	San Jacinto	71	9.2	40	0
Marvelí Salgado	Gracias a Dios	14	10.3	110	0
Angela Flores	Gracias a Dios	27	10.5	130	0
Suyen Borda	Gracias a Dios	27	10.2	90	5
Lucia Donaire	Casa Blanca	31	10.0	100	0
Pedro Montes	Casa Blanca	14	10.0	90	0
Andrea Martínez	Casa Blanca	27	10.0	90	1
Agua de lluvia recolectada en un barril destapado	Gracias a Dios				19
Agua purificada embotellada	“Alpina”		9.4	50	0

Estos resultados son muy alentadores, ya que todas las muestras tomadas de los tanques cumplen el estándar reconocido internacionalmente (Esfera) para provisión de agua rural no tratada de <10 *E.coli*/100ml y las muestras de únicamente dos de los siete tanques contenían algún nivel de coliformes fecales. El agua de lluvia recolectada en un barril destapado excedía su límite, ilustrando la importancia de un sistema protegido para la captación y almacenamiento de agua lluvia. Las muestras tomadas antes del inicio del proyecto indicaban que el agua utilizada para beber dentro de la comunidad tenía hasta 30 *E.coli*/ 100ml. Basados en estos resultados preliminares, parece que estos sistemas proveerán agua para beber de una mejor calidad que la del manantial utilizado previamente.

Los valores del pH y SDT son interesantes. Todos los valores medidos eran bastante similares, con excepción de la escuela que tenía un pH ligeramente más bajo y menos sólidos disueltos. Es posible que tanto los niveles de sólidos disueltos como el pH alto en los tanques estén relacionados con el contacto con las paredes de cemento de los tanques. En vista de que el tanque de 71m<sup>3</sup> era el único lleno al momento de tomar las muestras y su proporción de volumen con la superficie del agua es la más alta, no es de sorprendente que éste debería tener los valores más bajos de pH y SDT. Los niveles tanto de pH como de SDT son aceptables desde la perspectiva del agua para beber (los valores del tanque de la escuela fueron casi los mismos que los de una marca popular de agua embotellada que se vende en Nicaragua), pero el alto pH podría presentar problemas si se decidiera que el agua necesita tratamiento, ya que la cloración sólo es efectiva cuando el pH es mejor a 8.5. En la práctica, sin embargo, la calidad del agua parece ser tan Buena que cualquier forma de tratamiento sería considerada innecesaria en este momento.

Además de los análisis cuantitativos y cualitativos de la captación de agua lluvia, también es importante evaluar los aspectos económicos. Los costos estimados de los materiales utilizados en los sistemas están entre los US\$ 1,113 (14m<sup>3</sup>) y US\$2,886 (71m<sup>3</sup>), mientras que un sistema doméstico “típico” de 27m<sup>3</sup> cuesta alrededor de US\$1,471. Se debe anotar que esto no cubre el costo total de construcción del sistema, ya que no incluye los costos de mano de obra o supervisión técnica. Sin embargo, en vista de que el costo de los materiales por tanque es relativamente independiente del número de tanques construidos en el curso de un programa, es un indicador razonable. Está claro que los tanques más grandes representan un costo más efectivo por m<sup>3</sup> de almacenamiento disponible. Los costos de los cinco sistemas construidos en San Jacinto están representados abajo, conjuntamente con los costos de cuatro sistemas de distintos tamaños construidos en Kenya y publicados en 1999. Los costos absolutos son obviamente muy diferentes debido a las fechas y lugares, pero el concepto es el mismo. Si fuera posible lograr que se compartan los sistemas de captación de agua lluvia, es claro que los costos podrían ser significativamente reducidos al construir menos sistemas de mayor capacidad.



La “vida real esperada de un tanque” es de 20 años basados en los estudios publicados (Gould & Nissen-Petersen, 1999). Un costo por barril (160 litros) puede por tanto ser calculada para cada sistema tomando en consideración el área de techo y el tamaño del tanque. El agua más barata sería la del sistema de la escuela a un costo de US\$0.03 por barril y la más cara, a un costo de US\$0.20, la de un sistema doméstico con un tanque de 27m<sup>3</sup> pero con un área de techo de sólo 42m<sup>2</sup>. El costo promedio de todos los sistemas construidos durante este proyecto piloto es de menos de US\$0.15 por barril. Al momento de preparar este informe, el agua estaba siendo comprada a los vendedores que llevan agua a Gracias a Dios por entre US\$0.88 y US\$1.17. Los sistemas de captación de agua lluvia son, a largo plazo, claramente más favorables que comprar agua, inclusive si los costos del programa (mano de obra, supervisión técnica, administración, etc.) fueran tomados en consideración; la desventaja, por supuesto, es que virtualmente los costos de los sistemas de captación de agua lluvia están en la inversión inicial.

Es poco probable que la captación de agua lluvia sea considerada como una solución adecuada para cubrir todas las necesidades de agua de San Jacinto. Un programa para construir sistemas de captación de agua lluvia para las 670 casas de la comunidad costaría más de un millón de dólares, y es probable que la implementación de una opción alternativa de un pozo perforado a una distancia de 5Km con una tubería central, reservorio y sistema de distribución sería más económica. Al momento de la preparación de este informe, el Alcalde de Telica estaba considerando un plan para este sistema, el cual cubriría, en teoría, las necesidades de Gracias a Dios y Casa Blanca, así como también San Jacinto. Sin embargo, para comunidades más pequeñas y remotas como El Ojochal del Listón, la cual no tiene probabilidades de beneficiarse de una inversión de ese tipo, la captación de agua lluvia es una alternativa mucho más viable y puede ser en su mayoría llevada a cabo por la misma comunidad. De hecho, para esas comunidades, la captación de agua lluvia puede ser la única opción que tienen. Al hacer este análisis, se presta atención al desarrollo de futuros proyectos de captación de agua lluvia en las comunidades más pequeñas y remotas de las laderas del cerro. La opción de expandir el proyecto en Gracias a Dios y Casa Blanca continuaría en pie en caso de que el plan para un pozo perforado y una tubería central no logre frutos, y por esto se ha desarrollado una propuesta para una más amplia implementación de esta técnica en Gracias a Dios.



## Promoción de salud

Existieron varias razones para incluir un componente de salud en este proyecto. El Diagnóstico Rural Participativo realizado en el 2004 identificó retos significantes enfrentados por la comunidad con respecto al acceso a servicios de salud, y a que la mayoría de las enfermedades transmisibles más comúnmente encontradas son prevenibles. La representación del Ministerio de Salud para el Municipio de Telica identificó a San Jacinto como de “alto riesgo” en términos de enfermedades transmitidas por vectores tales como el virus del dengue, malaria y leishmaniasis debido a las condiciones relacionadas con el almacenamiento de agua y la falta de un manejo de desechos sólidos sanitario. Del 2002 al 2004 hubieron 16 casos confirmados de dengue en la comunidad y una encuesta entomológica del agua doméstica en el año 2004 mostró que el 45% de las casas estaban infectadas con larvas de *Aedes aegypti*, el mosquito que transmite esta enfermedad. Por último, existía la preocupación de que con la introducción de la captación de agua como una tecnología para cubrir las urgentes necesidades de agua, se podrían crear nuevos criaderos para mosquitos, lo cual solucionaría un problema pero crearía o agravaría otro. En vista de esto, se consideró apropiado y aconsejable incluir un componente de salud preventiva con énfasis particular en el virus del dengue y otras enfermedades transmitidas por vectores.

Los objetivos específicos del componente de salud de este proyecto fueron:

1. Reducir la infestación larvaria, rompiendo el ciclo de vida del mosquito
2. Determinar la extensión del conocimiento, actitudes y prácticas de la población en general con respecto al control del dengue
3. Desarrollar un programa de capacitación sobre higiene y promoción de salud para una red de promotores de salud
4. Mejorar la higiene ambiental en las casas y escuelas a través de lecciones y actividades ambientales realizadas por los estudiantes

El componente de salud del proyecto fue llevado a cabo en cercana colaboración con el Ministerio de Salud (MINSa) y particularmente con el equipo responsable del control de enfermedades transmitidas por vectores. Se llevaron a cabo estudios de línea de base, encuestas entomológicas, fumigaciones, tratamiento larvicida (abatización) del agua, capacitación de promotores de salud y coordinación de jornadas de limpieza, todo como una “sociedad” entre Mercy Ships Nicaragua y MINSa. En algunos casos el staff de salud comunitaria de Mercy Ships apoyaba las actividades existentes del MINSa, pero en la mayoría de los casos la contribución realizada como parte de este proyecto actuó como catalizador, permitiendo al MINSa llevar a cabo el trabajo que había sido planificado pero que no se estaba haciendo debido a recursos limitados. Por ejemplo, Mercy Ships Nicaragua proveyó combustible para fumigación y el MINSa proveyó el insecticida y el personal capacitado para llevar a cabo el trabajo; sin la contribución de combustible, no se hubiera podido realizar ninguna fumigación en San Jacinto en el año 2005.

