

Sistemas de abastecimiento de agua en la zona indígena Cabécar-Chirripó



Abstract

This project consists on the design of water supply systems in the indigenous zone Chirripó-Cabécar.

Within the objectives of this project it is to put in practice appropriate alternative technologies. Has is for aqueducts design for difficult access zones, determine the list of materials along with the capital costs of the water supply system and the construction blue prints.

User guides were developed, with the purpose of stimulating the indigenous community to participate in the construction, operation and maintenance of the water supply system.

More attention must be render to these distant communities, more projects must be developed on their benefit and a call upon the institutions implicated must be done so they do a reorganization of their procedures and standards in order to obtain viable proposals for the indigenous zone.

Key words

Water supply
Alternative technology
Community Participation

Resumen

Este proyecto consiste en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua en la zona indígena Cabécar-Chirripó, situada en la provincia de Cartago.

Dentro de los objetivos de este proyecto está el llevar a la práctica una alternativa apropiada para el diseño de acueductos en zonas de difícil acceso, determinar la lista de materiales junto con los costos capitales de los acueductos y los planos de construcción.

Se desarrollaron guías de construcción, operación y mantenimiento de los acueductos además de un panfleto educativo, con el fin de incentivar a la propia comunidad indígena a participar en dichas actividades.

Se les debe prestar mayor atención a estas comunidades lejanas; desarrollar más proyectos en su beneficio y hacer un llamado a las instituciones involucradas para que hagan una reestructuración de sus procedimientos y normas para que sus propuestas sean viables en la zona indígena.

Palabras clave

Abastecimiento de agua
Tecnología apropiada
Participación comunidad

ING. JOSÉ ANDRÉS ARAYA OBANDO

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Julio del 2007

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

PREFACIO	1
RESUMEN EJECUTIVO.....	2
INTRODUCCIÓN.....	6
METODOLOGÍA.....	7
RESULTADOS	8
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	26
CONCLUSIONES	31
APÉNDICES.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS. ¡Error! Marcador no definido.	
REFERENCIAS	35

Prefacio

La comunidad Cabécar de Chirripó es la comunidad indígena más numerosa de Costa Rica. Habita en un territorio de más de mil kilómetros cuadrados. Los problemas, producto del saneamiento básico ambiental deficiente en toda la región, son frecuentes, ya que servicios básicos como los sistemas sanitariamente seguros para el abastecimiento de agua, no están disponibles en la zona. La disposición de excretas es otro aspecto muy importante, ya que la disponibilidad de servicios sanitarios es mínima, las letrinas son escasas y las medidas higiénicas son deficientes.

Las deficiencias en el saneamiento básico ambiental, especialmente en cuanto a la disposición de excretas, favorecen en gran manera el desarrollo e incidencia de patologías como la parasitosis intestinal, y las enfermedades diarreicas, entre otras. Mientras estas condiciones se mantengan, cualquier otro esfuerzo, será menoscabado por tales situaciones.

La mejoría en la calidad del agua y de los acueductos asegura que con las medidas de higiene adecuadas, muchas patologías, como las ya mencionadas, se verán disminuidas en su frecuencia y gravedad. Así mismo, con la disposición adecuada de las excretas, se disminuiría la posibilidad de contaminación, tanto de fuentes de agua, así como de alimentos y objetos, lo cual también mejorará las condiciones de vida de los pobladores.

Resumen ejecutivo

Los pobladores de la comunidad indígena Cabécar de Chirripó, son considerados como indigentes dado que no existen fuentes formales de trabajo dentro de la reserva, a su aislamiento geográfico y al abandono en que han estado sumidos por parte del Estado.

Esta comunidad, con el apoyo de la CCSS, había desarrollado a principios del año de mil novecientos noventa y nueve, un proceso participativo de identificación y priorización de sus necesidades, el cual señaló el mejoramiento de las condiciones del saneamiento básico en las escuelas, como su más importante prioridad.

En ese proyecto participan varias de las comunidades de la reserva, a través de su asociación de desarrollo, sus juntas de educación y patronatos escolares, así como los maestros de las escuelas y los técnicos en atención primaria en salud (ATAPS).

En junio de mil novecientos noventa y nueve se suscribió un acuerdo de cooperación para llevar a cabo la primera etapa del proyecto regional "La salud de las poblaciones indígenas: mejoramiento de las condiciones ambientales (agua y saneamiento)". Cuyo objetivo fue contribuir a la disminución del riesgo existente para la transmisión de enfermedades.

La Dirección Regional Central Sur y el departamento de saneamiento básico de la Caja Costarricense del Seguro Social, solicitaron a la OPS/OMS participar en la segunda fase del proyecto regional, al plantear una propuesta de proyecto para impulsar el mejoramiento del saneamiento básico ambiental en escuelas primarias de la zona indígena Cabécar-Chirripó.

La ejecución del proyecto esta a cargo de la CCSS, a través de la sede de la Regional Central Sur donde el coordinador técnico es el Dr. Luís Antonio Meneses.

El proyecto, en su etapa inicial presentó demoras, tanto desde el punto de vista institucio-

nal, como por el manejo de los recursos, y la necesidad de aplicar tecnología alternativa dadas las características de la zona.

Se realizaron estudios básicos de ingeniería, por parte del AyA, para estimar los sistemas de abastecimiento de agua y surgieron una serie de diseños que resultaron poco factibles para la zona, debido a que se utilizaron los métodos convencionales aplicados a zona urbana.

Los diseños propusieron materiales y procedimientos tradicionales con cantidades difícilmente manejables ante las condiciones topográficas de acceso. A partir de esa situación se propone esta investigación, para encontrar la tecnología apropiada para llevarla a la práctica.

Además enfatizar que se deben analizar aspectos de toda índole, como el impacto social, la aceptación e interés de la tecnología por parte de comunidad, aspectos de administración, operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento, entre otros.

La presente investigación representa una apertura para futuros proyectos, especialmente para la Escuela de Ingeniería en Construcción, puesto que incentivan a la comunidad universitaria a involucrarse con la comunidad indígena costarricense, la cual necesita urgentemente de la intervención en aspectos de agua y saneamiento, en caminos de acceso, en infraestructura médica, puentes para no cruzar ríos de gran caudal entre otras necesidades.

Los objetivos generales de este proyecto son diseñar y construir los sistemas para el abastecimiento seguro de agua de calidad, en tres comunidades de la zona indígena Chirripó Cabécar.

Dentro de los objetivos específicos están llevar a la práctica una alternativa apropiada para el diseño de acueductos en zona de difícil acceso; determinar la lista de materiales, planos

de construcción y costos capitales de los sistemas de abastecimiento de agua; proveer un plan de operación y mantenimiento para los sistemas de acueductos alternativos, junto con una guía de construcción y elaborar un paquete de información educativa relacionado con temas como la importancia del agua, hábitos de higiene, ecosaneamiento, entre otros.

Se procedió con el levantamiento topográfico, se utilizó la tecnología del GPS (aparato que utiliza las señales que envían los satélites artificiales para calcular e indicar la posición, coordenadas, altitud, de donde se encuentra situado). Además, se recopiló información acerca de estudios socioeconómicos, de infraestructura habitacional, abastecimiento de agua, deficiencias saneamiento básico ambiental, según los registros históricos de los médicos de la zona.

Se tomaron muestras de agua para realizar el análisis en el laboratorio nacional de aguas de AyA; se aforaron las nacientes; además, se realizó el estudio de la población, se recopilaron datos, registros históricos, y entrevistas a la población indígena.

Por otra parte, se realizó una investigación en relación con las tecnologías aplicables en la zona, se consideran aspectos de transporte, construcción y fácil entendimiento de la tecnología para la población indígena, para que se involucre totalmente con los sistemas de abastecimiento de agua, con el fin de que comprendan su funcionamiento, la importancia para la comunidad y que contribuyan a cuidarlo.

A continuación se presenta un resumen de las diferentes tecnologías que se pueden aplicar en la zona indígena, debido a sus características de manejo, instalación, uso y mantenimiento:

Sistema prefa PC

Es un sistema modular de paredes prefabricadas de concreto reforzado, diseñado de manera que el montaje pueda ser efectuado por grupos de cuatro trabajadores sin que se requiera equipo especial.

No hay que formaletear ni apuntalar, tampoco se necesita mano de obra, ni equipo especializado. Estas cualidades son las que permiten construir su obra en un plazo mucho menor que el de los sistemas tradicionales,

convirtiendo el proceso de construcción en un proceso de montaje en serie.

Este sistema cuenta con una base de extensión de columna que permite construir muros de retención de un metro de altura, donde se utilizan los mismos elementos prefabricados.

Tanques de plástico reforzado con fibra de vidrio

Este tipo de tanques se desarrollan según las normas de procesos de producción industrial y son muy livianos. Por medio del control en fábrica se evitan errores del proceso de construcción, tales como fugas, baja calidad de mezclas y repellos. Además, se logran dimensiones exactas, así como la apropiada colocación de sus elementos de entrada y salida.

Las ventajas que presentan estos tanques de plástico reforzado con fibra de vidrio en contraposición a los tanques de block y concreto, es que aquellos son muy livianos y de fácil transporte y manejo. Por ser apilable permite acarrear varias unidades en muy poco espacio con costos muy bajos. Está calculado para que pueda ser transportado por dos personas en cualquier condición de terreno.

El diseño prefabricado y su forma permiten una fácil y económica instalación, lo cual ahorra horas de trabajo y molestias causadas por las condiciones climáticas.

El costo del tanque de plástico reforzado y su instalación es menor que el presentado por las alternativas de concreto.

Tanques de polietileno

En el mercado existen numerosas modalidades según las aplicaciones requeridas, como por ejemplo, tanques subterráneos, los cuales están diseñados especialmente para soportar la presión ejercida, tanto interior como exterior. Tiene un veinte por ciento de refuerzo de materia prima en las paredes y fondo; el tanque bicapa que cuenta con un fondo reforzado y cinchos de refuerzo en las paredes. El material es de polietileno, el cual permite capacidades de hasta cinco mil litros.

Caja para válvula

Cajas pequeñas para la colocación y operación de válvulas. Existen unas cajas de polietileno rotomoldeado, con una capacidad de 23 litros para ser utilizada con tapa o con rejilla para el registro de las válvulas. Cuentan con un sistema de empaques en 2", 3" y 4" (pulgadas), es totalmente hermético y permite una instalación totalmente flexible.

Otra opción sería utilizar unas cajas que inicialmente están hechas para trampas de grasas, en plástico reforzado, en fibra de vidrio y adaptarla para que sirva como registro de válvulas, de esta forma se evita construir estas estructuras en concreto.

Resultados obtenidos

Se realizaron los diseños para tres comunidades indígenas de Roca Quemada, Nari Nak y Paso Marcos. Para cada uno se confeccionaron los planos de construcción y se determinó la lista de materiales.

Para los tres acueductos el diseño dio como resultado tubería de PVC diámetro nominal de cincuenta milímetros (dos pulgadas) SDR 41. Al ser un espesor delgado, permite menos peso por unidad. No es necesario colocar una tubería con un SDR más resistente, el punto está en revisar los procedimientos de construcción, ya que con una adecuada inspección no es necesario aumentar el costo del proyecto utilizando un calibre que sobrepase realmente el que se necesita.

El acueducto ubicado en la comunidad de Roca Quemada, abastece una población de ciento cuarenta personas; la naciente tiene una capacidad de producción de dos litros por segundo, según el aforo realizado en setiembre del año pasado (2006). Este sistema de abastecimiento de agua se compone de una captación construida con baldosas de concreto y con un tanque subterráneo de dos mil quinientos litros hasta un tanque de almacenamiento de polietileno con capacidad de cinco mil litros (5 m³), también posee un tanque quiebragradiante de plástico reforzado con fibra de vidrio. Este acueducto tiene una longitud total de mil trescientos noventa y tres metros y un costo de siete millones setecientos cuarenta y ocho mil

colones y la construcción tiene una programación de siete semanas aproximadamente.

El acueducto de la localidad de Nari Nak abastece una población de doscientas doce personas; según el aforo realizado en setiembre del año pasado, la naciente tiene una capacidad de dos litros por segundo. Este sistema de abastecimiento se compone de una captación, dos tanques de almacenamiento con capacidad de cinco mil litros (5 m³), y un tanque quiebragradiante con las tecnologías descritas anteriormente. La longitud total es de mil quinientos ochenta y nueve metros, tiene un costo de nueve millones trescientos cincuenta y cuatro mil colones y la construcción tiene una programación de ocho semanas.

El acueducto instalado en Paso Marcos, población de ochenta y nueve personas; según el aforo realizado en setiembre del año pasado en la quebrada se obtuvo un aforo de cuatro litros por segundo. Este acueducto tiene la particularidad, en relación con los anteriores, de que la toma no se hace en una naciente, sino que se construye en la misma quebrada y permite así una opción más para aquellas comunidades en las que tener acceso a una fuente de agua sea de mucha dificultad. Esta presa está diseñada con sistemas de baldosas prefabricadas con una cámara interna de relleno de arcilla para garantizar la impermeabilidad y en la parte superior se construye un vertedero, que es un elemento que permite medir el caudal de la quebrada. Este acueducto tiene una longitud de quinientos noventa metros, un costo de tres millones novecientos ochenta y dos mil colones y la construcción tiene una programación de cuatro semanas.

