



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

SUMINISTRO DE AGUA DOMICILIAR A TRES
COMUNIDADES INDIGENAS, GUATEMALA.

Roberto Salvador Otazu

Justo García Ortega

Pamplona, 2014



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

SUMINISTRO DE AGUA DOMICILIAR A TRES
COMUNIDADES INDÍGENAS, GUATEMALA.

Roberto Salvador Otazu

Justo García Ortega

Pamplona, 2014

Dar las gracias al innumerable apoyo que he tenido,
dentro de la ONGD Zuzeneko Elkartasuna,
a las mujeres de ACM en especial a Maricela, Berta y Marlin,
sin olvidar a mi mayor valedor en Guatemala, Candido Reyes
y sobre todo a quienes más me han “padecido”, mi familia.

Y en especial a mi hija Ainara, quien ha sido mi último acicate para terminar.

*Latasa de Imotz, Navarra, España
Nueva Libertad, Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz, Guatemala*

INDICE

1. INTRODUCCION	pag. 4
2. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO	pag. 5
2.1. El apoyo local, Adelina Caal Maquin	pag. 5
3. RECOPIACION Y PRESENTACION DE DATOS	pag. 7
3.1. Datos que fundamentan el presente proyecto.	pag. 7
3.2. Las comunidades.	pag.13
4. DESARROYO DEL TRABAJO	pag. 27
4.1. Parte técnica.	pag. 27
4.1.1. Características buscadas en la red de distribución.	
4.1.2. Cálculos justificativos.	
4.1.3. La ejecución de las instalaciones.	
4.2. Parte Formativa.	pag. 63
5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS	pag. 66
5.1. Propuesta de mejora	pag. 66
6. ESTUDIO ECONOMICO	pag. 75
7. CONCLUSIONES	pag. 78
8. BIBLIOGRAFIA	pag. 79

1. INTRODUCCION

Este proyecto fin de carrera, es la ejecución real de un sistema de abastecimiento Rural en Guatemala.

Dentro de la política de Cooperación Internación que impulsa la universidad, se presento este proyecto, siendo aceptado y becado para su ejecución (noticia publicada en Diario de Navarra, 22 de junio de 2.005) y que ha brindado a este alumno una oportunidad de oro para vivir una experiencia inolvidable, tanto a nivel técnico como humano.

La ONGD “Zuzeneko Elkartasuna / Solidaridad Directa” ha integrado este PFC, como apoyo técnico a la labor que viene desarrollando desde el año 1.997 en la región de Fray Bartolomé de las casa, Alta Verapaz.

Un proyecto técnico que se ha desarrollado en dos fases constructivas, diferenciadas en el tiempo y con varios financiadores. Concretamente este alumno ha participado en la segunda fase, apoyando desde aquí técnicamente su desarrollo y supervisando la puesta en marcha y seguimiento de incidencias, en la parte presencial.

Un punto importante en este trabajo, ha sido el realizarlo con una mínima disponibilidad de medios técnicos, tanto a la hora de ejecutar el mismo, como a la hora de su diseño. Es por ello que todo esta planteado desde ese punto de vista, el poder reproducirlo en nuevos suministros, a implantar en la región.

Así mismo, y aunque ya estaba previsto, se vio la gran necesidad de formación que tenía el personal propio de la contraparte local, La asociación de mujeres “Adelina Caal Maquin”, que si bien hasta el momento se apoyaba en los técnicos del Hospital Comarcal de Fray Bartolomé de las Casa, especialmente en el técnico de la unidad de inspección sanitaria, el Sr. Waldemar Cifuentes, quería tener sus recursos propios, ya que el inspector no siempre estaba disponible.

Es por todo lo anteriormente expuesto, que el tiempo que el alumno estuvo en Guatemala, cerca de 3 meses, se utilizó principalmente para la formación y apoyo del personal del equipo de agua y salud ambiental, de la asociación de mujeres Adelina Caal Maquin (ACM).

También se ha querido dotar de una visión de Conjunto, incluyendo para ello partes de la primera fase, necesarias para entender el resultado final de la instalación.

Por ultimo reseñar, que este proyecto ha sufrido un sinfín de circunstancias que no viene al caso narrar y que han retraso su presentación, mas allá de lo razonable.

2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El presente proyecto tiene como base, el dotar a comunidades indígenas de Fray Bartolomé de las casas, Departamento de Alta Verapaz, Guatemala, de un mínimo de condiciones higiénico sanitarias básicas, como es el disponer de agua corriente.

También es de destacar, como potente efecto intrínseco al desarrollo del mismo, que la presencia, durante su ejecución, de alumnos de la UPNA ha conseguido el enorme enriquecimiento del equipo técnico de la asociación Adelina Caal Maquin (A.C.M.) dotándole de los recursos suficientes para poder analizar, proyectar y ejecutar redes de abastecimiento rurales en su entorno próximo.

Consecuencia de ello, fue que la mayor parte del tiempo presencial del alumno, fue invertido en la formación del personal técnico de ACM, en varias especialidades, tales como: Matemáticas, economía, ofimática, levantamientos topográficos, interpretación de cartografía, hidráulica básica,.

Para ello, se ha tomado como ejercicio práctico y modelo a seguir, la ampliación de la red de abastecimiento existente en San Pablo Comunja, a las comunidades de: Chimenja, Esperanza Seamay, Nuevo Secapur.

En él se ampliarán el número de manantiales de abastecimiento (localización, aforos, modelos de captación, trazados, etc.), así como nuevos ramales de distribución por las citadas aldeas (levantamientos topográficos, cálculos de tuberías, logística de acopio y suministro, zanjeos, montaje de tubería, etc.).

Así mismo, se implantan sistemas de gestión local, (en base a comités de agua) para el mantenimiento del sistema (operaciones de limpieza y saneamiento, cuotas, reparaciones de averías, modificaciones, etc.)

Todo ello, englobado en la perspectiva de género, que lleva implantando la asociación ACM en todos sus proyectos, con la gran participación de las mujeres de las comunidades.

El alumno que realiza este proyecto, es miembro de la ONGD Zuzeneko Elkartasuna-Solidaridad Directa (Ze), la cual colabora desde hace más de quince años con la Asociación de Mujeres Adelina Caal Maquín (ACM).

Esta colaboración de asociaciones, propició que este proyecto de abastecimiento llegara a presentarse en la UPNA como proyecto de fin de carrera y así enriquecerlo con el aporte técnico y humano de sus alumnos.

2.1. El apoyo local, Adelina Caal Maquin

Pero hagamos un poco de historia, sobre la contraparte guatemalteca.

A principios de 1.998, se constituye en el municipio de Fray Bartolomé de las Casas, la asociación de mujeres Adelina Caal Maquín, a partir de un grupo de mujeres de la Comunidad de Nueva Libertad. Esta comunidad se forma a raíz de la

repatriación de grupos refugiados en México, las cuales ya tienen experiencia en comités populares.

Esta organización de mujeres indígenas, con sede en el departamento de Alta Verapaz (Guatemala), trabaja en distintos frentes (alfabetización, género, salud...), con el objetivo de conseguir un empoderamiento global de las mujeres indígenas y de esta forma contribuir al desarrollo de las distintas comunidades municipales.

Una de estas áreas de trabajo denominada Salud, engloba toda una serie de acciones que tienen como fin la mejora de la calidad de vida en las comunidades. De esta forma, se están realizando campañas de cura y prevención de distintas enfermedades propias de la mujer, por medio de talleres y trabajo de campo, para lo que se cuenta con el apoyo del Hospital Municipal de Fray y otra serie de ONG's internacionales.

En base a los estudios realizados por el Hospital Comarcal del mismo municipio, donde se observaba la gran incidencia de enfermedades gastro-intestinales entre la población y la estrecha relación de las mismas con el deficiente acceso al agua.

Por este medio, se pudo establecer que el 90% de la población, no cuenta con una adecuada disposición de aguas negras y basuras, además de las deficientes condiciones sanitarias del agua a su alcance.

Por otra parte, la mayoría de la población vive en hacinamientos, adolecen de capacitación en salud e higiene personal, lo que han sido indicadores de la proliferación de las enfermedades bacterianas y virales.

Fruto de estos estudios, la Comisión de Salud de la Municipalidad, coordinada por el Hospital Comarcal, diseñó los programas de actuación en agua y saneamiento, con el objetivo de obtener un acceso, de toda la población del municipio, al agua para consumo humano.

En base a este trabajo, y dado que la municipalidad adolece la falta de fondos para realizar dichas infraestructuras, ACM ve la necesidad urgente de reducir los problemas ocasionados por la falta de sistemas adecuados, por lo que se decide a su ejecución en la medida de sus posibilidades.

A raíz de ello, se desarrolla, en 2.003 - 2.004 un proyecto en colaboración con los Ayuntamientos de Pamplona y Valle de Egües (Navarra) para construir la primera fase de esta infraestructura; primeras captaciones, depósito y abastecimiento a San Pablo de Comunja y un segundo proyecto de agua domiciliar a Chimuy

Se deja para una segunda fase; la nueva captación y ampliación de la distribución a las comunidades de Chimenja, Esperanza Seamay, y Nuevo Secapur.

El proyecto es planteado nuevamente a la ONGD Ze, donde se ve la posibilidad de su dirección a través del PFC de Roberto Salvador Otazu, por lo que una vez conseguida su financiación (gracias al ayuntamiento de San Sebastián y las Juntas Generales de Guipúzcoa) se pone en marcha, supervisado a distancia y haciendo que en su fase Terminal coincida con la presencia del voluntario.

3. RECOPIACION Y PRESENTACION DE DATOS

3.1. Datos que fundamentan el presente proyecto.

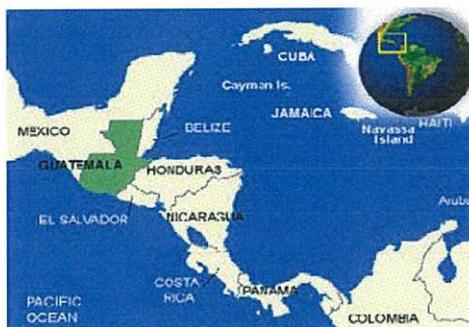
Este proyecto se asienta en una región del planeta, cuyas características político-económicas les han empujado a vivir en unas condiciones de salubridad muy precarias, siendo la principal causa de mortandad de la población.

Como gran pilar para conseguir mejores condiciones, se plantea disponer de un abastecimiento de agua domiciliar, lo mas extenso posible. Esto se definió en el plan estratégico del 2.000.

Aspectos más relevantes del contexto geográfico, social, cultural, económico y político de la zona donde se va a ejecutar el proyecto:

Guatemala. (República de Guatemala) País situado en América Central, con una amplia cultura autóctona producto de la herencia maya y la influencia castellana durante la época colonial.

Limita al oeste y al norte con México, al este con Belice (antigua provincia Guatemalteca) y Honduras, al sur con El Salvador, y al sureste con el océano Pacífico.



El país posee una superficie de 108.889 km². Su capital es Ciudad de Guatemala. Su población indígena compone un 40% del total del país. El idioma oficial es el español, asimismo cuenta con 23 idiomas mayas, el xinca y garífuna, (este último hablado por la población afrodescendiente en el departamento caribeño de Izabal).

Guatemala ha vivido más de tres décadas de guerra civil, (de 1960 hasta 1996) y esto ha sido determinante para la historia actual de este país. Los Acuerdos de Paz firmados el 29 de diciembre de 1996, entre el gobierno y la URNG (Unidad Revolucionaria Nacional Guatemalteca), abrió la esperanza de democratización del país, sin embargo, las violaciones a los derechos humanos, de la mujer y de la población indígena continuaron y continúan.

Asimismo persiste la injusticia, sobre todo en el medio rural donde vive más de un 70% de los guatemaltecos y donde un escaso 15% de la población posee el 80% de las tierras.

La impunidad con la que actúan fuerzas paramilitares sobre defensores de los DD.HH. y agentes sociales, es otro elemento desestabilizador de la situación del país.



Alta Verapaz. Departamento de la Región II (Verapaces) ubicado al norte de Guatemala, a unos 200 km de Ciudad de Guatemala. Su centro político y administrativo esta en Cobán. Limita al norte con Petén; al sur con Zacapa, El Progreso y Baja Verapaz, al este con Izabal; y al oeste con El Quiché.

Con una población de 700.000 habitantes se divide en 17 municipios, abarca una superficie de 8.686 Km². Además del castellano, en la región se hablan 3 dialectos mayas: el q'eqchi, el poqomchi y el achi.

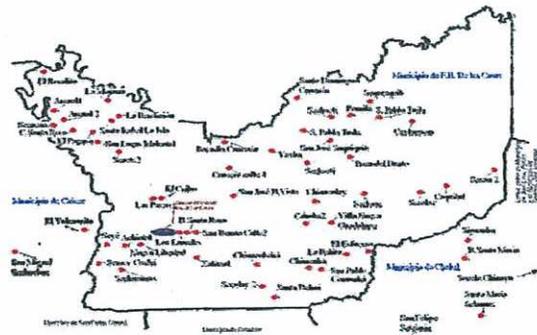
Su nombre hace alusión a la “verdadera paz” con la que estos territorios fueron incorporados a la Corona de Castilla y evangelizados sin acciones militares (gracias a la intervención del dominico Bartolomé de las Casas)

El departamento de Alta Verapaz, tiene el más bajo índice de desarrollo humano (IDH) del país: **0,33** con relación al 0,83 de Guatemala, según datos de Naciones Unidas.

Con una población de 749.401 habitantes, el 86,8% vive en el área rural, el 30% vive en la pobreza y el 38% del total en extrema pobreza.

(Fuente: Censo de Población 2001 SEGEPLAN, Oficina Departamental de Alta Verapaz)

Fray Bartolomé de las Casas: Este municipio limita al Norte con el municipio de San Luis; al Sur con los municipios de Cahabón y Cobán; al Oriente con el municipio de Chahal; al Occidente con el municipio de Chisec, con una extensión territorial de 1.229 Km². La distancia de la cabecera del municipio de Fray Bartolomé de Las Casas, a la cabecera departamental, Cobán, es de 100 kilómetros.



Está compuesto por 112 comunidades, entre barrios, aldeas, caseríos y asentamientos en fincas; con 41.370 habitantes, de los cuales solamente están censados y empadronados 12.000.

La población es campesina y mayoritariamente de la étnia q'eqchi, con unas condiciones de vida muy precarias (ingresos anuales de 120 euros per cápita): agricultura de subsistencia y jornaleros a tiempo parcial trabajando bajo

condiciones abusivas, en unas tierras de vocación forestal reconvertidas en grandes fincas ganaderas de terratenientes.

Las comunidades donde viven están mal comunicadas y con ausencia de canales de comercialización adecuados; graves deficiencias en servicios públicos: sanidad, educación, agua potable, electrificación, etc.; un índice de mortandad infantil del 2,73 % y con un analfabetismo entre las mujeres que ronda el **90%**.

Estas últimas se encuentran dependientes de la figura masculina en la esfera familiar, local y social. La población vive en una grave situación de inseguridad ciudadana, dada la impunidad existente en el país.

Por otro lado, no menos importante, la Población Económicamente Activa se sitúa en 11.351 para una población total de 41.370 habitantes, y con un 38% de aquellos se encontraban ocupados en el año 2.005, del resto 59,03% sub-empleados y desocupados 2,91% .

El 85% de las familias viven en pobreza y de ellas el 75% en extrema pobreza, siendo la agricultura la dedicación para el 80,5% de la población. Los datos correspondientes al departamento de Alta Verapaz, al que pertenece este municipio, sin embargo nos traducen la urgencia de acciones en éste, pues aún la urgencia proveniente de los datos departamentales, la situación en éste municipio es todavía más alarmante.

(Fuente: Censo de Población 2001 SEGEPLAN, Oficina Departamental de Alta Verapaz)

Programa de apoyo al desarrollo sostenible de las comunidades

A principios del año 2.000 se inicia una nueva Administración municipal con una orientación muy clara: "... una visión de desarrollo humano cuyo resultado a corto plazo es el de fortalecer el estado de derecho y la consolidación de la democracia en nuestros municipios".

Con el programa de "Apoyo al Desarrollo Sostenible de las Comunidades" del municipio de Fray Bartolomé de las Casas, se intenta incidir en algunos aspectos que posibiliten un desarrollo sostenible de las comunidades, es decir, que por medio de pequeñas acciones, acordes con la realidad social de las comunidades, se introducen dinámicas fácilmente controlables por los habitantes, mejoren las condiciones de vida, o contribuyan a la formación y organización de la gente de las comunidades.

Todo ello con un especial preocupación porque estos aspectos proyectos incidan favorablemente en el desarrollo de la mujer, cuidadosos con el medio ambiente y contribuyan o por lo menos no discriminen, la realidad pluriétnica.

El trabajo de la corporación municipal comienza en el año 2.000 por la realización de un diagnóstico sectorial del municipio, por medio de encuestas y entrevistas participativas en las cien comunidades del municipio, donde señalan, entre otras cosas las grandes deficiencias técnicas en los hogares (falta de agua corriente, electricidad o cualquier tipo de combustible).

Resulta impresionante saber que las mujeres indígenas invierten entre dos y tres horas diarias en el suministro de agua, debido a que carecen de cualquier tipo de sistema que permita un suministro adecuado.

El proyecto dentro de un marco global

En esta parte del proyecto se intenta plasmar la relación que tiene el objeto del proyecto con los distintos campos de la vida de las personas beneficiarias, desde la Salud, el Medio Ambiente, La economía y otros enfoques de tipo social.

Empecemos por el más crítico, la salud, y para tener una idea veamos la 'foto' de la situación, según el departamento de estadísticas Hospital F.B.C., donde se aprecia claramente que el segundo motivo de mortandad viene derivado de la falta de agua en condiciones saludables.

- Promedio de hijos: 6 por familia.
- La tasa de mortalidad materna es 315,9 por 10.000 habitantes.
- La tasa de natalidad 48,12 por 10.000 habitantes.
- La tasa de fecundidad fue de 228,41 por 1.000 mujeres en edad de procrear.
- La tasa de mortalidad general fue 4,76 /1.000 habitantes (año 2000).
- 24,81% de las casas del municipio tiene agua potable y de estos el 91,66% se concentran en el casco urbano.
- Causas de defunción en el año 2.000 fueron: Bronconeumonía (28,19%); Enfermedad Diarreica Aguda EDA (15,96%); Sepsis generalizada (5,32%). En total - las causas netamente infecciosas suman un 51.06% de los muertos en el distrito.
- Solo el 40,75% del municipio tiene letrinas.
- En el año 2.000, el grupo de menor de cinco años presentó una tasa de morbilidad de 4,72 por 1.000 habitantes.
- Mortalidad de menores de un año: 25,8 por 1.000 nacidos.
- La tasa de mortalidad neonatal fue 7,37 por 1.000 nacidos.
- Enfermedades infantiles - los principales fueron Bronco neumonía, Enfermedades diarreicas agudas, Bronco aspiración y malformación congénita.
- Funciona en la cabecera municipal, un centro de Salud tipo "A" y una clínica de primeros auxilios del instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS; existe también servicio o sub-centros de salud dotados con equipo mínimo y un enfermero en Boloncó, Sechactí, Chajmaic y Tuila. En la comunidad Santa Isabel la Isla funciona una Unidad Mínima de Salud, que es atendida por el Promotor Voluntario de Salud.

Fuente: Sistema Integral de Atención en Salud; SIAS y el departamento de estadísticas Hospital F.B.C.

Si hablamos medioambientalmente, vemos que en los comités de agua (encargados del Mantenimiento y responsables del sistema) están siendo formados en la importancia de mantener el "monte" limpio y cuidar la capa vegetal, especialmente encima de los manantiales, ya que estas fijan el suelo y garantizan

un mejor filtrado de la tierra, se evita por tanto el deforestar (para cultivar) en las proximidades, se busca plantar árboles de mayor porte, para fijar los suelos, etc..

En cuanto a la economía, se forma a los usuarios en la necesidad de “cuidar” el sistema, esto es que aparte de la aportación inicial de la mano de obra en su construcción, luego hay que implantar un sistema de cuotas para ir teniendo un caja para averías y repuestos, además de poder afrontar los pagos del fontanero.

De esta labor se va a encargar un equipo denominado “comité de agua” el cual tendrá el cometido de gestionar los fondos, cobrar las cuotas, realizar las labores de mantenimiento preventivo, limpiezas y en su caso realizar las gestiones necesarias para hacer las reparaciones.

Este comité será rotatorio en base a un reglamento definido por el conjunto de los usuarios. Obviamente toda esta organización esta apoyada por ACM, con su equipo de Agua y dando especial relevancia a la participación de la mujer en todo el proceso.

Necesidad de la población

Este proyecto se basa en el suministro de agua a diversas poblaciones, por lo tanto lo primero que tenemos que conocer es la valoración de la necesidad de agua que tenemos que suministrar, para mantener unas mínimas condiciones de salubridad de la población.

Como es de suponer esta necesidad no es la misma en el primer mundo, que en el tercero, principalmente por que no tienen tantos electrodomésticos que consumen agua, ni riegos, piscinas, elementos ornamentales etc...

Así en España en 2011 (INE) se cifró el gasto diario por persona en 142 litros, 92 más del recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el volumen mínimo* para cubrir las necesidades básicas.

Hasta la fecha, la OMS no ha proporcionado datos sobre la cantidad exacta de agua domiciliar que se requiere para promover una buena salud, si bien hace una recomendación al respecto.

Busquemos entonces los requerimientos de agua relacionados con la salud a fin de obtener una cifra mínima aceptable que permita satisfacer las necesidades de consumo (para bebida y preparación de alimentos) e higiene básica.

Este volumen no considera las demandas relacionadas con el bienestar que se encuentren fuera del uso doméstico común; por ejemplo, el uso del agua en centros de sociales, la producción de alimentos y las actividades comerciales o recreativas.

Si bien la necesidad básica de agua incluye el agua que se usa en la higiene personal, no resulta muy significativo para establecer una cantidad mínima ya que el volumen de agua que usen las viviendas para ello dependerá de la accesibilidad; la que se determina principalmente por la distancia, el tiempo, la confiabilidad y los costos potenciales.

La accesibilidad se puede categorizar en términos del nivel de servicio.:

Nivel del servicio	Medición del acceso	Necesidades atendidas	Nivel del efecto en la salud
Sin acceso (cantidad recolectada generalmente menor de 5 l/r/d)	Más de 1.000 m ó 30 minutos de tiempo total de recolección	Consumo – no se puede garantizar Higiene – no es posible (a no ser que se practique en la fuente)	Muy alto
Acceso básico (la cantidad promedio no puede superar 20 l/r/d)	Entre 100 y 1.000 m ó de 5 a 20 minutos de tiempo total de recolección	Consumo – se debe asegurar Higiene – el lavado de manos y la higiene básica de la alimentación es posible; es difícil garantizar la lavandería y el baño a no ser que se practique en la fuente	Alto
Acceso intermedio (cantidad promedio de aproximadamente 50 l/r/d)	Agua abastecida a través de un grifo público (o dentro de 100 m ó 5 minutos del tiempo total de recolección)	Consumo – asegurado Higiene – la higiene básica personal y de los alimentos está asegurada; se debe asegurar también la lavandería y el baño	Bajo
Acceso óptimo (cantidad promedio de 100 l/r/d y más)	Agua abastecida de manera continua a través de varios grifos	Consumo – se atienden todas las necesidades Higiene – se deben atender todas las necesidades	Muy bajo

Organización Mundial de la Salud

Alcanzado este punto, comentar que la ONG Zuzeneko elkartasuna y la Asociación de Mujeres Adelina Caal Maquin, llegan al convencimiento que la necesidad de agua por habitante es de 100 litros/ día. Este dato se tomara como premisa de cálculo para ver la viabilidad de los sistemas de distribución de agua.

Para este proyecto contamos con la siguiente población beneficiaria, aclarar que es premisa para poder tener derecho al suministro de agua, el participar en la construcción del proyecto, dado el bajo poder salarial de la población, se admitió como pago el trabajo como mano de obra en la ejecución del mismo.

San Pablo de Comunja:

nº de familias: 58	Habitantes: 336	Consumo 33.600 litros/día
--------------------	-----------------	---------------------------

Chimenja:

nº de familias: 41	Habitantes: 216	Consumo 21.600 litros/día
--------------------	-----------------	---------------------------

Esperanza Seamay:

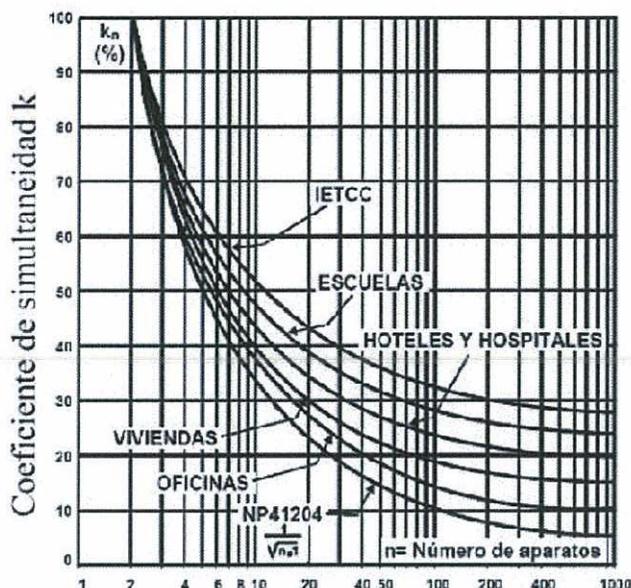
nº de familias: 36	Habitantes: 192	Consumo 19.200 litros/día
--------------------	-----------------	---------------------------

Nuevo Secapur:

nº de familias: 79	Habitantes: 480	Consumo 48.000 litros/día
--------------------	-----------------	---------------------------

Lo que nos genera una necesidad de suministro de 122.400 litros/día, a lo que aplicamos un coeficiente de simultaneidad para 214 puntos de suministro del 20% (mínimo recomendado).

