



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

TITULO

**PROCESO DE EVALUACION DE VOLUMENES DE AGUA NO
CONTABILIZADA EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA
POTABLE. CASO DE ESTUDIO: CERRO DEL CARMEN**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

Pedro Ricardo Arévalo González

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO
2007

AGRADECIMIENTO

A Dios por mostrarme la dignidad más grande que tengo.

A Santa María por su maternal intercesión en mi vida.

A mi familia por su silencioso y fiel apoyo.

A mi Director de Tesis por respaldo incondicional

A mis maestros por brindarme sus conocimientos y experiencia

A mi Familia Espiritual por todo el apoyo recibido de ellos especialmente en los momentos de dificultad.

A mis amigos por su lealtad.

A la ESPOL por los conocimientos y experiencia adquirida.

DEDICATORIA

A Dios lo mas grande que tengo en esta vida.

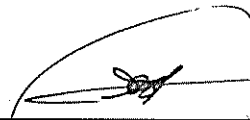
A Santa María Madre mía.

A mis padres testimonio del Amor de Dios.


A mis hermanos amigos incondicionales.

A mis sobrinos hermoso regalo de Dios.

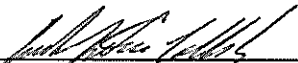
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Edison Navarrete.
SUBDECANO FICT



PHD. David Matamoros
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Jorge Calle
1er VOCAL PRINCIPAL



Ing. Gastón Proaño
2do VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado me corresponde explícitamente, y el patrimonio de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

(Art. 12 del Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Pedro Ricardo Arévalo González

RESUMEN

La presente Tesis de Grado es un proyecto realizado en el sector denominado Cerro del Carmen. Este proyecto nace por petición de miles de habitantes de la zona que desean un abastecimiento continuo y real.

El estudio de este proyecto consiste en medir el volúmen de Agua No Contabilizada (ANC) en el sistema de distribución de agua potable del Cerro del Carmen. Hace 35 años se instaló dentro del sector el primer sistema de distribución que contaba con una línea de impulsión (aún vigente) y pequeñas líneas primarias y secundarias.

El objetivo del estudio descrito a continuación persigue la reducción del agua no contabilizada (%ANC) en el Cerro del Carmen. Adicionalmente, se pretende optimizar el funcionamiento del sistema actual, obteniendo como resultado un sistema entendible, controlable y regulable en el tiempo estimado.

PROCESO DE EVALUACION DE VOLUMENES DE AGUA NO CONTABILIZADA EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE. CASO DE ESTUDIO: CERRO DEL CARMEN

1. INTRODUCCIÓN

Localización del sector.

Descripción del sistema

Objetivos

Objetivos Generales

Objetivos específicos

2. LOCALIZACIÓN Y DATOS BÁSICOS DE LA ZONA

Datos generales de la zona de estudios.

Datos generales del sistema de abastecimiento

3. ESTIMACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA MEDIANTE TRABAJO DE CAMPO

Labores realizadas.

Trabajo de campo

3.1.1.1 Principales causas de Agua No Contabilizada.

3.1.1.2 Macromedición de Agua.

3.1.1.3 Observaciones.

3.1.2 Trabajo de oficina

3.1.2.1 Resultados de Macromedición.

Análisis información comercial.

Conclusiones y Recomendaciones Generales

4. PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN DE LA RED

Objetivos

Construcción del modelo hidráulico.

Cálculo y diseño de la estación reguladora de presiones.

Mejoras y beneficios esperados.

5. COSTO DE LA PROPUESTA PLANTEADA

Presupuesto General.

6. EVALUACIÓN BENEFICIOS DE LA PROPUESTA

7. RECOMENDACIONES TECNICAS

8. CONCLUSIONES

9. REFERENCIAS

10. ANEXOS

1 INTRODUCCIÓN

La concesionaria INTERAGUA presta para el desarrollo de este proyecto valiosa información comercial. INTERAGUA presta sus servicios al Cantón Guayaquil desde el 1 de Junio del 2001. INTERAGUA conciente de su trabajo en el Sistema de Distribución de Agua Potable ha comenzado un estudio profundo y minucioso. INTERAGUA, propone la coordinación de información para que el proyecto permita entender y visualizar la realidad del sistema en la zona de estudio.