Adicionalmente se confeccionaron una serie de guías, cuyo objetivo principal es que la comunidad indígena se involucre en las diferentes etapas del proyecto.

El primer folleto consiste en un panfleto educativo, que contiene información acerca del agua, el uso adecuado, cómo conservarla, hábitos de higiene y el concepto de sistemas de abastecimiento de agua y las partes que lo componen.

El segundo folleto corresponde a la guía de construcción en el que se repasan los aspectos básicos para la construcción del acueducto; así como la manipulación y transporte de los materiales con las medidas de seguridad,

aspectos relacionados a la confección de las zanjas, unión de los tubos entre otros aspectos.

El tercer folleto remite a la guía de operación y mantenimiento, en el cual se tratan los aspectos más relevantes de esta etapa, ya que es donde el acueducto queda a cargo de la comunidad, y si no se hace correctamente, el sistema se deteriora con el tiempo, lo cual conduciría al fracaso del proyecto.

Estas guías deben ser tomadas en cuenta para la capacitación y ser tratadas por expertos en comunicación y con el aporte de las instituciones involucradas confeccionar manuales más completos.

Conclusiones

El enfoque que se debe dar a los aspectos relacionados con el suministro de agua es el mejoramiento de las condiciones higiénicas, saneamiento y salud, lo que permitiría reducir los costos por tratamientos de enfermedades, la mejora en la calidad y dignidad de vida, y, por ende, una lucha contra la pobreza.

La participación de la comunidad en todo el ciclo del proyecto es un factor determinante para tener una mayor probabilidad de lograr la sostenibilidad de los sistemas de agua.

Para poder involucrarse se debe tener una mejor comprensión de las necesidades de la población, del ambiente en el cual se encuentra (físico-socioeconómico) y, además, se requieren cambios institucionales, como la formación de profesionales, técnicos, operarios, entre otros.

La cooperación interinstitucional y de equipos de trabajo interdisciplinarios permiten obtener una visión más integral sobre la problemática y posibles soluciones para la zona indígena. Se requiere que los profesionales encargados de agua y saneamiento, comprendan la realidad. Una forma integral de lograrlo es cuando estudiantes universitarios trabajen en estas comunidades para obtener directamente estas experiencias. Se debe clarificar los roles y responsabilidades institucionales para inversiones y apoyo.

Planificar, diseñar y manejar acueductos, sin tener en cuenta la realidad de los usuarios pone en peligro la sostenibilidad de muchos acueductos y la efectividad de las inversiones, las cuales en el sistema de potabilización del agua se vuelven esenciales para resolver los

problemas de mala calidad del líquido consumido que afecta los niveles de salud y calidad de vida.

Es de vital importancia que se generen beneficios a la sociedad por el tiempo en que la infraestructura ha sido diseñada, los mismos sistemas deben ser sostenidos, financieramente por las comunidades con la ayuda del Estado ya que el monto debe incluirse en el presupuesto ordinario y procurar que genere, en la medida de lo posible, el menor impacto negativo en el medio.

Un problema que se presenta para los pequeños sistemas es que no hay diferenciación especial para estas localidades en materia de tecnología, política, regulación, esquema tarifario y para la recuperación de costos. Otros, son la implementación de tecnología inapropiada, sistemas existentes en malas condiciones, la cultura de dependencia, falta de confianza de las comunidades, falta de educación sobre higiene, sostenibilidad de operaciones y mantenimiento de los sistemas.

Se debe promover la educación en materia de agua y saneamiento, programas de seguimiento, operación y mantenimiento. El propósito general de estos trabajos es asegurar que la salud, presente y futura, y la educación de los niños en edad escolar mejoren a través de nuevos hábitos de higiene y de un ambiente escolar sano.

Las intervenciones políticas deben estar orientadas hacia la salud escolar, higiene y nutrición y al desarrollo de las capacidades. La educación en higiene no tiene sentido y deja de ser realista cuando no está acompañada de una adecuada infraestructura en agua y saneamiento.

Introducción

En Costa Rica, las reservas indígenas no cuentan con condiciones sanitarias óptimas, sufren enfermedades infectocontagiosas, algunas de transmisión hídrica, y no tienen la infraestructura apropiada para hacerle frente a la situación. De forma paralela, existe otro asunto aún más complicado, ya que las instituciones públicas deben intervenir en la solución de este problema, pero a la vez están muy limitadas por los reglamentos y falta de iniciativas, se dan entrambamientos burocráticos, que complican la implementación de nuevas tecnologías sanitarias para aplicar a estas zonas indígenas de difícil acceso. El diseño e instauración de sistemas de acueductos apropiados, ha sido una labor ardua debido a las dificultades topográficas y a los problemas para adecuar el sistema tradicional a las condiciones de vida de esta población.

A continuación se presenta una propuesta que pretende analizar desde otra perspectiva mejorar el diseño y la construcción de sistemas para el abastecimiento de agua, y así afrontar implicaciones sociales, de salud, tecnológicas, económicas, institucionales y ambientales que dicho proceso conlleva.

Los objetivos generales de este proyecto es diseñar y construir los sistemas para el abastecimiento seguro de agua de calidad en tres comunidades de la zona indígena Cabécar-Chirripó.

Los objetivos específicos plantean la implementación de una alternativa apropiada para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua en zona de difícil acceso; determinar la lista de materiales, planos de construcción y costos capitales de los acueductos, proveer un plan de operación y mantenimiento para los sistemas de acueductos alternativos, junto con una guía de construcción, así como elaborar un paquete de información educativa relacionado con temas tales como la importancia del agua, hábitos de higiene y ecosaneamiento, entre otros.

Metodología

En junio de mil novecientos noventa y nueve se suscribió un acuerdo de cooperación entre la CCSS y la OPS para llevar a cabo la primera etapa del proyecto regional “La salud de las poblaciones indígenas: mejoramiento de las condiciones ambientales (agua y saneamiento)”.

La Dirección Regional Central Sur y el departamento de saneamiento básico de la Caja Costarricense del Seguro Social, solicitaron a la OPS/OMS participar en la segunda fase del proyecto regional, al plantear una propuesta para impulsar el mejoramiento del saneamiento básico ambiental en escuelas primarias de Chirripó Cabécar. El proyecto, al inicio, presentó numerosas trabas, tanto desde el punto de vista institucional, como por el manejo de los recursos, y la necesidad de aplicar tecnología alternativa, dadas las características de la zona.

Se realizaron, por parte del AyA, estudios básicos de ingeniería y surgieron una serie de diseños que resultaron poco factibles para la zona. Debido a que se utilizaron los métodos convencionales aplicados a zona urbana y no se tomó en cuenta realmente el impacto que tendría este proyecto al implementarlo en la zona indígena (problemas topográficos y de difícil acceso).

Como punto de partida fue tomado en cuenta el informe técnico de diseño elaborado por AyA, y se procedió a la verificación en campo de los datos acerca del diseño. Se realizaron visitas a más de seis comunidades indígenas donde se escogieron, debido a sus características, tres comunidades (Roca Quemada, Ñari Ñak y Paso Marcos), en las cuales se hicieron los estudios para la construcción de los acueductos.

Además, la información recopilada de la población, entrevistando a los pobladores de la zona, fue respaldada por los registros médicos de los puestos de salud. Con la ayuda del GPS, se hizo el levantamiento topográfico de las comunidades y del trayecto por utilizar para las tuberías. También se aforaron las nacientes para así determinar de forma aproximadamente el

caudal que aporta. Por medio de la investigación de los registros médicos y de la población surgió información valiosa relacionada con aspectos socioeconómicos, e infraestructura habitacional y las deficiencias en el saneamiento.

Esta etapa fue muy importantes ya que se demostró la realidad que existe en esta zona indígena; así como lo difícil que es comunicarse y lo complicado que son los caminos (recorridos de muchas horas y en ocasiones días, cruzando ríos caudalosos entre otros). Toda esta experiencia se conjugó para lograr comprender la necesidad de plantear proyectos con tecnología alternativa y adaptable a la zona.

Posteriormente, se investigó por medio de Internet y visitas a los diferentes proveedores sobre tecnología apropiada aplicable para los diseños. Una vez concluida dicha etapa investigativa se realizó el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua y la elaboración de los planos de construcción.

Después se elaboró una propuesta para establecer la construcción de los sistemas de abastecimiento de agua en la zona indígena por medio del análisis de los numerosos factores políticos, económicos, culturales, así como la creación de una agencia de acción, la cual va a ser el ente intermediario entre la zona indígena y el exterior, brindará asesoría técnica y permitirá la participación de la comunidad.

La investigación realizada por medio de Internet y en la biblioteca del AyA, proporcionó material para la elaboración de una guía de operación y mantenimiento para los acueductos, un panfleto educativo con aspectos relacionados al agua y finalmente una guía de construcción. Esta fase es importante ya que se brinda las herramientas necesarias para que la comunidad indígena pueda participar de manera directa en las etapas, ya sea de construcción, como de operación y mantenimiento. Finalmente, se calcularon los materiales y el costo capital de cada proyecto.

Resultados

Datos Reserva Indígena Chirripó-Cabécar

Condiciones geográficas

Los cambios en altitud de la geografía, prevaleciente en esta zona, hace que se den múltiples tipos de bosques con un predominio del trópico lluvioso, y transición a premontano en las zonas altas; por eso los cambios de la temperatura son muy abruptos en menores recorridos. Siendo la cordillera de Talamanca una barrera climatológica, hace de esta zona un lugar de grandes precipitaciones lluviosas durante el año, con gran cantidad de regiones que aún mantienen su vegetación casi intacta, y a la cual solamente se tiene acceso, en la mayoría de los casos, mediante senderos o trillos que rodean cerros y montañas, cruzan por quebradas y ríos, y que constantemente cambian su forma dependiendo de las condiciones del clima, las crecidas de los ríos, los derrumbes del camino, y los cambios en la vegetación. La duración de las caminatas para acceder a los diferentes sitios, también se ve afectada por estos factores.

Ubicación

El acceso a la reserva, se lleva a cabo por la provincia de Cartago, cantón de Turrialba, siguiendo el camino que comunica los distritos de La Suiza, con Tayutic, Grano de Oro, y el nuevo distrito de Chirripó. Después del poblado de Jicotea, el camino es de lastre, bordeando algunas zonas montañosas, y se caracteriza por la gran cantidad de precipicios y áreas con facilidad de derrumbes. Por medio de este camino, se llega al distrito de Grano de Oro, que se encuentra en las afueras de la Reserva indígena

de Chirripó. De esta carretera principal, se derivan caminos que permiten el acceso a diversas poblaciones, o a los trillos dentro de la montaña, a los cuales se debe ingresar caminando (Ver figura 1 y 2, y cuadro 1).

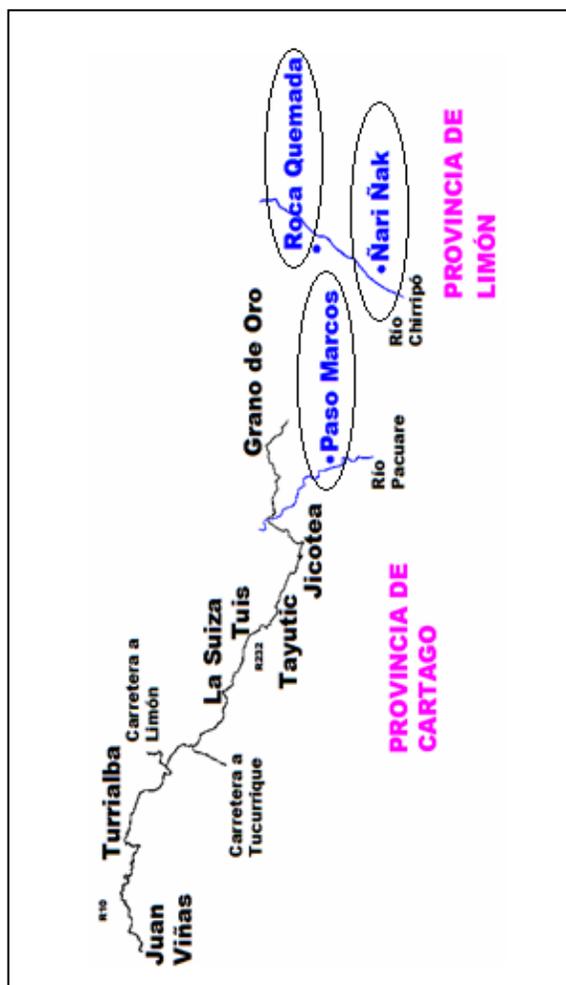


Figura 1. Ingreso a la reserva indígena Chirripó Cabécar (Se indican las comunidades escogidas para este proyecto)

CUADRO 1. UBICACIÓN COMUNIDADES INDÍGENAS

Comunidad	Coordenadas	Altitud
Tsiniclorí (Roca Quemada)	Se encuentra situada entre las coordenadas Lambert 197-199 y 605-607 de la hoja Chirripó (3545 III) del Instituto Geográfico Nacional	De 553 a 689
Ñari Ñak	Se encuentra situada entre las coordenadas Lambert 194-196 y 604-606 de la hoja Chirripó (3545 III) del Instituto Geográfico Nacional	De 557 a 760
Paso Marcos	Se encuentra situada entre las coordenadas Lambert 194-196 y 604-606 de la hoja Chirripó (3545 III) del Instituto Geográfico Nacional	De 670 a 725