El control del *Aedes aegypti* requiere un acercamiento desde varios flancos. A diferencia del mosquito que transmite la malaria, este mosquito tiene sus criaderos en agua limpia y necesita de una profundidad muy superficial. Barriles descubiertos, baldes e incluso tazas o floreros dentro de la casa proveen criaderos potenciales, así como las llantas y bolsas plásticas que se dejan afuera y recolectan agua. El mosquito pica durante el día y la noche, lo cual significa que los toldos o mosquiteros no ofrecen suficiente protección. A pesar de que el virus del dengue y el dengue hemorrágico son más frecuentes durante la estación lluviosa, los criaderos para el mosquito dentro de las casas están disponibles a lo largo de todo el año, por lo que el dengue puede ser contraído en cualquier momento. El control del *Aedes aegypti* requiere una combinación de fumigación para eliminar a los mosquitos adultos, larvicida (abate) aplicado al agua para matar las larvas, manejo de desechos sólidos para reducir los criaderos exteriores, y un cambio a largo plazo en el

comportamiento de las comunidades con respecto al almacenamiento de agua de uso doméstico. Este último es, por supuesto, el mayor reto.

El programa de control de vectores diseñado para este proyecto conjuntamente con el MINSA incluyó cuatro ciclos de fumigación y tratamiento larvicida (abatización) del agua almacenada. De las 670 casas de la comunidad, un promedio de 99.4% fueron fumigadas tres veces en cada ciclo, utilizando una mezcla de gasolina y cipermetrina. El agua almacenada fue tratada con un larvicida conocido como “Abate” el cual puede utilizarse en el agua para beber. Se realizaron líneas de base y encuestas entomológicas post-intervención en cada ciclo. Los resultados se expresan de cuatro formas diferentes: porcentaje de infestación por área, por casa y por contenedor y el “Índice Breteau” que es el número de contenedores con resultado positivo dividido por el número de casas muestreadas, expresado como porcentaje. Los resultados de estos estudios se muestran en las tablas a continuación:

Línea de base previa al tratamiento:

Ciclo	Área (Total 79 Mz)		Casas (Total 670)		Contenedores		Índices (%)			
	Muestreado	Positivo	Muestreado	Positivo	Muestreado	Positivo	Área	Casa	Cont.	Breteau
I	76	49	172	59	880	128	64.4	34.3	14.5	74.4
II	65	34	160	39	851	49	52.3	24.3	5.7	30.6
III	76	29	167	36	627	41	38.1	21.5	6.5	24.5
IV	66	30	167	45	597	64	45.4	27.0	10.7	38.3
Total	71 (media)	142	666	179	2955	282	50.2	26.9	9.5	42.3

Posterior al tratamiento:

Ciclo	Área (Total 79 Mz)		Casas (Total 670)		Contenedores		Índices (%)			
	Muestreado	Positivo	Muestreado	Positivo	Muestreado	Positivo	Área	Casa	Cont.	Breteau
I	67	4	67	4	237	4	6.0	6.0	1.7	6.0
II	65	2	71	2	282	3	3.0	2.8	1.0	4.2
III	70	3	70	3	293	4	4.2	4.2	1.3	5.7
IV	66	5	117	5	433	5	7.5	4.2	1.1	4.2
Total	67 (media)	14	325	14	1245	16	5.2	4.3	1.2	4.9

Estas tablas muestran una dramática caída de la infestación de *Aedes aegypti* con cada ciclo de tratamiento. Es también aparente, sin embargo, que los números vuelven a subir después de cada ciclo. La Organización Mundial de la Salud define metas para el control del virus del dengue basadas en estudios epidemiológicos que correlacionan la morbilidad con estos índices. Se considera que un índice Breteau de <5% sugiere que el virus del dengue está “bajo control”. Se puede ver en la tabla de arriba que este estándar ha sido alcanzado en promedio después de cada tratamiento y que los valores iniciales eran mucho más altos, indicando un alto riesgo de transmisión de la enfermedad. También está claro que el tratamiento regular a largo plazo es necesario para mantener a la población de mosquitos bajo control.

Para complementar el programa de fumigación y tratamiento larvicida, se realizaron encuestas de línea de base sobre conocimiento de temas básicos de salud, a partir de las cuales se diseñó un programa de capacitación. Se entregaron cuestionarios a las 25 mujeres que acordaron participar en el programa educativo sobre salud comunitaria. El test de línea de base para las promotoras de salud incluía preguntas sobre higiene personal, de alimentos y ambiental, dengue y malaria, inmunización, diarrea y cólera, infecciones respiratorias, lactancia, enfermedades de transmisión sexual, VIH/SIDA, salud de la mujer y el niño, y salud mental. Los puntajes bajo el 60% para este test fueron considerados “inadecuados”, entre el 60% y el 80% “adecuados”, y sobre el 80% “muy buenos”. El puntaje promedio fue de 38%, y sólo el 20% de los participantes mostró un conocimiento “adecuado”.

El programa de capacitación brindado a las promotoras de salud consistió de 9 talleres que cubrieron las áreas anteriormente mencionadas, y el 60% de las participantes asistió a 8 o 9 de las sesiones. La capacitación fue realizada conjuntamente por el personal del MINSA y el staff de salud de Mercy Ships Nicaragua. Se brindó atención específica a la capacitación en el reconocimiento de síntomas del dengue y métodos de control de mosquitos. Se cubrió a profundidad el correcto almacenamiento del agua y la aplicación de larvicidas, y también se hizo énfasis en el manejo de bolsas y llantas, así como el almacenamiento de botellas vacías. Las promotoras de salud capacitadas también se involucraron en actividades del proyecto a nivel más amplio en la comunidad, incluyendo la participación en encuestas de higiene del hogar e infestación de mosquitos, así como jornadas de limpieza. Al final del curso, el 79% de las participantes mostró un conocimiento “adecuado” de salud e higiene básicas.

El programa de higiene ambiental consistió en una campaña contra la basura utilizando letreros promocionales, una manta grande en la calle y más de 1,000 visitas domiciliarias individuales realizadas por las promotoras de salud, con el fin de expandir el mensaje. Se organizaron cuatro jornadas de limpieza en las cuales la basura de los alrededores de la comunidad fue recolectada y quemada, o llevada al basurero local. Se llegó a un acuerdo con la Alcaldía de Telica para la recolección y manejo de desechos, y ellos proveyeron un camión para recolectar la basura. También se organizaron “mini jornadas” en la escuela, involucrando a los estudiantes en la campaña de recolección de la basura. Se realizaron concursos con cada uno de los cuatro ciclos para determinar cuál era la casa más limpia en cada zona, así como el aula más limpia de cada escuela. Los premios entregados incluyeron palas, escobas, rastrillos, baldes, etc. Al final del proyecto se consideró que el 60% de las casas se encontraban en buenas condiciones higiénicas, comparadas con la línea de base del 40%.

En general, el componente de salud fue exitoso en el mejoramiento de la higiene, mayor concientización y en la dramática reducción de la infestación de *Aedes aegypti*. Todos los indicadores mostraron mejoramientos significativos y la colaboración entre Mercy Ships Nicaragua y el MINSA fue excelente. Se realizó una evaluación post-proyecto con representantes del MINSA (incluyendo a un experto en control de vectores reconocido a nivel nacional), el Ministerio de Educación, la Alcaldía y Visión Mundial, quienes tienen la intención de continuar gran parte del trabajo iniciado por Mercy Ships. Se realizaron algunas recomendaciones específicas (ej. La necesidad de reducir el tiempo de intervalo entre las aplicaciones del larvicida), pero el reto principal es claro: esto no debe ser una intervención única, sino un programa de largo plazo para el continuo control de vectores, monitoreo y educación, para poder llegar a un cambio duradero en el comportamiento de las personas.