La directriz principal del proyecto consiste en encontrar aquellos puntos (causas y efectos) que debilitan el servicio y con ello generar un proyecto que corrija y regule el sistema en tiempo estimado.

El estudio se divide en tres Zonas de Distribución: Zona Norte, dividida en NORESTE Y NOROESTE; Zona Centro y Zona Sur. En estas zonas existen también unas subdivisiones o sectores los cuales permiten que el estudio sea mucho más entendible, controlable y regulable. El trabajo en cada subdivisión se lo realiza a través de micro mediciones las cuales permiten visualizar la realidad en ese punto

1.1 LOCALIZACION DEL SECTOR



Figura 1 Ubicación de la Zona en Estudio: Foto Satelital (INTERAGUA, 2007)

La ubicación del sector, según catastro comercial es **M-42-34**. Se encuentra ubicado en la Zona Centro de Distribución. Este sector cuenta con aproximadamente 662 usuarios en un área de 18.13 Has, y con un nivel socioeconómico de tipo bajo. El sector en estudio limita de la siguiente manera:

Al **NORTE** con la Avenida Pedro Menéndez Gilbert, al igual que la Cooperativa 29 de Junio y la ciudadela Atarazana.

Al **SUR** con la calle Julián Coronel y el casco céntrico de la ciudad (zona regenerada).

Al **ESTE** con la calle Morán de Buitrón, al igual que el cerro “Santa Ana” y Río “Guayas”.

Al **OESTE** con las ciudadelas: Bolivariana, Álamos 1y 2.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema de Distribución de Agua Potable para la ciudad Santiago de Guayaquil, comienza en la Planta de Tratamiento “La Toma”. Esta Planta de Tratamiento recoge las aguas crudas o sin tratar del río Daule, las cuales son extraídas mediante tres estaciones de bombeo. Estas llegan a la planta mediante dos líneas de 1800 mm, una de 1250 mm y una de 1500 mm, esta última destinada para abastecer un sector del centro de la ciudad.

Estas aguas son tratadas y enviadas a la estación “Tres Cerritos” para el abastecimiento de agua potable de la Ciudad. “Tres Cerritos”, abastece mediante una línea de 1500 mm y 1200 mm al oeste de la ciudad y a través de una línea de 900 mm abastece a una parte del casco céntrico (zona regenerada) así como también a los cerros “Santa Ana” y “El Carmen”.

El Cerro del Carmen, pertenece a la zona Centro en el sistema de distribución de agua Potable. Actualmente el sistema de distribución en este sector se lo realiza mediante una CISTERNA (160 m³), y un

pequeño TANQUE ELEVADO (10 m³), ubicados en la parte alta del cerro a una cota de +92.20 msnm.



Foto 1 Izq.- TANQUE ELEVADO SIN LOSA SUPERIOR 10 M³, Der.-CISTERNA ALTA 160 M³

Estos tanques se abastecen a través de un sistema de bombeo, que succionan directamente de los reservorios 1A y 2A de 14500 m³ aproximadamente, ubicados sobre la cota +41.00 msnm. Los reservorios 1A y 2A se abastecen de “Tres Cerritos” a través de una línea de 900 mm de acero inoxidable en excelentes condiciones.

Cabe señalar que la válvula de salida (4”) en la línea de impulsión de la bomba se encuentra graduada con 8 vueltas (16 apertura total). Mientras que la válvula (6”) en la tubería de llegada a la cisterna alta se encuentra graduada con 12 vueltas (15 apertura total).

La operación de la Estación de Bombeo es la siguiente: El sistema esta compuesto por dos bombas de 75 HP y una de 60 HP, de las cuales solo opera una la de 75 HP, esta se opera manualmente. En

la **Tabla 1** se describe las características de la bomba que actualmente opera.