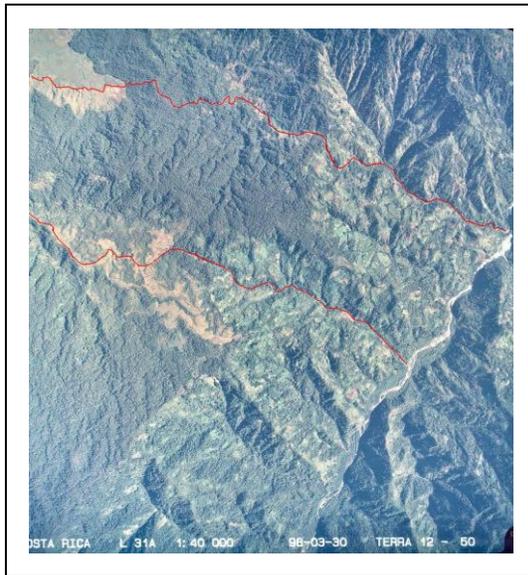


Figura 2. Fotografía aérea reserva indígena

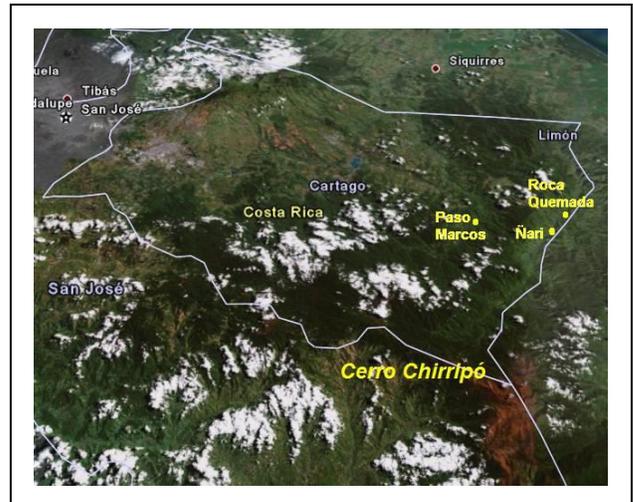


Figura 4. Imagen 3D Ubicación Comunidades

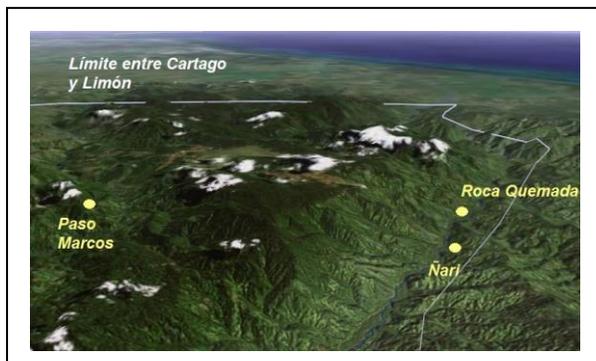


Figura 3. Imagen 3D Ubicación Comunidades

Estudios socioeconómicos

La economía de la población indígena es básicamente de subsistencia, caracterizada por el cultivo y consumo de diversos productos (fríjol, tubérculos y banano), que luego son llevados a los poblados de Grano de Oro y Alto Quetzal para ser vendidos, usualmente por intermediarios, que terminan obteniendo las mayores ganancias de los mismos.

El cultivo y producción para la venta, es reciente, y aún no se encuentra del todo desarrollado como una fuente de trabajo y mantenimiento para las familias, que más bien acostumbran negociar con los excedentes (trueque).

Actividades económicas primarias:

Son las mayoritarias en la zona, representadas por el cultivo de frijoles, tubérculos y banano, en las poblaciones indígenas, y algunas actividades de cría de ganado y producción de leche en la región de Grano de Oro. La crianza de cerdos, constituye otro elemento de subsistencia, y se usa para consumo local o intercambio, ya sea por dinero o por productos de consumo. Otros productos como el pejibaye, la guayaba y las naranjas, entre otros, no son explotados.

Actividades económicas secundarias:

En la zona, no hay industrias que promuevan fuentes de trabajo y desarrollo de la mano de obra local. El desarrollo de la industria turística es muy escaso, solo se cuenta con un hotel de montaña, privado, que solamente utiliza poca cantidad de mano de obra local de Grano de Oro. El aserradero La Fortuna es una importante fuente de trabajo, tanto para la población de Grano de Oro, así como para algunos indígenas, últimamente ha prescindido de la mayoría de sus empleados y permanecen solamente con una pequeña cantidad de personal, lo cual ha creado un gran aumento en el desempleo de la zona.

Actividades económicas terciarias:

Las actividades económicas terciarias tampoco se encuentran bien desarrolladas o establecidas en la región. Se cuenta con aproximadamente cinco sitios abastecedores de productos para la canasta básica en la población de Grano de Oro, dos en Tsipirí, uno en Xiquiali, otro en Alto Quetzal y otro en Paso Marcos. Aparte de los mencionados, no hay ningún otro establecimiento dentro de la reserva indígena.

Infraestructura habitacional

Dentro de la reserva encontramos tres tipos de estructura arquitectónica de predominio (tipologías), dentro de los cuales el rancho rectangular es el más común, seguido por el circular y la casa de madera. El clásico rancho tanto rectangular como circular, cuenta con una estructura de techo en suite entrelazada para no permitir el ingreso de agua, pared periférica, única, de caña con un esqueleto de troncos de madera, que conforman un único espacio interno. El piso es de tierra, tanto los camastros que son del mismo material que las paredes, como las hamacas, se localizan en el perímetro interior de las chozas. En el centro de ambos tipos de viviendas se encuentra el fogón sobre el piso, que está formado por tres troncos de mediano espesor que conforme se gasta se van aproximando.

La mayoría de las chozas no cuentan con agua potable y las que la tienen cerca es por medio de mangueras que se colocan afuera de las chozas. El "sanitario" es de tipo hueco, el cual sitúan alejado de las chozas y no todas cuentan con este.

Algunos de estos ranchos se les han realizado algunos cambios como: techo mixto (zinc y suite). Fogones en alto, en un cajón de madera relleno de barro sobre el cual se colocan los troncos y manguera dentro de la choza. Los cuartos de baño, no es común que existan, pero algunos los localizan fuera de la choza, sin techo, de paredes de latas u otros materiales, con la llegada de manguera.

En algunas comunidades de fácil acceso se puede encontrar casas de madera sobre pilotes, conformadas por tres cuartos de dormitorio, con techo de zinc, una sola pared de tablón y ventanas de madera y un espacio, mas bajo, de piso de tierra, junto a la choza para ser utilizado como cocina. La mayoría de estas edificaciones, no son utilizadas como sitio de habitación, sino que se usan como bodegas por los mismos indígenas. Es importante recalcar que la mayoría de las viviendas en la zona corresponden a ranchos hechos de "caña brava", generalmente muy separados unos de otros y rodeados de tierras que se utilizan para cultivo de productos de consumo, así como para criaderos de cerdos y otros animales.

Deficiencias saneamiento

Los problemas en el saneamiento básico ambiental en toda la región son frecuentes, ya que servicios básicos como los acueductos no están disponibles en la zona, por lo tanto, las fuentes de agua se encuentran dispersas, usualmente mal ubicadas y expuestas, y el sistema de distribución, por medio de mangueras, mal planificado. El acceso al agua, y la calidad de la misma son deficientes.

La disposición de excretas es otro aspecto muy importante, ya que la disponibilidad de servicios sanitarios apropiados es mínima, las letrinas también son escasas, lo más frecuente son huecos, mal ubicados, incluso cerca de las fuentes de agua, sin ningún sistema de protección o drenaje. El uso del campo también es frecuente. El manejo de la basura, también es un problema, y aunque los desechos contaminantes no son tan frecuentes, el manejo de los mismos es totalmente inadecuado.

Las deficiencias en el saneamiento básico y ambiental, especialmente en cuanto a la disposición del agua y el desecho de excretas, favorecen de gran manera el desarrollo, mantenimiento e incidencia de patologías como las parasitosis intestinales y las enfermedades diarreicas, entre otras.

Abastecimiento de agua

En la región no existen acueductos, excepto en el poblado de Grano de Oro, donde el acueducto establecido es del tipo rural, manejado por un comité comunal. Este acueducto cuenta con tres nacientes, con un tanque recolector en cada una de las nacientes y una distribución por medio de tuberías de PVC, hacia los hogares. El agua no recibe ningún tratamiento.

En el resto de las comunidades dentro de la reserva indígena, la distribución de agua se realiza a partir de nacientes de agua, de las cuales se derivan sistemas con manguera de polietileno, los cuales no llegan a todas las casas de habitación donde la mayoría se encuentran en mal estado y con malas conexiones. En la mayoría de las casas, el agua es recolectada en recipientes que permanecen fuera de la casa, durante todo el día, y de los cuales se utiliza el agua para el lavado de manos, utensilios y para la alimentación. La mayoría de las “fuentes de

agua” en realidad corresponden a quebradas o ríos (captaciones superficiales), los cuales no cuentan con ningún tipo de protección contra desechos, animales o cualquier otro tipo de contaminación que se pueda presentar. Además, la mayoría de las mangueras, pasan por los caminos principales, algunas veces enterradas pocos centímetros, en otras ocasiones por encima de los árboles y algunas veces, solamente sobre la tierra. Las conexiones entre una manguera y otra, usualmente son fáciles de despegar, por estos motivos, es usual que el servicio de “aguas” se interrumpa frecuentemente, así como, que la misma se encuentre muy contaminada.

Otros accidentes usuales suelen ser la destrucción de una o varias mangueras a causa de los trabajos con cuchillos y machetes, y la desconexión de mangueras causada por personas que desean tomar agua en el camino o por animales como cerdos o caballos. Existen, además, desechos en los ríos o quebradas y en las zonas circundantes a las captaciones; hay también lugares que se utilizan para el desecho de materias fecales, en caso de ausencia de letrinas. También es usual el lavado de ropas, y otros materiales.

Levantamiento topográfico

Se hizo un reconocimiento de la zona de captación, de las probables líneas de conducción, de sitios probables para los sistemas alternativos de tratamientos de agua, así como los tanques de almacenamiento, entre otros. Después de estos reconocimientos se hizo los levantamientos topográficos con la ayuda de un GPS, y se hicieron los perfiles.



Figura 5. Levantamiento topográfico

CUADRO 2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PASO MARCOS

Punto	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
PS	0 593 245	0 197 409	670
A	0 593 269	0 197 326	677
B	0 593 363	0 197 325	692
INTER.	0 593 377	0 197 311	693
C	0 593 419	0 197 326	698
D	0 593 448	0 197 317	719
Tanque	0 593 522	0 197 347	725
E	0 593 332	0 197 298	685
F	0 593 299	0 197 277	681
G	0 593 334	0 197 197	683
Escuela	0 593 264	0 197 208	676

CUADRO 3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ROCA QUEMADA

Punto	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
a	0 606 593	0 197 863	553
b	0 606 659	0 197 953	556
Escuela	0 606 626	0 198 136	571
c	0 606 534	0 198 192	577
d	0 606 362	0 198 287	576
Río	0 606 310	0 198 345	574
e	0 606 153	0 198 480	594
f	0 606 025	0 198 605	623
g	0 605 954	0 198 729	666
h	0 605 991	0 198 858	689
Cptac	0 606 010	0 198 890	687

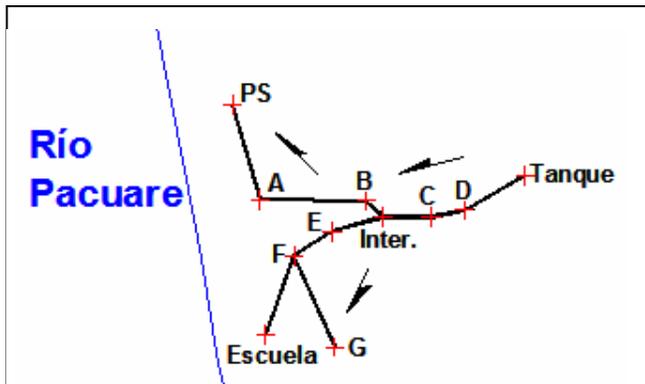


Figura 6. Ubicación puntos levantamiento Paso Marcos (ver apéndice 3, sección 1)

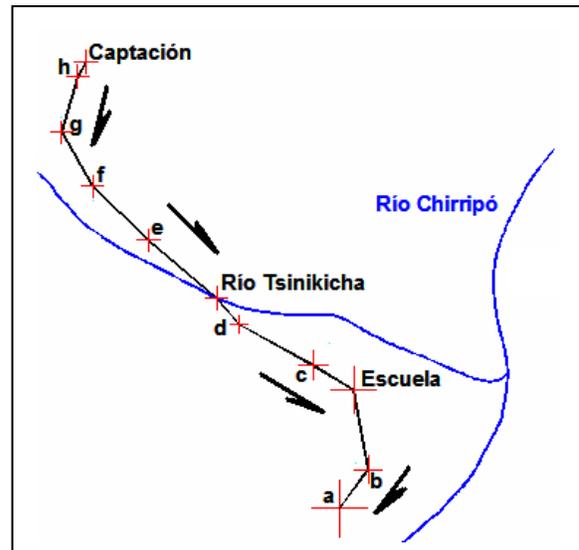


Figura 7. Ubicación puntos levantamiento Roca Quemando (ver apéndice 3, sección 1)