## Reforestación

El Diagnóstico Rural Participativo realizado en el 2004 identificó a la deforestación como un importante problema. Existía una amplia percepción de que la calidad del suelo se había deteriorado progresivamente durante las últimas tres décadas, y que los recursos forestales habían disminuido significativamente. La deforestación también puede tener impactos negativos en el microclima y en la estabilidad de las laderas de los cerros, y un incremento en la escorrentía superficial reduce la retención del agua dentro de la cuenta, llevando así a la desertificación. Las principales razones para la deforestación son el consumo no sostenible de leña, el uso de madera para carpintería y construcción, las prácticas de “tumba y quema” para limpiar áreas para agricultura, la caza de animales como la iguana, la recolección de miel, y la falta de una forma organizada de replantación de árboles. Se incluyó un componente de reforestación dentro de este proyecto como parte de un concepto más amplio de “manejo de cuencas”. Aunque el énfasis del componente de captación de agua lluvia de este proyecto piloto se localizó en los sistemas domésticos, el concepto más amplio de la captación de agua lluvia puede ser aplicado a nivel de cuencas a través de la localización estratégica de pequeños diques y acequias juntados a la reforestación. El potencial para captación de agua lluvia en el contexto más amplio del manejo de recursos naturales fue entonces considerado como parte de este proyecto.

Los objetivos específicos del componente de reforestación fueron:

1. Incrementar la concientización de la necesidad de administración ambiental y, específicamente, el manejo sostenible de los bosques
2. Introducir nuevos conceptos y tecnologías para promover el uso sostenible de los recursos naturales
3. Plantar árboles en fincas basadas en sistemas agroforestales
4. Desarrollar una estrategia de manejo de cuencas, incluyendo actividades futuras de reforestación y conservación del agua y del suelo

El primer paso del componente de reforestación fue identificar a los productores a través de los cuales se implementaría el proyecto. Habiendo visitado 30 fincas en los alrededores de San Jacinto para investigar las experiencias previas de los productores con proyectos ambientales y los niveles generales de concientización, 25 productores fueron seleccionados de acuerdo con su disponibilidad para participar, así como la localización de sus fincas. Se llevó a cabo una encuesta de cada una de las fincas y se prepararon mapas para su localización. Se identificaron las especies de árboles existentes y se anotaron las principales formas de producción de cada finca. Esta información fue utilizada para diseñar el programa de reforestación y capacitación; se seleccionaron especies de árboles y sistemas forestales de acuerdo con los tipos de fincas. Se establecieron tres sistemas agroforestales comprendidos por rompevientos, plantaciones y cercos. Las especies de árboles seleccionadas tenían múltiples usos, incluyendo leña, fijación de nitrógeno, forraje para ganado y repelente orgánico de insectos.

Se estableció un vivero de árboles en la escuela en San Jacinto (*Instituto Sara María Parrales*) para sembrar cuatro de las cinco especies seleccionadas para el proyecto. Todas las semillas para el vivero fueron recolectadas por los participantes, mientras que el staff forestal de Mercy Ships brindaba asesoría en la selección y tratamiento de las semillas a ser plantadas. No se necesitó ningún tratamiento pre-germinativo específico para las especies seleccionadas, aunque las semillas de Neem y Madero Negro fueron tratadas con remojo en agua por 24 horas para acelerar su germinación. El vivero de la escuela no sólo llenó los criterios necesarios en términos de suelo, espacio, sombra y disponibilidad de agua para irrigación, sino que también actuó como punto focal dentro de la comunidad y permitió en involucramiento de los estudiantes de la escuela. La preparación de las bolsas plásticas para el vivero con el sustrato fue realizada por los productores y los niños de la escuela. Una mezcla de tierra, arena y estiércol fue utilizada como una alternativa

más económica que el compostaje. Se obtuvo un total de 5,000 plantas de las semillas del vivero, incluyendo Madero Negro, Marango, Neem y Roble. Adicionalmente se compraron 5,000 plantas de eucalipto, ya que es muy difícil encontrar semillas de este árbol en el área.

<i>Nombre del árbol</i>	<i>Usos</i>	<i>Número de árboles</i>	<i>Sembrados a partir de semillas o comprados</i>
Neem	Leña, muebles, postes de cercos, insecticida	1800	Semilla
Marango	Forraje, fijación de nitrógeno, postes de cercos, medicina	1300	Semilla
Eucalipto	Rompevientos, construcción, leña, medicina	5000	Comprados
Madero Negro	Forraje, fijación de nitrógeno, postes de cercos, leña	1500	Semilla
Roble	Madera preciosa para fabricación de muebles	400	Semilla

Los productores y los niños de la escuela tomaron la responsabilidad por el cuidado de las plantas (incluyendo la limpieza de maleza, irrigación, monitoreo de plagas y aplicación de insecticidas orgánicos) bajo la supervisión del staff de Mercy Ships. En el momento adecuado, las plantas fueron sacadas del vivero estrictamente de acuerdo con un plan de siembra diseñado para cada productor en el que las distancias entre los árboles fueron cuidadosamente calculadas. El transporte y siembra de las plantas se llevó a cabo a tempranas horas de la mañana para minimizar el stress causado a las plantas. Un total de 7,211 árboles fueron llevados a las fincas participantes. Adicionalmente se llevaron 700 plantas a tres escuelas cercanas y 300 más fueron entregadas a otros productores del área que no participaron del proyecto. Alrededor del 10% del total de las plantas se perdieron por falta de germinación o daños, lo cual es razonable para este tipo de vivero. Las plantas sembradas en los cercos fueron protegidas con nuevas cercas de alambre de púas paralelas a las existentes, creando así un corredor en el cual los nuevos árboles pudieran crecer protegidos del pastoreo. La limpieza de maleza alrededor de los nuevos árboles se llevó a cabo cada dos semanas.

Conjuntamente con la capacitación práctica brindada con el establecimiento del vivero, se realizaron tres talleres mensuales, de medio día de duración, por espacio de seis meses, con el fin de promover la conciencia ambiental e incrementar el entendimiento de los tipos de plantación, la importancia de los árboles con propósitos múltiples, la necesidad de mezclar especies de rápido y lento crecimiento, tipos de semillas, momentos óptimos para plantar, cuidado de las plantas, trasplante y poda.

Además de las actividades de reforestación, se cubrió el tema de la deforestación por consumo de leña, y esto se hizo con la introducción de “ecofogones” (cocinas que consumen el 50% de leña que las normales). Estos ecofogones han sido desarrollados por PROLEÑA, una ONG con base en Managua que ha manufacturado y distribuido estas cocinas durante varios años. La mayoría de la gente en áreas rurales utilizan una “cocina” convencional formada por tres piedras, las cuales consumen grandes cantidades de leña. Los ecofogones queman la leña en el centro de un horno aislado, directamente calentando una placa superior. Adicionalmente, el calor es retenido de los gases y el humo, los cuales son recolectados y circulados bajo la placa superior hacia una chimenea que los lleva fuera de la casa. Este diseño utiliza 50% menos leña que la cocina convencional de tres piedras y además puede tener otros impactos positivos tales como la reducción de problemas respiratorios causados por la inhalación de humo en la casa. Cada uno de los 25 participantes del proyecto recibió un ecofogón, y un promotor de PROLEÑA brindó un curso de capacitación sobre su operación y mantenimiento. Esto fue utilizado como un pequeño incentivo para los productores por su participación en el proyecto de reforestación, así como para ayudar a promover un uso más sostenible de los recursos.

La actividad final realizada como parte del componente de reforestación del proyecto fue un taller participativo para desarrollar ideas para un manejo más efectivo de la cuenca. Una observación



importante de este taller fue la necesidad de involucrar a las familias que viven en la cima de la cuenca. San Jacinto en sí misma está localizada en las faldas de la cadena volcánica de Los Maribios y la mayoría de los productores involucrados en el proyecto de reforestación viven en las ligeramente inclinadas laderas cercanas a la comunidad. En vista de que la mayoría de la tierra que hay entre San Jacinto y el cráter del Volcán Telica (ver mapa) tiene algún tipo de uso agrícola, hay algunos productores que viven todavía más arriba de la cuenca, quienes no fueron involucrados en este proyecto. En vista de que los efectos de las prácticas de manejo de la cuenca se sienten en la parte baja, se discutió que cualquier programa futuro debería involucrar a los productores que viven en la cima de la cuenca.

Se concluyó que los siguientes objetivos deberían ser el enfoque principal de un plan de manejo de cuencas:

1. Mejorar los bosques (reforestación a través del uso de sistemas agroforestales)
2. Mejorar la conservación del suelo y el agua
3. Reducir las prácticas de “tumba y quema”

Con el fin de alcanzar estos objetivos, las principales actividades deberían ser la educación y la concientización con respecto a temas ambientales. En vista de que los temas forestales tradicionalmente no han sido vistos como una prioridad para los bajos ingresos de las familias de productores, también se recomendó que se desarrolle una forma de comercio forestal más diversa, incluyendo el cultivo de árboles para fabricación de muebles y construcción. Esto requerirá de un cambio completo de la percepción forestal por parte de los productores, para que la vean como una producción a largo plazo, y no simplemente como actividad extra “innecesaria” que no genera ingresos.