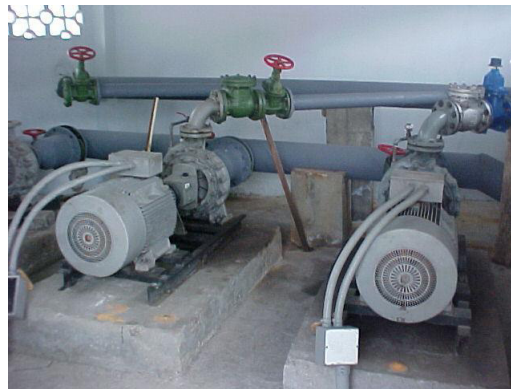


Foto 2 ESTACION DE REBOMBEO

Tabla 1 Características de Bombas de la estación de bombeo

BOMBAS	2
POTENCIA	75 HP
MARCA	Hidromac KSB
SERIE	945564
TIP	ETA-NORM-01
RPM	1750

El bombeo se realiza en horario de 4H45 a 13H00. Durante este tiempo la **cisterna** y **tanque elevado** del cerro del Carmen continuamente son llenadas. El “problema” se genera en la distribución de agua, principalmente de la cisterna. O sea que, la distribución no es continua (a diferencia del bombeo). Cada hora y media la válvula de distribución es abierta (reguladamente) por los operadores. Realmente son 3 horas en que gran parte del cerro de Carmen es abastecida durante el día.

La operación manual de la válvula de distribución, se debe a que en el sector no existe una regulación que permita distribuir coherentemente el agua a la parte alta y baja del cerro. Esta operación genera presiones bajas de hasta 3 mca en la parte alta y presiones altas de hasta 50 mca en la parte baja y al mismo tiempo desperdicio de agua por roturas de mangueras (más común). En resumen el abastecimiento de agua para este sector no es continuo.

La operación a la salida de la Cisterna Alta es la siguiente:

El bombeo se realiza en horario de 4H45 a 13H00. Actualmente este sector se abastece tres veces al día según el nivel del tanque, esto es, aproximadamente de 06:00 a 07:30; de 09:30 a 10:30; de 12:00 a 13:30. Esto significa que se cierran tres veces las salidas del tanque y se da un servicio de forma discontinua de aproximadamente 4 horas al día.

El tanque elevado, posee otra dinámica de abastecimiento. Este tanque se abastece directamente de la línea de impulsión (manguera flex 2"), por ello su horario de distribución depende directamente del horario del bombeo. Los problemas que se generan en la zona de alcance del tanque pasan directamente por el número de guías clandestinas y la informalidad en sus conexiones generando fugas visibles en el sistema y grandes pérdidas para la empresa.

Sobre la línea de impulsión que abastece a los tanques altos, se presenta lo siguiente:

- En la vía que va desde la antenna de PACIFICTEL hasta ECUAVISA, se encuentran 24 usuarios, entre los cuales se encuentran los canales de televisión. Todos ellos son abastecidos directamente de la tubería de impulsión a través de una tubería de 2" PVC. Su horario de abastecimiento depende directamente del horario del bombeo. Las presiones generadas en el sector son uniformes con un promedio de 7 m.c.a.
- Se encuentra también conectada directamente a la tubería de impulsión una tubería de 2" PVC, que abastece actualmente a 84 usuarios. Esta tubería pertenecía a los canales antiguamente pero al verificarse la gran cantidad guías ilegales conectadas a esta tubería se decidió dejarla para abastecer a dichos habitantes y reconectar una nueva para los canales. Las presiones que se generan en este sector son casi uniformes y fluctúan entre 3.5 m.c.a y 7 m.c.a.

El problema que se genera en este pequeño sector es la cantidad de usuarios ilegales y las fugas que se generan por roturas de mangueras.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVOS GENERALES

El objetivo de los trabajos descritos a continuación persigue la reducción del agua no contabilizada (%ANC) en el sector estudiado.

Adicionalmente, se pretende:

1. Optimizar el funcionamiento del sistema actual.
2. Buscar el cumplimiento de las metas contractuales.
3. Obtener como resultado un subsistema entendible, controlable y regulable en el tiempo estimado.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reducir el ANC en el sector, mediante la detección y reparación de pérdidas físicas (fugas visibles).
- Reducir el ANC en el sector, mediante la detección de pérdidas comerciales para orientar acciones futuras por parte de la Subgerencia Comercial.