CUADRO 4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ÑARI ÑAK

Punto	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
A	0 604 659	0 194 652	597
Escuela	0 604 698	0 194 720	591
B	0 604 823	0 194 789	577
C	0 604 852	0 194 789	583
D	0 604 982	0 194 818	597
E	0 605 042	0 194 792	617
F	0 605 085	0 194 777	624
G	0 605 158	0 194 732	631
Iglesia	0 605 232	0 194 596	662
H	0 605 239	0 194 502	677
I	0 605 284	0 194 495	687
J	0 605 357	0 194 412	702
K	0 605 394	0 194 384	717
L	0 605 448	0 194 345	730
Naciente	0 605 471	0 194 245	760
Choza	0 604 766	0 195 037	595
Up	0 604 749	0 195 164	584
M	0 604 792	0 194 943	595

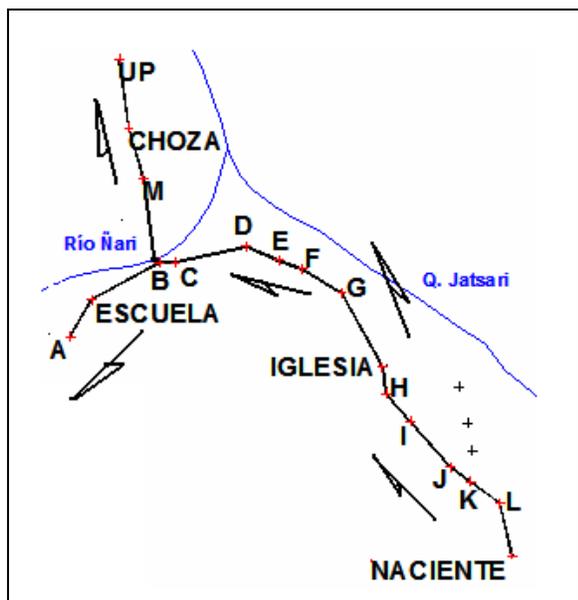


Figura 8. Ubicación puntos levantamiento Ñari (ver apéndice 3, sección 1)

Estudio de la población

Los datos de la población se registraron en cada gira, con la colaboración de los técnicos de atención primaria ATAP, quienes tienen registros médicos de cada familia en la zona indígena que les corresponde, junto con entrevistas a las familias en estudio.

CUADRO 5. DATOS DE LA POBLACIÓN

Comunidad	Total (personas) ¹	Proyección ²
Roca Quemada	140	306
Ñari Ñak	212	464
Paso Marcos	89	195

1. Información recopilada en sitio
2. Período de diseño 10 años, factor crecimiento 8,14% en ese período



Figura 8. Recopilación datos de población

Dotación

La dotación utilizada para el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua es de ciento cincuenta litros persona por día. Se valoraron porcentualmente los usos y se presentaron para cada caso:

CUADRO 6. PORCENTAJES DE DOTACIÓN

Uso	Porcentaje
Baño	40%
Inodoro	20%
Lavado de ropa	12%
Lavado de platos	10%
Preparación de alimentos	6%
Regado de jardín	6%
Otros (ventanas, carros)	6%

CUADRO 7. USOS DEL AGUA

Ubicación	Usos
Casas	Todos los usos
Escuela	baños (SS), lavamanos, comedor
Iglesia	baños (SS), lavamanos
Salón comunal	baños (SS), lavamanos, comedor
Puesto de salud	baños (SS), lavamanos, ducha

CUADRO 8. DOTACIÓN

Ubicación	Dotación
Casas	150 L/p*d
Escuela	114 L/p*d
Iglesia	90 L/p*d
Salón comunal	132 L/p*d
Puesto de salud	108 L/p*d

Toma de muestras de agua

Se tomaron muestras de agua en las nacientes, en el caso de las comunidades de Roca Quemada y la de Ñari, y en la quebrada de Paso Marcos. Dichas muestras se realizaron con equipo preparado por el laboratorio Nacional de Aguas del AyA,

Se preparaba una hielera con frascos esterilizados de vidrio de 100 ml. para la recolección de muestras para el análisis bacteriológico y un recipiente de un galón para el análisis fisicoquímico.

Con especiales precauciones sanitarias según el manual del curso básico de muestreo de aguas aportado por la Dra. Gabriela Catarinella del laboratorio de aguas. Dichas muestras se mantuvieron en hielo a una temperatura entre 4 y 10 °C, y se entregaron en menos de 24 horas lo que complicó la toma de muestras ya que al encontrarse en la reserva indígena las zonas son

de difícil acceso, por lo que en ocasiones se transportó la hielera en caballo y en otras al hombro.



Figura 9. Toma de muestras de agua

CUADRO 9. RESULTADOS DE DISEÑO ROCA QUEMADA

POBLACIÓN	140,00	p
PRODUCCIÓN	1,35	Lps
FACTOR DE CRECIMIENTO	8,14%	
PERIODO DE DISEÑO	10,00	años
PROYECCIÓN	306,19	p
DOTACIÓN	150,00	L/p*d
CAPACIDAD TANQUE	5,36	m ³
CAUDAL PROMEDIO DIARIO	0,53	Lps
CAUDAL MÁXIMO DIARIO	0,66	Lps
CAUDAL MÁXIMO HORARIO	1,06	Lps

CUADRO 10. RESULTADOS DE DISEÑO PASO MARCOS

POBLACIÓN	89,00	p
PRODUCCIÓN	4,10	Lps
FACTOR DE CRECIMIENTO	8,14%	
PERIODO DE DISEÑO	10,00	años
PROYECCIÓN	194,65	p
DOTACIÓN	150,00	L/p*d
CAPACIDAD TANQUE	3,40	m ³
CAUDAL PROMEDIO DIARIO	0,34	Lps
CAUDAL MÁXIMO DIARIO	0,42	Lps
CAUDAL MÁXIMO HORARIO	0,68	Lps

CUADRO 11. RESULTADOS DE DISEÑO ÑARI ÑAK

POBLACIÓN	212,00	p
PRODUCCIÓN	2,00	Lps
FACTOR DE CRECIMIENTO	8,14%	
PERIODO DE DISEÑO	10,00	años
PROYECCIÓN	463,66	p
DOTACIÓN	150,00	L/p*d
CAPACIDAD TANQUE	5,10	m ³
CAUDAL PROMEDIO DIARIO	0,80	Lps
CAUDAL MÁXIMO DIARIO	1,01	Lps
CAUDAL MÁXIMO HORARIO	1,61	Lps

Nota:

En el apéndice 3, en la sección #1, aparecen todos los cálculos de diseño.

CUADRO 12. ACUEDUCTO DE ROCA QUEMADA

TRAMO	Descripción	Q (lps)	Dint (mm)	P/γ (m)	hf(m)	LEMD	z (m)	L (m)
TRAMO 1	Captación - TA (g)	1,35	57,38	24,98	1,02	692,00	666,00	173,86
TRAMO 2	TA - TQG	1,53	57,38	60,55	1,93	668,50	606,00	255,07
TRAMO 3	TQG - escuela	1,48	57,38	32,8	4,73	608,50	571,00	665,48
TRAMO 4	Escuela - A	0,79	57,38	50,06	0,74	603,80	553,00	298,22

Nota: Caudal (Q), Diámetro interno (Dint) DN 50mm SDR 41, Carga de presión (P/γ), Pérdidas primarias (hf), Línea de energía máxima disponible (LEMD), carga de posición (z) y longitud (L)

CUADRO 13. ACUEDUCTO DE PASO MARCOS

TRAMO	Descripción	Q (lps)	Dint (mm)	P/γ (m)	hf(m)	LEMD	z (m)	L (m)
TRAMO 1	Presa - Intersección	4,22	57,38	30,76	6,24	730,00	693,00	140,44
TRAMO 2	Intersección - A	2,11	57,38	45,30	1,48	723,79	677,00	114,78
TRAMO 3	A - PS	1,98	57,38	51,38	1,00	722,38	670,00	86,68
TRAMO 4	Intersección - F	2,11	57,38	41,67	1,12	723,79	681,00	86,77
TRAMO 5	F - escuela	1,01	57,38	46,46	0,26	722,73	676,00	73,64
TRAMO 6	F - G	1,01	57,38	39,42	0,31	722,73	683,00	86,72

Nota: Caudal (Q), Diámetro interno (Dint) DN 50mm SDR 41, Carga de presión (P/γ), Pérdidas primarias (hf), Línea de energía máxima disponible (LEMD), carga de posición (z) y longitud (L)

CUADRO 14. ACUEDUCTO DE ÑARI ÑAK

TRAMO	Descripción	Q (lps)	Dint (mm)	P/γ (m)	hf(m)	LEMD	z (m)	L (m)
TRAMO 1	Captación - TA	2,00	57,38	44,44	2,06	762,25	715,75	175,00
TRAMO 2	TA1 - TA2	2,56	57,38	43,83	4,67	718,00	669,50	255,60
TRAMO 3	TA2 - TQG1	2,70	57,38	42,33	5,42	671,75	624,00	269,88
TRAMO 4	TQG2 - B	2,57	57,38	44,13	5,12	626,25	577,00	278,13
TRAMO 5	Punto B - A	1,16	57,38	23,32	1,01	621,33	597,00	222,22
TRAMO 6	Punto B - UP	1,16	57,38	35,57	1,76	621,33	584,00	387,25

Nota: Caudal (Q), Diámetro interno (Dint) DN 50mm SDR 41, Carga de presión (P/γ), Pérdidas primarias (hf), Línea de energía máxima disponible (LEMD), carga de posición (z) y longitud (L)

Pérdidas primarias

Se utilizaron dos métodos de cálculo,

Hazen Williams.

$$hf = \left(\frac{Q}{0.2785 * C * (d)^{2.63}} \right)^{1.49} * L_1 \dots\dots\dots EC-1$$

Donde "Q" es el caudal (m³/s), "C" para tubería de PVC tiene un valor de 150, "d" es el diámetro (m), y "L" es la longitud (m).

Darcy Weisbach

$$hf = f * \frac{L}{D^5} * \frac{Q^2}{2g} * \frac{16}{\pi^2} \dots\dots\dots EC-2$$

Donde "Q" es el caudal (m³/s), "f" es el factor de fricción, "D" es el diámetro interno, y "L" es la longitud (m). se consideró una viscosidad de 1,15E-06 m²/s.

CUADRO 15. PÉRDIDAS ROCA QUEMADA

TRAMO	Hazen Williams (m)	Darcy Weisbach (m)	Diferencia entre métodos (m)
TRAMO 1	0,93	1,02	0,09
TRAMO 2	1,72	1,93	0,21
TRAMO 3	4,21	4,73	0,52
TRAMO 4	0,60	0,74	0,14

CUADRO 16. PÉRDIDAS PASO MARCOS

TRAMO	Hazen Williams (m)	Darcy weisbach (m)	Diferencia entre métodos (m)
TRAMO 1	6,21	6,24	0,03
TRAMO 2	1,41	1,48	0,07
TRAMO 3	0,94	1,00	0,06
TRAMO 4	1,06	1,12	0,06
TRAMO 5	0,23	0,26	0,03
TRAMO 6	0,27	0,31	0,04

CUADRO 17. PÉRDIDAS ÑARI ÑAK

TRAMO	Hazen Williams (m)	Darcy weisbach (m)	Diferencia entre métodos (m)
TRAMO 1	1,94	2,06	0,12
TRAMO 2	4,49	4,67	0,18
TRAMO 3	5,23	5,42	0,19
TRAMO 4	4,92	5,12	0,20
TRAMO 5	0,91	1,01	0,10
TRAMO 6	1,58	1,76	0,18

Captación

La caja de captación (empleada en los acueductos de Ñari y Roca Quemada), consiste en una estructura construida con sistema prefabricado de baldosas de concreto de 72 cm ancho, sistema muro de retención, un drenaje recolector con tubería Drenasep, y un tanque de polietileno enterrado, como se ve en la figura 10 y la figura 11.