Por lo que tenemos que asegurar una recepción diaria de 25 m³/d.



3.2. Las comunidades

Otro punto importante es donde están nuestros receptores, si bien ya hemos hecho una aproximación a la población existente, 1.224 personas en 214 casas, hay que conocer a detalle la distribución de las mismas.

Para ello, lo corriente es contar con la topografía de la zona y una cartografía detallada de la misma, pero dado en la zona donde nos encontramos, esto no ha podido ser del detalle requerido, es decir, que si bien se han conseguido encontrar planos de la zona, estos son de tal alta escala (E1:50.000), que no nos permite implementar el desarrollo de la red en dicho plano, con la precisión necesaria.

Por lo tanto, se ha tenido que recurrir a la “creación” de la información cartográfica necesaria.

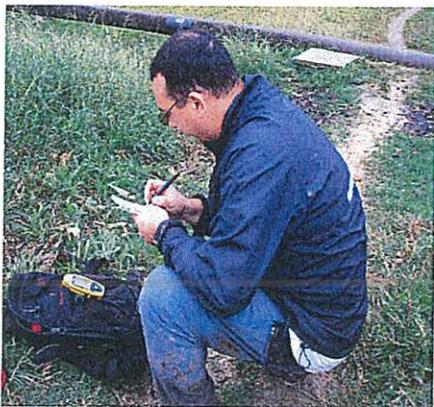
Por un lado se ha “topografiado” con los recursos del equipo del Sr. Waldemar Cifuentes (brújula, clinómetro -nivel de Abney-, y cinta métrica) y con altímetros, las zonas más relevantes y en una segunda oportunidad, se ha conseguido disponer de un receptor GPS portátil, para la verificación de los datos anteriores.



Hoy en día, gracias al avance de las aplicaciones en internet, es posible verificar las posiciones vía “foto satélite” y más concretamente con la aplicación conocida como “Google maps” la cual tiene cobertura mundial.

Así, pues de cara a poder realizar los cálculos definitivos de esta instalación, se procedió a la toma de datos vía GPS de todos los puntos relevantes, es decir: se localizaron las válvulas de corte, los giros en la red, codos, ramales, etc.

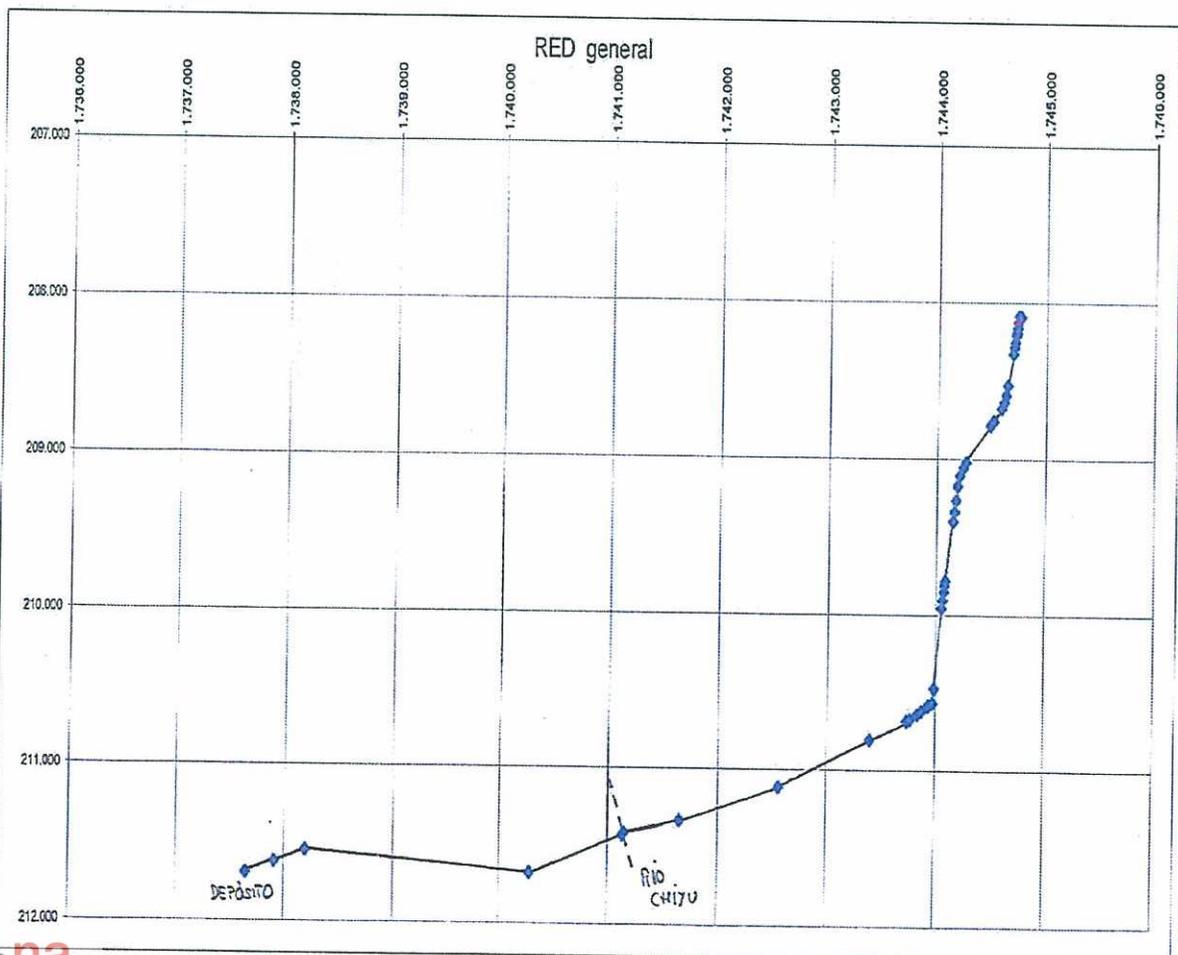
Así, pues de cara a poder realizar los cálculos definitivos de esta instalación, se procedió a la toma de datos vía GPS de todos los puntos relevantes, es decir: se localizaron las válvulas de corte, los giros en la red, codos, ramales, etc.



Dicha información se ha plasmado en diversas hojas "Excel" para la posterior realización de los cálculos, ya que otra premisa de este proyecto, es la no utilización de programas especializados, con el objeto de poder ser reproducibles en nuevos proyectos, manejado por el equipo de agua de ACM, cuya formación es la segunda parte de este proyecto.

Una vez introducido los datos en coordenadas UTM, se procedió a sacar los consiguientes gráficos, que al marcar los ejes con la coordenada correspondiente son equivalentes a un plano geográfico, en ejes "X" e "Y", la coordenada "Z" (la altura con respecto al nivel del mar) partía del plano topográfico y se extrapolaba con alfilero.

Esquema de la red general de reparto de tres pulgadas.



Y si implementamos los puntos de control de cada comunidad, tenemos:

Chimenja:

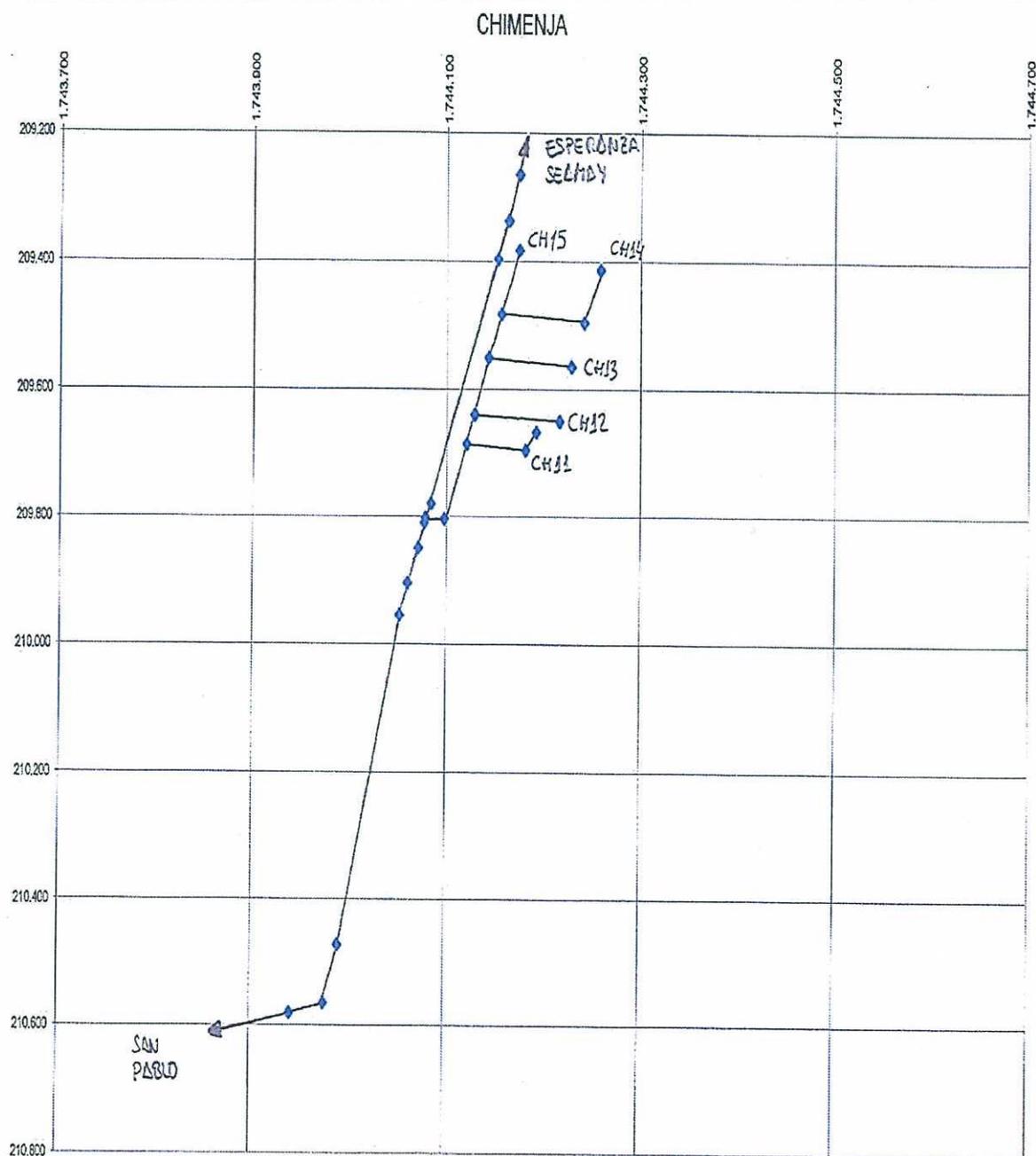
Un total de 41 casas (familias).

216 personas censadas.

1 ramal principal.

5 sub-ramales.

6 casas en la red general



Esperanza Seamay:

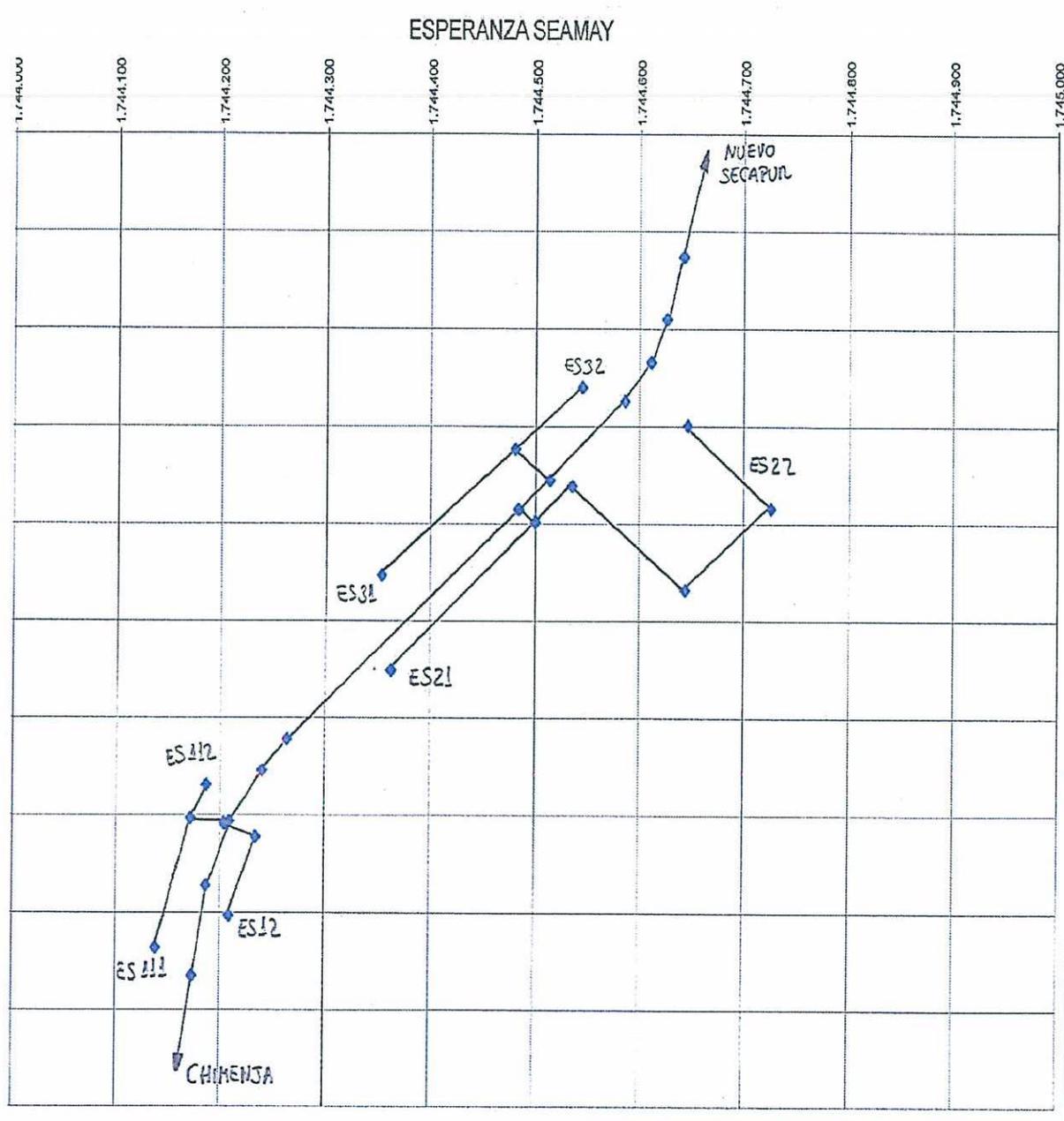
Un total de 36 casas (familias).

192 personas censadas.

3 ramales importantes.

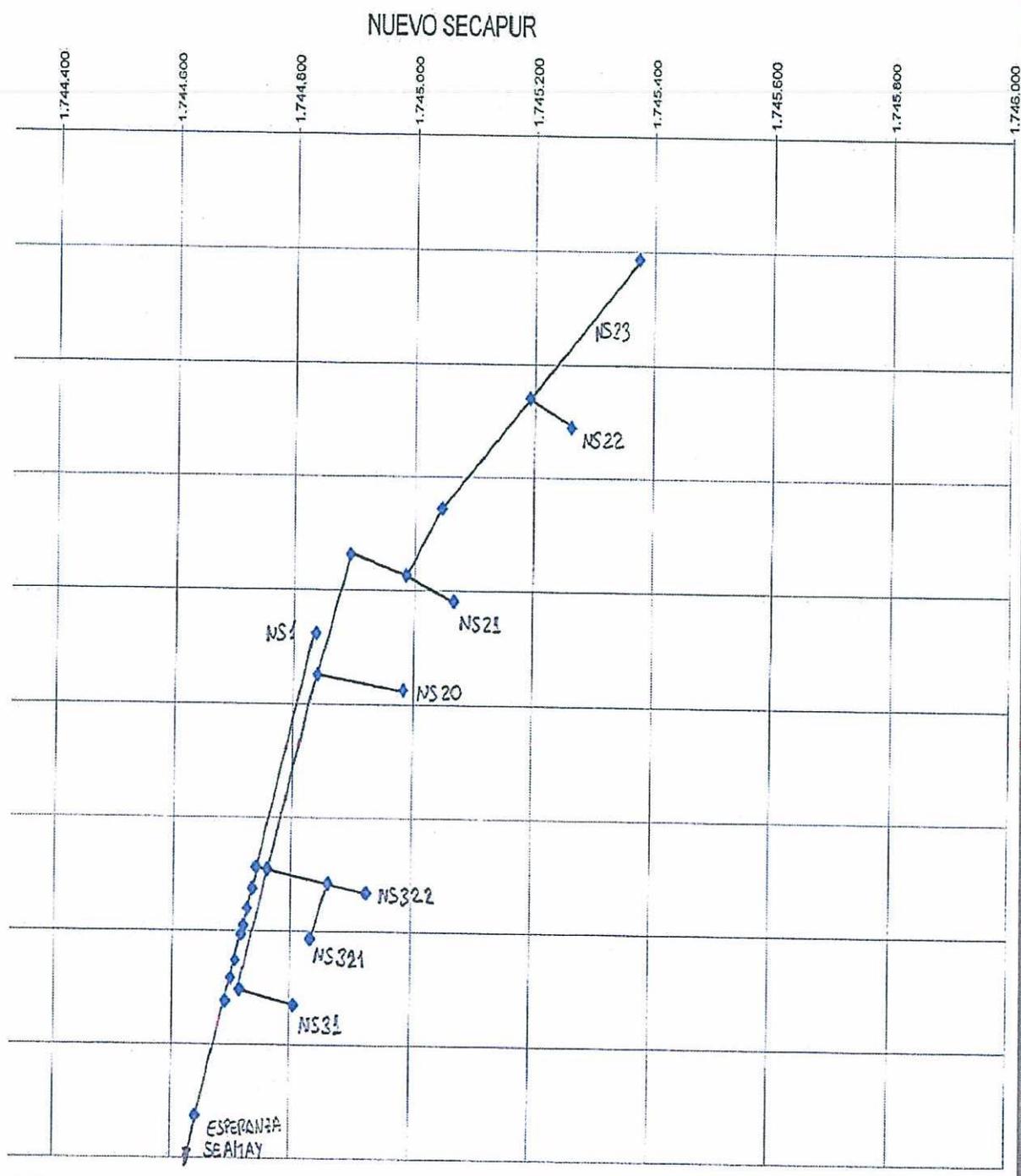
7 sub-ramales.

0 casas en la red general

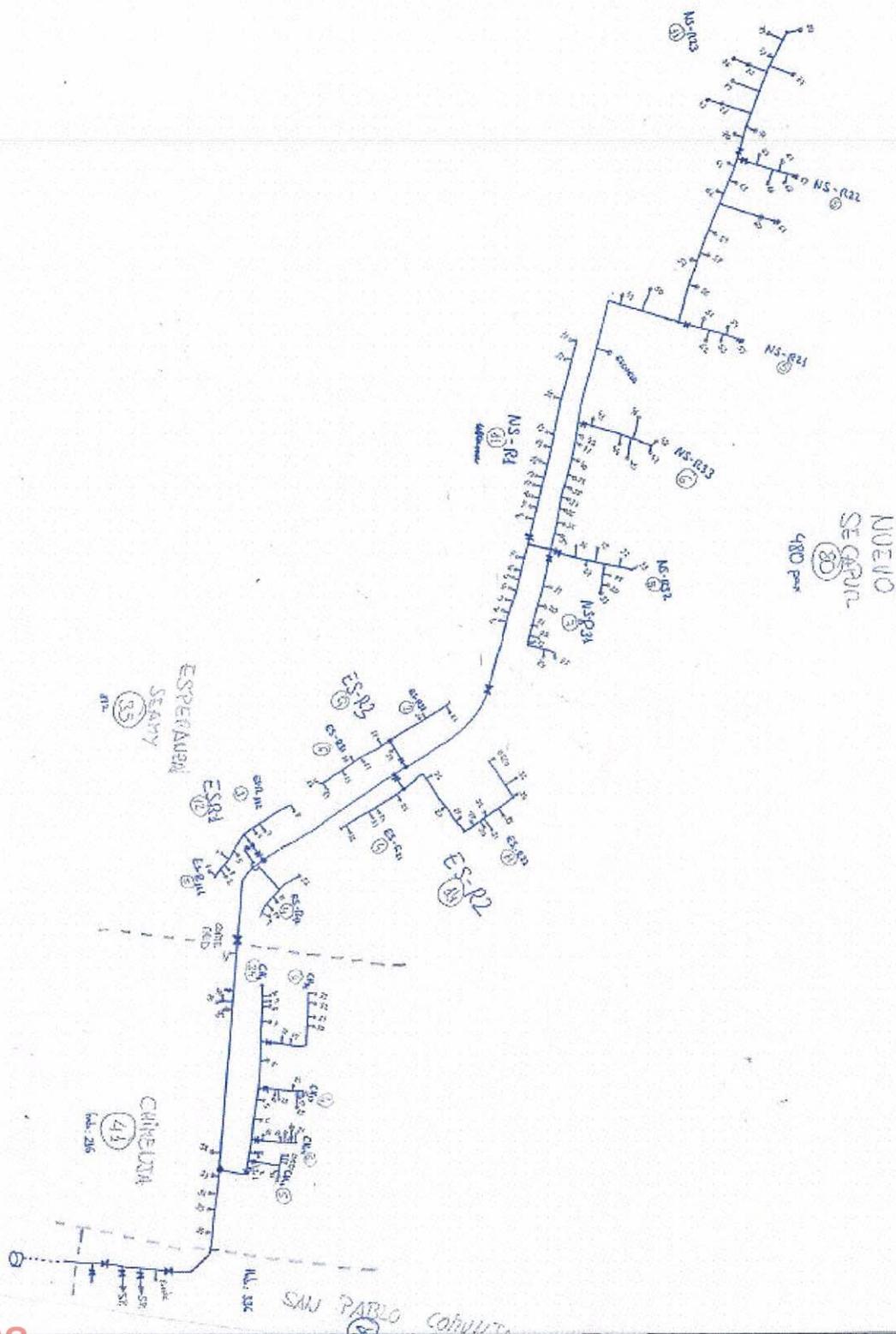


Nuevo Secapur:

Un total de 79 casas (familias).
480 personas censadas.
3 ramales importantes.
7 sub-ramales.
7 casas en la red general



A la vez que se iban identificando los distintos puntos singulares de la red, se realizaba un dibujo esquemático, a mano alzada, que representaba los distintos ramales y las conexiones a las casas incluidas en el proyecto, que aunque eran la mayoría, no todos los residentes se habían unido al proyecto.



Esquema de trabajo:

Toda esta información, se ha convertido en coordenadas Geodésicas, para su posterior control mediante soportes de imagen satelital, vía Internet.

Red general de 3".