- Establecer la Regulación “tecnificada” de presiones en el sector del Cerro del Carmen, buscando la reducción de pérdidas físicas en el área.
- Solucionar problemas de alta presión en la Parte baja del Cerro del Carmen.
- Delimitar y configurar un sector de manejo, control y operación total sobre la red.
- Educación de los usuarios sobre el uso racional del agua.

2 LOCALIZACIÓN Y DATOS BÁSICOS DE LA ZONA

2.1 Datos Generales de la Zona de Estudio

El sector estudiado está conformado por un área aproximada de 18.13 Hectáreas con una población de 5694 habitantes con una densidad poblacional de 314.07 hab/ha y 662 usuarios.

En la **Tabla 2** se muestra la población y dotación según varios parámetros de origen.

Tabla 2 Usuarios según datos de origen.

FACTORES	ORIGEN (Empresa INTERAGUA)	MEDIDA	CANTIDAD
ÁREA	DE ACUERDO A PLANOS	HA	18,13
POBLACIÓN	SEGUN CENSO, año 2006	HAB	5694
DOTACIÓN DEL CAPITAL	SEGÚN DATOS EN BASE A LA DEMANDA	LT/HAB/DIA	200
DENSIDAD POBLACIONAL	POBLACION / AREA	HAB/HA	314,07
USUARIO	SEGÚN DATOS DE COMERCIAL	U	551
CONSUMO FACTURADO	SEGÚN DATOS DE COMERCIAL	M3/MES	7765
CONSUMO FACTURADO POR USUARIO	CONSUMO FACTURADO / USUARIO (DATOS DE COMERCIAL)	M3/MES/U	11,73
USUARIO	SEGÚN CENSO	U	662
CONSUMO PRODUCCION	MACROMEDICIÓN	M3/MES	32887
NIVEL SOCIOECONÓMICO	CERRO DEL CARMEN	NIVEL	BAJO

2.2 Datos Generales del Sistema de Abastecimiento

El agua proveniente de “Tres Cerritos”, a través de una línea de 900 mm de acero inoxidable, llega a las Cisternas altas 1A y 2A ubicadas en el Cerro del Carmen con capacidad de 14515 m³. Estas cisternas se encargan de la distribución de agua potable a un sector del centro de la ciudad (zona regenerada) y a los cerros del Carmen y Santa Ana. Las Cisternas 1-A y 2-A, proveen de agua al Cerro del Carmen a través de una línea de 160 mm de PVC, la cual llega a un Cuarto de Bomba. Este Cuarto de Bomba, impulsa a través de una línea de 200mm de Hierro Fundido (Línea de Impulsión) el agua para este sector. La línea de Impulsión se encarga de abastecer de agua al Tanque Elevado y Cisterna del Cerro del Carmen. Esto genera en el Cerro dos formas de distribución de agua para sus moradores:

- La primera que da directamente por la línea de impulsión, la cual se la reconocerá en el estudio como Sector abastecido por Sistema de Bombeo (Línea de Impulsión)
- La segunda que es directamente abastecida por el tanque elevado y la cisterna a esta se la reconocerá en el estudio como Sector abastecido por Gravedad.

A continuación una descripción de cada uno de estos Sectores:

Sector abastecido por gravedad

- **Tanque elevado**: Abastece a 349 habitantes, 38 usuarios, que generan un consumo de 2094 m³/mes. El horario de abastecimiento para este sector es continuo desde las 4H45 hasta las 13H00.
- **Cisterna**: Abastece a 4327 habitantes, 480 usuarios, que generan un consumo promedio de 15.975 m³/mes. El sector se abastece de agua durante cuatro horas en el día, no continuas. Estas horas de abastecimiento se dan en el lapso de 6H00 a 13H00.

Sector abastecido por Sistema de Bombeo (Línea de impulsión)

Este sector maneja actualmente 3 zonas de abastecimiento por la línea de impulsión:

- **Tubería de 2" PVC**: Abastece a 658 habitantes, 73 usuarios, que generan un consumo de 4294 m³/mes. El horario de abastecimiento para este sector es continuo desde las 4H45 hasta las 13H00.