## *Recomendaciones*

- Este proyecto piloto claramente ha demostrado el potencial de la captación de agua lluvia para cubrir las necesidades domésticas de agua en esta zona y la experiencia de este proyecto debería ser compartido tan ampliamente como sea posible.
- El monitoreo de las precipitaciones, el uso del agua y la calidad del agua deberían continuarse al menos durante la estación seca, y preferiblemente durante todo el año, con el fin de evaluar mejor el potencial de los sistemas de captación de agua lluvia.
- Los proyectos futuros deberían enfocarse en las comunidades más pequeñas y remotas ubicadas en los cerros, ya que en la mayoría de esas áreas no hay alternativas a la captación de agua lluvia para mejorar el acceso al agua.
- Se debería mantener comunicación con la Alcaldía de Telica y otras instituciones que trabajan en el área para evaluar la factibilidad de construir una solución alternativa para cubrir las necesidades de Gracias a Dios y Casa Blanca. En ausencia de esa solución, se debería buscar financiamiento para incrementar el número de hogares en estas comunidades que tengan acceso a sistemas de captación de agua lluvia.
- Con el fin de asegurar un mayor sentido de propiedad entre los participantes, los proyectos futuros deberían requerir una contribución financiera por parte de los beneficiarios, así como mano de obra.
- Las actividades de control de vectores deberían continuar de acuerdo con los ciclos de fumigación, tratamiento larvicida y manejo de desechos sólidos establecidos bajo este proyecto piloto, reduciendo el período de tiempo entre las aplicaciones del larvicida, de acuerdo con lo anteriormente recomendado.
- Las actividades de promoción de higiene y salud deberían continuar, buscando establecer un cambio de conducta a largo plazo. Hasta que se encuentre una vacuna contra el dengue, el control de vectores con altos niveles de participación de la comunidad es la única forma de combatir esta enfermedad.
- El concepto de captación de agua lluvia debería expandirse, no sólo en lo referente a la construcción de sistemas domésticos, sino como parte de una estrategia más amplia de manejo de cuencas, la cual incluya medidas para combatir la erosión del suelo, retención de agua, reducción de las prácticas de “tumba y quema” y establecer sistemas agroforestales. Esto requerirá coordinación a través de un amplio rango de actores.
- Se deberían buscar nuevas innovaciones para mejorar las condiciones ambientales, prevenir la transmisión de enfermedades e incrementar el acceso al agua. Estas innovaciones deberían ser desarrolladas y probadas conjuntamente con la comunidad.
- Está claro que las técnicas desarrolladas en este proyecto en sus tres componentes podrían ser aplicadas más ampliamente en el Occidente de Nicaragua, especialmente en comunidades localizadas cerca de la cadena volcánica de Los Maribios. Se deberían desarrollar propuestas de búsqueda de financiamiento para continuar construyendo sobre el éxito que ha tenido este proyecto, pero a mayor escala.

## *Equipo del proyecto*

Director de Proyecto	Dr. Andrew Longley	Reino Unido
Ingeniero Senior de Agua	Ing. Yalmar Zamora	Nicaragua
Asesor de Agua	Josiah Engblom	Estados Unidos
Especialista Senior en Salud Comunitaria	Dra. Marlene Castro	Nicaragua
Promotora de Salud Comunitaria	Magda López	Nicaragua
Especialista Forestal Senior	Ing. Edgard Vanegas	Nicaragua
Asistente Forestal	Marlon Mendoza	Nicaragua
Asesor Forestal	Ing. Enrique Bolaños	Nicaragua
Asistente de Desarrollo Comunitario	Jairo Salazar	Nicaragua
Promotor/Encargado de Logística	Yamil Fuentes	Nicaragua
Administradora Senior	Gilma Del Posso	Ecuador
Albañiles	Daniel Pichardo	Nicaragua
	Enrique Zamora	Nicaragua
	Héctor Calero	Nicaragua
	Félix Rivera	Nicaragua
	Calixto Hernández	Nicaragua
	Justo Espinoza	Nicaragua
	Franklin Miranda	Nicaragua
	Carlos Carmona	Nicaragua
	Marcos Guido	Nicaragua

## *Reconocimientos*

El equipo del proyecto está muy agradecido tanto con los beneficiarios como con los donantes por la exitosa terminación de este proyecto. Sin el apoyo financiero de Georg Fischer SA este proyecto no hubiera sido posible y sin la determinación y arduo trabajo de los participantes de la comunidad de San Jacinto, este proyecto no hubiese logrado los resultados descritos en este informe. Hubieron también algunos “socios” que contribuyeron al éxito de este proyecto y por eso agradecemos al Alcalde de Telica y su staff, al Ministerio de Salud, su staff y los centros de salud de Telica y San Jacinto, al Ministerio de Educación y el staff del Instituto Sara María Parrales, al staff de San Jacinto Power, PROLEÑA y Visión Mundial (PDA Telica).

## *Nota final*

El 31 de octubre del 2005, Mercy Ships cerró sus operaciones en Nicaragua. Con el fin de asegurar la continuidad de los proyectos existentes y desarrollar nuevos proyectos para el futuro, Mercy Ships Nicaragua se fusionó con FUNDAPADELE (*Fundación para el Desarrollo de León*), una ONG local. El staff, los recursos y proyectos que anteriormente constituían Mercy Ships Nicaragua son hoy un programa autónomo que opera bajo la dirección de FUNDAPADELE. Este programa recibió el nombre de “*Nuevas Esperanzas*”. Todo el desarrollo futuro de este proyecto integral en San Jacinto, y otros proyectos de promoción de captación de agua lluvia, salud preventiva, reforestación y manejo integrado de cuencas serán ahora llevados a cabo por Nuevas Esperanzas.



info@nuevasesperanzas.org

www.nuevasesperanzas.org

## Estado financiero

Todos los valores están dados en US\$, basados en la tasa de cambio aplicable al momento en que se realizaron las compras

<b>Salarios</b>	<i>horas</i> <sup>1</sup>	<i>tarifa</i> <sup>2</sup>	
Director de Proyecto <sup>3</sup>	103	15.00	1545
Ingeniero Senior de Agua	996.5	7.64	7613
Asesor de Agua <sup>3</sup>	280	5.10	1428
Especialista Senior en Salud Comunitaria	561.5	7.64	4290
Promotora de Salud Comunitaria	415	3.88	1610
Especialista Forestal Senior	576	4.41	2540
Asistente Forestal	476.5	3.90	1858
Asesor Forestal	86.5	5.12	443
Asistente de Desarrollo Comunitario	925	4.41	4079
Promotor/Encargado de Logística	1197.5	2.34	2802
Administradora Senior	51.5	5.10	263
Albañiles ~US\$8/día			5225
<i>Total de salarios</i>			<b>33697</b>
<b>Materiales</b>			
Sistemas de captación de agua lluvia <sup>4</sup>			27477
Reforestación			
Alambre de púas			748
Arboles de eucalipto (5000)			293
Ecofogones (25)			1705
Otros			35
Promoción de salud			
Combustible para fumigación (4 ciclos en 670 casas)			1184
Premios para concurso de "casa más limpia"			383
Letreros y manta promocionales			103
Otros			65
<i>Total de materiales</i>			<b>31993</b>
<b>Transporte</b>	<i>km</i> <sup>5</sup>	<i>rate</i> <sup>6</sup>	
Uso de camioneta, camión pequeño y 4X4	21465	0.25	5366
Transporte público			182
<i>Total de transporte</i>			<b>5548</b>
<b>Alimentación</b>			<b>3374</b>
<b>Otros</b>			<b>432</b>
<i>Subtotal</i>			75044
<b>Costos indirectos del proyecto 15%<sup>7</sup></b>			<b>11257</b>
<b>Costo Total del Proyecto</b>			<b>86301</b>
Recibido de Georg Fischer (excluyendo 10% final)			36467

<sup>1</sup>horas registradas en control de tiempo semanal

<sup>2</sup>la tarifa incluye salarios, seguro de salud, bonificaciones de ley, vacaciones pagadas y 30% de tiempo no productivo

<sup>3</sup>personal voluntario (donación en especie)

<sup>4</sup>detalles de materiales utilizados por separado

<sup>5</sup>uso de vehículos registrado en hojas de control

<sup>6</sup>la tarifa incluye combustible, mantenimiento, seguro y depreciación (basado en costos del año 2004)

<sup>7</sup>contribución para gastos fijos de oficina, personal que no es del proyecto, etc.