Nudo	Coordenas Geodésicas				Coordenas UTM,		
	Latitud	longitud	Punto de chorro		X	Y	Z
1	Depósito	15,699731	89,692609		211.694	1.737.647	256
	Chimuy	15,702750	89,690433		211.621	1.737.909	205
	punto de paso	15,705309	89,691168		211.546	1.738.194	195
	final parcelas Chimuy	15,724169	89,690182		211.679	1.740.280	180
	Sur puente Chiyú	15,732048	89,692697		211.432	1.741.136	175
	Norte puente Chiyú	15,732175	89,692832		211.417	1.741.150	175
	Borde del campo	15,736532	89,693549		211.335	1.741.654	176
	Final senda desde SP	15,744677	89,695716		211.114	1.742.559	179
	Punto paso_casa	15,752243	89,698687		210.806	1.743.400	201
	válvula de Limpieza	15,755296	89,699876		210.683	1.743.740	198
San Pablo Comunja							
	Válvula de llegada	15,755565	89,699986		210.672	1.743.770	205
2	Toma ramal SP-R1	15,756193	89,700302		210.639	1.743.840	205
3	Toma ramal SP-R2	15,756509	89,700479		210.620	1.743.875	205
	Fuente San Pablo:	15,757019	89,700793	15,757046 89,700712	210.587	1.743.932	205
Chimenja:							
	Válvula de corte de RED	15,757112	89,700848		210.581	1.743.942	203
	1ºGiro 45º Iz-N	15,757423	89,701005		210.565	1.743.977	201
	2ºGiro 45º Iz-N oleoducto	15,757534	89,701876		210.472	1.743.991	197
	34ª casa lado Iz	15,758027	89,706697	15,757112 89,700848	209.955	1.744.052	198
	35ª casa lado Iz	15,758094	89,707169	15,757994 89,707175	209.905	1.744.060	198
	36ª casa lado Iz	15,758192	89,707684	15,757973 89,707727	209.850	1.744.071	198
	37ª casa lado Iz	15,758239	89,708054	15,757852 89,708079	209.810	1.744.077	198
4	Toma ramal CH-R1	15,758247	89,708135		209.802	1.744.078	198
	38ª casa lado Iz	15,758293	89,708336	15,758025 89,708392	209.780	1.744.084	198
	39 + 40ª casa lado Iz	15,758868	89,711912	15,758486 89,712005	209.397	1.744.152	198
	41ª casa lado Iz	15,758956	89,712480	15,758680 89,712480	209.337	1.744.163	198
Esperanza Seamay							
	válvula de corte de RED	15,759049	89,713148		209.265	1.744.174	198
	punto paso, leve giro	15,759155	89,714017		209.172	1.744.187	198
5	Toma ramal ES-R1	15,759351	89,714639		209.106	1.744.209	198
	punto paso, leve giro	15,759619	89,715122		209.054	1.744.240	199
	punto paso, leve giro	15,759836	89,715428		209.022	1.744.264	200
6	Toma ramal ES-R2	15,761798	89,717659		208.785	1.744.484	199
7	Toma ramal ES-R3	15,762059	89,717949		208.755	1.744.514	200
	punto paso, leve giro	15,762706	89,718706		208.674	1.744.586	200
	punto paso, leve giro	15,762923	89,719086		208.634	1.744.611	200
	punto paso, leve giro	15,763058	89,719494		208.590	1.744.626	201
Nuevo Secapur							
	válvula de corte de RED	15,763187	89,720095		208.526	1.744.642	201
	1ª casa	15,763606	89,721991	15,763415 89,722042	208.324	1.744.691	200
	2ª casa	15,763688	89,722374	15,763546 89,722422	208.283	1.744.700	200
	3ª casa	15,763748	89,722656	15,763624 89,722691	208.252	1.744.707	200

4ª casa	15,763830	89,723093	15,763701	89,723120	208.206	1.744.717	200
5ª casa	15,763864	89,723238	15,763709	89,723286	208.190	1.744.721	200
6ª casa	15,763915	89,723522	15,763817	89,723541	208.160	1.744.727	200
7ª casa	15,763985	89,723844	15,763634	89,723911	208.125	1.744.735	199
8 Toma ramal NS-R1	15,764034	89,724206			208.087	1.744.741	199
Cruce carretera	15,764209	89,724174			208.090	1.744.760	199
9 Toma ramal NS-R2	15,764209	89,724174			208.090	1.744.760	199
9 Toma ramal NS-R31	15,764209	89,724174			208.090	1.744.760	199
9 Toma ramal NS-R32	15,764209	89,724174			208.090	1.744.760	199

Chimenja, Ramal 1 y sub-ramales:

Nudo	Coordenas Geodésicas				Coordenas UTM,		
	Latitud	longitud	Punto de chorro		X	Y	Z
CHIMENJA							
4 Toma ramal CH-R1	15,758247	89,708135			209.802	1.744.078	198
Válvula de corte, giro90°	15,758430	89,708112			209.804	1.744.098	198
1ª casa dcha	15,758474	89,708481	15,758567	89,708465			
2ª+3ª casa dcha	15,758549	89,708846	15,758662	89,708827			
15 Toma ramal CH-R1.1	15,758621	89,709216			209.686	1.744.121	198
Escuela	15,758598	89,709361	15,758691	89,709353			
16 Toma ramal CH-R1.2	15,758688	89,709645			209.640	1.744.129	198
4ª casa dcha	15,758711	89,709835	15,758833	89,71			
5ª casa dcha	15,758815	89,710444	15,758887	89,710439			
17 Toma ramal CH-R1.3	15,758799	89,710493			209.550	1.744.143	198
6ª casa dcha	15,758853	89,710793	15,759026	89,710774			
18 Toma ramal CH-R1.4	15,758915	89,711123					
18 Toma ramal CH-R1.5	15,758915	89,711123					
Fin ramal CH-R1	15,758915	89,711123			209.482	1.744.156	198
Ramal CH-R11							
15 Toma ramal CH-R1.1	15,758621	89,709216			209.686	1.744.121	198
11ª+12ª Casa	15,759159	89,709157	15,759118	89,709219			
Codo '90°_ oeste	15,759193	89,709141			209.695	1.744.181	198
13º casa	15,759242	89,709227	15,759288	89,709208			
14º casa	15,759257	89,709305	15,759296	89,709294			
15º casa	15,759263	89,709401	15,759291	89,709423			
19 fin ramal	15,759263	89,709401			209.667	1.744.192	198
Ramal CH-R12							
16 Toma ramal CH-R1.2	15,758688	89,709645			209.640	1.744.129	198
16º casa	15,758688	89,709645	15,759021	89,709688			
17º casa	15,759173	89,709594	15,759196	89,709680			
18º casa	15,759227	89,709589	15,759250	89,709688			
19º+20º casa	15,759380	89,709575	15,759436	89,709865			
21º casa	15,759478	89,709562	15,759493	89,709675			
20 fin ramal	15,759478	89,709562			209.650	1.744.216	198
Ramal CH-R13							
17 Toma ramal CH-R1.3	15,758799	89,710493			209.550	1.744.143	198
22º casa	15,759062	89,710423	15,759062	89,710319			

23º casa	15,759129	89,710426	15,759093	89,710117			
24º casa	15,759333	89,710407	15,759356	89,710611			
25º casa	15,759387	89,710396	15,759323	89,710126			
26º casa	15,759478	89,710383	15,759472	89,710340			
27º casa	15,759571	89,710367	15,759565	89,710193			
21 fin ramal	15,759571	89,710367			209.564	1.744.228	198

Ramal CH-R14

18 Toma ramal CH-R1.4	15,758915	89,711123			209.482	1.744.156	198
28º casa	15,759152	89,711080	15,759173	89,711174			
29º casa	15,759498	89,711037	15,759532	89,711169			
Codo '90º' _ oeste	15,759684	89,711013			209.495	1.744.241	198
30º casa	15,759728	89,711225	15,7598	89,711212			
31º casa	15,759767	89,711437	15,759875	89,711442			
32º casa	15,759792	89,711608	15,759852	89,711614			
33º casa	15,759829	89,711777	15,75911	89,711777			
22 fin ramal	15,759829	89,711777			209.413	1.744.258	198

Ramal CH-R15

18 Toma ramal CH-R1.5	15,758915	89,711123			209.482	1.744.156	198
7ª casa dcha	15,758957	89,711477	15,759106	89,711474			
8ª casa dcha	15,759003	89,711721	15,759160	89,711705			
9ª casa dcha	15,759031	89,711919	15,759158	89,711909			
10ª casa dcha	15,759060	89,712051	15,759179	89,712054			
23 Fin ramal	15,759060	89,712051			209.383	1.744.174	198

Esperanza Seamay, Ramal 1 y sub-ramales:

Nudo	Coordenas Geodesicas			Coordenas UTM,			
	Latitud	longitud	Punto de chorro	X	Y	Z	
ESPERANZA SEAMAY							
5 Toma ramal ES-R1	15,759370	89,714587		209.106	1.744.209	198	
válvula de corte	15,759315	89,714608		209.109	1.744.205	198	
24 Toma ramal ES-R1.1	15,759299	89,714614	salida a 1"	209.108	1.744.204	198	
24 Toma ramal ES-R1.2	15,759299	89,714614	salida a 1"	209.108	1.744.204	198	
Ramal ES-R11							
24 Toma ramal ES-R1.1	15,759299	89,714614		209.108	1.744.204	198	
43 T de distribución	15,759015	89,714664		209.103	1.744.172	198	
Ramal ES-R111							
43 Toma ramal ES-R1.11	15,759015	89,714664		209.103	1.744.172	198	
5º casa	15,758861	89,714032	15,758897	89,714019			
4º casa	15,758827	89,713831	15,758624	89,713863			
3º casa	15,758781	89,713640	15,758874	89,713622			
2º casa	15,758727	89,713415	15,758784	89,713418			
1º casa	15,758727	89,713415	15,758422	89,713434			
27 fin ramal este	15,758727	89,713415		209.236	1.744.139	198	
Ramal ES-R112							
43 Toma ramal ES-R1.11	15,759015	89,714664		209.103	1.744.172	198	
6º casa	15,759082	89,714804	15,759061	89,714820			

	7° casa	15,759144	89,714978	15,759255	89,714938			
	8° casa	15,759144	89,714978	15,759585	89,715721			
26	final ramal oeste	15,759144	89,714978			209.069	1.744.187	198

Ramal ES-R12

24	Toma ramal ES-R1.2	15,759299	89,714614			209.108	1.744.204	198
	cruce carretera	15,759572	89,714488			209.122	1.744.234	198
	9° casa	15,759572	89,714488	15,759658	89,714635			
	10° casa	15,759485	89,714179	15,759567	89,714155			
	11° casa	15,759355	89,713729	15,759410	89,713710			
	12° casa	15,759355	89,713729	15,759477	89,713568			
25	final ramal	15,759355	89,713729			209.203	1.744.209	198

Esperanza Seamay, Ramal 2 y sub-ramales:

Nudo	Coordenas Geodesicas			Coordenas UTM, (WGS84)		
	Latitud	longitud	Punto de chorro	X	Y	Z

ESPERANZA SEAMAY

6	Toma ramal ES-R2	15,761798	89,717659			208.785	1.744.484	199
	división ES-R21, ES-R22	15,761937	89,717541			208.798	1.744.500	199
28	fin de ramal	15,761937	89,717541			208.798	1.744.500	199

Ramal ES-R21

28	Toma ramal ES-R21	15,761937	89,717541			208.798	1.744.500	199
	25° casa	15,761751	89,717337	15,761808	89,717283			
	24° casa	15,761447	89,717005	15,761534	89,716913			
	23° casa	15,761297	89,716822	15,761359	89,716763			
	22° casa	15,760719	89,716101	15,760812	89,715948			
30	fin de ramal	15,760719	89,716101			208.951	1.744.363	200

Ramal ES-R22

28	Toma ramal ES-R22	15,761937	89,717541			208.798	1.744.500	199
	punto de giro	15,762252	89,717895			208.761	1.744.535	199
	26° casa	15,762443	89,717702	15,762554	89,717823			
	27° casa	15,762784	89,717383	15,762714	89,717318			
	28° casa	15,763057	89,717098	15,763106	89,717152			
	punto de giro	15,763248	89,716905			208.868	1.744.644	200
	29° casa	15,763460	89,717131	15,763321	89,717281			
	30° casa	15,763532	89,717208	15,763692	89,717053			
	31° casa	15,763610	89,717278	15,763816	89,717061			
	32° casa	15,763700	89,717393	15,763605	89,717493			
	33° casa	15,763845	89,717565	15,764005	89,717431			
	punto de giro	15,763976	89,717705			208.784	1.744.726	200
	34° casa	15,763943	89,717731	15,764025	89,717841			
	35° casa	15,763610	89,718112	15,763687	89,718246			
	36° Escuela	15,763251	89,718485	15,763267	89,718504			
29	fin de ramal	15,763251	89,718485			208.699	1.744.646	200

Esperanza Seamay, Ramal 3 y sub-ramales:

Nudo	Coordenas Geodesicas				Coordenas UTM, (WGS84)			
	Latitud	longitud	Punto de chorro		X	Y	Z	
ESPERANZA SEAMAY								
7	Toma ramal ES-R3	15,762059	89,717949			208.755	1.744.514	200
	Válvula de corte	15,762046	89,717966					
	19° casa	15,761837	89,718173	15,761740	89,718038			
	división ES-R31, ES-R32	15,761758	89,718237					
31	final ramal	15,761758	89,718237			208.723	1.744.481	200
Ramal este ES-R31								
31	Toma ramal ES-R31	15,761758	89,718237			208.723	1.744.481	200
	18° casa	15,761590	89,717993	15,718376	89,718376			
	17° casa	15,761247	89,717668	15,761327	89,717588			
	16° casa	15,761112	89,717550	15,760694	89,718039			
	15° casa	15,760875	89,717271	15,761030	89,717135			
	14° casa	15,760630	89,717014	15,760676	89,716960			
	13° casa	15,760630	89,717014	15,760418	89,717033			
32	final ramal	15,760630	89,717014			208.853	1.744.354	200
Ramal este ES-R32								
31	Toma ramal ES-R32	15,761758	89,718237			208.723	1.744.481	200
	20° casa	15,762102	89,718671	15,762112	89,718709			
	21° casa	15,762329	89,718833	15,762481	89,718720			
33	final ramal	15,762329	89,718833			208.660	1.744.545	200

Nuevo secapur, Ramal 1 y sub-ramales:

Nudo	Coordenas Geodesicas				Coordenas UTM, (WGS84)			
	Latitud	longitud	Punto de chorro		X	Y	Z	
NUEVO SECAPUR								
8	Toma ramal NS-R1	15,764034	89,724206			208.087	1.744.741	199
	8ª casa	15,764069	89,724378	15,763865	89,724388			
	9ª casa	15,764103	89,724544	15,763966	89,724552			
	10ª casa	15,764183	89,724871	15,763930	89,724965			
	11ª casa	15,764247	89,725231	15,763945	89,725257			
	12ª casa	15,764281	89,725397	15,764113	89,725429			
	13ª casa	15,764350	89,725719	15,764255	89,725748			
	14ª casa	15,764495	89,726379	15,764332	89,726419			
	15ª casa	15,764557	89,726698	15,764214	89,726733			
	16ª casa	15,764601	89,726926	15,764248	89,726974			
	17ª casa	15,764789	89,727704	15,764725	89,727720			
	18ª casa	15,764849	89,728050	15,764849	89,728050			
34	Fin ramal	15,764849	89,728050			207.676	1.744.837	199

Nuevo secapur, Ramal 2 y sub-ramales:

Nudo	Coordenas Geodesicas				Coordenas UTM, (WGS84)			
	Latitud	longitud	Punto de chorro		X	Y	Z	
NUEVO SECAPUR								
9	Toma ramal NS-R2	15,764209	89,724174			208.090	1.744.760	199
9	Toma ramal NS-R31	15,764209	89,724174			208.090	1.744.760	199
9	Toma ramal NS-R32	15,764209	89,724174			208.090	1.744.760	199
	34ª casa	15,764241	89,724303	15,764339	89,724278			
	35ª casa	15,764267	89,724418	15,764362	89,724399			
	36ª casa	15,764324	89,724769	15,764396	89,724764			
	37ª casa	15,764378	89,725005	15,764479	89,725008			
	38ª casa	15,764499	89,725579	15,764701	89,725547			
	39ª casa	15,764600	89,725995	15,764827	89,725931			
	40ª casa	15,764706	89,726601	15,764935	89,726540			
	41ª casa	15,764788	89,726995	15,764886	89,726990			
	42ª casa	15,764819	89,727170	15,764902	89,727140			
10	Toma ramal NS-R20	15,764889	89,727372			207.748	1.744.840	199
	Escuela	15,765143	89,728499	15,765308	89,728499			
	Punto de paso CODO	15,765344	89,729346			207.537	1.744.893	199
	49ª casa	15,765411	89,729330	15,765520	89,729641			
	50ª casa	15,765989	89,729142	15,766072	89,729330			
11	Toma ramal NS-R21	15,766196	89,729024			207.573	1.744.987	200
	56ª casa	15,766533	89,729713	15,766690	89,729617			
	punto de paso	15,766714	89,730132			207.455	1.745.046	200
	57ª casa	15,766805	86,730289	15,766619	89,730388			
	58ª casa	15,766828	89,730329	15,766993	89,730216			
	59ª casa	15,767035	89,730672	15,767267	89,730495			
	60ª+ 61ª casa	15,767282	89,730967	15,768470	89,730404			
	62ª casa	15,767541	89,731262	15,767355	89,731407			
	63ª casa	15,767743	89,731536	15,767847	89,731482			
	64ª casa	15,767940	89,731895	15,767798	89,732008			
12	Toma ramal NS-R22	15,768008	89,731981					
12	Toma ramal NS-R23	15,768008	89,731981					
12	fin ramal	15,768008	89,731981			207.259	1.745.192	200
Ramal NS-R20								
10	Toma ramal NS-R20	15,764889	89,727372			207.748	1.744.840	199
	43ª casa	15,765065	89,727354	15,765086	89,727493			
	44ª casa	15,765674	89,727262	15,765612	89,727043			
	45ª casa	15,765945	89,727212	15,765801	89,726558			
	46ª casa	15,765997	89,727196	15,766131	89,727850			
	47ª casa	15,766196	89,727140	15,766162	89,727016			
	48ª casa	15,766191	89,727150	15,766198	89,727174			
37	fin tramo	15,766191	89,727150			207.774	1.744.984	201
Ramal NS-R21								
11	Toma ramal NS-R21	15,766196	89,729024			207.573	1.744.987	200
	51ª casa	15,766317	89,728949	15,766372	89,729035			
	52ª casa	15,766528	89,728882	15,766504	89,728745			
	53ª casa	15,766685	89,728804	15,766672	89,728759			
	54ª casa	15,766755	89,728753	15,766783	89,728826			
	55ª casa	15,766923	89,728619	15,766863	89,728402			
38	Final tramo	15,766923	89,728619			207.618	1.745.067	202

Ramal NS-R22								
12	Toma ramal NS-R22	15,768008	89,731981			207.259	1.745.192	200
	65ª casa	15,768343	89,731729	15,768521	89,731968			
	66ª casa	15,768431	89,731673	15,768240	89,731383			
	67ª casa	15,768508	89,731627	15,768614	89,731812			
	68ª casa	15,768581	89,731560	15,768449	89,731404			
	69ª casa	15,768645	89,731514	15,768638	89,731487			
40	final tramo	15,768645	89,731514			207.310	1.745.262	201

Ramal NS-R23								
12	Toma ramal NS-R23	15,768008	89,731981			207.259	1.745.192	200
	70ª casa	15,768106	89,732132	15,768029	89,732224			
	71ª casa	15,768289	89,732336	15,768486	89,732232			
	72ª + 73ª casa	15,768359	89,732438	15,767660	89,732814			
	74ª casa	15,768581	89,732782	15,768122	89,733098			
	75ª + 76ª casa	15,769051	89,733447	15,768529	89,733790			
	77ª casa	15,769102	89,733500	15,769670	89,733114			
	78ª casa	15,769237	89,733731	15,769175	89,733785			
	79ª casa	15,769552	89,734192	15,769221	89,734407			
	80ª casa	15,769629	89,734294	15,769944	89,734257			
39	final tramo	15,769629	89,734294			207.013	1.745.375	200

Nuevo secapur, Ramal 3 y sub-ramales:

Nudo	Coordenas Geodesicas			Coordenas UTM, (WGS84)		
	Latitud	longitud	Punto de chorro	X	Y	Z

NUEVO SECAPUR

Ramal NS-R31								
9	Toma ramal NS-R31	15,764209	89,724174			208.090	1.744.760	199
	19ª casa	15,764081	89,723502	15,764205	89,723467			
	20ª casa	15,763991	89,723067	15,764111	89,723027			
	21ª casa	15,763962	89,722873	15,764068	89,722827			
	22ª casa	15,763905	89,722602	15,764019	89,722602			
	23ª casa	15,763818	89,722320	15,763960	89,722320			
	punto paso, codo	15,763823	89,722186			208303	1744715	199
	24ª casa	15,764388	89,722041	15,764319	89,721870			
	25ª casa	15,764649	89,721945	15,764739	89,722015			
35	Fin de ramal	15,764649	89,721945			208330	1744806	199

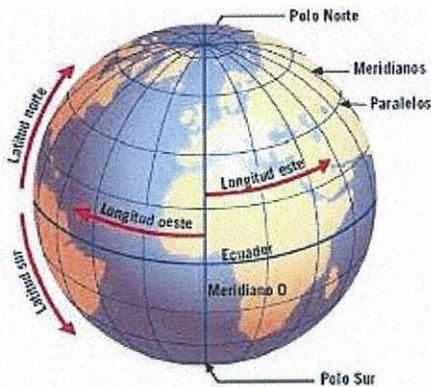
Ramal NS-R32,								
9	Toma ramal NS-R32	15,764209	89,724174			208.090	1.744.760	199
	26ª casa	15,764721	89,724075	15,764763	89,724402			
	27ª casa	15,764843	89,724042	15,764791	89,723844			
	28ª casa	15,764946	89,724024	15,764997	89,724313			
36	T distribucion	15,765116	89,723959			208.115	1.744.861	199

Ramal NS-321								
36	Toma ramal NS-R321	15,765116	89,723959			208.115	1.744.861	199
	29ª casa	15,765049	89,723678	15,765126	89,723661			
	30ª casa	15,764977	89,723192	15,765106	89,723176			
	31ª casa	15,764879	89,723034	15,764933	89,723031			
41	fin tramo	15,764879	89,723034			208.213	1.744.833	198

Ramal NS-322

36	Toma ramal NS-R322	15,765116	89,723959			208.115	1.744.861	199
	32° casa	15,765377	89,723892	15,763960	89,722320			
	33° casa	15,765697	89,723817	15,765720	89,723852			
42	fin tramo	15,765697	89,723817			208.131	1.744.925	198

Nota: al estar Guatemala a la izquierda del meridiano de Greewich, la longitud es "oeste" por tanto negativa. Para la latitud, estamos en el hemisferio Norte, con lo cual es positivo.



La instalación existente.

Cuando nació este proyecto fin de carrera, ya se planteó como una continuación a uno existente, es decir el sistema ya estaba ejecutado hasta la primera comunidad y se encontraba en fase de diseño de la 2ª, la consabida ampliación a 3 comunidades más.

Por lo tanto, partimos de 2 captaciones de manantiales, un depósito de almacenamiento y una primera distribución a la comunidad de San Pablo de Comunja.

La información de esta parte se centro en los datos necesarios para los cálculos de la ampliación, sin entrar en más detalles.

Comentar, a nivel de anécdota, que el compromiso por poder utilizar los manantiales anteriores, y un tercero que añadimos en la segunda fase, consistió en instalar un sistema de agua domiciliar a la comunidad de Chimuy, pero para ello se utilizó otro manantial y es un sistema completamente aparte del que nos ocupa.

4. Desarrollo del trabajo:

4.1. La parte técnica.

4.1.1 Características buscadas en la red de distribución.

Como se comento anteriormente, se pretende suministrar a todas las viviendas un mínimo de 100 litros diarios por persona, a una presión de suministro de entre 20 y 40 mca,(según recomiendan los manuales).

Así mismo se busca un equilibrio entre las prestaciones y el coste de la instalación, y también se hace un enfoque futurista a posibles ampliaciones de población.

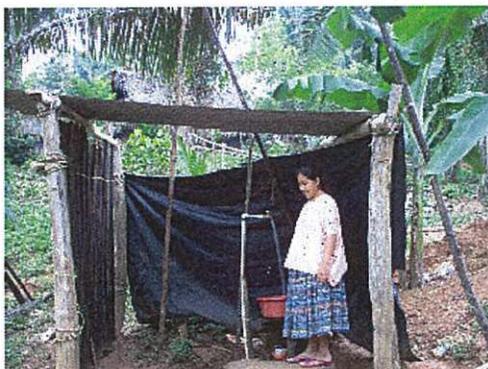
Otro factor que intento respetarse en la medida de lo posible, fue el de dejar lo mas limpia la red principal, solo tomas de redes. Esto no fue del todo posible, porque los usuarios se negaron a crear redes paralelas a la principal “como se iba a colocar otro tubo si ya tendían la principal” además eso era “tirar el pisto (dinero)”.

Otro criterio fue el de instalar válvulas de corte: en la red principal a principio de cada comunidad, y luego en cada ramal, una de corte y otra de vaciado (purgado).

Los ramales serán como mínimo de una pulgada y los pasos bajo la carretera en hierro galvanizado con dos pulgadas como mínimo.

La acometida a las casas, se realiza en media pulgada, elevando la tubería un metro y medio de suelo, con la colocación de un grifo (chorro) por casa.

A partir de ahí cada usuario soporta como quiere su grifo, (normalmente en el exterior junto a la casa en un pequeño cubierto, y en algunos casos a la pila de lavar que tienen, esto también es materia de otros proyectos de la ONGD.).



Así mismo se recomienda que canalicen las aguas negras a algún pozo ciego cercano. Si bien este es tema para otro gran proyecto.

4.1.2. Cálculos justificativos:

Sabemos que necesitamos un Volumen teórico nominal de unos 120 m³ diarios, pero las tablas nos recomiendan que aplicando la simultaneidad, se consume un 20%, ahora bien para los cálculos de caudal aplicaremos el

nominal ya que en los momentos del amanecer, medio día y anochecer, es muy posible que lleguemos al nominal, o también si el día amanece con las condiciones de poder secar la ropa, (todo el personal se pone a lavar a la vez, ya que se tiene que secar antes del anochecer)

Partamos pues del suministro, es decir calcular el aforo de los diversos manantiales y la capacidad del depósito de recepción.

Como ya sabemos dos manantiales y el depósito, ya estaban en la instalación y ahora sumamos un tercer manantial. Se realizaron varias mediciones, donde se aprecia claramente la influencia estacional de estos manantiales, sobre todo del principal.

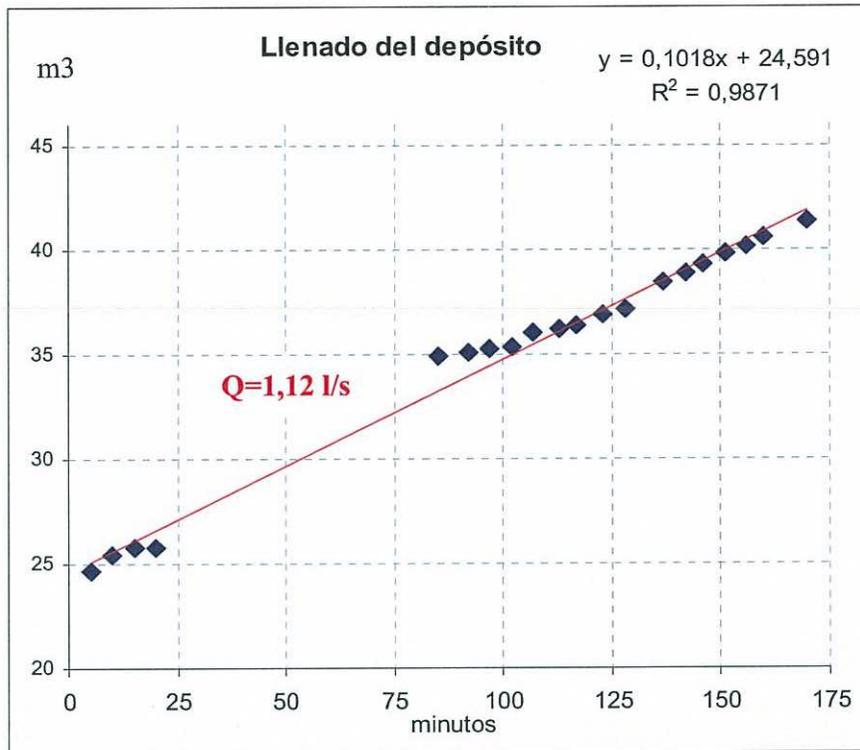
Medición en L/s			
	jun-04	sep-04	dic-05
Fuente 1	1,11	0,86	0,63
Fuente 2	0,35	0,30	0,28
Fuente 3	0,37	0,35	0,32
Q [m3/d]	158,11	130,46	106,27

La técnica de aforamiento es clásica, se recoge el agua en un cubo graduado y se mide el tiempo que tarda en llenarse, se realizan varias mediciones para mejorar la precisión.