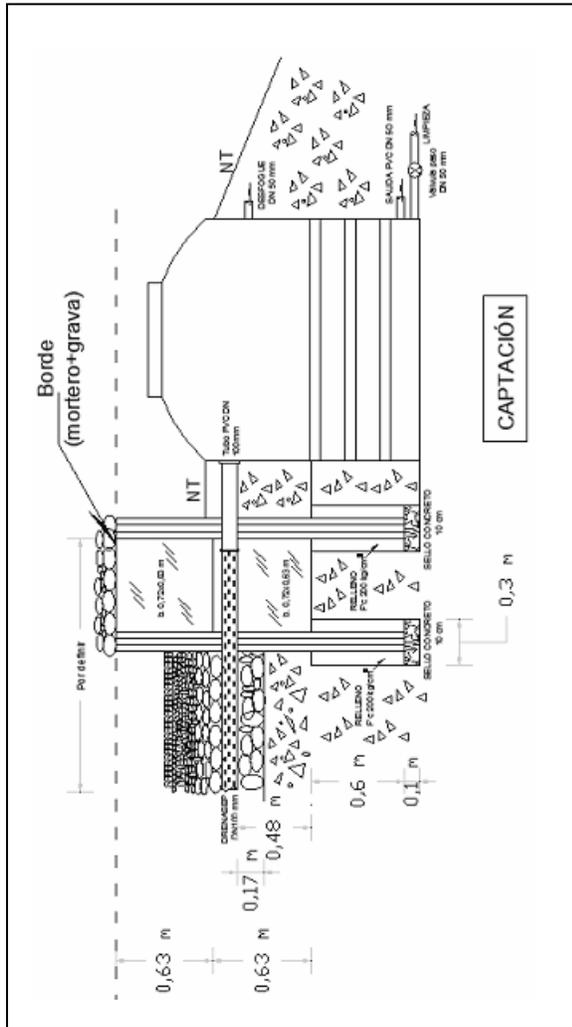


Figura 10. Caja de captación

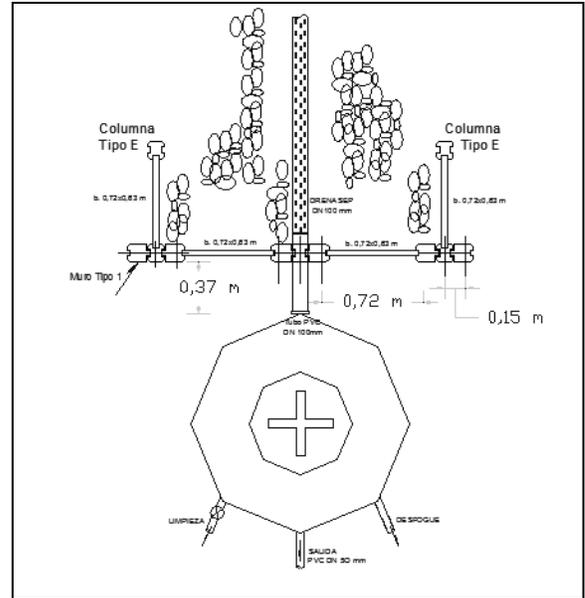


Figura 11. Caja de captación vista en planta

Tanques quebragradientes

Consisten en unos tanques de plástico reforzado con fibra de vidrio con una división interna de 50 cm de altura y 5 cm de espesor, el tiempo de retención oscila de 15 a 20 minutos.

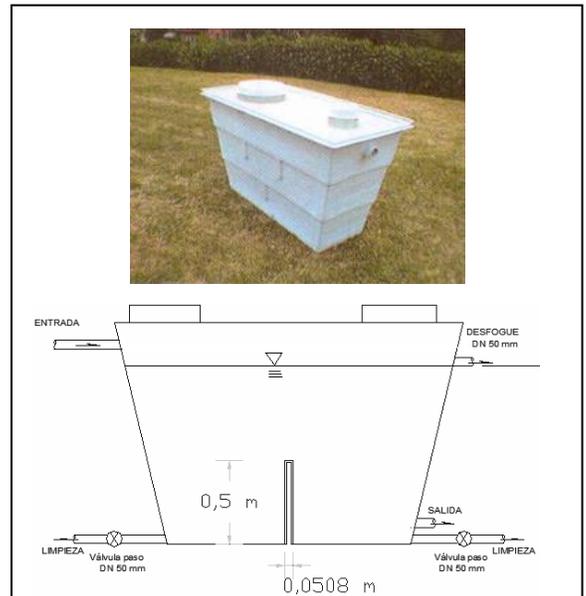


Figura 12. Tanque quebragradiente

Presas

La presa (empleada en el acueducto de Paso Marcos) consiste en una estructura construida con sistema prefabricado de baldosas de concreto de 42 y de 72 cm ancho, sistema muro de retención, dos salidas, una de limpieza y la otra va a la red. La parte superior consiste en un vertedero de 1,92 m de ancho y 15 cm de altura; en la parte interna se rellena con arcilla para más impermeabilización

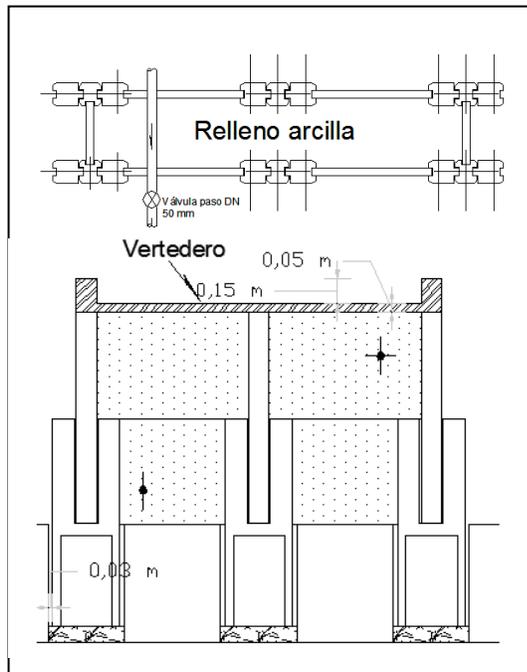


Figura 13. Presa

Sistema de tratamiento

El sistema de tratamiento consiste en un filtro de flujo ascendente, de plástico reforzado con fibra de vidrio. Se le incorporó dos tanques de reserva, uno que toma el agua limpia del filtro y por medio de una bomba manual se le envía el agua al otro tanque que está a una altura superior a la del filtro el cual va a servir para el retrolavado.

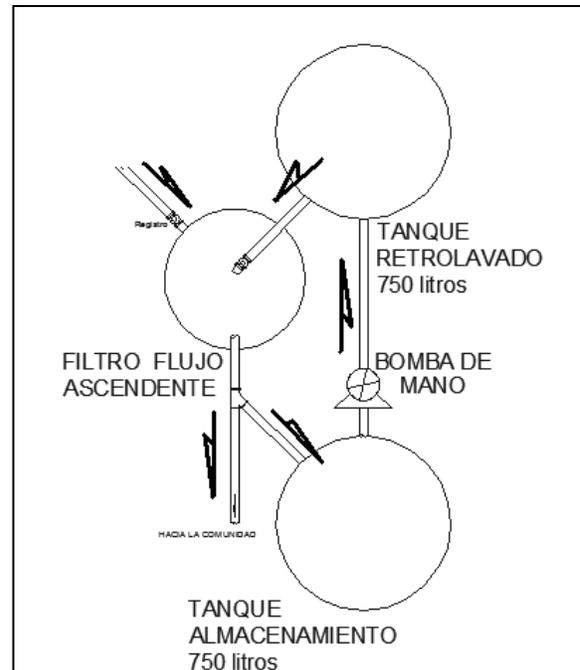


Figura 14. Sistema de tratamiento

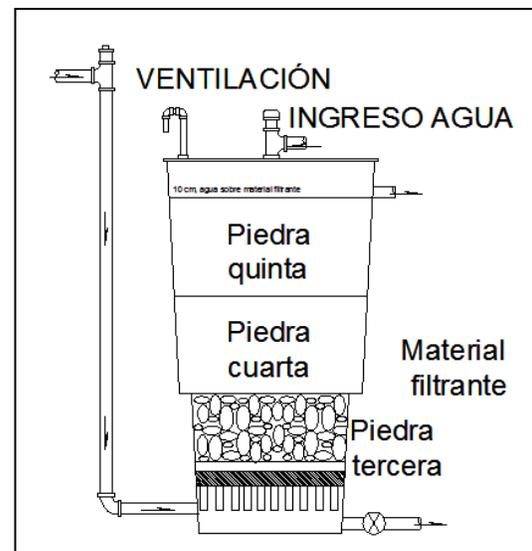


Figura 15. Filtro de flujo ascendente

Bomba manual UNIMADE

La bomba opera mediante un cilindro por el que se desliza verticalmente un pistón. En la parte inferior de este cilindro se tiene una válvula check. La varilla mueve el pistón mediante la acción de la palanca de la bomba. La acción de bombeo consiste en un principio reciprocamente (para arriba y para abajo) del

pistón dentro del cilindro. El desplazamiento del pistón hacia arriba, provoca la succión o ingreso del agua del tanque hacia el cilindro de la bomba, a través de las aberturas con este propósito tiene la válvula check. El desplazamiento del pistón hacia abajo cierra la válvula check e induce el paso del volumen de agua almacenado transitoriamente en el cilindro a pasar por los orificios del pistón, hacia la columna de impulso ubicada arriba del cilindro.

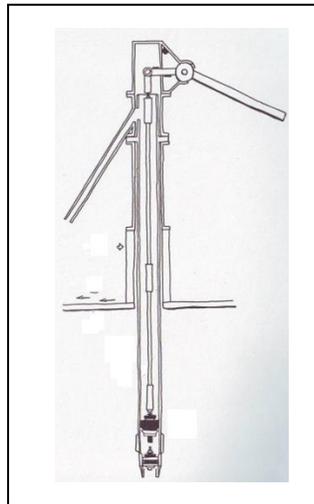


Figura 16. Bomba manual

Puente

El paso de la tubería a través de los ríos se realiza por medio de un cable en forma de parábola de 9,53 mm (3/8") con gasas para cable y tubo cédula 40 de 75 mm (3"). Se calculó con una ecuación hiperbólica. (Ver apéndice 3, sección 1)

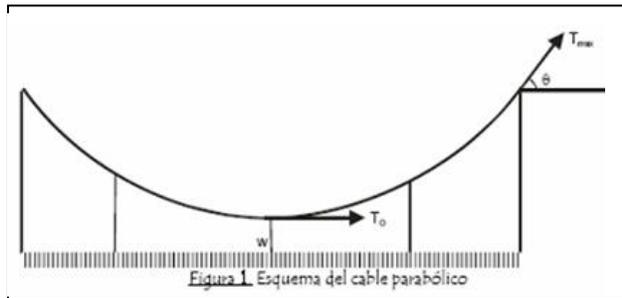


Figura 17. Diagrama de puente

Tanques de almacenamiento

Se utilizan tanques de polietileno con fondo reforzado y cinchos de refuerzo en las paredes, con capacidad de 5000 litros de 1,81 m de diámetro y 2,25 m de altura.



Figura 18. Tanques de polietileno

Caja de válvulas

Se utilizan cajas de polietileno rotomoldeado, de 23 litros utilizada con tapa para el registro de las válvulas. Cuentan con un sistema de empaques en 2" (pulgadas), es totalmente hermético y permite una instalación totalmente flexible.

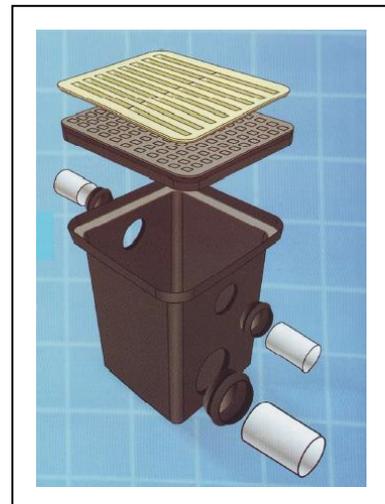


Figura 19. Caja de válvulas

Lista de materiales

**CUADRO 18. LISTA DE MATERIALES
ACUEDUCTO ROCA QUEMADA**

Descripción	Cantidad	Unidad
Tubería SDR41 PVC DN 50mm en 6 m	255	tubos
Tubo Drenasep DN 115mm	1	tubos
Tubería SDR41 PVC DN 100mm en 6 m	1	tubos
Tanque subterráneo 2500 lts	1	un
Tanque de agua capacidad 5000 lts	1	un
Tanque plástico reforzado con fibra de vidrio (SSI-02)	1	un
Tanque agua 750 litros	2	un
Filtro de flujo ascendente	1	un
Bomba manual UNIMADE	1	un
Caja 23 lts Polietileno Rotomoldeado	8	un
Válvula de compuerta PVC Φ 50,0 mm	9	un
Válvula de aire Φ 50,0 mm para PVC	2	un
Baldosas PC 0,72x0,63 m	6	un
Baldosas PC 1,02x0,63 m	2	un
Muro prefa PC Tipo 1	3	un
Columna prefa PC Tipo C	1	un
Columna prefa PC Tipo E	4	un
Sacos de cemento	5	un
Piedra Cuarta	0,6	m ³
Arena	0,4	m ³
Macho Liso PVC Φ 50,0 mm	19	un
Hembra Lisa PVC Φ 50,0 mm	19	un
Macho Liso PVC Φ 100,0 mm	3	un
Hembra Lisa PVC Φ 100,0 mm	3	un
Macho Liso PVC Φ 25,0 mm	3	un
Hembra Lisa PVC Φ 25,0 mm	3	un
Tee PVC Φ 50,0 mm	4	un
Adapatador y tapón de registro Φ 50,0 mm	4	un
Codo PVC Φ 50,0 mm	4	un
Codo PVC Φ 25,0 mm	4	un
Codo 45 PVC Φ 50,0 mm	5	un
Silleta lisa PVC de 50x12mm	11	un
Tubería de polietileno 12 mm SDR 9	18	tubos
Unión de compresión macho PVC12 mm	11	un
Unión de compresión hembra PVC12 mm	11	un
Cable 3/8" acero A36	20	m
Gazas para cable 3/8"	10	un
Tubo redondo HG Cédula 40 de 3"	1	un