## Detalle de costos de materiales utilizados en los sistemas de captación de agua lluvia

<b>Materiales utilizados por sistema<sup>1</sup></b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>
Sistema de 71,000 litros en el Instituto Sara Maria Parrales <sup>2</sup>	2886	1	2886
Sistema de 50,000 litros en el puesto de salud	2250	1	2250
Sistema doméstico de 31,000 litros	1596	1	1596
Sistema doméstico de 27,000 litros	1471	9	13239
Sistema doméstico de 14,000 litros	1113	2	2226
<i>Total de materiales utilizados</i>			<b>22197</b>
<b>Materiales sobrantes<sup>3</sup></b>			
Materiales para construcción de tanques <sup>4</sup>			2940
Canaletas, tubos, uniones de PVC, etc.			1020
Herramientas no consumibles <sup>5</sup>			1200
<i>Total de materiales sobrantes</i>			<b>5160</b>
<b>Otros</b>			<b>120</b>
<b>Costo total de materiales para sistemas de captación de agua lluvia</b>			<b>27477</b>

### Equipo propiedad de Mercy Ships Nicaragua utilizado durante el proyecto

Pipa de agua montada en un trailer (4000 litros)  
Herramientas eléctricas (sierra, taladro, etc.)  
Nivel automático, trípode y estadia  
GPS manual  
Equipo para test microbiológico de agua OXFAM DelAgua  
Instrumentos Palintest para pH y DST

<sup>1</sup>valores estimados, algunos materiales fueron compartidos entre tanques (ej. madera para formaletas)

<sup>2</sup>el detalle de materiales utilizados para este tanque se da por separado

<sup>3</sup>serán utilizados para la construcción de un sistema en El Ojochal del Listón

<sup>4</sup>algunos materiales no fueron utilizados y otros pueden ser reutilizados

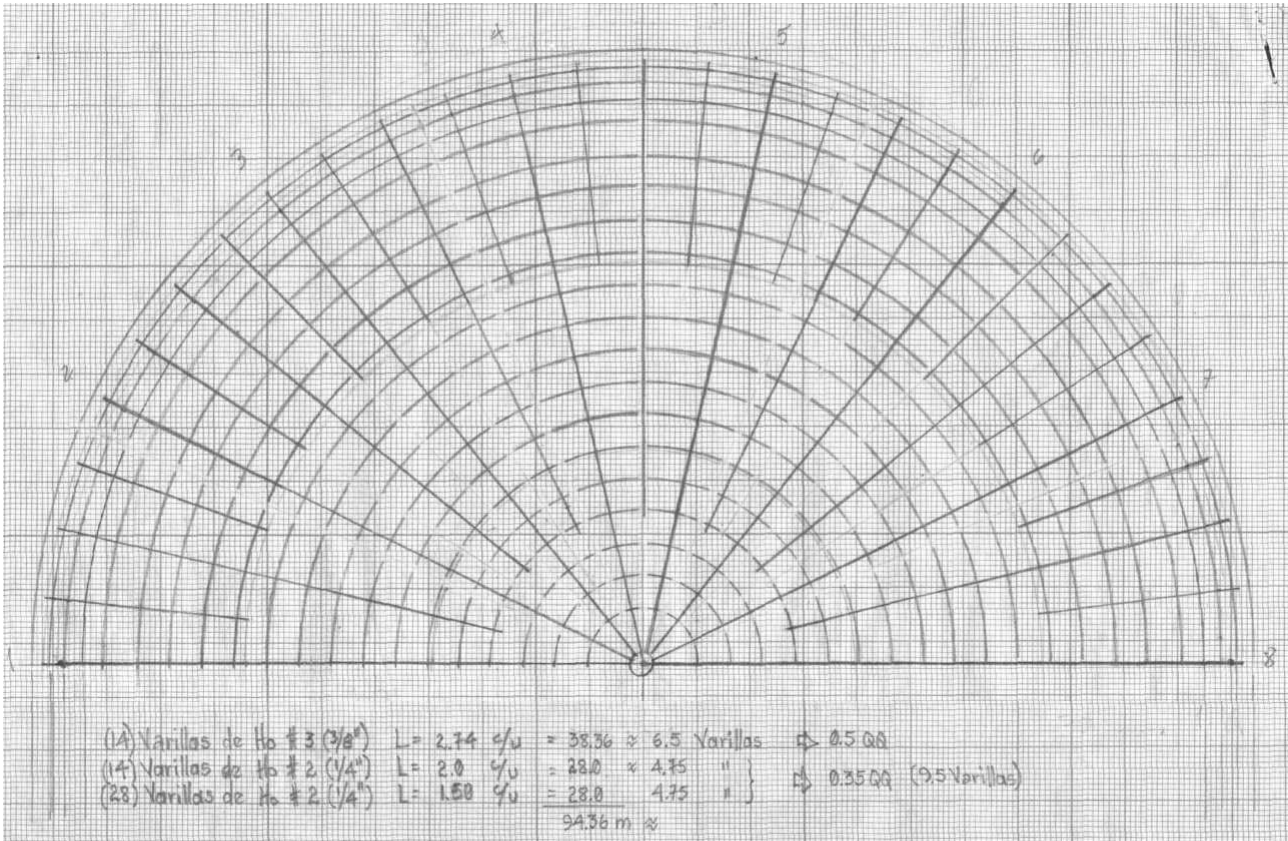
<sup>5</sup>carretillas, palas, barras, sierras, martillos, tenazas, etc.



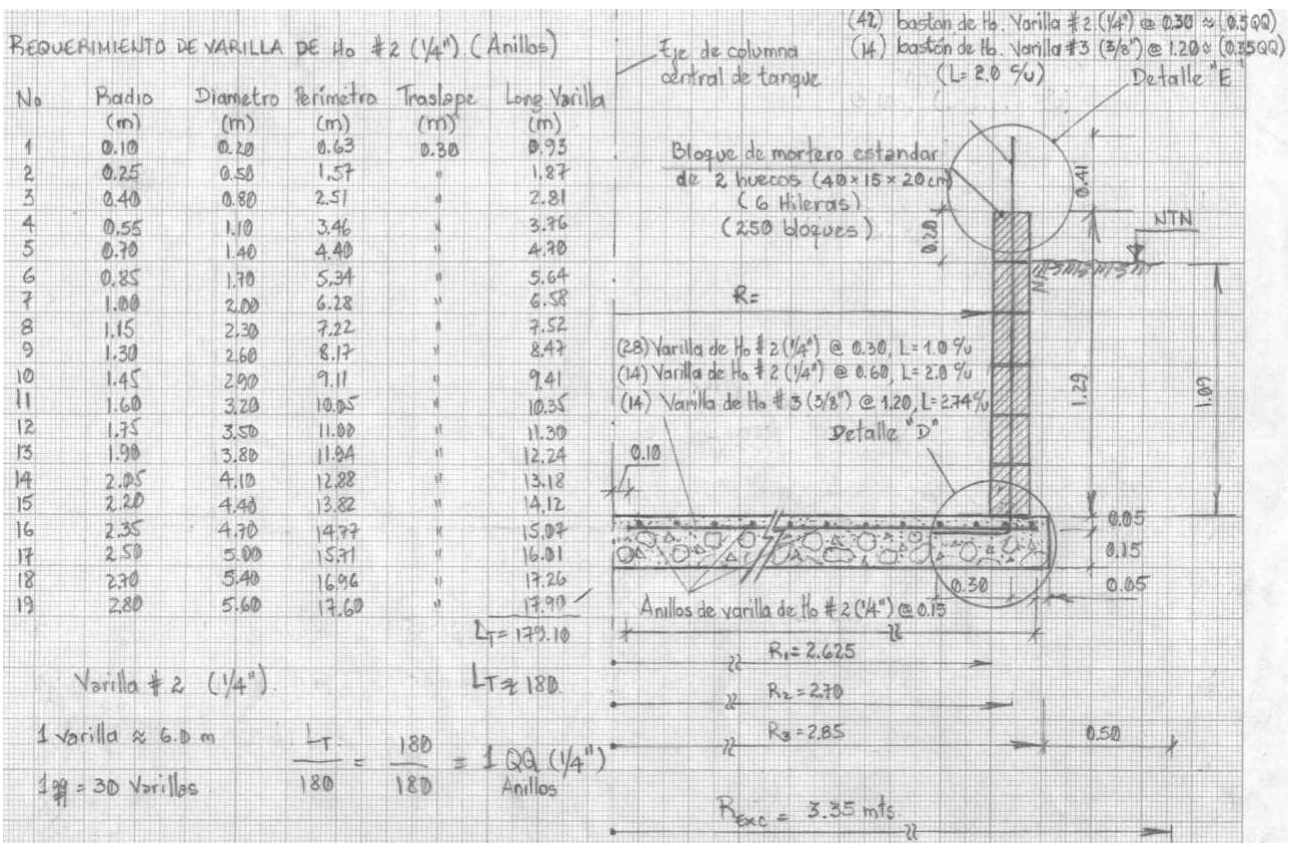
## Detalle de costos de los materiales utilizados en el tanque de 71,000 litros