El volumen aun en época seca, es suficiente para llenar el tanque de 75 m³ y como prueba de ello, se procedió a realizar una prueba real de recarga del depósito

Área: 28,049 m ²				
Hora	Tiempo (min)		altura	Volumen
	Inst	Acu	mm	m ³
9:16 AM	5	5	0,880	24,68
9:20 AM	5	10	0,905	25,38
9:25 AM	5	15	0,918	25,75
9:30 AM	5	20	0,920	25,81
11:35 AM	65	85	1,245	34,92
11:42 AM	7	92	1,251	35,09
11:47 AM	5	97	1,255	35,20
11:52 AM	5	102	1,260	35,34
11:57 AM	5	107	1,285	36,04
12:03 PM	6	113	1,290	36,18
12:07 PM	4	117	1,295	36,32
12:13 PM	6	123	1,315	36,88
12:18 PM	5	128	1,325	37,17
12:27 PM	9	137	1,370	38,43
12:32 PM	5	142	1,385	38,85
12:36 PM	4	146	1,402	39,32
12:41 PM	5	151	1,418	39,77
12:46 PM	5	156	1,430	40,11
12:50 PM	4	160	1,446	40,56
1:00 PM	10	170	1,475	41,37

Lo exponemos en una grafica:



Se puede observar que en determinados momentos, el llenado es casi horizontal, estamos en consumo nominal, y también otros como se llena a un régimen continuo de 1,12 litros por segundo.

Si esto lo comparamos con los aforos, realizados ese mismo día en los manantiales, nos da un consumo mínimo de 6,6 litros/minuto. La imagen recoge un momento de la medición de la recarga del tanque, por el equipo de agua de ACM.



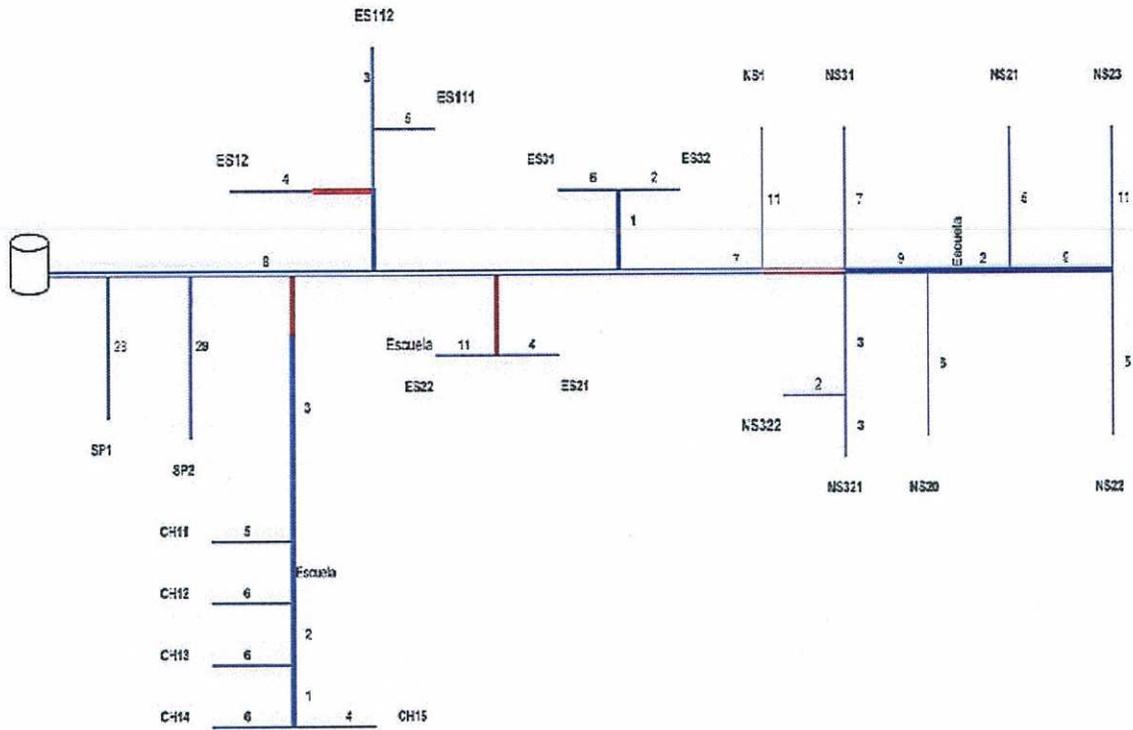
Comprobado queda que los manantiales son suficientes para suministrar el caudal necesario al sistema, y la tercera captación, si bien parece innecesaria, cubre la bajada del manantial principal en la época seca.

Cálculo de la distribución.

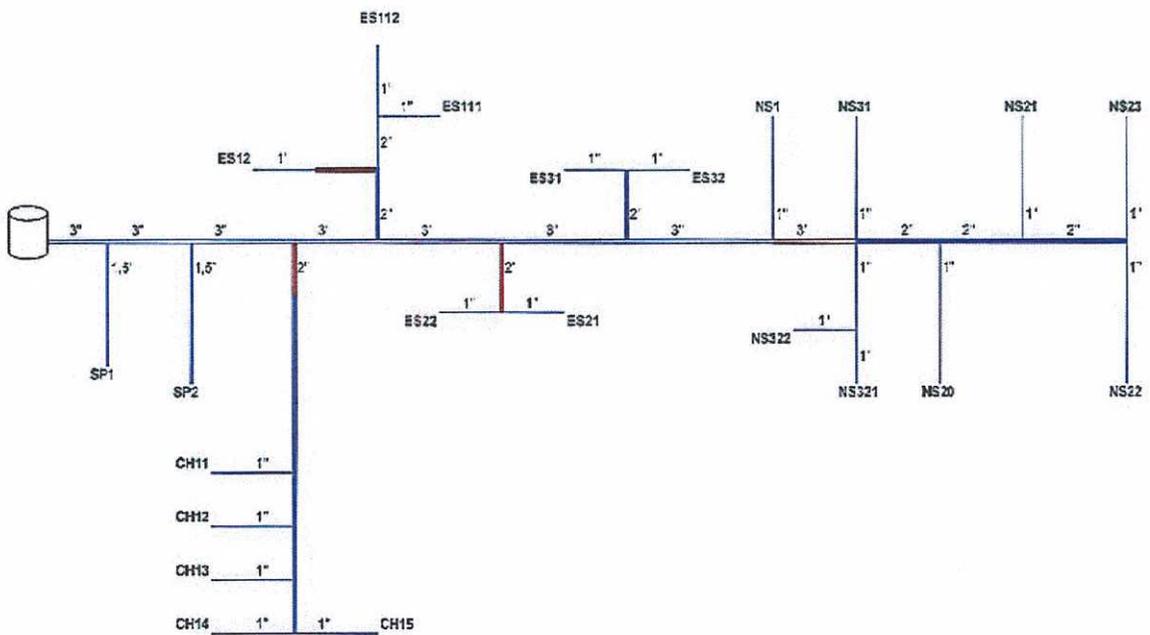
Para poder hacer los cálculos, se crean un sinóptico de la red de distribución, en la cual se van ajustando las secciones en base a los resultados. Una vez alcanzando un equilibrio se procede a valorar el coste del mismo y su posterior estudio de viabilidad financiera.

Sinópticos básicos:

DISTRIBUCION RAMIFICADA, Casas por rama



DISTRIBUCION RAMIFICADA, ramales y secciones



Ya tenemos los datos de partida para verificar nuestra red.

Los criterios a la hora de calcular han sido principalmente, la aplicación de la ecuación de Darcy-Weissbach, aunque la mayor parte de los textos recomiendan usar el criterio de Hazen Willians, este se desestimo por el diámetro tan pequeño de nuestras tuberías (recomiendan aplicarlo por encima de DN 50 mm) y en segundo lugar por la baja velocidad del agua, que prácticamente discurre en régimen laminar. (Consumidores muy pequeños y muy distanciados).

Nuestra formula de cálculo, de la perdida de carga en función del caudal:

$$H \text{ (m)} = 0.0826 \times f \times Q^2 / D^5 \times L$$

En la que:

f: Es el factor de fricción, es función del nº Re y de la rugosidad relativa de la tubería.

Q: Caudal que circula por la tubería.

D: Diámetro de la tubería.

L: Longitud de ese tramo de tubería.

Esta ecuación la aplicaremos en todos los tramos de tubería en que hemos dividido la red, a lo que le llamaremos "línea". Otro dato importante a tener en cuenta, es que en determinados tramos hay consumidores entre el principio y final de la línea y ello ya no produce una perdida uniforme, por lo tanto aplicaremos el concepto llamado "caudal en ruta" que equivale al caudal que haría la misma perdida de carga, que la producida por los diversos consumidores.

$$Q = \sum Q_i + \sum (q_k \times L_k)$$

En la que representamos:

Q: Caudal de calculo para esa línea.

Q_i: Caudal externo.

q: consumo unitario.

L: Longitud de línea hasta ese consumo.

Y básicamente tenemos dos posibles casos:

- Si es final de línea y ya no hay más consumo:

$$Q' = q \times L / \sqrt{3} = 0,577 \times q \times L$$

- Es un tramo intermedio, con entrada y salida de caudal:

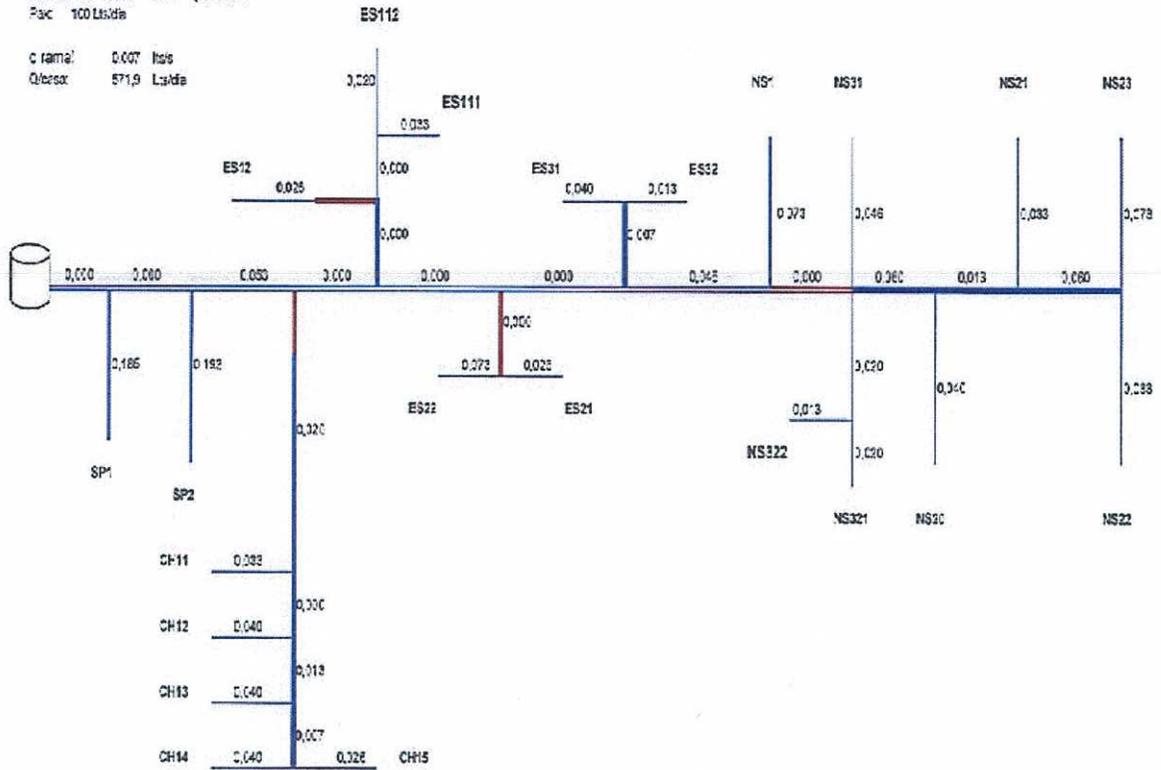
$$Q' = Q_2 + 0,55 \times q \times L$$

Y todos estos cálculos los volvemos a reflejar en el sinóptico.

DISTRIBUCION RAMIFICADA, q en ruta [Lts/s]

Media Pax* casa: 5.72 personas
 Pac: 100 Lts/día

C ramal: 0.007 lts/s
 Q: casa: 571.9 Lts/día



Llegados a este punto, nos basaremos en el poder de cálculo de las Hojas Excel, para delimitar todas las líneas de la red, con sus nudos.

En esta tabla calculamos las perdidas de carga de 1^{er} orden “Ho” según la ecuación de Darcy-Weissbach.

Las perdidas de 2^o orden “k” corresponden a la pérdida de los diversos accesorios instalados, tales como válvulas, codos, tees. El dato se toma directamente de tablas.

Y por ultimo, comparamos los resultados con el Criterio de Bonnet (basado solo en el caudal circulante), sobre el diámetro mínimo recomendado , para mantener una velocidad de autolimpieza.

La tercera tabla se realiza siguiendo el criterio de Hazen Willians, que aunque lo descartamos en su momento, verificamos la decisión con este cálculo. Resultado aceptable solo para las tres primeras líneas.

LINEA	Nudos externos		Longitud L [m]	Consumo teórico [m3/día]	Caudal de Entrada [L/s]	Caudal en Ruta q*L [L/s]	Caudal de salida [L/s]	Caudal de diseño Q' [L/s]	Diámetro real D [mm]	Velocidad V [m/s]
	ini	fin								
1	1	2	6.269,58	120,099	1,390	0,000	1,390	1,390	76,2	0,305
2	2	3	39,82	104,086	1,205	0,000	1,013	1,013	76,2	0,222
3	3	4	885,88	87,501	1,013	0,053	0,741	0,770	76,2	0,169
4	4	5	709,10	64,053	0,741	0,000	0,688	0,688	76,2	0,151
5	5	6	423,91	59,478	0,688	0,000	0,589	0,589	76,2	0,129
6	6	7	42,43	50,899	0,589	0,000	0,530	0,530	76,2	0,116
7	7	8	718,15	45,752	0,530	0,046	0,410	0,436	76,2	0,096
8	8	9	19,24	35,458	0,410	0,000	0,311	0,311	76,2	0,068
9	9	10	351,23	26,879	0,311	0,060	0,212	0,245	50,8	0,121
10	10	11	318,21	18,301	0,212	0,013	0,165	0,173	50,8	0,085
11	11	12	376,33	14,298	0,165	0,060	0,106	0,139	50,8	0,068
12	2	13	400,00	16,013	0,185	0,185	0,000	0,102	38,1	0,089
13	3	14	400,00	16,585	0,192	0,192	0,000	0,106	38,1	0,093
14	4	15	140,32	18,873	0,218	0,020	0,199	0,209	50,8	0,103
15	15	16	46,69	14,298	0,165	0,000	0,165	0,165	50,8	0,082
16	16	17	91,08	10,866	0,126	0,013	0,113	0,120	50,8	0,059
17	17	18	69,23	6,291	0,073	0,007	0,066	0,070	50,8	0,034
18	15	19	90,75	2,860	0,033	0,033	0,000	0,018	25,4	0,036
19	16	20	87,57	3,431	0,040	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
20	17	21	86,15	3,431	0,040	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
21	18	22	169,73	3,431	0,040	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
22	18	23	100,62	2,288	0,026	0,026	0,000	0,015	25,4	0,029
23	5	24	6,41	4,575	0,053	0,000	0,079	0,079	50,8	0,039
24	24	25	117,88	2,288	0,026	0,026	0,000	0,015	25,4	0,029
25	24	43	32,39	4,575	0,053	0,000	0,053	0,053	25,4	0,105
26	43	27	137,03	2,860	0,033	0,033	0,000	0,018	25,4	0,036
27	43	26	37,16	1,716	0,020	0,020	0,000	0,011	25,4	0,022
28	6	28	20,62	8,579	0,099	0,000	0,099	0,099	50,8	0,049
29	28	29	394,23	6,291	0,073	0,073	0,000	0,040	25,4	0,079
30	28	30	205,37	2,288	0,026	0,026	0,000	0,015	25,4	0,029
31	7	31	45,97	5,147	0,060	0,007	0,053	0,057	50,8	0,028
32	31	32	181,74	3,431	0,040	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
33	31	33	89,81	1,144	0,013	0,013	0,000	0,007	25,4	0,014
34	8	34	422,06	6,291	0,073	0,073	0,000	0,040	25,4	0,079
35	9	35	312,62	4,003	0,046	0,046	0,000	0,025	25,4	0,050
36	9	36	104,05	4,575	0,053	0,020	0,033	0,044	25,4	0,087
37	36	42	65,97	1,716	0,020	0,020	0,000	0,011	25,4	0,022
38	36	41	101,92	1,144	0,013	0,013	0,000	0,007	25,4	0,014
39	10	37	146,33	3,431	0,040	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
40	11	38	91,97	2,860	0,033	0,033	0,000	0,018	25,4	0,036
41	12	39	306,60	6,291	0,073	0,073	0,000	0,040	25,4	0,079
42	12	40	86,61	2,860	0,033	0,033	0,000	0,018	25,4	0,036

LINEA	Nudos externos		Rugosidad relativa	nº Reynolds Re	Coefficiente de fricción	Perdida de carga 1ª	Perdida de carga 2ª	Perdida de carga	Criterio de Bonnet
	ini	fin	ϵ/d	$(V * d)/\nu$	f	Ho [m]	K [m]	Hr [m]	Dmin [mm]
			0,0015	1,0050E-05	Moody / Laminar	tubería	elementos	TOTAL	función (Q')
1	1	2	0,00002	2.311	0,0277	10,79	2,20	12,99	60
2	2	3	0,00002	1.684	0,0380	0,05	0,00	0,05	53
3	3	4	0,00002	1.281	0,0500	0,85	2,50	3,35	47
4	4	5	0,00002	1.145	0,0559	0,60	0,50	1,10	45
5	5	6	0,00002	979	0,0653	0,31	0,00	0,31	43
6	6	7	0,00002	880	0,0727	0,03	0,00	0,03	41
7	7	8	0,00002	725	0,0883	0,39	0,50	0,89	38
8	8	9	0,00002	517	0,1237	0,01	0,01	0,02	33
9	9	10	0,00003	610	0,1049	0,54	0,81	1,35	30
10	10	11	0,00003	431	0,1485	0,34	2,00	2,34	26
11	11	12	0,00003	346	0,1851	0,33	0,00	0,33	24
12	2	13	0,00004	339	0,1888	0,81	1,13	1,94	21
13	3	14	0,00004	351	0,1823	0,84	1,13	1,97	21
14	4	15	0,00003	522	0,1225	0,18	0,70	0,88	28
15	15	16	0,00003	413	0,1551	0,05	0,00	0,05	26
16	16	17	0,00003	299	0,2142	0,07	0,00	0,07	23
17	17	18	0,00003	174	0,3675	0,03	0,00	0,03	18
18	15	19	0,00006	91	0,7049	0,17	0,28	0,45	11
19	16	20	0,00006	109	0,5874	0,19	0,28	0,47	11
20	17	21	0,00006	109	0,5874	0,19	0,28	0,47	11
21	18	22	0,00006	109	0,5874	0,37	0,78	1,15	11
22	18	23	0,00006	73	0,8811	0,15	0,28	0,43	10
23	5	24	0,00003	198	0,3231	0,00	0,81	0,81	19
24	24	25	0,00006	73	0,8811	0,17	1,46	1,63	10
25	24	43	0,00006	264	0,2423	0,17	0,28	0,45	16
26	43	27	0,00006	91	0,7049	0,25	0,21	0,46	11
27	43	26	0,00006	54	1,1748	0,04	0,21	0,25	9
28	6	28	0,00003	248	0,2585	0,01	0,81	0,82	21
29	28	29	0,00006	200	0,3204	1,58	1,71	3,29	15
30	28	30	0,00006	73	0,8811	0,30	0,21	0,51	10
31	7	31	0,00003	141	0,4534	0,02	0,81	0,83	17
32	31	32	0,00006	109	0,5874	0,40	0,21	0,61	11
33	31	33	0,00006	36	1,7623	0,07	0,21	0,28	7
34	8	34	0,00006	200	0,3204	1,69	0,49	2,18	15
35	9	35	0,00006	127	0,5035	0,80	0,99	1,79	12
36	9	36	0,00006	220	0,2915	0,46	0,49	0,95	15
37	36	42	0,00006	54	1,1748	0,07	0,21	0,28	9
38	36	41	0,00006	36	1,7623	0,07	0,21	0,28	7
39	10	37	0,00006	109	0,5874	0,32	0,49	0,81	11
40	11	38	0,00006	91	0,7049	0,17	0,49	0,66	11
41	12	39	0,00006	200	0,3204	1,23	0,49	1,72	15
42	12	40	0,00006	91	0,7049	0,16	0,49	0,65	11

Criterio Hazen-Williams

$$h = 10,674 * [Q^{1,852} / (C^{1,852} * D^{4,871})] * L$$

LINEA	Nudos externos		Q ^{1,852} m3/s	C ^{1,852} C _{HW} , PVC:140	D ^{4,871} m	L m	h m	Aprox.
	ini	fin						
1	1	2	5,11545E-06	9432,55013	3,581E-06	6.269,576	10,135	94%
2	2	3	3,92451E-06	9432,55013	3,581E-06	39,820	0,049	99%
3	3	4	2,84565E-06	9432,55013	3,581E-06	885,878	0,797	94%
4	4	5	1,59693E-06	9432,55013	3,581E-06	709,103	0,358	59%
5	5	6	1,39213E-06	9432,55013	3,581E-06	423,911	0,186	60%
6	6	7	1,04329E-06	9432,55013	3,581E-06	42,430	0,014	50%
7	7	8	8,56359E-07	9432,55013	3,581E-06	718,150	0,194	50%
8	8	9	5,34125E-07	9432,55013	3,581E-06	19,240	0,003	44%
9	9	10	3,19785E-07	9432,55013	4,9689E-07	351,230	0,256	48%
10	10	11	1,56917E-07	9432,55013	4,9689E-07	318,212	0,114	33%
11	11	12	9,93387E-08	9432,55013	4,9689E-07	376,329	0,085	26%
12	2	13	1,22538E-07	9432,55013	1,2237E-07	400,000	0,453	56%
13	3	14	1,30766E-07	9432,55013	1,2237E-07	400,000	0,484	58%
14	4	15	1,6612E-07	9432,55013	4,9689E-07	140,320	0,053	29%
15	15	16	9,93387E-08	9432,55013	4,9689E-07	46,690	0,011	22%
16	16	17	5,97565E-08	9432,55013	4,9689E-07	91,080	0,012	18%
17	17	18	2,17166E-08	9432,55013	4,9689E-07	69,230	0,003	11%
18	15	19	5,04227E-09	9432,55013	1,698E-08	90,750	0,030	18%
19	16	20	7,06756E-09	9432,55013	1,698E-08	87,570	0,041	22%
20	17	21	7,06756E-09	9432,55013	1,698E-08	86,150	0,041	22%
21	18	22	7,06756E-09	9432,55013	1,698E-08	169,730	0,080	22%
22	18	23	3,3354E-09	9432,55013	1,698E-08	100,620	0,022	15%
23	5	24	1,20408E-08	9432,55013	4,9689E-07	6,410	0,000	6%
24	24	25	3,3354E-09	9432,55013	1,698E-08	117,880	0,026	15%
25	24	43	1,20408E-08	9432,55013	1,698E-08	32,390	0,026	15%
26	43	27	5,04227E-09	9432,55013	1,698E-08	137,030	0,046	18%
27	43	26	1,95777E-09	9432,55013	1,698E-08	37,160	0,005	12%
28	6	28	3,85704E-08	9432,55013	4,9689E-07	20,620	0,002	14%
29	28	29	2,17166E-08	9432,55013	1,698E-08	394,230	0,571	36%
30	28	30	3,3354E-09	9432,55013	1,698E-08	205,370	0,046	15%
31	7	31	1,49758E-08	9432,55013	4,9689E-07	45,970	0,002	10%
32	31	32	7,06756E-09	9432,55013	1,698E-08	181,740	0,086	22%
33	31	33	9,23934E-10	9432,55013	1,698E-08	89,810	0,006	8%
34	8	34	2,17166E-08	9432,55013	1,698E-08	422,060	0,611	36%
35	9	35	9,40275E-09	9432,55013	1,698E-08	312,620	0,196	25%
36	9	36	1,20408E-08	9432,55013	1,698E-08	104,050	0,083	18%
37	36	42	1,95777E-09	9432,55013	1,698E-08	65,970	0,009	12%
38	36	41	9,23934E-10	9432,55013	1,698E-08	101,920	0,006	8%
39	10	37	7,06756E-09	9432,55013	1,698E-08	146,330	0,069	22%
40	11	38	5,04227E-09	9432,55013	1,698E-08	91,970	0,031	18%
41	12	39	2,17166E-08	9432,55013	1,698E-08	306,600	0,444	36%
42	12	40	5,04227E-09	9432,55013	1,698E-08	86,610	0,029	18%

Y estos datos nos sirven para calcular la presión en cada nudo de la red:

nudo	Cota Z [m]	Desnivel relativo [m]	Perdida de carga Hr [m] (Línea)	Perdida de carga Hr [m] (punto)	Altura piezométrica [mca]	Presión [psi] 1,42
1	256	0	12,99	0,00	0,00	0,0
2	205	51	0,05	12,99	38,01	54,0
3	205	51	3,35	13,04	37,96	54,0
4	198	58	1,10	16,38	41,62	59,2
5	198	58	0,31	17,49	40,51	57,6
6	199	57	0,03	17,80	39,20	55,7
7	200	56	0,89	17,83	38,17	54,3
8	199	57	0,02	18,71	38,29	54,4
9	199	57	1,35	18,73	38,27	54,4
10	199	57	2,34	20,08	36,92	52,5
11	200	56	0,33	22,42	33,58	47,7
12	200	56	1,94	22,75	33,25	47,3
13	200	56	1,97	14,93	41,07	58,4
14	200	56	0,88	15,01	40,99	58,3
15	198	58	0,05	17,27	40,73	57,9
16	198	58	0,07	17,32	40,68	57,8
17	198	58	0,03	17,39	40,61	57,7
18	198	58	0,45	17,42	40,58	57,7
19	198	58	0,47	17,71	40,29	57,3
20	198	58	0,47	17,79	40,21	57,2
21	198	58	1,15	17,85	40,15	57,1
22	198	58	0,43	18,57	39,43	56,0
23	198	58	0,81	17,84	40,16	57,1
24	198	58	1,63	18,30	39,70	56,4
25	198	58	0,45	19,93	38,07	54,1
26	198	58	0,46	19,00	39,00	55,4
27	198	58	0,25	19,21	38,79	55,1
28	199	57	0,82	18,62	38,38	54,6
29	200	56	3,29	21,91	34,09	48,4
30	200	56	0,51	19,13	36,87	52,4
31	200	56	0,83	18,65	37,35	53,1
32	200	56	0,61	19,26	36,74	52,2
33	200	56	0,28	18,93	37,07	52,7
34	199	57	2,18	20,90	36,10	51,3
35	199	57	1,79	20,52	36,48	51,9
36	199	57	0,95	19,68	37,32	53,0
37	201	55	0,28	20,89	34,11	48,5
38	202	54	0,28	23,08	30,92	43,9
39	200	56	0,81	24,47	31,53	44,8
40	201	55	0,66	23,40	31,60	44,9
41	198	58	1,72	19,96	38,04	54,1
42	198	58	0,65	19,96	38,04	54,1
43	198	58		18,75	39,25	55,8

En principio la red esta equilibrada y cumple con los requisitos, en una situación de suministro en régimen nominal.