**CUADRO 19. LISTA DE MATERIALES
ACUEDUCTO ÑARI ÑAK**

Descripción	Cantidad	Unidad
Tubería SDR41 PVC DN 50mm en 6 m	292	tubos
Tubo Drenasep DN 115mm	1	tubos
Tubería SDR41 PVC DN 100mm en 6 m	1	tubos
Tanque subterráneo 2500 lts	1	un
Tanque de agua capacidad 5000 lts	2	un
Tanque plástico reforzado con fibra de vidrio (SSI-02)	1	un
Tanque agua 750 litros	2	un
Filtro de flujo ascendente	1	un
Bomba manual UNIMADE	1	un
Caja 23 lts Polietileno Rotomoldeado	14	un
Válvula de compuerta PVC Φ 50,0 mm	14	un
Válvula de aire Φ 50,0 mm para PVC	2	un
Baldosas PC 0,72x0,63 m	6	un
Baldosas PC 1,02x0,63 m	2	un
Muro prefa PC Tipo 1	3	un
Columna prefa PC Tipo C	1	un
Columna prefa PC Tipo E	4	un
Sacos de cemento	5	un
Piedra Cuarta	0,6	m ³
Arena	0,4	m ³
Macho Liso PVC Φ 50,0 mm	23	un
Hembra Lisa PVC Φ 50,0 mm	23	un
Macho Liso PVC Φ 100,0 mm	3	un
Hembra Lisa PVC Φ 100,0 mm	3	un
Macho Liso PVC Φ 25,0 mm	3	un
Hembra Lisa PVC Φ 25,0 mm	3	un
Tee PVC Φ 50,0 mm	4	un
Adapatador y tapón de registro Φ 50,0 mm	4	un
Codo PVC Φ 50,0 mm	4	un
Codo PVC Φ 25,0 mm	4	un
Codo 45 PVC Φ 50,0 mm	5	un
Silleta lisa PVC de 50x12mm	22	un
Tubería de polietileno 12 mm SDR 9	38	tubos
Unión de compresión macho PVC12 mm	22	un
Unión de compresión hembra PVC12 mm	22	un
Cable 3/8" acero A36	20	m
Gazas para cable 3/8"	10	un
Tubo redondo HG Cédula 40 de 3"	1	un

**CUADRO 20. LISTA DE MATERIALES
ACUEDUCTO PASO MARCOS**

Descripción	Cantidad	Unidad
Tubería SDR41 PVC DN 50mm en 6 m	108	tubos
Tanque agua 750 litros	2	un
Filtro de flujo ascendente	1	un
Bomba manual UNIMADE	1	un
Caja 23 lts Polietileno Rotomoldeado	6	un
Válvula de compuerta PVC Φ 50,0 mm	6	un
Válvula de aire Φ 50,0 mm para PVC	1	un
Baldosas PC 0,72x0,63 m	4	un
Baldosas PC 0,42x0,63 m	4	un
Baldosas PC 1,02x0,63 m	4	un
Muro prefa PC Tipo 1	6	un
Columna prefa PC Tipo C	2	un
Columna prefa PC Tipo E	4	un
Sacos de cemento	6	un
Piedra Cuarta	0,6	m3
Arena	0,4	m3
Macho Liso PVC Φ 50,0 mm	12	un
Hembra Lisa PVC Φ 50,0 mm	12	un
Macho Liso PVC Φ 25,0 mm	3	un
Hembra Lisa PVC Φ 25,0 mm	3	un
Tee PVC Φ 50,0 mm	4	un
Adapatador y tapón de registro Φ 50,0 mm	4	un
Codo PVC Φ 50,0 mm	4	un
Codo PVC Φ 25,0 mm	4	un
Codo 45 PVC Φ 50,0 mm	5	un
Silleta lisa PVC de 50x12mm	14	un
Tubería de polietileno 12 mm SDR 9	24	tubos
Unión de compresión macho PVC12 mm	14	un
Unión de compresión hembra PVC12 mm	14	un



PROYECTO ROCA QUEMADA
 Ing. José Andrés Araya Obando

Actividades	Cant	Unid.	Costo	Total (I.V.I)	Tiempo en semanas														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1. Captación	1	Global	₡ 385 946,31	₡ 436 119,33	■	■													
2. Sistema de tratamiento	1	Global	₡ 394 814,16	₡ 446 140,00			■	■											
3. Tanque de almacenamiento	1	Global	₡ 402 654,87	₡ 455 000,00				■	■										
4. Tanque quiebragradiante	1	Global	₡ 250 000,00	₡ 282 500,00					■	■									
5. Cajas para válvulas	1	Global	₡ 121 456,00	₡ 137 245,28				■	■	■									
6. Tubería PVC 50 mm Ø - SDR 41	255	Tubos	₡ 1 275 765,00	₡ 1 441 614,45	■	■	■	■	■										
7. Previstas en 12.5 mm Ø	1	Global	₡ 91 715,00	₡ 103 637,95						■	■								
8. Puente	1	Global	₡ 143 105,00	₡ 161 708,65				■	■										
9. Válvulas y accesorios	1	Global	₡ 271 153,00	₡ 306 402,89	■	■	■	■	■	■									

TOTAL **₡ 3 770 368,55**

Costos Capitales

Materiales	₡ 3 770 368,55
Mano de obra	₡ 3 325 000,00
Imprevistos	₡ 354 768,43
Operación y mantenimiento	₡ 298 005,48

TOTAL **₡ 7 748 142,46**

	TOTAL	₡ 7 748 142,46	FIRMA DEL PROFESIONAL
--	--------------	-----------------------	------------------------------

NOTAS:	OBSERVACIONES
1. Se considera un 5% de imprevistos	Se estima un promedio de 10 peones por día
2. Se estima un 1% de fondo base para la comunidad y un 3% de emergencia con respecto al costo total	



PROYECTO ÑARI ÑAK

Ing. José Andrés Araya Obando

Actividades	Cant.	Unid.	Costo	Total (I.V.I)	Tiempo en semanas														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1. Captación	1	Global	₡ 385 946,31	₡ 436 119,33	■	■													
2. Sistema de tratamiento	1	Global	₡ 394 814,16	₡ 446 140,00			■	■											
3. Tanque de almacenamiento	1	Global	₡ 805 309,74	₡ 910 000,01				■	■										
4. Tanque quiebragradiente	1	Global	₡ 250 000,00	₡ 282 500,00					■	■									
5. Cajas para válvulas	1	Global	₡ 212 548,00	₡ 240 179,24			■	■	■										
6. Tubería PVC 50 mm Ø - SDR 41	292	Tubos	₡ 1 460 876,00	₡ 1 650 789,88	■	■	■	■	■	■									
7. Previstas en 12.5 mm Ø	1	Global	₡ 186 418,00	₡ 210 652,34							■	■							
8. Puente	1	Global	₡ 143 105,00	₡ 161 708,65							■	■							
8. Válvulas y accesorios	1	Global	₡ 379 394,00	₡ 428 715,22	■	■	■	■	■	■	■	■							

TOTAL **₡ 4 766 804,67**

Costos Capitales

Materiales	₡ 4 766 804,67
Mano de obra	₡ 3 800 000,00
Imprevistos	₡ 428 340,23
Operación y mantenimiento	₡ 359 805,80

TOTAL **₡ 9 354 950,70**

	TOTAL	₡ 9 354 950,70	FIRMA DEL PROFESIONAL
--	--------------	-----------------------	------------------------------

NOTAS:	OBSERVACIONES
1. Se considera un 5% de imprevistos	Se estima un promedio de 10 peones por día
2. Se estima un 1% de fondo base para la comunidad y un 3% de emergencia con respecto al costo total	



PROYECTO PASO MARCOS
Ing. José Andrés Araya Obando

Actividades	Cant	Unid.	Costo	Total (I.V.I)	Tiempo en semanas														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1. Presa	1	Global	₡ 230 457,40	₡ 260 416,86															
2. Sistema de tratamiento	1	Global	₡ 394 814,16	₡ 446 140,00															
3. Tanque de almacenamiento	0	Global	-	-															
4. Tanque quiebragradiante	0	Global	-	-															
5. Cajas para válvulas	1	Global	₡ 91 092,00	₡ 102 933,96															
6. Tubería PVC 50 mm Ø - SDR 41	108	Tubos	₡ 540 324,00	₡ 610 566,12															
7. Previstas en 12.5 mm Ø	1	Global	₡ 118 358,00	₡ 133 744,54															
8. Válvulas y accesorios	1	Global	₡ 171 116,00	₡ 193 361,08															

TOTAL ₡ 1 747 162,56

Costos Capitales

Materiales	₡ 1 747 162,56
Mano de obra	₡ 1 900 000,00
Imprevistos	₡ 182 358,13
Operación y mantenimiento	₡ 153 180,83

TOTAL ₡ 3 982 701,52

	TOTAL	₡ 3 982 701,52	FIRMA DEL PROFESIONAL
--	--------------	-----------------------	------------------------------

NOTAS:	OBSERVACIONES
1. Se considera un 5% de imprevistos	Se estima un promedio de 10 peones por día
2. Se estima un 1% de fondo base para la comunidad y un 3% de emergencia con respecto al costo total	

Análisis de los resultados

Sin duda alguna, la reserva indígena Chirripó Cabécar requiere la intervención en aspectos de saneamiento ya que, por ejemplo, la disponibilidad de servicios sanitarios apropiados es mínima, las letrinas también son escasas, lo más frecuente son huecos, mal ubicados, incluso cerca de las fuentes de agua, sin ningún sistema de protección o drenaje.

Los servicios básicos como los acueductos no están disponibles, el acceso al agua y su calidad son deficientes.

Con el diseño de estos acueductos se mejorará todas estas condiciones ya que se garantiza que la población pueda recibir agua de calidad, de forma permanente y segura.

En un principio, una de las metas fijadas era el diseño para seis comunidades indígenas, pero con el avance de la investigación se determinó que en este caso en particular la cantidad no era lo primordial por analizar, sino que uno de los mayores retos, aparte de poder llevar a la práctica tecnología apropiada en el diseño de los acueductos, era solucionar el problema de cómo construirlo, ya que hay muchas variables que influyen en el éxito de estos sistemas de abastecimiento, como, por ejemplo, ¿quién va a operar y mantener el sistema?, ¿con qué fondos se va a lograr esto?, ¿cómo involucrar a la comunidad indígena y lograr el entendimiento de la tecnología?, tomando en cuenta que los trabajos deben ejecutarse con gente local, la mayoría sin conocimiento o experiencia.

Los tres acueductos escogidos, presentan varias características que permiten evaluar las diferentes situaciones que se pueden presentar en la zona indígena con el fin de futuros proyectos, ya sea de estudiantes de la escuela en ingeniería en construcción o de otras universidades. Los sistemas de abastecimiento de agua de este proyecto son sistemas que trabajan por gravedad, en algunos casos la toma de agua se puede hacer en la naciente, y en otros casos se realiza en la quebrada debido a

que las dificultades topográficas o ausencia de nacientes lo imposibilita. Oportunidad también para este proyecto ya que fue entonces posible analizar dos situaciones de captación diferentes.

Las técnicas y procedimientos propuestos requieren capacitación de los que intervengan en el proceso de construcción, así como la correcta y apropiada inspección.

En el caso de las nacientes y de la presa, la estructura se construye con el sistema prefabricado de concreto reforzado, lo cual garantiza la durabilidad de la estructura y, a la vez, la protección de la naciente (ver figura 10 y 13).

El montaje puede ser efectuado por un grupo de cuatro trabajadores. También presenta la ventaja de que no hay que formaletear ni apuntalar, tampoco se necesita mano de obra ni equipo especializado. Estas cualidades son las que permiten construir su obra en un plazo mucho menor que el de los sistemas tradicionales.

La utilización de tanques de agua de polietileno aseguran la durabilidad, en este caso sobresale el tanque subterráneo, diseñado especialmente para soportar la presión ejercida, tanto interior, como exterior, poseen un veinte por ciento de refuerzo de materia prima en las paredes y en el fondo; además, cuentan con cinchos de refuerzo en las paredes. Tiene la ventaja de que no hay que formaletear, y su instalación es rápida y sencilla (ver figura 18).

En el caso de los tanques quiebragrados se implementaron de plástico reforzado con fibra de vidrio. Son tanques muy livianos de fácil transporte y manejo.

Está calculado para que pueda ser transportado con solo dos personas bajo cualquier condición de terreno y su forma permite una fácil y económica instalación, lo que ahorra horas de trabajo y molestias en malas condiciones de clima (ver figura 12).

El costo del tanque de plástico reforzado y su instalación es menor que las alternativas de

concreto. Además, debido al delgado espesor de las paredes de plástico reforzado con fibra de vidrio se logra el mayor volumen útil por unidad con el mejor rendimiento de acuerdo con el movimiento del suelo necesario para la instalación.

Otra alternativa muy práctica son las cajas de polietileno de 23 lt, utilizadas para el registro de las válvulas, el cual es sencillo de instalar, le brindan la protección requerida y de fácil transporte (ver figura 19).

Con respecto al sistema de tratamiento, debido a las características de las zonas, la ausencia de electricidad y por aspectos de operación y mantenimiento, se optó por un sistema físico, cabe recalcar que no solo se debe implementar el uso de la cloración, sino que hay tecnología alternativa que hay que tomar en cuenta. Como se puede ver en la figura 14 el sistema se compone de un filtro de flujo ascendente constituido de plástico reforzado de fibra de vidrio (ver figura 15), con las ventajas antes mencionadas.

Para darle mantenimiento a este filtro, se requiere de un retrolavado, de ahí la figura de los tanques de 750 lt, junto con la bomba de mano (ver figura 16).