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Costo	Costo Total	
			Unitario	C\$	US \$
			C\$		
Adaptador macho con rosca PVC S40, Ø 2"	Unidad	2.00	12.60	25.20	1.48
Adaptador macho con rosca PVC S40, Ø 4"	Unidad	2.00	79.13	158.26	9.31
Alambre de amarre N° 16	Libra	100.00	10.00	1,000.00	58.82
Alambre de púas N° 13	Rollo	6.00	430.00	2,580.00	151.76
Arena de llano	m³	9.37	112.50	1,054.13	62.01
Bajante para canoa 3" (modelo colonial)	Unidad	4.00	37.82	151.28	8.90
Bloque de mortero standard 15 cm x 20 cm x 40 cm (dos huecos)	Unidad	386.00	6.75	2,605.50	153.26
Bridas de 2"	Unidad	1.00	15.00	15.00	0.88
Bridas de 4"	Unidad	1.00	30.00	30.00	1.76
Brochas 400 3" Mango madera (BRT-4)	Unidad	1.00	10.82	10.82	0.64
Brochas 400 4" Mango madera (BRT-4)	Unidad	1.00	43.02	43.02	2.53
Brochas 400 6" Mango madera (BRT-4)	Unidad	1.00	68.58	68.58	4.03
Canoa 4" x 6.0 m (modelo colonial)	Unidad	20.00	263.48	5,269.60	309.98
Cedazo fibra de vidrio 36 x 100 gris oscuro	Yarda	1.00	7.19	7.19	0.42
Cedazo metálico 4 x 4	Yarda	5.00	22.61	113.05	6.65
Cemento Portland gris ASTM C 1157 -GU (bolsas de 45 Kg.)	QQ	120.00	92.50	11,100.00	652.94
Clavo electrogalvanizado económico (caja 200 unidades / 2")	Unidad	1.00	19.60	19.60	1.15
Clavo corriente de 1½"	Libra	25.00	8.69	217.25	12.78
Clavo corriente de 2½"	Libra	25.00	4.00	100.00	5.88
Clavo corriente de 3"	Libra	25.00	4.00	100.00	5.88
Clavo corriente de 4"	Libra	25.00	4.00	100.00	5.88
Codo liso con 2 enchufes PVC S40 Ø 2" x 90°	Unidad	1.00	15.00	15.00	0.88
Codo liso con 2 enchufes PVC S40 Ø 4" x 90°	Unidad	3.00	118.26	354.78	20.87
Codo liso con 2 enchufes PVC Ø 3" x 90° (sanitario)	Unidad	4.00	32.85	131.40	7.73
Codo liso con 2 enchufes PVC Ø 4" x 45° (sanitario)	Unidad	0.00	50.35	0.00	0.00
Codo liso con 2 enchufes PVC Ø 4" x 90° (sanitario)	Unidad	2.00	57.44	114.88	6.76
Cuartón de pino de 2" x 2" x 5 vrs	Unidad	5.00	42.00	210.00	12.35
Cuartón de pino de 2" x 4" x 4 vrs	Unidad	11.00	55.00	605.00	35.59
Cuartón de pino de 2" x 4" x 5 vrs	Unidad	27.00	70.00	1,890.00	111.18
Esquinera exterior para canoa (colonial)	Unidad	6.00	37.82	226.92	13.35
Estuche de sierras	Unidad	2.00	25.00	50.00	2.94
Felpa de 9" x 3/4" larga	Unidad	1.00	31.36	31.36	1.84
Gaza PVC para canoa (soporte) modelo colonial	Unidad	78.00	14.72	1,148.16	67.54
Guantes de cuero reforzado para construcción (Best Valle)	Par	8.00	25.00	200.00	11.76
Guantes de cuero reforzado para construcción	Par	5.00	33.04	165.20	9.72
Hierro liso estándar de ¼" x 6.0 m	QQ	4.00	550.00	2,200.00	129.41
Hierro corrugado estándar de 3/8" x 6.0 m	QQ	2.00	482.02	964.04	56.71
Hierro corrugado estándar de ½" x 6.0 m	Barra	1.00	63.48	63.48	3.73
Lápiz de carpintero Taiwan	Unidad	8.00	1.74	13.92	0.82
Llave de chorro de ½" bronce	Unidad	2.00	30.44	60.88	3.58
Llave de pase / compuerta de bronce Ø 2"	Unidad	1.00	194.78	194.78	11.46
Llave de pase / compuerta de bronce Ø 4"	Unidad	1.00	555.75	555.75	32.69
Nylon (rollo de 100 m)	Unidad	3.00	29.56	88.68	5.22
Pegamento PVC 1/16 de Gln	Lata	8.00	34.38	275.04	16.18
Pegamento PVC 1/8 de Gln para canal	Lata	2.00	68.63	137.26	8.07
Pegamento PVC 1/4 de Gln	Lata	1.00	260.87	260.87	15.35
Piedrín ¾"	m³	6.00	670.00	4,020.00	236.47
Platina de Ho. 1" x 3/16" x 6.0 m	m³	1.00	50.90	50.90	2.99
Plomadas	Unidad	2.00	42.00	84.00	4.94
Plywood corriente (4' x 8' x 3/16")	Unidad	10.00	138.26	1,382.60	81.33
Reducción lisa PVC S40, Ø 4" a Ø 3" (enchufe-espiga)	Unidad	4.00	30.00	120.00	7.06
Regla de pino de 1" x 3" x 5 vrs	Unidad	36.00	32.00	1,152.00	67.76
Rodillo 9" x 3/4" para felpa larga	Unidad	1.00	40.37	40.37	2.37
Sierra para cortar hierro (standard) 12 x 18 x ½"	Unidad	10.00	8.70	87.00	5.12
Sierra para cortar hierro (standard) 12 x 18 x ½"	Unidad	6.00	12.75	76.50	4.50
Tabla de pino de 1" x 8" x 4 vrs	Unidad	36.00	58.00	2,088.00	122.82
Tapas PVC 4" para canoas (modelo colonial)	Par	8.00	21.01	168.08	9.89
Tee con 3 enchufes PVC S40 Ø 2", 90°	Unidad	1.00	27.00	27.00	1.59
Tee con 3 enchufes PVC S40 Ø 4", 90° (sanitario)	Unidad	2.00	55.80	111.60	6.56
Teflón (cinta de ½" x 10m)	Rollo	3.00	2.19	6.57	0.39
Tornillos SPAX de 1½" para soporte de canoas	Unidad	2,000.00	0.15	300.00	17.65
Tubo PVC, SDR 17, Ø 4" x 20 pies, S/E	Unidad	1.00	1,186.09	1,186.09	69.77
Tubo PVC, SDR 26, Ø 2" x 10 pies	Unidad	1.00	80.87	80.87	4.76
Tubo PVC, SDR 26, Ø 4" x 20 pies	Unidad	1.00	593.00	593.00	34.88
Tubo PVC SDR 64, Ø 3" x 20 pies (para captación de agua lluvia)	Unidad	1.00	120.60	120.60	7.09
Tubo PVC SDR 64, Ø 4" x 20 pies (para captación de agua lluvia)	Unidad	1.00	177.30	177.30	10.43
Unión PVC 4", para canoa (modelo colonial)	Unidad	22.00	14.72	323.84	19.05
Unión PVC, SDR 41, Ø 4" (lisa)	Unidad	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc liso calibre No. 26 de 4' x 6' (para formaleta de techo)	Unidad	15.00	143.00	2,145.00	126.18
<b>TOTAL</b>				<b>49,067.20</b>	<b>2,886.31</b>