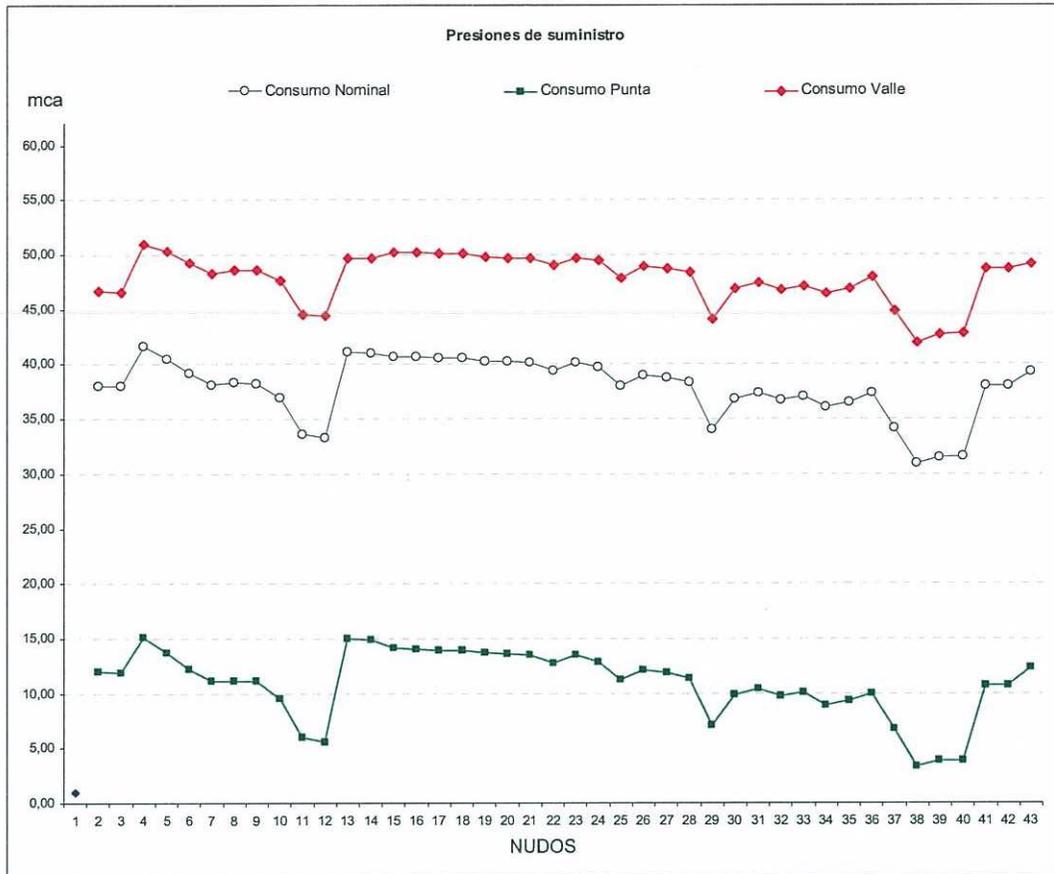
Pero que pasa si tenemos un consumo punta de 150% o en las horas valles que nadie lo utiliza 20% (posibles perdidas).

Punta:150%

Valle:20%

nudo	Perdida de carga	Perdida de carga	Altura piezométrica	Presión	Perdida de carga	Perdida de carga	Altura piezométrica	Presión
	Hr [m]	Hr [m]	[mca]	[psi]	Hr [m]	Hr [m]	[mca]	[psi]
	(Línea)	(punto)		1,42	(Línea)	(punto)		1,42
1	39,02	0,00	0,00	0,00	4,36	0,00	0,00	0,00
2	0,13	39,02	11,98	17,03	0,01	4,36	46,64	66,30
3	3,75	39,15	11,85	16,85	2,69	4,37	46,63	66,28
4	1,41	42,90	15,10	21,46	0,62	7,06	50,94	72,40
5	0,46	44,31	13,69	19,46	0,06	7,68	50,32	71,52
6	0,04	44,77	12,23	17,38	0,01	7,75	49,25	70,01
7	1,07	44,81	11,19	15,90	0,60	7,75	48,25	68,58
8	0,02	45,88	11,12	15,80	0,01	8,35	48,65	69,15
9	1,58	45,90	11,10	15,77	0,98	8,36	48,64	69,14
10	2,51	47,48	9,52	13,52	2,08	9,33	47,67	67,75
11	0,45	49,99	6,01	8,54	0,13	11,41	44,59	63,37
12	1,94	50,45	5,55	7,89	1,94	11,54	44,46	63,19
13	1,97	40,96	15,04	21,38	1,97	6,30	49,70	70,65
14	0,97	41,12	14,88	21,16	0,74	6,33	49,67	70,59
15	0,07	43,87	14,13	20,08	0,01	7,81	50,19	71,34
16	0,10	43,94	14,06	19,98	0,02	7,82	50,18	71,33
17	0,04	44,04	13,96	19,84	0,01	7,83	50,17	71,30
18	0,45	44,09	13,91	19,77	0,45	7,84	50,16	71,29
19	0,47	44,32	13,68	19,45	0,47	8,25	49,75	70,71
20	0,47	44,42	13,58	19,31	0,47	8,29	49,71	70,66
21	1,15	44,51	13,49	19,17	1,15	8,30	49,70	70,64
22	0,43	45,24	12,76	18,13	0,43	8,99	49,01	69,66
23	0,81	44,52	13,48	19,16	0,81	8,27	49,73	70,69
24	1,63	45,12	12,88	18,31	1,63	8,49	49,51	70,37
25	0,54	46,75	11,25	15,99	0,31	10,13	47,87	68,05
26	0,46	45,91	12,09	17,19	0,46	9,06	48,94	69,56
27	0,25	46,12	11,88	16,89	0,25	9,27	48,73	69,27
28	0,83	45,60	11,40	16,20	0,81	8,56	48,44	68,85
29	3,29	48,89	7,11	10,10	3,29	11,85	44,15	62,75
30	0,51	46,11	9,89	14,06	0,51	9,07	46,93	66,71
31	0,83	45,65	10,35	14,72	0,81	8,56	47,44	67,42
32	0,61	46,25	9,75	13,85	0,61	9,17	46,83	66,56
33	0,28	45,92	10,08	14,32	0,28	8,84	47,16	67,03
34	2,18	48,07	8,93	12,70	2,18	10,53	46,47	66,05
35	1,79	47,69	9,31	13,23	1,79	10,15	46,85	66,60
36	1,12	47,03	9,97	14,18	0,67	9,03	47,97	68,18
37	0,28	48,30	6,70	9,53	0,28	10,14	44,86	63,76
38	0,28	50,65	3,35	4,76	0,28	12,07	41,93	59,60
39	0,81	52,17	3,83	5,45	0,81	13,26	42,74	60,75
40	0,66	51,09	3,91	5,55	0,66	12,19	42,81	60,85
41	1,72	47,31	10,69	15,19	1,72	9,32	48,68	69,20
42	0,65	47,31	10,69	15,20	0,65	9,31	48,69	69,20
43		45,66	12,34	17,54		8,81	49,19	69,92

Lo veremos más claro si graficamos las presiones de los nudos:



Como se puede observar, el sistema se viene abajo cuando la demanda se va por encima de la nominal, algo que se detecto en una medición, durante las horas críticas del mediodía, en la casa 68 del final de línea NS-22, ver imagen del lectura en manómetro, justo alcanza los 10 psi.

Así mismo se observa la sobre presión durante la noche.

Esta situación dio pie a una propuesta de mejora del proyecto que se comentará mas adelante.

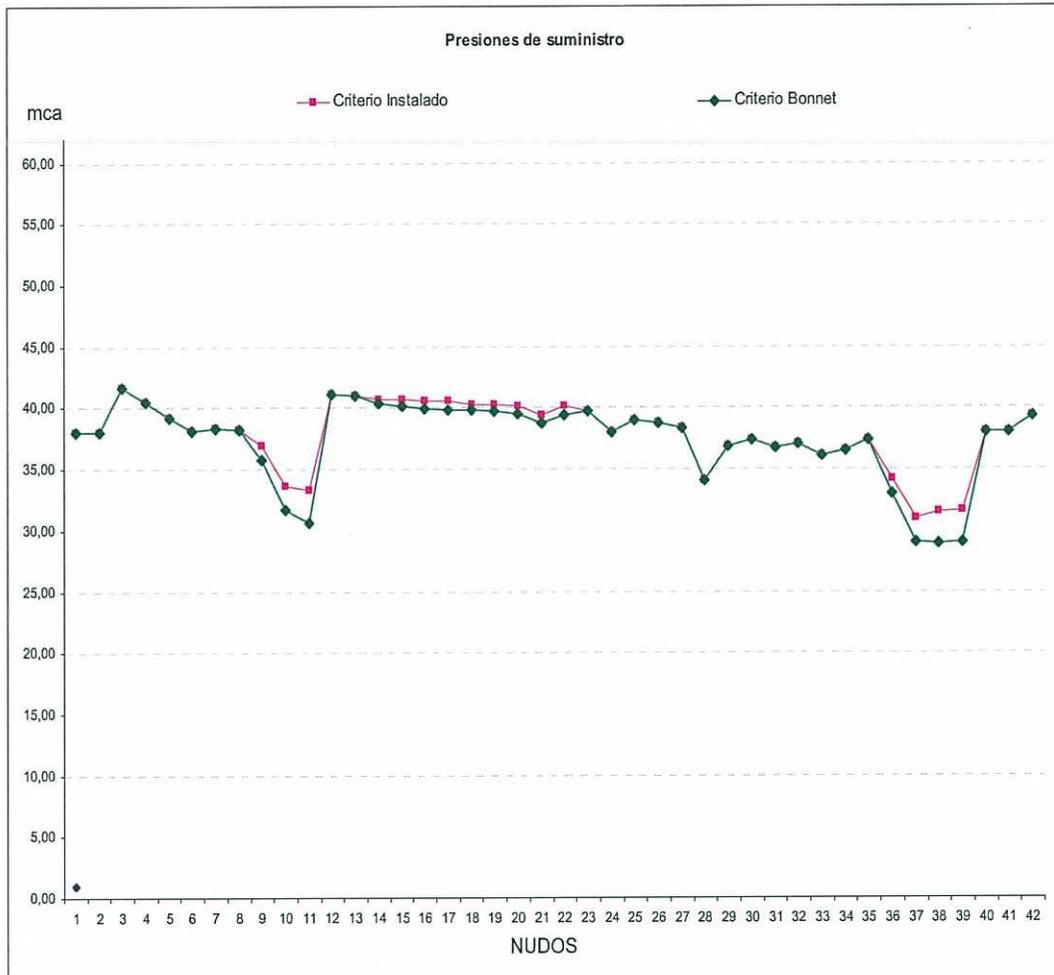


También se recalculo, siguiendo la recomendación de Bonnet, pero al mantener el criterio de una sección mínima en los ramales, solo hay dos tramos principales de 2" donde se podría reducir, a 1½".

nudo	INSTALADO				BONNET			
	Perdida de carga	Perdida de carga	Altura piezométrica	Presión	Perdida de carga	Perdida de carga	Altura piezométrica	Presión
	Hr [m] (Línea)	Hr [m] (punto)	[mca]	[psi] 1,42	Hr [m] (Línea)	Hr [m] (punto)	[mca]	[psi] 1,42
1	39,02	0,00	0,00	0,00	4,36	0,00	0,00	0,00
2	0,13	39,02	38,01	54,03	0,01	4,36	38,01	54,03
3	3,75	39,15	37,96	53,96	2,69	4,37	37,96	53,96
4	1,41	42,90	41,62	59,15	0,62	7,06	41,62	59,15
5	0,46	44,31	40,51	57,58	0,06	7,68	40,51	57,58
6	0,04	44,77	39,20	55,72	0,01	7,75	39,20	55,72
7	1,07	44,81	38,17	54,26	0,60	7,75	38,17	54,26
8	0,02	45,88	38,29	54,42	0,01	8,35	38,29	54,42
9	1,58	45,90	38,27	54,39	0,98	8,36	38,27	54,39
10	2,51	47,48	36,92	52,48	2,08	9,33	35,76	50,82
11	0,45	49,99	33,58	47,72	0,13	11,41	31,67	45,01
12	1,94	50,45	33,25	47,26	1,94	11,54	30,63	43,54
13	1,97	40,96	41,07	58,38	1,97	6,30	41,07	58,38
14	0,97	41,12	40,99	58,27	0,74	6,33	40,99	58,27
15	0,07	43,87	40,73	57,89	0,01	7,81	40,33	57,33
16	0,10	43,94	40,68	57,83	0,02	7,82	40,18	57,11
17	0,04	44,04	40,61	57,73	0,01	7,83	39,96	56,80
18	0,45	44,09	40,58	57,69	0,45	7,84	39,87	56,67
19	0,47	44,32	40,29	57,26	0,47	8,25	39,89	56,70
20	0,47	44,42	40,21	57,15	0,47	8,29	39,71	56,44
21	1,15	44,51	40,15	57,06	1,15	8,30	39,50	56,14
22	0,43	45,24	39,43	56,05	0,43	8,99	38,72	55,03
23	0,81	44,52	40,16	57,08	0,81	8,27	39,44	56,06
24	1,63	45,12	39,70	56,43	1,63	8,49	39,70	56,43
25	0,54	46,75	38,07	54,11	0,31	10,13	38,07	54,11
26	0,46	45,91	39,00	55,43	0,46	9,06	39,00	55,43
27	0,25	46,12	38,79	55,13	0,25	9,27	38,79	55,13
28	0,83	45,60	38,38	54,55	0,81	8,56	38,38	54,55
29	3,29	48,89	34,09	48,45	3,29	11,85	34,09	48,45
30	0,51	46,11	36,87	52,40	0,51	9,07	36,87	52,40
31	0,83	45,65	37,35	53,09	0,81	8,56	37,35	53,09
32	0,61	46,25	36,74	52,22	0,61	9,17	36,74	52,22
33	0,28	45,92	37,07	52,69	0,28	8,84	37,07	52,69
34	2,18	48,07	36,10	51,31	2,18	10,53	36,10	51,31
35	1,79	47,69	36,48	51,85	1,79	10,15	36,48	51,85
36	1,12	47,03	37,32	53,05	0,67	9,03	37,32	53,05
37	0,28	48,30	34,11	48,48	0,28	10,14	32,95	46,83
38	0,28	50,65	30,92	43,95	0,28	12,07	29,01	41,24
39	0,81	52,17	31,53	44,81	0,81	13,26	28,91	41,10
40	0,66	51,09	31,60	44,92	0,66	12,19	28,99	41,20
41	1,72	47,31	38,04	54,06	1,72	9,32	38,04	54,06
42	0,65	47,31	38,04	54,07	0,65	9,31	38,04	54,07
43		45,66	39,25	55,78		8,81	39,25	55,78

Pero no conseguimos llegar a una velocidad mínima que nos garantice el caudal de arrastre y nos produce una mayor pérdida de carga, en las horas punta, por lo que la decisión de diámetros se da por buena.

Véase el grafico comparativo:



Calculo de posibles golpes de Ariete

Podrían producirse ante una rápida manipulación de las válvulas, especialmente en la de llegada del depósito a la comunidad y del vaciado de la misma.

El resultado para esas válvulas, que es tan muy próximas, fue:

Calculamos la celeridad de Onda, (formula de Allievi)

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \cdot \frac{D}{e}}}$$

Donde tenemos:

D: 76,2 mm (diámetro)
L: 6.378 m (longitud de la tubería hasta la válvula)
e: 3,4 mm (espesor tubo, 180psi)
K: 33 (coeficiente, para el pvc)

Que nos da un resultado de :

$$C = 352 \text{ m/s}$$

Ahora veamos la longitud crítica (L_c):
(Supongamos que se tarda 4 segundos en cerrar)

$$T = 4 \text{ seg}$$

$$L_c = \frac{1}{2} \times T \times C = 704 \text{ metros. } < 2.000\text{m, tenemos una longitud larga}$$

Y llegamos a la sobrepresión según Allievi

$$H = C \times V / g$$

V: 0.44 m/s (sabemos por los cálculos anteriores)
G: 9.81 m/s²

$$\text{Donde } H = 352 \times 0.44 / 9.81 = 15 \text{ m}$$

Por tanto concluimos que ante una tubería llena, el cierre de la válvula por encima de 4 segundos, no es peligroso para la red.

4.2.3 La ejecución de las instalaciones

Comenta una vez mas las diferencias entre el tercer y primer mundo, si bien aquí contamos con un alto grado de tecnificación y recursos económicos y de materiales, allí ambos –mas bien todo- escasean.

Es por tanto, que lo que aquí se realizaría con prospecciones geológicas, movimientos de tierra con retroexcavadoras y cimentaciones y asentamientos de laderas con micro-pilotaje y bulones, .. Allí hay que recurrir a la observación de la zona, recopilación de información local sobre desprendimientos de ladera y mucha imaginación, ..ah! y no esta demás, invocar a la “Qanan Ulew -Madre Tierra-” que nos de su permiso y bendición, para recoger sus aguas subterráneas (de hecho los indígenas –quechis- celebran un rito maya, la noche anterior de empezar las obras, para apaciguar a “Chac Bolay”: Dios jaguar del inframundo).

Es de destacar la importancia que da la población a su cultura-religión maya, que si bien se han instalado nuevas ideologías como el cristianismo , protestantes , etc.. sus ancianos siguen venerándola.

De hecho, se conocen casos de obras de infraestructuras abandonadas, porque no se cumplieron los necesarios pasos rituales y según la población “estaban condenadas al fracaso, por ello no se usaban ni mantenían..”

Una vez expuesto todo esto, pasamos a comentar que este capítulo se basa en las indicaciones y maneras de proceder redactados en el documento de referencia, elaborado en el año 2000, por el Hospital de Fray Bartolomé de las casa denominado “PROGRAMACIÓN DE AGUA Y SANEAMIENTO EN COMUNIDADES RURALES”, el cual es publico y realizándose diversa campañas para su difusión.

Ahí se presenta un resumen de los criterios utilizados por la comisión de Salud y Promoción de Higiene del Hospital, para la ejecución de proyectos de agua en comunidades rurales. Estos criterios son fruto de la experiencia de varios años de trabajo. En todos ellos, la participación de la población ha sido primordial.

Todo esto, completado con el “manual de operación y Mantenimiento de acueductos rurales” de la ONGD- Italiana Movimondo. De las mas importante en la zona y que mediante fondos Europeos ha conseguido editar este manual con vistas a su uso por la población.

Captación de las aguas

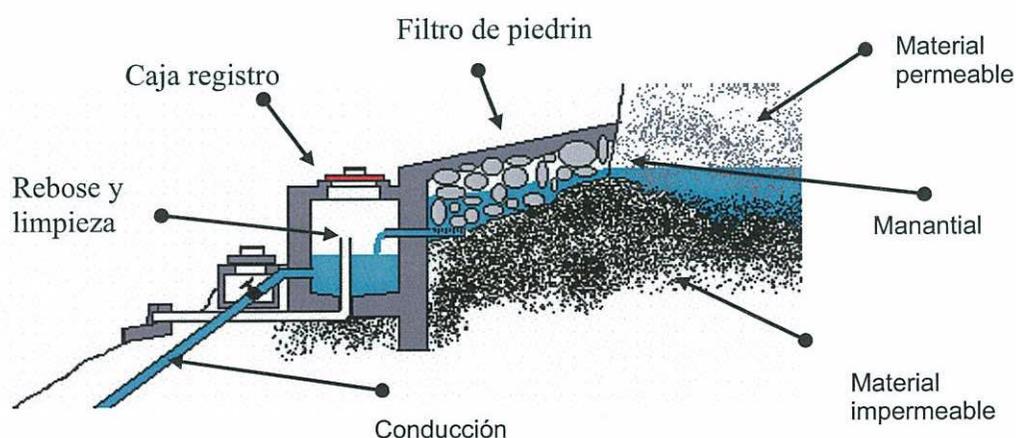
Según indica el “manual del hospital” una captación debe disponer de los siguientes elementos.

Una vez ubicado el naciente, se construye una captación sellada, compuesta de un filtro y de una caja de registro. Se define un área de protección, cercando unos 30 metros vertiente arriba de la captación.

El filtro tiene como función evitar el contacto entre el agua del manantial y la contaminación externa. Se compone de un muro de retención en hormigón ciclópeo que se profundiza un metro en la capa de material impermeable, de un relleno de piedra bolón que cubre el manantial y de un sello de mortero de unos 10cm de espesor para evitar las infiltraciones.

La caja de registro permite evitar que el material fino arrastrado por el agua – arena, grava, etc. – entre en la línea de conducción. Para no poner en carga la fuente, tiene un tubo de rebose que esta siempre situado por debajo del nivel del naciente. En caso necesario, la línea de conducción puede cerrarse con una llave de paso, que permita realizar las operaciones de limpieza de la caja aislando la línea de conducción.

Esquema de principio:



Ahora que conocemos la teoría, veamos como es la realidad:

La forma de manar del agua no es siempre la misma, dependerá del tipo de suelo geológico de cada caso. En nuestro caso nos encontramos en sistemas karsticos con abundante rellenos de ladera y vegetación tropical.

También hay que añadir la dificultad de la orografía y la falta de infraestructuras para poder desplazar maquinaria pesada. Implica que todo el porteo de materiales y elementos de trabajo han sido manuales. Esto nos condiciona a que la realidad no es el la mejor solución, ya que si bien en todos los manuales sugieren la contención de los taludes próximos, se ha optado por dejarlos tal cual.

Se ha procedido a desbrozar y limpiar el entorno, dejando los puntos de emanación lo más libres de vegetación. Se ha excavado alrededor de los mismos con una profundidad de 30 cm y una longitud de 1 metro, con proyección lateral de otros 30 cm.

Estos canales se han rellenado de piedrin (a modo de filtro) sobre unos 10 cm. compactándolos, para posteriormente colocar dos tubos de 2" debidamente agujereado, con el fin de servir de recolector del agua, (este tubo se prolonga hasta el registro de limpieza) posteriormente se termina de rellenar con piedrin/piedras hasta igualar con el terreno circundante.

En los casos que el manantial este en pendiente, se ha optado por realizar un pequeño muro de contención a modo de represa para poder captar mejor el agua, por ejemplo en manantial nº1.

Veamos la nueva fuente (nº3), incluida en la segunda fase, como punto de abastecimiento.

Foto : Manantial nuevo con caja de limpieza, Foto2: las tomas de agua.



Comentar que en momento de visitar el manantial, se había desprendido una roca de la pared, debido a las fuertes lluvias recientes, dejando a la vista los tubos de captación. Aun así la fuente seguía recogiendo bien el agua.

Pendiente de reparar y asentar la ladera, a ser posible rellenando el hueco con piedras, haciendo de contrafuerte la piedra caída, que también asentaremos. Dejamos los tubos de captación como están.

Foto: la caja con tapón-tubo de limpieza,



Foto: llegada del agua a la caja



Foto: aforamiento de caudal,

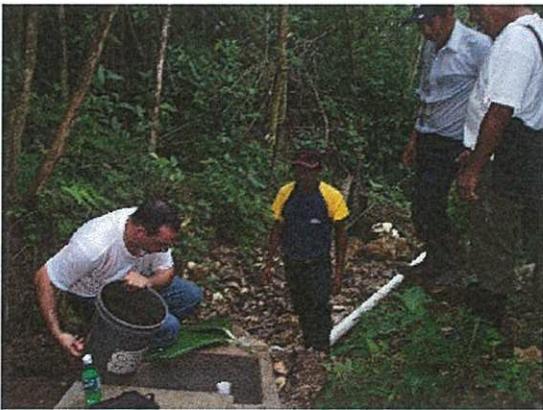


Foto: verificando la posición vía gps.



El tubo de Salida hasta conectar con el depósito es de 3" en pvc, transcurre unos metros en aéreo, dado que el suelo es de piedra maciza, hasta que después de unos metros se soterra.

Se recomendó taparlo con tierra, y compactarla, para evitar su posterior degradación por la acción del Sol o la acción de algún animal.