En el diseño, cabe resaltar varios procedimientos que muchas veces no se toman en cuenta, como, por ejemplo, con la dotación. Lo correcto es valorar porcentualmente los usos y presentarlo para cada caso, si se ve el cuadro 6 donde aparecen los porcentajes que se consideraron; en el cuadro 7 aparecen los usos y en el cuadro 8 el resultado final con base en la dotación que se determinó para el diseño. Como se puede ver en los cuadros 9, 10 y 11 los caudales que se manejan son muy pequeños, por lo que para este caso se utilizó la misma dotación.

Se toma un valor de 150 l/p/d para la dotación, ya que es el que utiliza AyA para sus diseños, además, no existe información acerca del uso del agua intradomiciliar en la zona indígena, por lo que se estimó con respecto a los usos tradicionales de sectores rurales conocidos. Por ejemplo, como se puede ver en el apéndice 5, las personas utilizan por día diferentes cantidades de agua, según sean las condiciones donde viven y de acuerdo con los hábitos que hayan aprendido. Una persona aproximadamente utiliza: 20 lt si es necesario acarrear el agua para el uso doméstico desde un sitio ubicado a varios

kilómetros de la casa, de ochenta a cien litros cuando el agua llega por cañería hasta un sitio donde hay una llave o tubo en las inmediaciones fuera de la casa, y de 120 a 300 litros si el agua está llegando por cañería a diferentes sitios de la casa.

Otro aspecto a analizar es que el caudal se va reduciendo conforme lo exige la demanda y no se utiliza un solo caudal de diseño (ver cuadro 12,13 y 14). La tubería que resultó del diseño es DN 50 mm SDR 41, y no es necesario colocar una tubería con un SDR más resistente, el punto está en revisar los procedimientos de construcción, ya que con una adecuada inspección no es necesario aumentar el costo del proyecto utilizando un calibre que sobrepase realmente el que se necesita. Se debe tomar en cuenta que se trabaja con recursos muy limitados, por lo que no se pueden utilizar los mismos parámetros.

La capacitación es de vital importancia, para así lograr una buena práctica constructiva, insistir en aspectos como: la importancia del sistema para la comunidad, por qué razones se debe construir bien, creando conciencia en la comunidad.

La capacidad del tanque de almacenamiento se diseñó con el objetivo de satisfacer dos condiciones, la primera es el volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, estimada como un 15% del consumo promedio diario. La segunda condición es de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, como reparaciones en la línea de conducción u obras de captación, estimada como un 20% del consumo promedio diario.

La estimación del volumen de almacenamiento depende de la comunidad a la que se atiende, en este caso para zona indígena, se consideraron porcentajes con respecto al consumo promedio diario, y no aplica otros criterios que normalmente se utilizan como el volumen contra incendios, ya que no existen hidrantes, además no se cuenta para la zona indígena con datos en relación a patrones de consumo (curva masa).

Se emplearon dos métodos para el cálculo de las pérdidas primarias: la ecuación Hazen Williams (ver EC-1) y la ecuación de Darcy Weisbach (ver EC-2). Como resultado de cálculo, los valores dieron muy cercanos (ver cuadro 15, 16 y 17).

Para efectos de cálculo, se utilizó los valores obtenidos con la ecuación de Darcy, ya que es más exacta debido a que toma en cuenta el coeficiente de rozamiento, la rugosidad, el tamaño de la tubería y la velocidad, sin embargo, es importante aclarar que por lo laborioso del cálculo la que se utiliza con mayor frecuencia es la ecuación empírica de Hazen Williams.

Por ejemplo, si se analiza el cuadro 15, los resultados con Darcy son mayores que los obtenidos con Hazen Williams, pero en realidad andan muy cercanos. Como se puede ver en el apéndice tercero sección primera, una variable para determinar las pérdidas utilizando la ecuación de Darcy es la temperatura del líquido, para determinar la viscosidad, el coeficiente de rozamiento calculando el número de Reynolds y la rugosidad de la tubería, en cambio para el cálculo por medio de Hazen Williams, el cuidado que debe tenerse para obtener resultados razonables es al ingresar el dato del coeficiente C, que para tuberías de PVC se tomo igual a ciento cincuenta.

Con respecto a los aforos, se manejan datos puntuales, es decir, para la comunidad de Roca Quemada la producción de la naciente es de 1,35 lps, para Ñari 2,00 lps y para Paso Marcos 4,10 lps (ver cuadro 9,10,11). En realidad no es correcto, diseñar con solamente una medición, ya que se debe de tener un registro en función del tiempo, y un estudio hidrológico de la cuenca.

La razón por la cual se diseñó de esa forma responde a una evidencia del abandono institucional en el que se encuentra esta zona, ya que no hay datos ni tampoco algún estudio a través del tiempo.

Por otra parte, se destaca que una de las metas de este proyecto era implementar los acueductos (participar en la construcción real), objetivo que aún no se ha podido cumplir. Para lograrlo se requiere el apoyo de las instituciones, el cual se ha visto obstaculizado por normas y procedimientos internos, cuyo objetivo es un compromiso político de construir infraestructura, donde el aporte comunitario y el futuro del sistema en manos de la comunidad indígena no es prioridad.

La aplicación de tecnologías apropiadas hace que la gente local pueda dirigir y controlar. Muchas veces se dice que la tecnología apropiada significa que la gente pueda hacer y cuestionar aspectos prácticos y sencillos, usando

los recursos locales. Pero la tecnología apropiada, además, se refiere a los métodos (maneras de hacer, de aprender y resolver problemas) que se adapten a las necesidades, costumbres y habilidades de la gente (tecnología que se hace apropiable).

Los pueblos indígenas tienen mucho que ofrecer para el éxito del proyecto. El solo hecho de contar con escasos recursos económicos facilita idear sistemas de supervivencia bajo condiciones adversas, donde los indígenas son testigos de sus habilidades para satisfacer necesidades básicas. Se requiere de profesionales altamente sensibles y con motivaciones técnicas y sociales para capitalizar estas fortalezas y recursos de la comunidad en forma significativa.

Se hace necesario que las instituciones interventoras trabajen internamente para adquirir conocimientos, comprender actitudes, desarrollar y asumir habilidades en sus profesionales para lograr un efectivo desempeño en la tarea, fomenten un clima institucional favorable a la participación y recién entonces estarán en condiciones de plantear una intervención bajo el correcto enfoque participativo.

La elección de la tecnología apropiada, según las condiciones físicas, económicas y sociales de la comunidad, se hace mediante un análisis de la zona. Una buena elección de la tecnología y, además, una buena operación y mantenimiento, hace de ésta la solución ideal para los problemas de saneamiento de la comunidad sin ser necesaria una alta inversión para su implementación.

Otro punto de análisis, en relación con otro objetivo planteado lo es la confección de planos de construcción de los acueductos (ver apéndice cuatro), y muy importante de recalcar que se modificó el formato usual, ya que el tamaño de la lámina es más pequeño, de forma que sea más cómodo de trabajar en el sitio, debido a que es muy frecuente cruzar ríos, hacer caminatas de varias horas, inclusive días.

Se determinó la lista de materiales para cada acueducto (ver apéndice tres, sección dos), se tomó en cuenta desde la captación o la presa, el sistema de tratamiento, los tanques de almacenamiento, los tanques quiebregradientes, las cajas de válvulas, el puente paso y las previstas para cada choza.

Ahora bien, se debe analizar que pasará con los recursos. La primera pregunta es cómo

se hace con la inversión inicial (ver apéndice tres, sección tercera). Un principio básico para la administración de estos proyectos es contemplar que con el hecho de comprar materiales apenas se logra obtener un rubro de los tantos que conforman el éxito del proyecto.

Las instituciones involucradas han cometido el error de pensar que comprando los materiales ya han concluido casi a un cien por ciento lo que se debe hacer; pero si esa primera inversión que usualmente es una donación, no se programa, y no se distribuye como debe ser, el fracaso a corto o largo plazo es evidente.

Se tiene que tomar en cuenta que aparte de los materiales, también está la mano de obra, el transporte, los imprevistos y muy importante la operación y el mantenimiento.

Para poder conjugar la adecuada ejecución de las acciones, es necesario montar toda una estructura operacional, respaldada por una estrategia, donde queden claro las responsabilidades de los diferentes actores e involucrar las instituciones interesadas como a la misma comunidad indígena, de manera que sirva para montar todo un plan estratégico y garantizar que la propuesta no es a corto plazo, pensando no solo en la construcción de la infraestructura, sino que también en cómo se va a mantener y operar el sistema (en el apéndice uno se hace referencia en mas detalle de dicha propuesta).

En resumen, se deben crear dos organismos muy importantes, el primer ente que se llama "agencia de acción" que consiste en una comisión integrada por un conjunto de asesores en el campo técnico, económico y educativo, con el fin de asesorar y fiscalizar las acciones de un segundo órgano llamado "comité de agua y saneamiento" que vendría a funcionar muy similar a una asociación de desarrollo.

La agencia de acción es el ente que enlaza las instituciones y el Estado con el comité de agua y saneamiento.

Otro aspecto por preguntarse es cómo se va a dar la operación y mantenimiento. El sistema tarifario, que es lo que aplica usualmente en los sistemas de abastecimiento de agua, tiene la ventaja que con esos fondos se puede operar y mantener el sistema de abastecimiento de agua, adquirir materiales y herramientas para mantenimiento y mejoras de los servicios, para realizar actividades educativas en beneficio de los usuarios, y contar con el personal que realice todas las tareas necesarias.

La desventaja de aplicar un sistema tarifario en la zona indígena se debe a que es una zona de pobreza extrema, tanto así que algunas de las familias pertenecen al régimen no contributivo y cuentan con la pensión de pobreza del IMAS.

Además, el sistema tarifario no es sostenible, ya que hay que tomar en cuenta que la forma de vivir de estas comunidades es muy dispersa, por lo que entre mas largo sea el sistema, y al concentrarse muy pocas familias, al hacer un balance de inversión de construcción, operación y mantenimiento versus cantidad de personas y capacidad contributiva no es factible implementar el sistema tarifario ya que no abarcaría la demanda que se requiere.

Claro está que no se debe descartar cualquier aporte comunitario y tener claro que no es suficiente. Como no se tiene experiencia en este tipo de proyectos, donde en realidad es muy importante contar con un registro histórico, pero en este caso se asumió un tres por ciento del costo total como un rubro de emergencia, y uno a dos por ciento como aporte a la comunidad mensualmente, para pagar los salarios de las personas encargadas de operación y mantenimiento, así como cualquier capacitación que los encargados de la comisión de agua y saneamiento deba impartir.

La captación de estos ingresos debe salir del presupuesto ordinario estatal, ya que no aplica el sistema tarifario como se explicó anteriormente. Una forma de generar recursos es contactar los bancos estatales y colocar los fondos del proyecto en un fideicomiso, pero se debe considerar que la inversión inicial es un porcentaje muy alto, por lo que debe evaluarse esta opción para estudiar su factibilidad.

Otra forma de generar recursos es a través de una petición oficial, de una donación fija a las empresas e instituciones interesadas, así como a las municipalidades y demás entes gubernamentales.

También, es viable a largo plazo, que se puede establecer un convenio con el Instituto de Turismo para así organizar caminatas en la zona y fijar un costo por viajero como, por ejemplo, de quince dólares por viajero.

No obstante, el llamado no es a largo plazo; por eso, urge que el Estado pague la deuda social acumulada a esta población, por la negligencia y abandono en que se encuentran sumidos.

El Instituto de Acueductos y Alcantarillados, como ente ejecutor, debe asumir este compromiso social y crear un subsidio, asignando los recursos que le brinda el fondo de asignaciones familiares para no solo invertir en infraestructura, sino que también en operación y mantenimiento.

Se debe asignar un presupuesto a la comisión de agua y saneamiento bajo el modelo de una asociación de desarrollo con la diferencia de que no provenga de un sistema tarifario sino del presupuesto ordinario.

Las instituciones deben contar con gastos de inversión para la zona indígena, ya que existen antecedentes de entes autoritarios de naturaleza pública que aportaran donaciones e inversiones para estas comunidades.

Como último objeto de análisis está la confección de guías tanto para la construcción, como para la operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua (ver apéndice del cinco al siete). Estas guías dan información general, por lo que con la ayuda de expertos en el tema de agua y saneamiento, junto con las otras universidades (CONARE) y conocedores de comunicación, se pueden elaborar manuales más detallados, esto con el fin de poder involucrar a la comunidad indígena, ya que para lograr que participen en la construcción y, además, contribuyan a mantener y operar el sistema el primer paso debe ser la comprensión de como funciona el sistema, y la importancia que tiene para la comunidad.

Además, como aporte se elaboró una guía educativa que sirva como base de un programa de campañas que permitan el desarrollo de la conciencia, participación responsable de la comunidad, que el sistema opere localmente, con el mantenimiento mínimo de afuera y capacitación, ya que si se comprenden las ventajas hay mas participación. El éxito de este proyecto depende que se desee, comprenda y acepte el sistema de abastecimiento de agua.

Conclusiones

Se logró el diseño de un sistema para el abastecimiento de agua más seguro para tres comunidades indígenas de la reserva indígena Cabécar-Chirripó, que incluyen los planos de construcción, la lista de materiales, el cronograma de actividades, el presupuesto de materiales, gastos de operación y mantenimiento, así como de imprevistos para la fase de construcción.