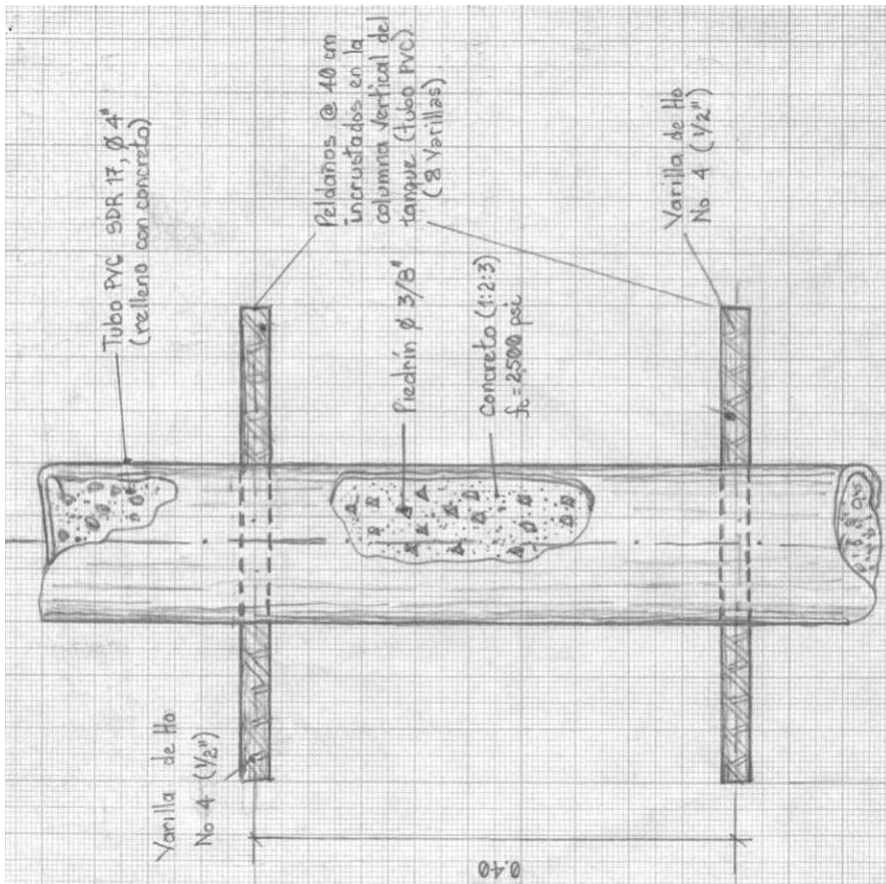
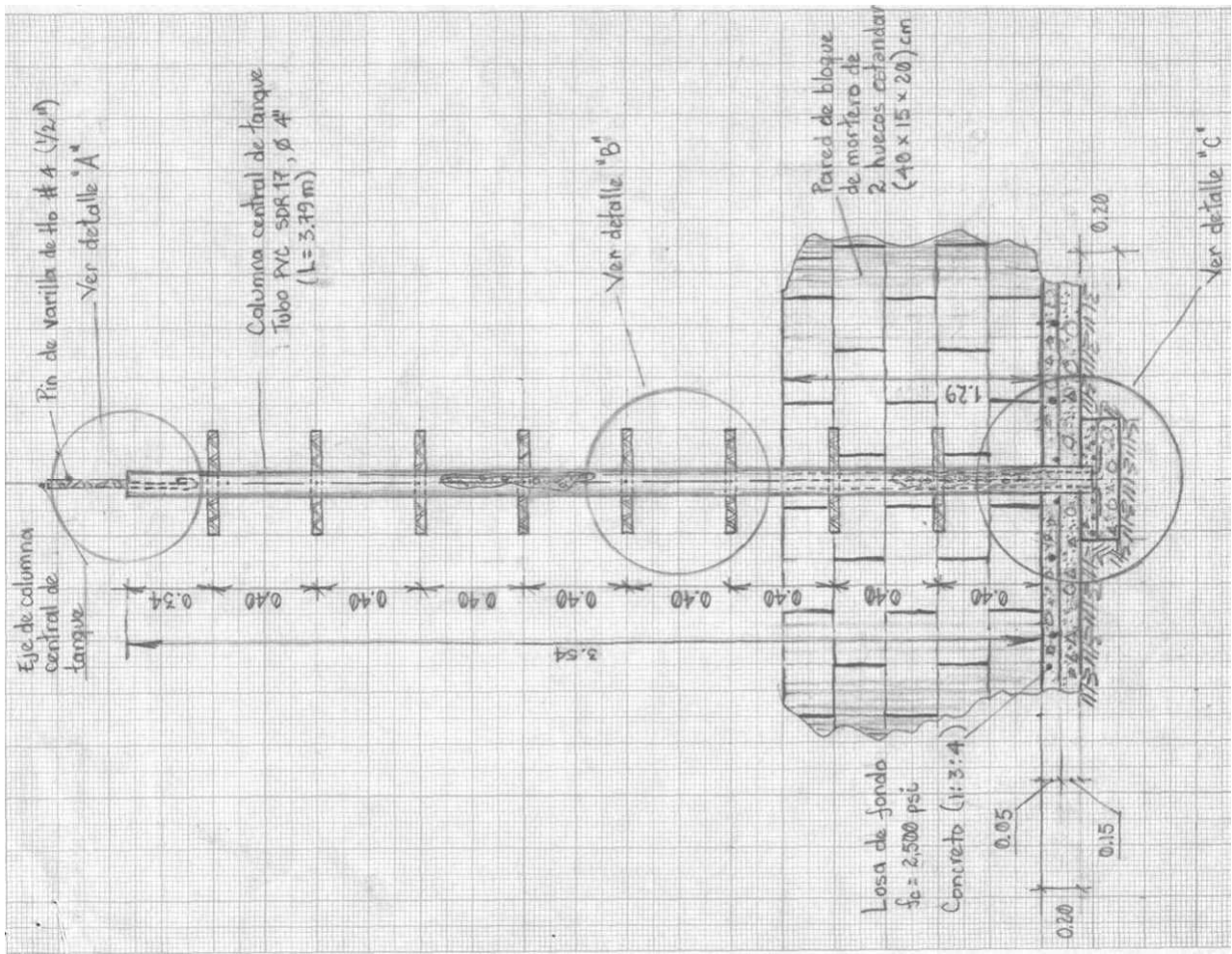


Estructura de hierro para refuerzo utilizado para la losa del fondo del tanque de 71,000 litros



Plano para refuerzo de paredes del tanque de 71,000 litros





Diseño del pilar central del tanque de 71,000 litros

La comunidad de San Jacinto está localizada al pie del Volcán Telica, a lo largo del eje de la cadena volcánica de Los Maribios



Fumarolas volcánicas encontradas en varias partes de la comunidad son evidencia de la actividad geotérmica de esta zona



Los pozos de lodo hirviente asociados con la actividad geotérmica demuestran por qué el agua subterránea no es una opción viable para provisión de agua en muchas áreas





La principal fuente de agua existente es un manantial del cual el agua es bombeada a partes de la comunidad incluidas dentro de la red de distribución. Las partes de la comunidad que no tienen una provisión de agua con tubería recolectan agua de esta fuente directamente, o la compran a los vendedores que llevan el agua en barriles en carretas tiradas por bueyes



Una fuente de agua secundaria es un pozo perforado localizado en las oficinas de un proyecto de energía geotérmica, el cual se enciende una hora al día para uso de la comunidad. A menudo los niños tienen la responsabilidad de ir a buscar el agua a caballo.



El agua de lluvia ha sido mayoritariamente pasada por alto en términos de su potencial para cubrir las necesidades de agua de la comunidad, a pesar de que la precipitación anual es de alrededor de 1,400mm.





Los sistemas existentes de captación de agua lluvia son improvisados con barriles. La capacidad de almacenamiento es muy limitada y estos barriles son vulnerables a la contaminación y a los criaderos de mosquitos.



El Ingeniero de Agua de Mercy Ships, Yalmar Zamora (al centro), discute planes para nuevos sistemas de captación de agua lluvia con el albañil Héctor Calero (izquierda) y Lucía Donaire, participante del proyecto (derecha).



Inicia el trabajo de construcción de los tanques de ferrocemento con la excavación de los cimientos.





Se hacen también las excavaciones para las tomas de agua, las cuales se encuentran bajo el nivel del suelo. Los carteles en la pared de la casa notifican a la comunidad sobre los talleres de capacitación sobre captación de agua lluvia.



Se prepara el piso de concreto reforzado del tanque de 71m<sup>3</sup> en la escuela (20cm de grosor; mezcla de 1:3:4) y se instala la columna central.



La parte del tanque que quedará bajo el suelo se construye con bloques de cemento.





Se prepara la formaleta de plywood para el tanque de 50m<sup>3</sup> en el puesto de salud. La madera puede reusarse para hasta cuatro tanques.



La formaleta se sujeta desde el interior con reglas de madera.



Se envuelve la formaleta con un entramado de varillas de hierro y alambre de púas con espacios muy pequeños.





El refuerzo de alambre se cubre con cemento (mezcla al 1:3) y se compacta.



El albañil Daniel Pichardo y tres voluntarios de la comunidad revisan que el grosor de las paredes de ferrocemento sean uniformes de 6cm.



Se retira la formaleta de plywood y se revisan las paredes internas del tanque para ver si hay defectos.