Vista de los manantiales anteriores:

Fuente n°1: Véase el muro de contención inicial, el cual no ha sido muy efectivo (se fuga el agua por los laterales) y se opto por colocar una nueva captación por encima, directamente al punto de emanación, con la técnica de zanja con piedrin. (Pendiente mejorar la reparación de la conexión con una T y la protección de las tuberías, que ya están siendo afectadas por la intemperie)

Foto :represa y “entramado de tuberías”



Foto: nueva toma



La otra fuente, n°2:

Obsérvese como aquí se que se ha protegido la zona de captación, encima de la zona de piedrin se colocó piedras de mayor tamaño y luego utilizando los sacos de plástico en el que se transportó el cemento y la arena, sirvieron para cubrir dichas piedras. Se tapó todo con tierra de los laterales, sepultando la zanja de captación, y dejando a la vista solo la caja de registro.

Foto: Caja de limpieza,



Foto: Localización vía GPS



Curiosidades:

Cuando les comento por la falta de válvula a la salida de las cajas de registro, me comentaron que no hacía falta, que cuando había que parar la captación se ponía una especie de tapón y listo... Sigo recomendando su colocación.

¿Y como drenaban las cajas de registro para limpiarlas..?

Pues el tubo aliviadero, que esta en vertical delante de la tubería de salida, es de un 1.5" diámetro y esta encajado (que no pegado) en un codo en el fondo de la arqueta, que esta conducido al exterior, es decir que cuando van a limpiar la arqueta, quitan el tramo vertical y la arqueta dreña sola...

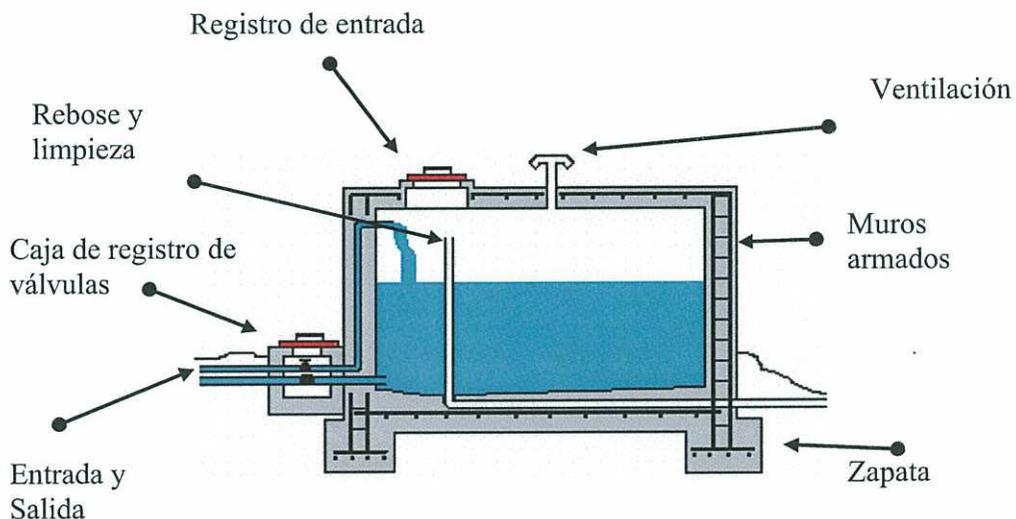
Tanque de distribución

Nuevamente recurrimos al manual de Hospital par ver que nos comenta desde su experiencia..

Las dimensiones del tanque permiten almacenar el 40% del volumen de agua consumida en el día.

La estructura esta compuesta de zapatas de 50cm x 50cm x 50cm al pie de cada columna, columnas de hormigón, viga anti-sísmica y viga corona armadas con cuatro varillas de hierro de 3/8 y estribos cada 20cm, una parrilla de fierros de 3/8 cada 20cm para el piso y la losa.

El esquema de principio:



A la hora de ejecutar este proyecto el tanque de abastecimiento, donde vierten las fuentes y hace la labor de almacenaje, estaba ya construido, por lo que no entrare en muchos detalles constructivos:

Comentar que sus dimensiones son de $5,7\text{m} \times 5,6\text{m} \times 2,05\text{m} = 65 \text{ m}^3$ El espesor de todas las paredes es de veinte centímetros y las paredes se realizaron de hormigón armado.

El tanque tiene dos tubos de aireación de cuatro pulgadas, dos tapas de limpieza de sesenta por sesenta centímetros cuadrados. Cuenta con un desagüe de limpieza y un tubo de rebalse, y ambos reconducen el agua sobrante hacia el curso del manantial del que la toma. Dispone la instalación de llaves de paso en tubo de alimentación y el de salida para, por un lado, permitir la limpieza del mismo y, por otro, realizar con corrección el llenado del sistema.

Dado que no había entradas libres al mismo, para la nueva captación, se realizó una apertura en el techo donde desemboca la nueva tubería.

Comentar que debido a la presión que trae el agua (6-7 bar), esta hacía que se levantase el tubo, por lo se tubo que atar e incluso colocarles piedras encima para su contención, mientras se realizaba un anclaje metálico mas definitivo.

Foto : llegada de los manantiales



Foto : soportación provisional



Nuevamente nos encontramos que no hay válvulas a la llegada de las acometidas de los manantiales, solo en la tubería de salida. El rebose es un agujero en la pared y si hay válvula de vaciado y drenaje del depósito.

Zanjeo.

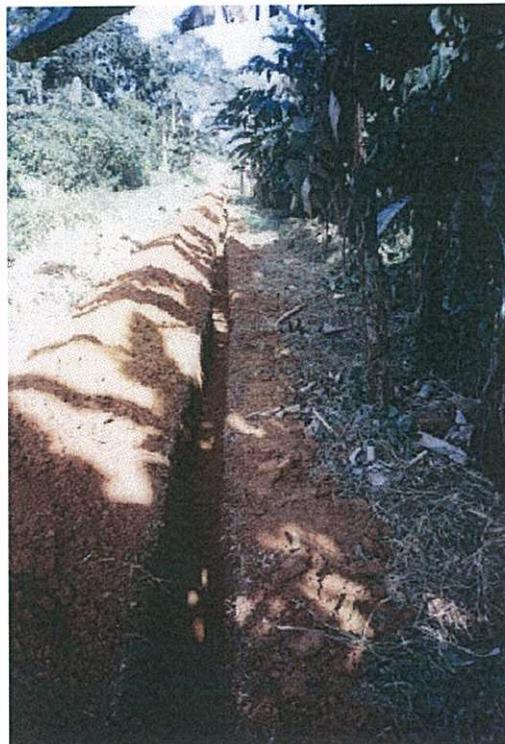
Dado que en este proyecto no había maquinaria pesada con que realizar la ejecución del mismo, es el punto donde los usuarios del mismo entraban a aportar su “mano de obra”.

Las especificaciones estándar eran de una zanja de 100 cm de profundidad, sobre un suelo compactado con tierra fina. Las condiciones de zanjeo varían mucho de un lugar a otro, dándose el caso en zonas pantanosas que estas quedaban bajo el agua en la épocas de lluvia.

Foto : Beneficiarios en plena faena.



Foto: la zanja una vez terminada



Instalación de las tuberías.

La colocación de la tubería tiene que ser cuidadosa, hay revisar que no se introduzca nada dentro (animales, piedras, etc.) dado que el porteo es a espaldas y las tuberías son repartidas por todo el camino antes de instalarse. Y cuando se termina el trabajo del día, hay tapar el último extremo de la tubería instalada.

Normalmente la tubería enterrada es de PVC y esta se pega para enlazar una caña con otra. Importante limpiar antes bien la superficie aplicando disolvente y luego dar el pegamento, hasta pasadas 24 horas no se puede meter presión a la tubería.

Una vez colocado el tubo dentro de la zanja, hay que rellenarlo con tierra fina asentando la base y los laterales, después rellenarlo hasta la superficie. Siempre es bueno dejar un pequeño montículo encima para que cuando asiente la tierra esta se quede al ras y un poco más alta y no sirva de canal para el agua en épocas de lluvia.

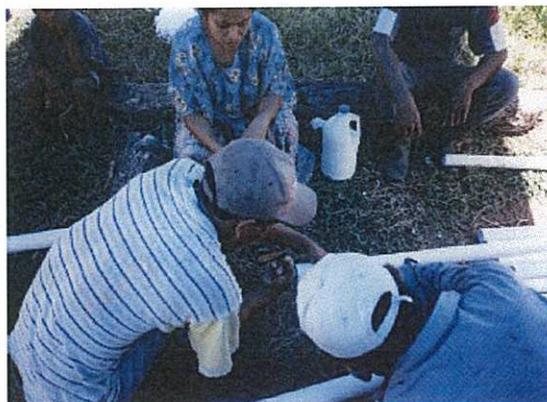
Cuando nos encontremos con tramos aéreos, paso de ríos, barrancos, etc utilizamos tubería de Hierro galvanizado (HG). Para unir este con el pvc hay que utilizar adaptadores (macho o hembra) que van roscados al lado del hg y pegados al lado pvc.

Cuando la distancia en Hg sea mayor de una caña habrá que unir las entre si mediante un acople o cople. La tubería tiene que estar totalmente montada antes de colocarlo en su sitio.

En casos de pasos aéreos de más de 4 metros habrá que instalar soportes para la tubería, pudiendo ser postes o cuelgues. Estos segundos hay que construir unos postes en ambos extremos que servirán de sujeción para el cable que a modo de puente colgante soportar a la tubería.

Vista de una clase de pegado de pvc

Foto: formación del pegado de tubería



Casos de pasos elevados:

Para cruzar el río Chiyú se construyó un paso según lo recomendado por movimondo. Dos columnas de cemento armado de 25 x 25 mm en las que se apoya un cable galvanizado IPH 17 de 7 x 1 D: 6 mm con una Carga Mínima de Rotura de 3140 daN.

Como regla básica y solamente aproximada, la carga que puede aplicarse sobre un cable es la carga de tabla dividida por 5. Más exactamente, la carga segura de trabajo se determina dividiendo el valor de tabla (CMR) por un factor de seguridad (FS) que es 5. Este factor lo adopta el diseñador.

Tenemos que soportar el peso de la tubería más el de agua que transporta, que viene a resultar en los 24 metros de separación, en unos 553 kg, entramos dentro del margen de seguridad

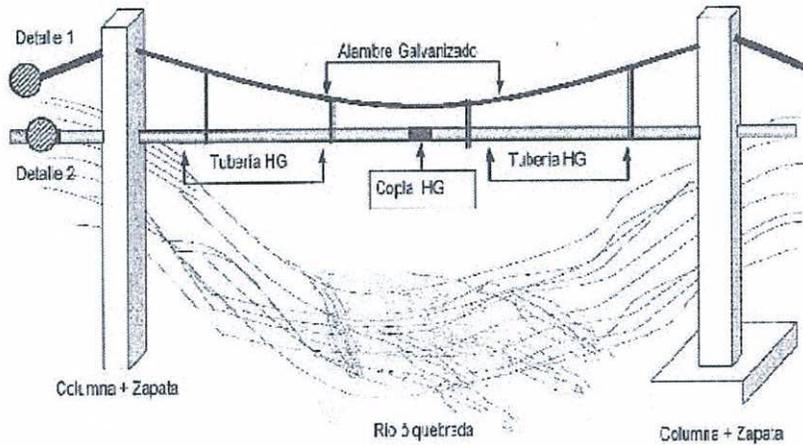


Foto : Paso elevado sobre el Chiyú



Foto: salvando una regata.



En los pasos de regatas se dispuso una serie de pilastras de cemento armado varilla de 3/8 de 15 x 15 cm sobre los que descansa la tubería.

En los casos que el PVC se quede al aire, es recomendable taparlo, ya que si bien la vegetación tan exuberante de la zona ya nos crea esa protección, con el tiempo los rayos ultravioleta del sol lo cuartean. Otra solución mejor sería la de cambiar el PVC por Hierro galvanizado (pero esto es mas costoso..)

Se recomendó cubrir con madera de la zona, tipo palo santo, que aguanta la humedad sin problemas.

Cajas de registro y protección

En toda la instalación hay que colocar válvulas de corte, vaciado, aireación, distribución, etc que deben ser manipuladas y no pueden quedar enterradas. Por lo tanto dispondremos de una protección mecánica y accesible.

Se colocaran válvulas de corte, a la salida del depósito y en los diversos ramales, para sectorizar estos elementos y poder realizar labores de mantenimiento tales como limpieza y reparación de fugas.

Así mismo en los puntos bajos, se instalaran las válvulas denominadas de limpieza, las cuales se usaran para purgar la red y que salgan los sedimentos. En las partes altas se instalan venteos o válvulas de aire, estas son válvulas especiales que dejan salir el aire automáticamente sin dejar salir el agua.

Las cajas serán de concreto (hormigón) y se pueden prefabricar fuera del sitio, utilizando moldes. No conviene que tengan fondo para poder filtrar mejor la entrada de agua. También es recomendable colocar una tapa de concreto con asa para facilitar su revisión.

Concretamente, se fabricaran las cajas de hueco interior de 50cm x 50cm con una profundidad de 50cm dejando dos pasatubos enfrentados de 100 mm de diámetro. Las paredes irán armadas con varilla de 3/8 amarradas con alambre a varillas verticales. El grosor de la pared será de 5 cm.

La tapa será de 60cm x 60cm x 5 cm con armadura de 3/8 y un asa en el centro de 10cm

Foto : Llegada a San Pablo Comunja,

Foto : Corte a Esperanza Seamay



Puesta en carga.

Una vez instalada toda la red de tuberías principales, no se pudo hacer una prueba de presión previa (es decir con la tubería descubierta, ya que empezaron las lluvias y la tubería empezó a flotar por determinados puntos, lo que obligo a su enterramiento.).

Con la válvula de suministro del deposito cerrada y este lleno. Se abrieron todas las válvulas existentes en el tramo, así como desmontamos todos los venteos.

Se abrió entonces un poco la válvula de suministro y con walki-talki se espero a que llegara el agua al punto mas bajo, también diverso personal estaba emplazado por todo el trazado principalmente donde las válvulas, con la orden de que cuando vieran salir abundante agua las fueran cerrando, excepto los venteos.

Una vez llego el agua al punto inferior, se cerro dicha válvula, para que la tubería fuera llenándose poco a poco. Una vez que salía el agua continuamente de los venteos se rosco dichas válvulas dejándolas que funcionasen en automático.

Todo esto se realizo a lo largo de tres intensos días.

Con los ramales se realizo de forma similar, se abrían los grifos de los usuarios y las válvulas de limpieza, luego suavemente se abre la válvula principal y se espera a que se llene la tubería, cerrando entonces los vaciados y después los grifos.

Puntos de suministro

A cada familia se le doto de un chorro (grifo), el cual se intentaba estuviera instalado en algún lavadero o pila.

Del ramal mas cercano se realiza una derivación domiciliar en tubería de PVC de ½ pulgada, hasta el punto definido por el beneficiario, donde se eleva la tubería hasta 1,50 cm y se coloca una llave de paso (chorro).

Es competencia de cada usuario, el responsabilizarse de la soportación de su chorro, se recomienda que sea de un material resistente a la humedad y con la suficiente rigidez, como para aguantar pequeños impactos.

Es responsabilidad del usuario su reparación y en caso de no poder acometerla, el equipo de agua puede taponar la toma para seguir dando servicio al resto de los usuarios del ramal. (Reglamento Interno de los usuarios)

Foto: Pila con chorro de ½”



Foto: Llena cantaros en una escuela

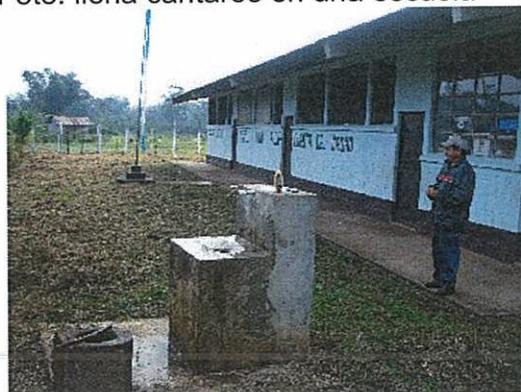


Foto: Toma publica, de San Pablo Comunja.

Esta “fuente” sirvió de referencia y control, dada su ubicación, al final de la primera fase, es decir después de las tomas de San Pablo Comunja. También se colocaron varios puntos de consumo en las escuelas y centros sociales.



Calidad del agua:

Ha sido necesario concienzar mediante talleres formativos e informativos sobre el uso y la calidad del agua, ya que ahora van a disponer de la misma de manera mas abundante y ello puede generar otro tipo de problemas con son las aguas negras, ya que no existe una red de alcantarillado (tema no incluido en este proyecto) y sobre todo que el agua del sistema, NO es apta para el consumo directo.

Físicamente y químicamente son competentes, pero tiene una pequeña carga bacteriana, la cual se ha venido manteniendo en los análisis anuales realizados por el Hospital, que hay que tratar.

Las opciones mas comunes y a la que la población esta mas acostumbrada a realizar, es la de hervir el agua de consumo humano. Esta costumbre hay que seguir manteniendo hasta que se pueda instalar un sistema potabilizador general.

También se explica un nuevo sistema de desinfección por radiación solar llamado SODIS, muy extendido en Cuba y que consiste básicamente en llenar botellas con agua y tenerlas expuestas al sol, un mínimo de 6 horas un día claro.

Se recomienda como norma, que la botella este pintada de negro y dejarla al sol de un día para otro. (hay varios estudios médicos que afirman que con este sistema el agua llega alcanzar temperaturas lo suficientemente altas $>60^{\circ}\text{C}$ como para destruir la mayoría de la población bacteriana).

Este mismos análisis se realizaron un año después, con casi los mismo resultados, concluyendo que es el propio manantial quien aporta la carga bacteriana, recordemos que son karsticos y suelen albergar una pequeña capa de tierra en su superficie y pudiera no ser suficiente para purificar, ya que la zona de captación esta siendo cada vez mas deforestada para la plantación de maíz (milpa).

Foto 24: vista panorámica de los campos, el depósito y Chimy al fondo.



Copia del análisis bacteriológico, de la muestra recogida en Chimenea



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS
 HIDRÁULICOS (ERES) - CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A-198 713	
O.T. No. 29 263			
INTERESADO	ASOCIACIÓN DE MUJERES "ADELINA CAAL MAQUIN"	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD DE AGUA
MUESTRA RECOLECTADA POR	Capitán Reyes	DEPENDENCIA:	ASOCIACIÓN DE MUJERES "ADELINA CAAL MAQUIN"
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Chimenea	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2006-07-08: 11 h 40 min
FUENTE:	Chorro casa-Humberto Parón	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2006-07-10: 10 h 25 min
MUNICIPIO:	San Bartolomé de las Casas	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Alta Verapaz	SABOR:	-----
		SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	Lta. cantidad
ASPECTO:	clara	CLORO RESIDUAL	---
OLOR:	Inodora		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS 35°C	TOTAL	PECAL 44.3 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++++	+++++	++++-
00,10 cm ³	+++++	+++++	++++-
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMINES COLIFORMES/100cm ³		> 1 600	140

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 20TH NORMA COGUANOR NGO 4 810. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSIÓN CLASIFICACIÓN I. calidad bacteriológica mas no existe más que un triple tratamiento de desinfección. Según normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Guatemala, 2006-07-12

*Datos tomados literalmente de la etiqueta.

Va. Ba. X
 Ing. César AURELIO PÉREZ GUERRA
 DIRECTOR CI/USAC

[Handwritten signature]
 Ing. César AURELIO PÉREZ GUERRA
 Director CI/USAC
 Laboratorio

Copia del análisis físico – químico:



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y SISTEMAS DE AGUAS (ERISA) - CENTRO
 DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO					
O.L.F. No. 00 228			INT. No. 22 359		
INTERESADO:	ASOCIACIÓN DE MUJERES "ADELINA CAAL MAQUIN"	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD		
RECOLECTADA POR:	Caridad Reyes	DEPENDENCIA:	ASOCIACIÓN DE MUJERES "ADELINA CAAL MAQUIN"		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Cobenzá	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2006-07-05; 11 h 40 min.		
FUENTE:	Campo para Riego de Palm	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2006-07-05; 16 h 25 min.		
MUNICIPIO:	San Sebastián de los Caballeros	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	En refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Alta Verapaz				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLORES:	Indefinidos	7. TEMPERATURA:	22.5 °C
2. COLORES:	05.80 Unidades	5. SABORES:	-----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA:	264.00 microsiemens
3. TURBIDEZ:	04.51 UNT	6. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH):	7.50 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONÍACO (NH ₃)	00.22	4. CLORURO (Cl ⁻)	05.08	11. SÓLIDOS TOTALES	149.08
2. NITRITO (NO ₂ ⁻)	00.00	7. FLUORURO (F ⁻)	00.00	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	09.08
3. NITRATO (NO ₃ ⁻)	01.76	8. SULFATO (SO ₄ ²⁻)	01.00	13. SÓLIDOS FIJOS	139.00
4. CLORO RESIDUAL	-----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00.12	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	04.00
5. MANGANESO (Mn)	0.022	10. DUREZA TOTAL	122.00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	129.00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDRÓGENOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL		
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
00.00	00.00	134.08	134.08		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el análisis del agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

MÉTODOS: STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER BY LA APALL - A.W.P.A. - W.L.E. Nº 18 EDITION 1980, NORMA COLOMBIANA NCS 4 804 (EXCERNA INTERNACIONAL DE UNIDADES Y 2000) (ACIDA TOTAL Y SÓLIDOS RESIDUOS, QUÍMICA).

Guatemala, 2006-07-19

*Nota: Todos los laboratorios de la institución.

Va. So. 
 Log. César Augusto Guevara
 DIRECCIÓN GENERAL




 M. Soledad
 Ing. Soledad
 M. Soledad Ing. Soledad
 jefe Técnico Laboratorio



Labores de Mantenimiento

Para esta función y alguna mas, se crea el denominado comité de agua, de carácter bianual, con participantes de las 4 comunidades. Lo componen 5 personas: Presidente, tesorero, secretario y 2 vocales.

Una de las funciones de mayor responsabilidad del comité de Agua. Es la limpieza del sistema de suministro, la cual conlleva 4 puntos principales:

- El purgado de los diversos ramales mensualmente, esta red tiene una baja velocidad de suministro, lo que origina que pueda decantar el agua.
- Visitar todos los meses los manantiales, para evaluar si hay problemas con las laderas, punto de emanación y limpiar la arqueta de recogida. En el camino se revisará la conducción hasta el depósito.
- Dos veces al año, se recorrer todo el trayecto desde el depósito hasta San Pablo Comunja, en especial después de la temporada de lluvias, Octubre-Noviembre, para detectar posibles desperfectos, ya que se atraviesa dos zonas inundables, en especial la hondonada junto al riachuelo Chivitz y los pasos aéreos de las regatas.
- Y la mas compleja de todas, anualmente la del tanque de distribución, que consiste en vaciarlo y quitar toda la arena y limo que pueda estar en el fondo, para después pulverizar las paredes, suelo y techo, con una mezcla de agua con lejía, dejarlo actuar durante media hora, y aclararlo en la medida de lo posible. Llenándolo posteriormente.

Para realizar esta acción, aparte de avisar a los vecinos, hay que cerrar todos los ramales, empezando del final, para evitar que se vacié la red, y terminando por cerrar la válvula de salida del tanque. Luego aremos lo propio con la llegada de los manantiales, en los cuales abriremos sus vaciados de las arquetas de recogida. Una vez terminada procederemos en sentido contrario.

También es responsable de recoger las cuotas mensuales de las familias y contratar al fontanero si hay fugas.

Serán los encargados de manipular las válvulas del sistema y de mediar entre los posibles conflictos vecinales que surjan.

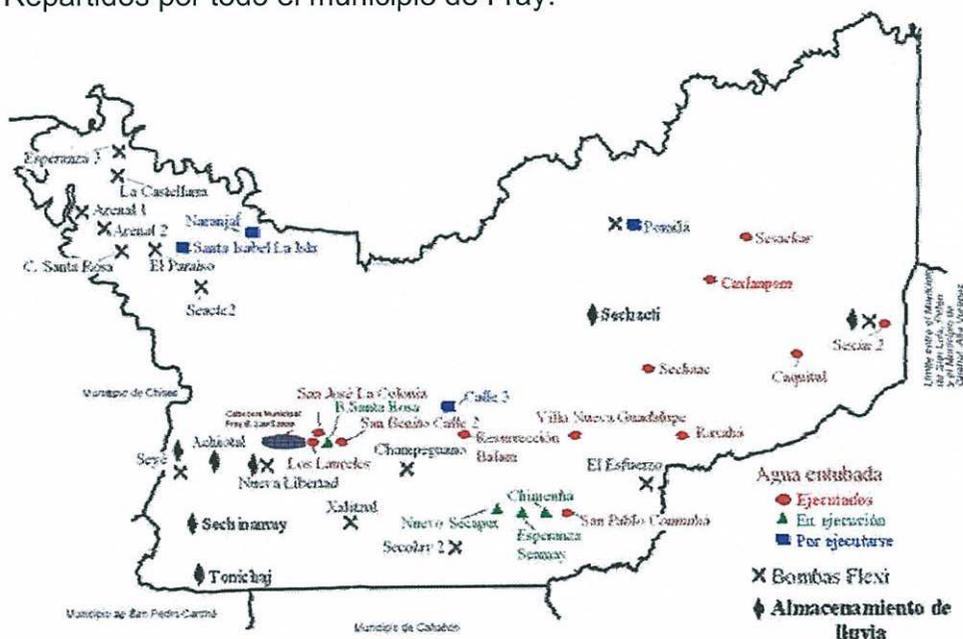
Todas estas funciones y gestiones, se definen al principio del proyecto, en colaboración con ACM quien instruye y apoya toda esta organización, en la que se busca la participación de las mujeres entre sus miembros.

4.2. Parte formativa

Es apartado fue el que consumió la mayor parte del tiempo de la parte presencial del proyecto. Haciendo bueno el lema “enséñame a pescar, no me des el pescado”, se planteó un plan de estudios, dirigido al equipo de agua de ACM. Dado que hasta el momento se llevan 32 proyectos ejecutados en 29 comunidades.