En el diseño se aplicaron una serie de tecnologías aptas para la zona, en las que permiten facilidades de transporte, de construcción, y además optimizan el tiempo de instalación, con la ventaja de que son aptas para que la comunidad se involucre en todo el proceso y logren crear conciencia en los pobladores y aceptabilidad del sistema.

La participación de la comunidad es un aspecto muy importante para el éxito de los proyectos que se desarrollen, ya que ellos mismos van a administrarlos y darles operación y mantenimiento.

Se debe crear una sociedad de derecho privado, con el nombre de “Agencia de acción”, la cual su función primordial es dar asesoría y fiscalización a las diversas actividades en agua y saneamiento en las comunidades indígenas y, por otra parte, el “Comité de agua y saneamiento” que será el desarrollador de los proyectos, el encargado de la operación y su mantenimiento.

Se elaboraron una serie de guías, cuyo objetivo es involucrar a la comunidad en el entendimiento de los sistemas, por eso, se elaboró la guía educativa, donde se habla de la importancia del agua y en qué consisten los sistemas de abastecimiento, junto con una serie de recomendaciones de cómo cuidar el agua y aspectos de higiene.

La otra guía que se elaboró es de construcción para incentivar a la comunidad a participar en este proceso, teniendo claro los aspectos más relevantes de esta etapa.

Por último, se redactó una guía de operación y mantenimiento la cual pretende ser

una herramienta, tanto para la capacitación, como para la ejecución de esta etapa que es una de las más importantes.

Estas guías pueden ser optimizadas por profesionales en comunicación y con el aporte de conocedores del tema en agua y saneamiento, junto con las otras universidades (CONARE), el reto principal va a ser llegar a convertirlas en manuales muy completos.

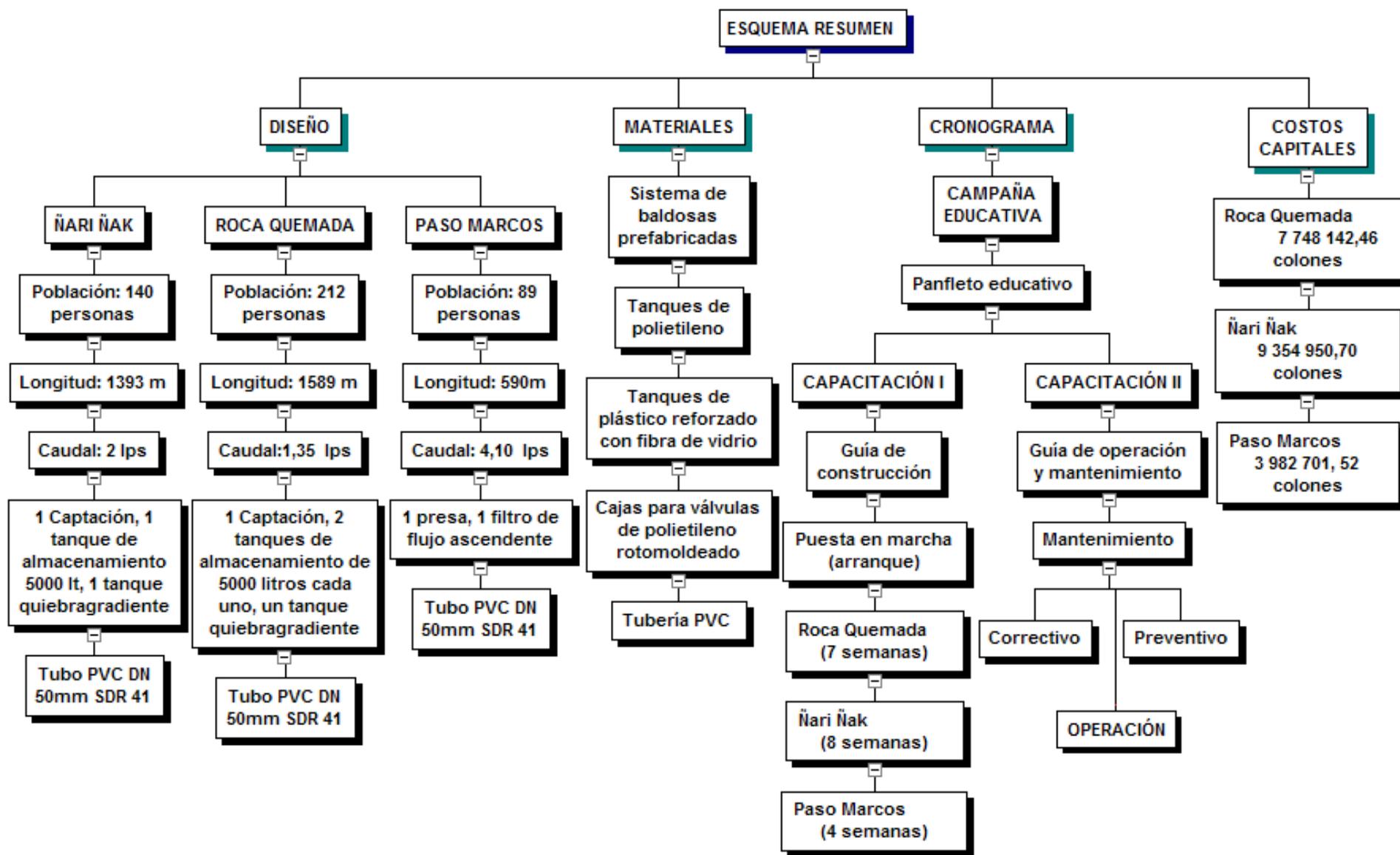
Para lograr la ejecución de proyectos de agua y saneamiento, como, por ejemplo, el desarrollo de acueductos y baterías sanitarias, se presentan una serie de debilidades que se deben corregir con el fin de garantizar el éxito de dichos proyectos, así como, que se cumpla con las exigencias de demanda y calidad y evitar al máximo el impacto en el ambiente y en la cultura indígena.

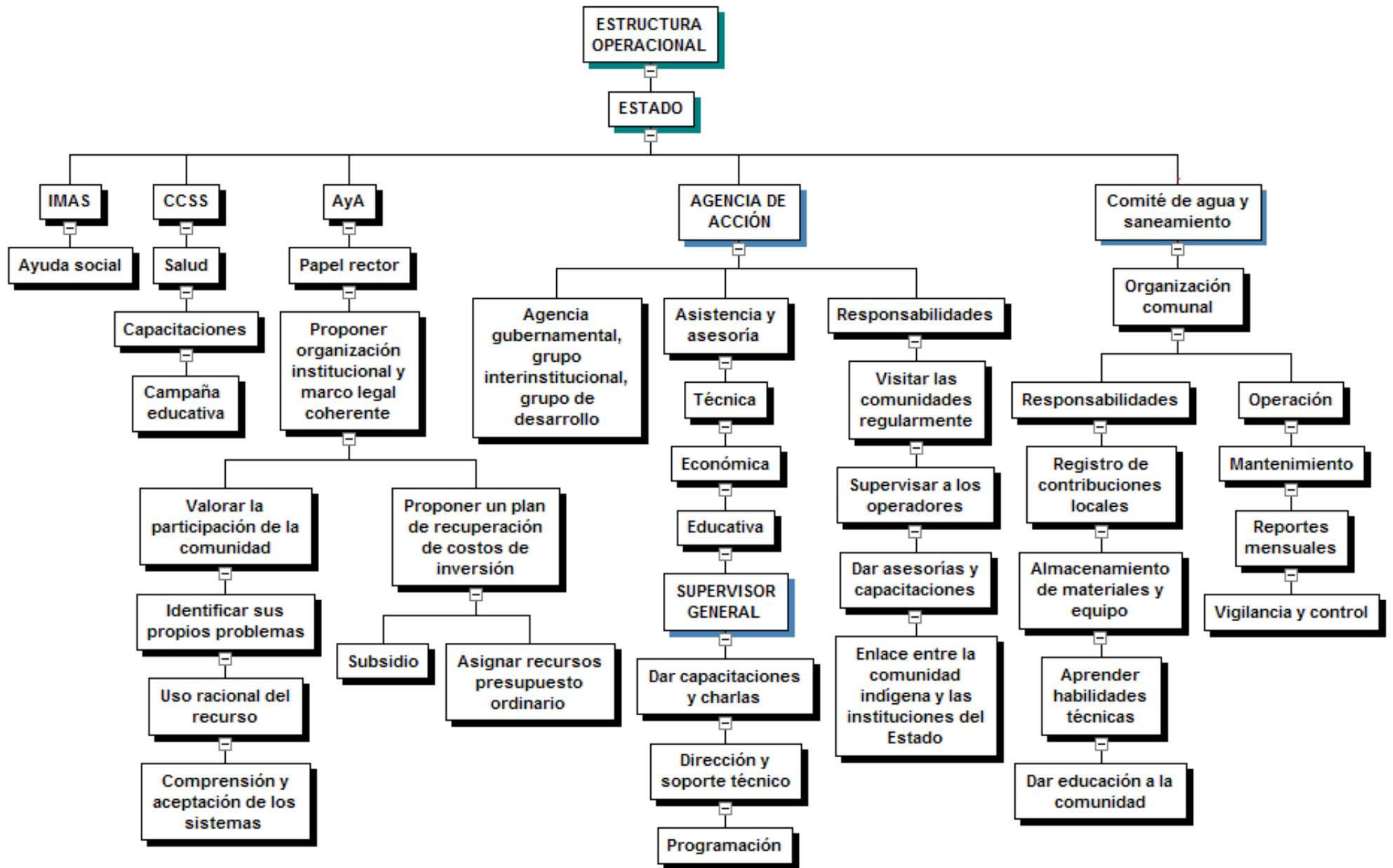
A continuación se hace referencia a las debilidades del sector:

- No se identifican los papeles, que deben asumir las instituciones protagonistas. Existe confusión entre competencias y responsabilidades.
- Ausencia de un plan estratégico para la atención de zona indígena, donde se planteen líneas de acción, programas y proyectos.
- Experiencia nula relacionada con la aplicación de tecnología adecuada.
- Falta de infraestructura de servicios de agua potable.
- Falta de la cuantificación de los recursos que requiere el sector.
- Inexistencia de una evaluación de las fuentes potenciales y factibilidad de obtener recursos para las inversiones necesarias.
- El AyA no ha asumido el papel de rector, como se lo confiere la Ley Constitutiva, pues lo absorbe su papel de operador de sistemas de acueductos y alcantarillados, tanto así que se maneja como empresa

constructora donde su fin es la infraestructura.

- Falta un plan de recuperación de costos de inversión, ya que no aplica la propuesta del modelo tarifario.
- Los planes concretos de rehabilitación y optimización de los sistemas no existen.
- Los trámites burocráticos para la contratación de estudios y ejecución de obras y servicios en las comunidades indígenas son muy complejos, tanto así que obstaculizan la planeación establecida.
- Se debe proponer una organización institucional y un marco legal coherente que fortalezca el sector y sus instituciones en materia indígena.
- En las instituciones ejecutoras, muchas veces y, especialmente, en sus directivos, no existe la valoración real de la participación de los pobladores. El enfoque participativo es parte del discurso formal, aplicándose mecánicamente sin efectividad
- En las comunidades indígenas no hay fuentes de trabajo que generen ingresos y permita mantener un sistema tarifario.





Referencias

- Opazo, F. 1999. **INGENIERÍA SANITARIA. APLICADA A SANEAMIENTO Y SALUD PÚBLICA.** Moscú: Editorial Limusa
- Terence, J. 1999. **INGENIERÍA AMBIENTAL. ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO.** Colombia: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- López, P. 2002. **ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS.** México: Alfaomega grupo editor.
- Benitez A. 1972. **CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS. NUEVOS MÉTODOS DE PROSPECCIÓN Y CÁLCULOS DE CAUDALES.** Editorial Dossat..
- Loaiza, J. 2005. **OPTIMIZACIÓN DEL ACUEDUCTO MUNICIPAL DE SAN RAFAEL DE OREAMUNO.** Tesis de graduación Universidad de Costa Rica Cartago.
- Catarinella. G. 2003. **CURSO BÁSICO DE MUESTREO DE AGUAS.** Costa Rica. Instituto costarricense de Acueductos y Alcantarillados
- Rosales. E. et al. 1997. **LA BOMBA MANUAL UNIMADE MÓDULO 3.** Fundación Tecnológica de Costa Rica.
- Rosales. E. 2003. **TANQUES SÉPTICOS CONCEPTOS TEÓRICOS BASE Y APLICACIONES.** Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción.
- Opazo, F. 1999. **INGENIERÍA SANITARIA. APLICADA A SANEAMIENTO Y SALUD PÚBLICA.** Moscú: Editorial Limusa
- USAID. 2005. **WATER FOR THE WORLD TECHNICAL NOTES.** (Disponible en http://www.lifewater.org/resources/tech_library.html.)
- OPS-GTZ 2006. **TECNOLOGÍAS APROPIADAS EN AGUA Y SANEAMIENTO. CURSO DE AUTOINSTRUCCIÓN.** (Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/tecnologia/index.html>)
- CEPIS. 1997. **CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE.** (Disponible en <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsaceo/e/areas.html>)
- CINARA. 2006. **INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, SANEAMIENTO AMBIENTAL Y CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.** (Disponible en <http://www.cinara.univalle.edu.co>)