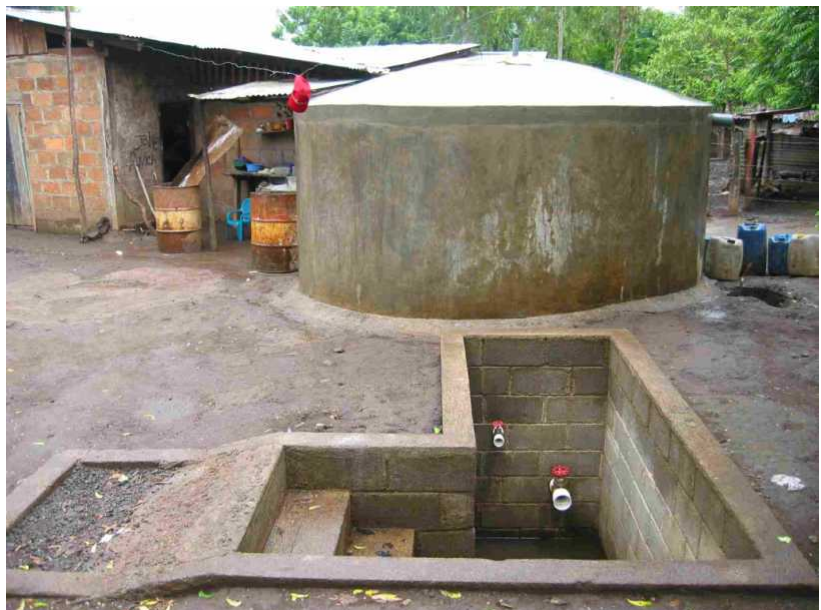
Se utilizan bloques de cemento para construir las paredes de la estación de toma de agua.



Se construye el techo en forma de domo con refuerzo y mezcla sobre una formaleta de madera y hojas de metal (zinc), dejando un hoyo para acceso al interior. Esta fotografía fue tomada desde el hoyo de acceso, y muestra el interior del tanque de 71m<sup>3</sup> en la escuela.



Tanque de ferrocemento de 27m<sup>3</sup> finalizado, con techo en forma de domo y estación de toma de agua. La válvula más pequeña, a nivel más alto, es la que se utiliza para obtener el agua de uso diario. La válvula más grande, a nivel más bajo, vacía el tanque completamente para propósitos de limpieza.



El tubo de rebose es protegido con una malla de alambre fuertemente asegurada, para prevenir la entrada de mosquitos al tanque.



Las canaletas de ambos lados de este techo de zinc llevan el agua hacia este tanque de 31m<sup>3</sup>. Todas las entradas al tanque están protegidas con malla de alambre.



Aunque el techo del taller de carpintería es un tanto improvisado, la superficie es perfectamente adecuada para la recolección de agua lluvia.





El tanque de 71 m<sup>3</sup> en la escuela recolecta agua de los edificios de la escuela localizados a cada lado del tanque.



Un tanque de 31m<sup>3</sup> finalizado con sus canaletas en la comunidad de Casa Blanca.

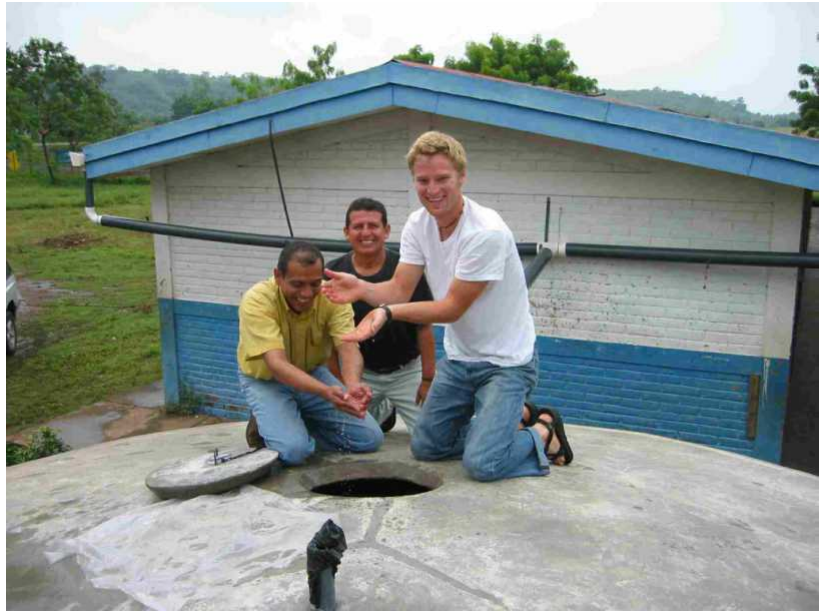


Yadira Machado, con su tanque de 27 m<sup>3</sup> recolectando agua en su bien mantenido jardín en Casa Blanca.





Los miembros del equipo de agua de Mercy Ships, Yalmar Zamora, Yamil Fuentes y Josiah Engblom (de izquierda a derecha) muestran su alegría al descubrir que el tanque de 71m<sup>3</sup> de la escuela se llenó hasta rebosar después de sólo una semana de lluvias en el mes de octubre.



Agua al fin! Luvy Vallejos, una muy contenta residente de Gracias a Dios llena un balde con agua limpia de su tanque.



El Director del Proyecto de Mercy Ships, Andrew Longley, analiza las muestras de agua en el campo, para verificar su calidad química y microbiológica.





El agua doméstica a menudo es guardada en barriles descubiertos; aparte de la poca higiene asociada a esta práctica, el agua sirve de criadero para el mosquito *Aedes aegypti*, el cual transmite el virus del dengue.



La higiene ambiental es muy pobre, en parte debido a la ausencia de una forma organizada de manejo de desechos sólidos. Las bolsas plásticas pueden recolectar suficiente agua de lluvia para convertirse en criaderos de mosquitos.



Existe una proliferación de llantas viejas en San Jacinto, a pesar de que muy pocas familias tienen un vehículo! Estas llantas son notoriamente malas porque proveen sitios para la cría de mosquitos en el agua que se acumula dentro de ellas.





Se brinda capacitación a las promotoras de salud conjuntamente entre Mercy Ships y el MINSA, cubriendo una amplia gama de temas de salud.



Capacitación brindada a las promotoras de salud por un especialista en control de vectores del MINSA.



Las promotoras de salud capacitadas realizan visitas domiciliarias y promoción de higiene.





La fumigación en las casas de San Jacinto mata a los mosquitos adultos, rompiendo su ciclo de vida.



Se toman muestras de los barriles de para revisar la presencia de larvas de mosquitos. Se pone un larvicida en los barriles como este.



Letreros localizados estratégicamente ponen freno a los botaderos de basura.





Una manta en el centro de la comunidad dice “Todos Juntos por un San Jacinto Limpio”, con el fin de promover la campaña de higiene ambiental.



Altos niveles de participación en la recolección de basura durante una de las jornadas de limpieza.



Se hacen pequeñas fogatas para quemar parte de la basura recogida en la comunidad.





El camión provisto por la Alcaldía de Telica es utilizado para transportar la basura recolectada en San Jacinto.



El staff de Mercy Ships y el MINSA se reúne con cada una de las comunidades para adjudicar el premio a la “casa más limpia”.



Una de las ganadoras del concurso de la casa más limpia recibe algunas herramientas domésticas de Mercy Ships y el MINSA.





Vista de Gracias a Dios hacia El Ojochal del Listón. Se puede ver que hay pocos árboles antiguos en esta área.



Esta área de ladera deforestada es quemada para cazar animales que anidan en madrigueras o bajo las rocas.



La leña recolectada después de la quema de las laderas remueve casi toda la cobertura de vegetación.





La deforestación resulta en erosión del suelo y una rápida e incrementada escorrenia.



Un negocio de carpintería en Gracias a Dios es uno de los usuarios de los recursos forestales, pero también demuestra el mercado potencial del comercio forestal.



El staff forestal de Mercy Ships se reúne con los productores en sus fincas para evaluar las prácticas existentes y considerar el potencial para la reforestación.





Cinco de los productores participantes traen semillas que han recolectado, para que sean escogidas, tratadas y plantadas en el vivero.



Los productores preparan el sustrato con una mezcla de tierra, arena y estiércol, en el vivero de árboles en la escuela.



Los niños de la escuela llenan bolsas con la tierra preparada.





El Asistente Forestal de Mercy Ships, Marlon Mendoza, muestra a una estudiante cómo reducir la densidad de las plantas sembradas.



Parte de las 5,000 plantas de Eucalipto que fueron plantadas.



Los productores llegan muy temprano en la mañana para recoger las plantas del vivero, utilizando una carreta tirada por bueyes.





Un saludable árbol de Madero Negro es plantado para formar un nuevo cerco.



Los “ecofogones” introducidos en este proyecto consumen 50% menos leña que las cocinas tradicionales de tres piedras, debido a su innovador diseño que aísla el calor y hace circular los gases.





Un promotor de PROLEÑA explica a los participantes del proyecto cómo funcionan los ecofogones.



Se entregan 25 ecofogones a las familias de los 25 productores que participaron en el proyecto de reforestación.