- 20 de agua entubada, de los cuales 4 están en ejecución y 4 por ejecutar.
- 13 de bombas Emas Flexi realizados en colaboración con la Municipalidad de Fray Bartolomé de Las Casas.
- 7 de almacenamiento de agua de lluvia en tanques o tinacos.

Repartidos por todo el municipio de Fray.



Hasta la fecha, la mayor parte del apoyo técnico había recaído en la colaboración del Hospital, en especial el Sr. Waldemar Cifuentes, principal mentor del documento de referencia “Programación de agua y saneamiento en comunidades rurales”, y personal técnico de la ONGD Zuzeneko-Elkartasuna.

Las componentes del equipo son: **Berta Lucas Marcotal** y **Marlin Natividad Ic Choc**, a quienes se pretende instruir, tanto para analizar y gestionar proyectos, como para servir de apoyo a Waldemar.

Ya en las primeras conversaciones con la directiva de ACM, se vio la oportunidad y la importancia de que se dispusiera de un equipo lo más autónomo y técnico posible, y eso derivó en la dedicación exclusiva del equipo a su formación, relevándolas de otros aspectos más administrativos de la organización.

Tras una evaluación inicial de las componentes del equipo, tenían formaciones diversas, Berta había acabado los estudios de secundaria y Marlin solo lo de primaria. La formación se divido en los siguientes 5 temas:

- Matemáticas y Física.(hidráulica básica)
- Ofimática (Excel y navegación por Internet).
- Finanzas
- Gestión de un sistema de abastecimiento
- Topografía e interpretación de planos.

Además de su parte practica, analizando la ejecución del proyecto del asunto.

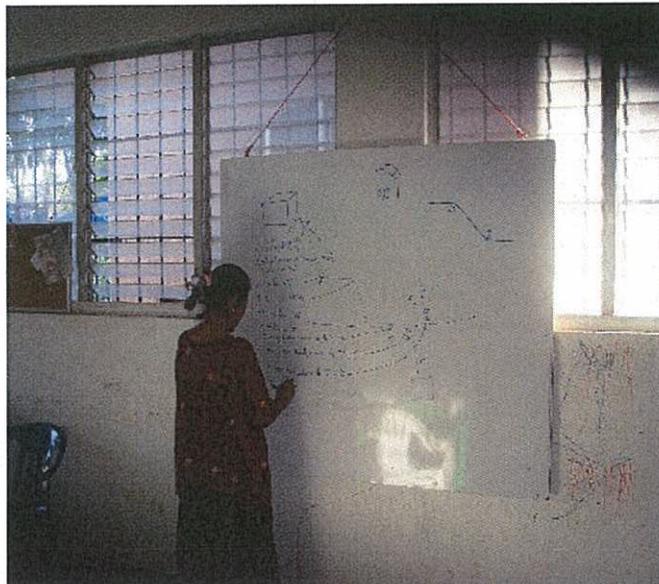
El apartado de matemáticas, especialmente para Marlin, llevo a resolver las ecuaciones de 1º grado, con Berta las de 2º. A nivel de física se contemplo la aplicación de fuerzas, el teorema de vasos comunicantes, densidad, inercias,..

En el apartado de Ofimática, se buscaba el manejar las hojas de cálculo ya preparadas e interpretar sus resultados. Utilizándolas para posicionar coordenadas, calcular las poligonales topográficas, y llevar la contabilidad de los proyectos. En la apartado de Internet, se forma en tema de búsquedas de información, manejo de correo electrónico, y consulta de imágenes satelitales.

El manejo de Internet fue exitoso, pero en la parte de Excel quedo pendiente el seguir con el manejo de hojas ya prediseñadas, aunque en hacer su tablas si que lo controlaban.

En el apartado de finanzas, al que se le dio más relevancia, se trataron temas como: Desglose del material de una instalación, cotización de precios, balance de ingresos y gastos, control de cuotas, facturación.

En la imagen podemos ver a Berta desglosando del esquema de principio de un instalación de suministro de agua, de los distintos componentes del mismo. Para posteriormente hacer la cotización de los mismos.



En el apartado de Gestión de un sistema de abastecimiento, nos centramos en seguir el manual de Movimondo que esta enfocado al manejo de una instalación ya implementada, y contempla los siguientes módulos:

1. Que es un sistema de agua.
2. Herramientas y accesorios.
3. Operación y mantenimiento de un sistema de agua.
4. Higiene y saneamiento ambiental.
5. Uso del agua.
6. Administración de un sistema de agua.



En esta foto podemos observar a Marlin, realizando un ejercicio de decisión, sobre que materiales poner en una instalación.

En topografía, se busca la comprensión de planos, manejo de coordenadas en dos dimensiones, Manejo de los aparatos de topografía (material del equipo de Waldemar) manejo de planos por Internet y manejo del GPS.

El equipo de topografía constaba de:

- Brújula (argentina)
- Clinómetro, (nivel de albeni)
- Cinta métrica de 50 metros
- Libreta de anotación y lapiceros
- Regla vertical

Aquí lo importante, aparte de coger los conceptos de cual es la medida que recoge cada aparato, es su manejo y regulación algo se aprende a base de meterle horas de prácticas, lo que se realizó en campos cercanos

Practicas de campo.



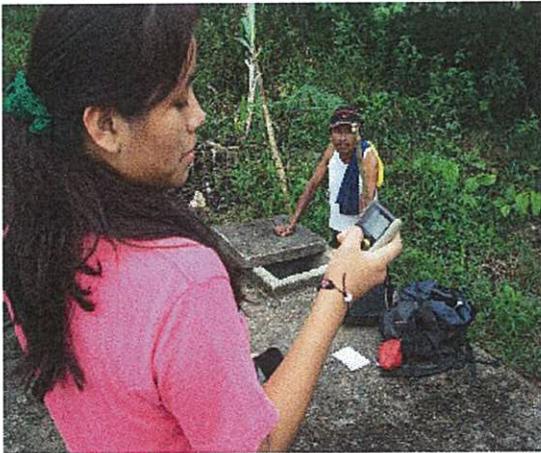
Berta recibiendo indicaciones



Preparativos con la brújula.

Posteriormente a la topográfica manual, se explico la operatividad del GPS, como funciona y que datos nos proporciona. Se explica la falta de precisión en la coordenada "z" altitud, por lo que hay que recurrir a los planos de 2D o realizar las lecturas acompañadas de un altímetro.

Todo ello acompañado de más practicas como podemos ver en las siguientes imágenes.



Marlin manejando el altímetro



Berta con el GPS, observada por Marlin

5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

En principio se puede decir que el sistema funciona, que está equilibrado en cuanto a un consumo nominal del mismo. Pero como ya se ha observado, se dan instantes en los cuales el sistema no responde bien al exceso de consumo generando, bajadas muy considerables de presión.

5.1. Propuesta de mejora

Para evitar esta situación se ha pensado que la mejor solución sería la de construir un depósito de cola o regulación en la parte final de la red.

De la tabla de nudos se ha analizado que en el punto más idóneo es el nº9, justo al final de la red de 3", donde disponemos del máximo caudal y geográficamente tenemos al lado un pequeño cerro que nos da la altura necesaria.

Los criterios seguidos para su cálculo han sido:

La altura será la presión en el nudo nº9 en el momento de un consumo nominal. Con ello conseguimos que cuando el sistema está por debajo en la demanda, estemos rellenando este depósito, y al revés cuando el sistema demanda más y baja la presión, el depósito responda aportando caudal.

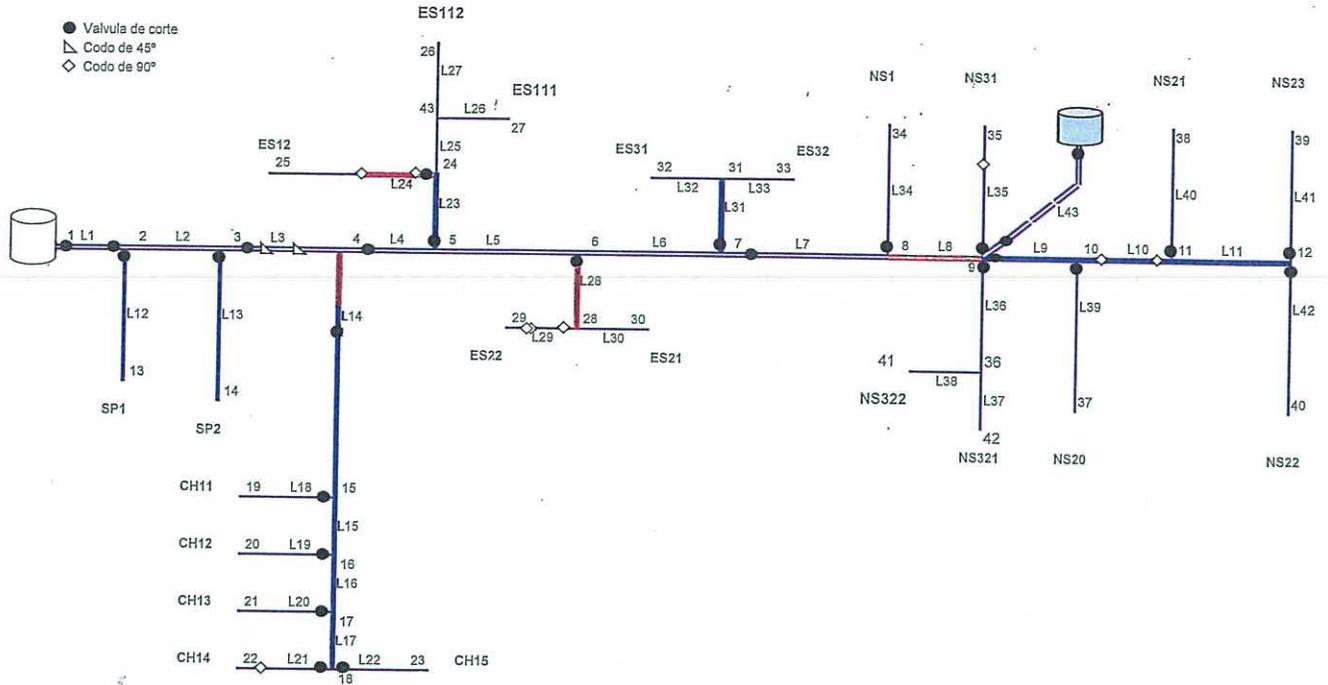
La capacidad del mismo viene dada por el potencial de rellenarse en el intervalo de las horas valle, es decir unas 6 -8 horas nocturnas..

Pasemos pues a plasmar el posible recorrido de la tubería:

Nudo	Coordenas Geodesicas			Coordenas UTM,		
	Latitud	longitud	Punto de chorro	X	Y	Z
Depósito de regulación en cola.						
9 Toma ramal NS-R32	15,764209	89,724174		208.090	1.744.760	199
	15,765010	89,723979		208.112	1.744.849	200
	15,765790	89,723775		208.135	1.744.935	200
	15,766291	89,723791		208.134	1.744.990	220
DC depósito	15,766698	89,724016		208.111	1.745.036	230

Que lo veríamos representado en el esquema sinóptico de la siguiente manera:

DISTRIBUCION RAMIFICADA, nudos de control y denominación de líneas propuesta DEPÓSITO DE COLA



Y ahora entramos en los cálculos del sistema con el depósito implantado:

Obviamente, con el caudal nominal “si el depósito esta vacío” son los mismo datos de sin él, esto no es del todo exacto ya que el nivel del depósito puede oscilar entre el fondo y la altura máxima del deposito de cola, pero pongamos como regencia el fondo del depósito.

Así pues haremos los cálculos, para los que en el momento punta el depósito lleno y para los momentos valle esta vacío.

La realidad será que buscara un punto de equilibrio cercano a lo expuesto y muy probablemente el tanque este la mayor parte del tiempo sobrándose. De ahí la importancia de controlar, que con los 20 metros de desnivel que hay entre los dos depósitos, en épocas de largo estiaje no llegase a vaciar el deposito principal. Teniendo que “regular” la válvula de salida del deposito de cola.

La red en momento VALLE, es decir recargándose el depósito de cola.

LINEA	Nudos externos		Longitud L [m]	Consumo teórico [m3/día]	Caudal de Entrada [L/s]	Caudal en Ruta q*L [L/s]	Caudal de salida [L/s]	Caudal de diseño Q' [L/s]	Diámetro real D [mm]	Velocidad V [m/s]
	ini	fin								
					0,200					
1	1	2	6.269,58	143,550	1,661	0,000	1,661	1,661	76,2	0,364
2	2	3	39,82	140,350	1,624	0,000	1,586	1,586	76,2	0,348
3	3	4	885,88	137,030	1,586	0,053	1,528	1,557	76,2	0,341
4	4	5	709,10	132,030	1,528	0,000	1,520	1,520	76,2	0,333
5	5	6	423,91	131,340	1,520	0,000	1,501	1,501	76,2	0,329
6	6	7	42,43	129,710	1,501	0,000	1,489	1,489	76,2	0,327
7	7	8	718,15	128,680	1,489	0,046	1,466	1,491	76,2	0,327
8	8	9	19,24	126,620	1,466	0,000	1,466	1,466	76,2	0,321
9	9	10	351,23	26,879	0,062	0,060	0,042	0,075	50,8	0,037
10	10	11	318,21	18,301	0,042	0,013	0,033	0,040	50,8	0,020
11	11	12	376,33	14,298	0,033	0,060	0,021	0,054	50,8	0,027
12	2	13	400,00	16,013	0,037	0,185	0,000	0,102	38,1	0,089
13	3	14	400,00	16,585	0,038	0,192	0,000	0,106	38,1	0,093
14	4	15	140,32	18,873	0,044	0,020	0,040	0,051	50,8	0,025
15	15	16	46,69	14,298	0,033	0,000	0,033	0,033	50,8	0,016
16	16	17	91,08	10,866	0,025	0,013	0,023	0,030	50,8	0,015
17	17	18	69,23	6,291	0,015	0,007	0,013	0,017	50,8	0,008
18	15	19	90,75	2,860	0,007	0,033	0,000	0,018	25,4	0,036
19	16	20	87,57	3,431	0,008	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
20	17	21	86,15	3,431	0,008	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
21	18	22	169,73	3,431	0,008	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
22	18	23	100,62	2,288	0,005	0,026	0,000	0,015	25,4	0,029
23	5	24	6,41	4,575	0,011	0,000	0,011	0,011	50,8	0,005
24	24	25	117,88	0,000	0,000	0,026	0,000	0,015	25,4	0,029
25	24	43	32,39	4,575	0,011	0,000	0,011	0,011	25,4	0,021
26	43	27	137,03	2,860	0,007	0,033	0,000	0,018	25,4	0,036
27	43	26	37,16	1,716	0,004	0,020	0,000	0,011	25,4	0,022
28	6	28	20,62	8,579	0,020	0,000	0,020	0,020	50,8	0,010
29	28	29	394,23	6,291	0,015	0,073	0,000	0,040	25,4	0,079
30	28	30	205,37	2,288	0,005	0,026	0,000	0,015	25,4	0,029
31	7	31	45,97	5,147	0,012	0,007	0,011	0,014	50,8	0,007
32	31	32	181,74	3,431	0,008	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
33	31	33	89,81	1,144	0,003	0,013	0,000	0,007	25,4	0,014
34	8	34	422,06	6,291	0,015	0,073	0,000	0,040	25,4	0,079
35	9	35	312,62	4,003	0,009	0,046	0,000	0,025	25,4	0,050
36	9	36	104,05	4,575	0,011	0,020	0,007	0,018	25,4	0,035
37	36	42	65,97	1,716	0,004	0,020	0,000	0,011	25,4	0,022
38	36	41	101,92	1,144	0,003	0,013	0,000	0,007	25,4	0,014
39	10	37	146,33	3,431	0,008	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
40	11	38	91,97	2,860	0,007	0,033	0,000	0,018	25,4	0,036
41	12	39	306,60	6,291	0,015	0,073	0,000	0,040	25,4	0,079
42	12	40	86,61	2,860	0,007	0,033	0,000	0,018	25,4	0,036
43	9	DC	291,62	126,620	0,293	0,000	0,293	0,293	76,2	0,064

Las pérdidas en momento Valle con DC.

LINEA	Nudos externos		Rugosidad relativa	n° Reynolds Re	Coefficiente de fricción	Perdida de carga	Perdida de carga 2ª	Perdida de carga	Criterio de Bonnet
	ini	fin	ϵ/d	$(V * d)/\nu$	f	Ho [m]	K [m]	Hr [m]	Dmin [mm]
			0,0015	1,0050E-05	Moody / Laminar		elementos	TOTAL	
1	1	2	0,00002	2.762	0,0420	23,38	2,20	25,58	64,55
2	2	3	0,00002	2.637	0,0400	0,13	0,00	0,13	63,36
3	3	4	0,00002	2.589	0,0460	3,18	2,50	5,68	62,90
4	4	5	0,00002	2.527	0,0420	2,21	0,50	2,71	62,29
5	5	6	0,00002	2.496	0,0420	1,29	0,00	1,29	61,98
6	6	7	0,00002	2.476	0,0420	0,13	0,00	0,13	61,79
7	7	8	0,00002	2.479	0,0420	2,16	0,50	2,66	61,81
8	8	9	0,00002	2.437	0,0420	0,06	0,01	0,07	61,39
9	9	10	0,00003	187	0,3416	0,17	0,81	0,98	18,71
10	10	11	0,00003	101	0,6356	0,08	2,00	2,08	14,59
11	11	12	0,00003	135	0,4757	0,13	0,00	0,13	16,39
12	2	13	0,00004	339	0,1888	0,81	1,13	1,94	21,14
13	3	14	0,00004	351	0,1823	0,84	1,13	1,97	21,43
14	4	15	0,00003	126	0,5068	0,04	0,70	0,74	15,98
15	15	16	0,00003	83	0,7754	0,01	0,00	0,01	13,48
16	16	17	0,00003	74	0,8616	0,02	0,00	0,02	12,92
17	17	18	0,00003	42	1,5204	0,01	0,00	0,01	10,29
18	15	19	0,00006	91	0,7049	0,17	0,28	0,45	10,61
19	16	20	0,00006	109	0,5874	0,19	0,28	0,47	11,41
20	17	21	0,00006	109	0,5874	0,19	0,28	0,47	11,41
21	18	22	0,00006	109	0,5874	0,37	0,78	1,15	11,41
22	18	23	0,00006	73	0,8811	0,15	0,28	0,43	9,70
23	5	24	0,00003	26	2,4231	0,00	0,81	0,81	8,54
24	24	25	0,00006	73	0,8811	0,17	1,46	1,63	9,70
25	24	43	0,00006	53	1,2116	0,03	0,28	0,31	8,54
26	43	27	0,00006	91	0,7049	0,25	0,21	0,46	10,61
27	43	26	0,00006	54	1,1748	0,04	0,21	0,25	8,65
28	6	28	0,00003	50	1,2923	0,00	0,81	0,81	10,99
29	28	29	0,00006	200	0,3204	1,58	1,71	3,29	14,54
30	28	30	0,00006	73	0,8811	0,30	0,21	0,51	9,70
31	7	31	0,00003	35	1,8032	0,00	0,81	0,81	9,62
32	31	32	0,00006	109	0,5874	0,40	0,21	0,61	11,41
33	31	33	0,00006	36	1,7623	0,07	0,21	0,28	7,35
34	8	34	0,00006	200	0,3204	1,69	0,49	2,18	14,54
35	9	35	0,00006	127	0,5035	0,80	0,99	1,79	12,14
36	9	36	0,00006	87	0,7315	0,18	0,49	0,67	10,45
37	36	42	0,00006	54	1,1748	0,07	0,21	0,28	8,65
38	36	41	0,00006	36	1,7623	0,07	0,21	0,28	7,35
39	10	37	0,00006	109	0,5874	0,32	0,49	0,81	11,41
40	11	38	0,00006	91	0,7049	0,17	0,49	0,66	10,61
41	12	39	0,00006	200	0,3204	1,23	0,49	1,72	14,54
42	12	40	0,00006	91	0,7049	0,16	0,49	0,65	10,61
43	9	DC	0,00002	487	0,1313	0,11	1,00	1,11	32,25

Los mismos cálculos para los momentos de aportar, horas punta.

LINEA	Nudos externos		Longitud L [m]	Consumo teórico [m3/día]	Caudal de Entrada [L/s]	Caudal en Ruta q*L [L/s]	Caudal de salida [L/s]	Caudal de diseño Q' [L/s]	Diámetro real D [mm]	Velocidad V [m/s]
	ini	fin								
					1,000					
1	1	2	6.269,58	139,838	1,618	0,000	1,618	1,618	76,2	0,355
2	2	3	39,82	115,817	1,340	0,000	1,053	1,053	76,2	0,231
3	3	4	885,88	90,937	1,053	0,053	0,645	0,675	76,2	0,148
4	4	5	709,10	55,764	0,645	0,000	0,566	0,566	76,2	0,124
5	5	6	423,91	48,900	0,566	0,000	0,417	0,417	76,2	0,091
6	6	7	42,43	36,032	0,417	0,000	0,328	0,328	76,2	0,072
7	7	8	718,15	28,311	0,328	0,046	0,149	0,174	76,2	0,038
8	8	9	19,24	12,869	0,149	0,000	0,467	0,467	76,2	0,102
9	9	10	351,23	40,321	0,467	0,060	0,318	0,351	50,8	0,173
10	10	11	318,21	27,453	0,318	0,013	0,248	0,256	50,8	0,126
11	11	12	376,33	21,448	0,248	0,060	0,159	0,192	50,8	0,095
12	2	13	400,00	24,021	0,278	0,185	0,000	0,102	38,1	0,089
13	3	14	400,00	24,879	0,288	0,192	0,000	0,106	38,1	0,093
14	4	15	140,32	28,311	0,328	0,020	0,298	0,309	50,8	0,152
15	15	16	46,69	21,448	0,248	0,000	0,248	0,248	50,8	0,122
16	16	17	91,08	16,300	0,189	0,013	0,169	0,176	50,8	0,087
17	17	18	69,23	9,437	0,109	0,007	0,099	0,103	50,8	0,051
18	15	19	90,75	4,290	0,050	0,033	0,000	0,018	25,4	0,036
19	16	20	87,57	5,147	0,060	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
20	17	21	86,15	5,147	0,060	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
21	18	22	169,73	5,147	0,060	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
22	18	23	100,62	3,432	0,040	0,026	0,000	0,015	25,4	0,029
23	5	24	6,41	6,863	0,079	0,000	0,119	0,119	50,8	0,059
24	24	25	117,88	3,432	0,040	0,026	0,000	0,015	25,4	0,029
25	24	43	32,39	6,863	0,079	0,000	0,079	0,079	25,4	0,157
26	43	27	137,03	4,290	0,050	0,033	0,000	0,018	25,4	0,036
27	43	26	37,16	2,574	0,030	0,020	0,000	0,011	25,4	0,022
28	6	28	20,62	12,869	0,149	0,000	0,149	0,149	50,8	0,073
29	28	29	394,23	9,437	0,109	0,073	0,000	0,040	25,4	0,079
30	28	30	205,37	3,432	0,040	0,026	0,000	0,015	25,4	0,029
31	7	31	45,97	7,721	0,089	0,007	0,079	0,083	50,8	0,041
32	31	32	181,74	5,147	0,060	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
33	31	33	89,81	1,716	0,020	0,013	0,000	0,007	25,4	0,014
34	8	34	422,06	9,437	0,109	0,073	0,000	0,040	25,4	0,079
35	9	35	312,62	6,005	0,070	0,046	0,000	0,025	25,4	0,050
36	9	36	104,05	6,863	0,079	0,020	0,050	0,061	25,4	0,120
37	36	42	65,97	2,574	0,030	0,020	0,000	0,011	25,4	0,022
38	36	41	101,92	1,716	0,020	0,013	0,000	0,007	25,4	0,014
39	10	37	146,33	5,147	0,060	0,040	0,000	0,022	25,4	0,043
40	11	38	91,97	4,290	0,050	0,033	0,000	0,018	25,4	0,036
41	12	39	306,60	9,437	0,109	0,073	0,000	0,040	25,4	0,079
42	12	40	86,61	4,290	0,050	0,033	0,000	0,018	25,4	0,036
43	9	DC	291,62	40,321	0,467	0,000	0,467	0,467	76,2	0,102

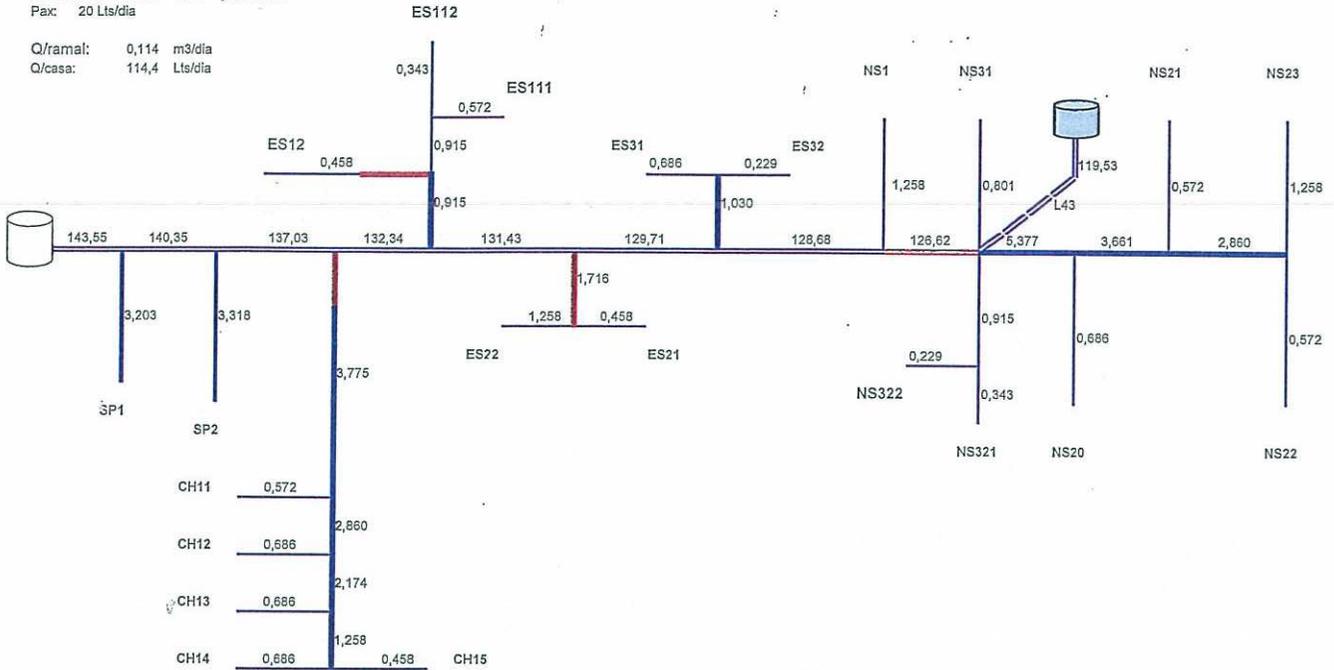
Y sus correspondientes pérdidas:

LINEA	Nudos externos		Rugosidad relativa	n° Reynolds Re	Coefficiente de fricción	Perdida de carga	Perdida de carga 2ª	Perdida de carga	Criterio de Bonnet Dmin [mm]
	ini	fin	ϵ/d	$(V * d)/\nu$	f	Ho [m]	K [m]	Hr [m]	
			0,0015	1,0050E-05	Moody / Laminar		elementos	TOTAL	
1	1	2	0,00002	2.691	0,0420	22,18	2,20	24,38	63,88
2	2	3	0,00002	1.750	0,0366	0,05	0,00	0,05	53,77
3	3	4	0,00002	1.121	0,0571	0,74	2,50	3,24	45,01
4	4	5	0,00002	941	0,0680	0,50	0,50	1,00	41,96
5	5	6	0,00002	693	0,0923	0,22	0,00	0,22	37,13
6	6	7	0,00002	545	0,1175	0,02	0,00	0,02	33,72
7	7	8	0,00002	290	0,2207	0,16	0,50	0,66	26,20
8	8	9	0,00002	776	0,0825	0,01	0,01	0,02	38,84
9	9	10	0,00003	874	0,0732	0,77	0,81	1,58	34,64
10	10	11	0,00003	637	0,1004	0,51	2,00	2,51	30,53
11	11	12	0,00003	478	0,1339	0,45	0,00	0,45	27,21
12	2	13	0,00004	339	0,1888	0,81	1,13	1,94	21,14
13	3	14	0,00004	351	0,1823	0,84	1,13	1,97	21,43
14	4	15	0,00003	770	0,0831	0,27	0,70	0,97	32,93
15	15	16	0,00003	619	0,1034	0,07	0,00	0,07	30,17
16	16	17	0,00003	439	0,1457	0,10	0,00	0,10	26,30
17	17	18	0,00003	257	0,2493	0,04	0,00	0,04	21,22
18	15	19	0,00006	91	0,7049	0,17	0,28	0,45	10,61
19	16	20	0,00006	109	0,5874	0,19	0,28	0,47	11,41
20	17	21	0,00006	109	0,5874	0,19	0,28	0,47	11,41
21	18	22	0,00006	109	0,5874	0,37	0,78	1,15	11,41
22	18	23	0,00006	73	0,8811	0,15	0,28	0,43	9,70
23	5	24	0,00003	297	0,2154	0,00	0,81	0,81	22,50
24	24	25	0,00006	73	0,8811	0,17	1,46	1,63	9,70
25	24	43	0,00006	396	0,1615	0,26	0,28	0,54	19,13
26	43	27	0,00006	91	0,7049	0,25	0,21	0,46	10,61
27	43	26	0,00006	54	1,1748	0,04	0,21	0,25	8,65
28	6	28	0,00003	371	0,1723	0,02	0,81	0,83	24,60
29	28	29	0,00006	200	0,3204	1,58	1,71	3,29	14,54
30	28	30	0,00006	73	0,8811	0,30	0,21	0,51	9,70
31	7	31	0,00003	207	0,3089	0,02	0,81	0,83	19,47
32	31	32	0,00006	109	0,5874	0,40	0,21	0,61	11,41
33	31	33	0,00006	36	1,7623	0,07	0,21	0,28	7,35
34	8	34	0,00006	200	0,3204	1,69	0,49	2,18	14,54
35	9	35	0,00006	127	0,5035	0,80	0,99	1,79	12,14
36	9	36	0,00006	302	0,2118	0,63	0,49	1,12	17,16
37	36	42	0,00006	54	1,1748	0,07	0,21	0,28	8,65
38	36	41	0,00006	36	1,7623	0,07	0,21	0,28	7,35
39	10	37	0,00006	109	0,5874	0,32	0,49	0,81	11,41
40	11	38	0,00006	91	0,7049	0,17	0,49	0,66	10,61
41	12	39	0,00006	200	0,3204	1,23	0,49	1,72	14,54
42	12	40	0,00006	91	0,7049	0,16	0,49	0,65	10,61
43	9	DC	0,00002	776	0,0825	0,17	1,00	1,17	38,84

Se ve mas claro en los sinópticos respectivos:

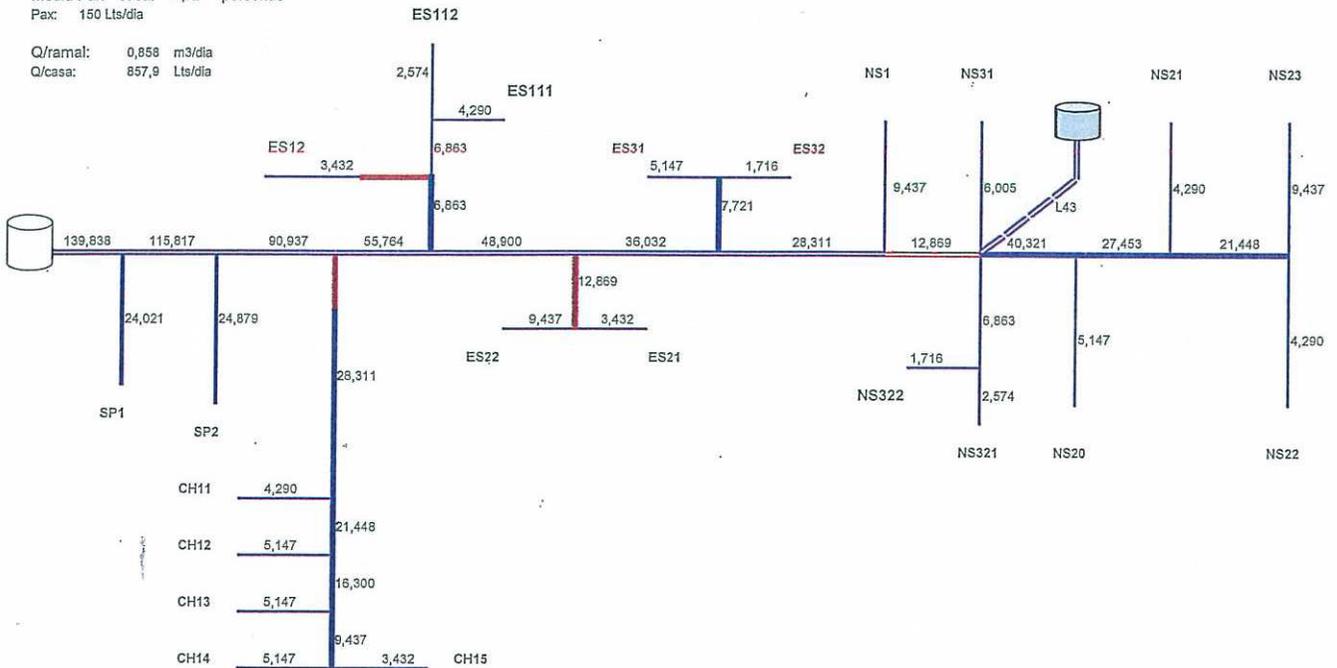
DISTRIBUCION RAMIFICADA, Entrada por rama [m³/día]
 HORA VALLE CON DEPÓSITO DE COLA
 Media Pax * casa: 5,72 personas
 Pax: 20 Lts/día

Q/ramal: 0,114 m³/día
 Q/casa: 114,4 Lts/día



DISTRIBUCION RAMIFICADA, Entrada por rama [m³/día]
 HORA PUNTA CON DEPÓSITO DE COLA
 Media Pax * casa: 5,72 personas
 Pax: 150 Lts/día

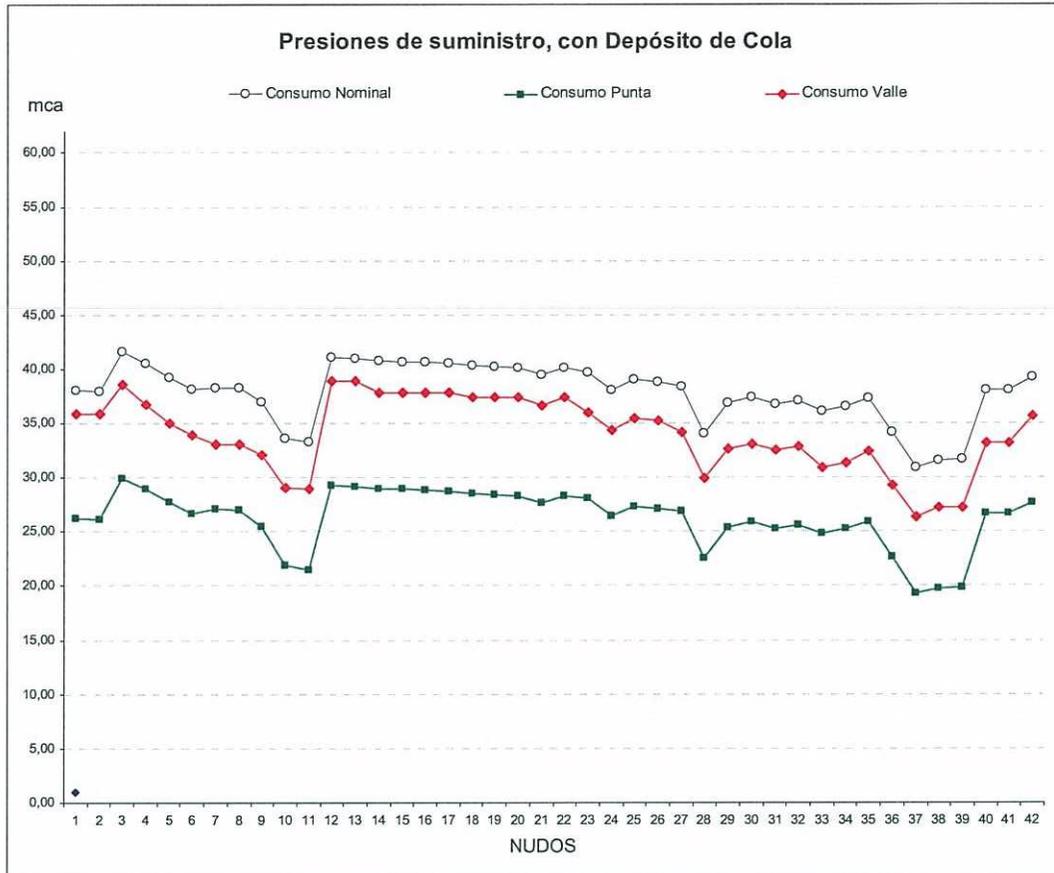
Q/ramal: 0,858 m³/día
 Q/casa: 857,9 Lts/día



Ya solo nos queda reflejar esta nueva situación en los nudos:

nudo	Punta:150%				Valle:20%			
	Perdida de carga	Perdida de carga	Altura piezometrica	Presión	Perdida de carga	Perdida de carga	Altura piezometrica	Presión
	Hr [m]	Hr [m]	[mca]	[psi]	Hr [m]	Hr [m]	[mca]	[psi]
	(Línea)	(punto)		1,42	(Línea)	(punto)		1,42
1	24,77	0,00	0,00	0,00	15,10	0,00	0,00	0,00
2	0,05	24,77	26,23	37,28	0,08	15,10	35,90	51,03
3	3,24	24,82	26,18	37,21	4,21	15,17	35,83	50,92
4	1,00	28,06	29,94	42,55	1,83	19,38	38,62	54,89
5	0,22	29,06	28,94	41,13	0,79	21,22	36,78	52,28
6	0,02	29,28	27,72	39,40	0,08	22,00	35,00	49,74
7	0,66	29,30	26,70	37,96	1,83	22,08	33,92	48,21
8	0,02	29,95	27,05	38,45	0,01	23,91	33,09	47,03
9	1,58	29,97	27,03	38,42	0,98	23,92	33,08	47,02
10	2,51	31,55	25,45	36,17	2,08	24,90	32,10	45,63
11	0,45	34,06	21,94	31,18	0,13	26,98	29,02	41,25
12	1,94	34,52	21,48	30,54	1,94	27,10	28,90	41,07
13	1,97	26,71	29,29	41,63	1,97	17,03	38,97	55,39
14	0,97	26,79	29,21	41,52	0,74	17,14	38,86	55,23
15	0,07	29,04	28,96	41,17	0,01	20,13	37,87	53,83
16	0,10	29,11	28,89	41,07	0,02	20,14	37,86	53,82
17	0,04	29,21	28,79	40,92	0,01	20,15	37,85	53,79
18	0,45	29,25	28,75	40,86	0,45	20,16	37,84	53,78
19	0,47	29,48	28,52	40,54	0,47	20,57	37,43	53,20
20	0,47	29,58	28,42	40,40	0,47	20,61	37,39	53,15
21	1,15	29,68	28,32	40,26	1,15	20,62	37,38	53,13
22	0,43	30,40	27,60	39,22	0,43	21,31	36,69	52,15
23	0,81	29,68	28,32	40,25	0,81	20,59	37,41	53,18
24	1,63	29,88	28,12	39,98	1,63	22,03	35,97	51,13
25	0,54	31,51	26,49	37,66	0,31	23,66	34,34	48,81
26	0,46	30,66	27,34	38,85	0,46	22,59	35,41	50,33
27	0,25	30,87	27,13	38,56	0,25	22,80	35,20	50,03
28	0,83	30,11	26,89	38,22	0,81	22,82	34,18	48,59
29	3,29	33,40	22,60	32,12	3,29	26,11	29,89	42,48
30	0,51	30,62	25,38	36,08	0,51	23,33	32,67	46,44
31	0,83	30,13	25,87	36,77	0,81	22,90	33,10	47,05
32	0,61	30,74	25,26	35,91	0,61	23,51	32,49	46,19
33	0,28	30,41	25,59	36,38	0,28	23,17	32,83	46,66
34	2,18	32,14	24,86	35,34	2,18	26,09	30,91	43,93
35	1,79	31,76	25,24	35,87	1,79	25,71	31,29	44,48
36	1,12	31,09	25,91	36,82	0,67	24,59	32,41	46,06
37	0,28	32,36	22,64	32,17	0,28	25,71	29,29	41,64
38	0,28	34,72	19,28	27,40	0,28	27,63	26,37	37,48
39	0,81	36,24	19,76	28,09	0,81	28,82	27,18	38,63
40	0,66	35,16	19,84	28,19	0,66	27,75	27,25	38,73
41	1,72	31,38	26,62	37,84	1,72	24,88	33,12	47,08
42	0,65	31,38	26,62	37,84	0,65	24,88	33,12	47,08
43		30,41	27,59	39,21		22,34	35,66	50,68

Pero siempre se ve mejor en un grafico de presiones:



Como se observa el sistema ha quedado mucho mas estabilizado, en los momentos punta tenemos caudal para que no caiga la presión fuera de los límites y en las horas valle rebajamos la presión de la red.

Solo nos queda definir la capacidad del depósito, en donde habrá que buscar un equilibrio entre costes y rendimiento. Y si tenemos una capacidad máxima de recarga de 4.98 m³/h, y en un tiempo de recarga de unas 8 horas. Nos vamos a un depósito de 40 m³. Donde unas dimensiones racionales (por temas constructivos seria de 4,5 m x 4,5 x 2m de alto.

6. ESTUDIO ECONOMICO

1
quetzal
=
0,12 Euros

CONCEPTO	UD	CAN TIDAD	precio unitario Q	Precio U euros	Total Quetzales	Total Euros	APORTE LOCAL	FINANCIACIÓN REQUERIDA
COSTES DIRECTOS								
A.- OBRA CIVIL								
1.1. TANQUE DE DISTRIBUCION								
Arena fina	m3	30	150	18	4.500	540		4.500
Piedrin		30	150	18	4.500	540		4.500
Block de 15*20*40 (pared intermedia)	unidad	300	3	0	945	113		945
Cemento gris	quintal	400	41	5	16.400	1.968		16.400
Varilla de 3/8"	unidad	426	19	2	7.881	946		7.881
Alambre de amarre	libra	50	4	0	200	24		200
Codo de pvc de 125 psi 3"	unidad	3	9	1	27	3		27
Clavo de 3"	libras	30	4	0	120	14		120
Tapón de 3" con rosca 125 psi	unidad	3	40	5	120	14		120
Adaptadores macho de 3"	unidad	3	25	3	75	9		75
Candado No. 70	unidad	3	110	13	330	40		330
Sub total					35.098	4.212		35.098

1.2 TUBERIA								
PVC de 2" 125 psi (captación)	tubo	250	55	7	13.750	1.650		13.750
PVC de 1/2" psi (domiciliar)	tubo	500	17	2	8.500	1.020		8.500
PVC de 1" psi (domiciliar)	tubo	561	31	4	17.531	2.104		17.531
PVC de 3" de 160 psi	tubo	1514	152	18	230.128	27.615		230.128
PVC de 1 1/2" 160 psi (ramales)	tubo	146	50	6	7.300	876		7.300
HG de 2"	tubo	12	248	30	2.976	357		2.976
HG de 3"	tubo	7	416	50	2.912	349		2.912
SUB TOTAL					283.097	33.972		283.097

1.3 ACCESORIOS GENERALES								
waipe blanco	libras	20	8	1	160	19		160
Tiner	galón	6	30	4	180	22		180
Pegamento pvc tangit	galón	6	425	51	2.550	306		2.550
Segueta	unidad	4	12	1	48	6		48
Teflon de 1/2	unidad	40	1	0	40	5		40
arco de sierra	unidad	1	25	3	25	3		25
Válvulas de escape de aire	unidad	8	50	6	400	48		400
Adaptador hembra de 1/2	unidad	16	1	0	16	2		16
Cubetas plásticas	unidad	6	25	3	150	18		150
Abrazadera de 1 1/2	unidad	8	70	8	560	67		560
Tee de pvc de 1 1/2	unidad	165	30	4	4.950	594		4.950
Redusidor de 1 1/2 a 1/2	unidad	165	20	2	3.300	396		3.300
Tapón de 1 1/2" liso	unidad	15	25	3	375	45		375
Tee de 3"	unidad	25	50	6	1.250	150		1.250
Redusidor bushin de 3 a 1/2"	unidad	25	35	4	875	105		875
Llaves de compuerta de 1 1/2 "	unidad	12	70	8	840	101		840
Adaptadores macho pvc de 1 1/2"	unidad	24	5	1	120	14		120
Llave de compuerta 3"	unidad	3	300	36	900	108		900
Adaptador macho de pvc. De 3"	unidad	6	30	4	180	22		180
Llave de compuerta de 3"	unidad	1	160	19	160	19		160
Adaptador macho de 3"	unidad	2	25	3	50	6		50

Llaves de chorro china	unidad	165	15	2	2.475	297		2.475
Tee de 1 1/2 de pvc	unidad	165	10	1	1.650	198		1.650
Adaptador hembra de 1/2	unidad	165	2	0	330	40		330
Codos de 1/2"	unidad	330	1	0	330	40		330
Sub Total					21.914	2.630		21.914

1.4 MANO DE OBRA								
Albañilería								
Captación	unidad	1	600	72	600	72		600
Tanque	unidad	1	6.000	720	6.000	720		6.000
Fontanería	unidad	3	1.350	162	4.050	486		4.050
Mano de obra no cualificada								
Ayudante albañil	jornal	900	40	5	36.000	4.320	36.000	
Zanjear y rellenar tubería	jornal	800	40	5	32.000	3.840	32.000	
SubTotal Mano de Obra					78.650	9.438	68.000	10.650

3. EDUCACIÓN								
3.1 HIGIENE Y SANEAMIENTO AMBIENTAL								
Transporte	Taller	6	50	6	300	36		300
Papelería y material didáctico	Taller	6	500	60	3.000	360		3.000
Refrigerio	porciones	972	5	1	4.860	583		4.860
Sub total					8.160	979	0	8.160
3.2 USO DEL AGUA								
Transporte	Taller	6	50	6	300	36		300
Papelería y material didáctico	Taller	6	500	60	3.000	360		3.000
Refrigerio	porciones	972	5	1	4.860	583		4.860
Sub total					8.160	979	0	8.160
3.3 Género y Derechos Humanos								
Transporte	Taller	6	50	6	300	36		300
Papelería y material didáctico	Taller	6	500	60	3.000	360		3.000
Refrigerio	porciones	324	5	1	1.620	194		1.620
Sub total					4.920	590	0	4.920
Administración de un Sistema de Agua								
Transporte	Taller	3	50	6	150	18		150
Juego de herramientas fontanería	unidades	16	63	8	1.000	120		1.000
Refrigerio	porciones	10	5	1	50	6		50
Sub total					1.200	144	0	1.200
3.3 ADMINISTRACIÓN DE UN SISTEMA DE AGUA								
Transporte	Taller	4	50	6	200	24		200
Papelería y material didáctico	Taller	4	500	60	2.000	240		2.000
Refrigerio	porciones	648	5	1	3.240	389		3.240
Juego Herramientas fontanería	unidades	16	63	8	1.000	120		1.000
Sub total					6.440	773		6.440
3.4 capacitadora u orientadora	mes	6	2.000	240	12.000	1.440		12.000
SUB TOTALGENERAL EDUCACIÓN					40.880	4.906		40.880

4. ADMINISTRACIÓN LOCAL								
Transporte	mes	6	300	36	1.800	216		1.800
Refacciones moto	mes	6	200	24	1.200	144		1.200
Papelería y fotografías	mes	6	250	30	1.500	180		1.500
Comunicaciones	mes	6	300	36	1.800	216		1.800
Coordinador proyecto	mes	6	2.500	300	15.000	1.800		15.000
Sub total administración					21.300	2.556	0	21.300

En resumen:

	Total Quetzales	Total Euros	APORTE LOCAL	FINANCIACIÓN REQUERIDA
Sub Total Introducción agua entubada	418.759	50.251	68.000	350.759
Euros			8.160	42.091
GRAN TOTAL	480.939	57.713	68.000	412.939
porcentajes	100%	100%	22%	78%
Euros	57.713		8.160	49.553

Este proyecto se ha financiado con la colaboración de:

- Ayto. de Pamplona.
- Ayto. de San Sebastián.
- Juntas Generales de Guipúzcoa.

7. CONCLUSIONES

Este tipo de proyectos de cooperación al desarrollo, son de gran utilidad al conjunto de la sociedad y sobre todo a los países del tercer mundo, dado que tiene la oportunidad de recibir formación y mejorar sus condiciones de vida.

Así mismo, como contraparte, el alumno de la universidad tiene ocasión de poner en práctica sus conocimientos y desarrollar habilidades de resolución de problemas, que si bien no serán lo más frecuente que se pueda encontrar en un país del primer mundo, le abrirá nuevas perspectivas y sobre todo aprender a agudizar el ingenio.

Y en cuanto al nivel social, es una experiencia muy enriquecedora, dado que se convive con otra visión del mundo, otra cultura con sus ritmos y filosofías, maneras de afrontar los problemas del día a día y sobre todo darnos cuenta de la realidad donde vivimos, que no es la mas habitual en este planeta.

8. BIBLIOGRAFIA

Libros:

- Manual de Operación y Mantenimiento de acueductos Rurales.
ONGD Movimondo, Via Di Vigna Fabbri 39, 00179 Roma, Italia
Sede en Guatemala: 11 av. 14-86 Zona 10 Guatemala, C.A
- Mecánica de fluidos.
Frank M. White, Editorial Mc Graw-Hill
- Mecánica de fluidos incompresibles y turbo maquinas hidráulicas.
José Agüera Sobrino, Editorial Ciencia 3, S.L.
- Hidrológica Subterránea.
E. Custodio / M. R. Llamas, Editorial Omega
- *Problemas resueltos de maquinas hidráulicas y transitorios hidráulicos*
Justo García Ortega, Editorial Universidad Publica de Navarra
- Manual de Instalaciones.
Ing Sergio Zepeda C., Editorial Limusa.

Documentos:

- Plano Guatemala: Scale 1: 500.000
Internacional travel maps, 530 west Broadway, Vancouver, B.C. Canada V5Z 1E9
- Plano regional CHAHAL: Escala 1:50.000
Hoja 2263-II, Serie E754, Edición 2-Nima, NAD 83/WGS 84
Instituto Geográfico Nacional de Guatemala, con la colaboración de la "National Imagery and mappin Agency" (NIMA)
- Programación de agua y saneamiento en comunidades rurales
Edita Hospital de Fray Bartolomé de las casas, Alta Verapaz, Guatemala
- Caracterización sectorial
Edita Municipalidad de de Fray Bartolomé de las casas, Alta Verapaz, Guatemala

Informes:

- Informe final de actividades, Ayto. Pamplona Convocatoria 2.003
Elaborado ONGD Zuzeneko Elkartasuna /Solidaridad Directa, marzo 2.005
- Informe final de actividades, Juntas Generales SS Convocatoria 2.004
Elaborado ONGD Zuzeneko Elkartasuna /Solidaridad Directa, marzo 2.005
- Memoria de actividades de Adelina Caal Maquin 2.004
Elaborado ONGD Adelina Caal Maquin