- **Tubería de 2" PVC**: Abastece a toda la zona comercial, en su totalidad, de la Avenida de las Antenas. El consumo de este sector según comercial es de 4190 m³/mes. El horario de abastecimiento para este sector es continuo desde las 4H45 hasta las 13H00.
- **Tubería de 1 1/2"**: Abastece a 360 habitantes, 40 usuarios, que genera un consumo promedio de 1451 m³/mes. El horario de abastecimiento para este sector es continuo desde las 4H45 hasta las 13H00.

En la **Figura 2** se muestra una descripción grafica del sistema actual de almacenamiento y distribución de agua macro sobre el Cerro del Carmen.

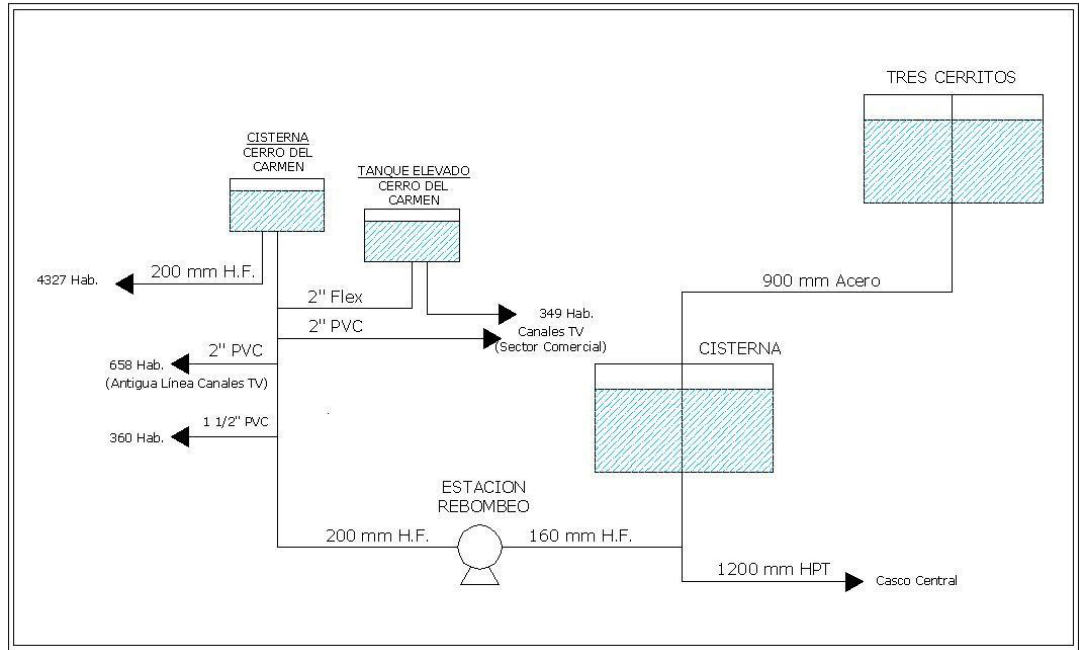


Figura 2 Esquema de Alimentación Actual – Cerro del Carmen

3 ESTIMACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA MEDIANTE TRABAJO DE CAMPO

3.1 Labores realizadas

3.1.1 Trabajo de Campo

3.1.1.1 Causas Principales de Agua No Contabilizada

El trabajo de campo realizado nos muestra principalmente dos factores importantes para nuestro estudio:

- Situación actual del sistema.
- Perdidas en el sistema.

A continuación se procederá a evaluar en detalle lo referente a las pérdidas del sistema

a) PÉRDIDAS FÍSICAS

- La guía que abastece a los canales locales presenta tres fugas considerables en los primeros 20 m de recorrido. Dichas fugas se han producido por malas uniones existentes en diversos tramos de la misma y rotura de la guía de 2", en la **Foto 3** se muestran las fugas existentes causadas por las malas uniones, en los predios donde se encuentran el tanque elevado y la cisterna alta.



Foto 3 Fugas existentes causados por las malas uniones

- En el tanque elevado, las conexiones fraudulentas de $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{4}$ " y 2" poseen fugas debido a rotura de manguera, malos empates del mismo y también mal ajuste de las llaves de registro, representando para la empresa considerable perdidas. Como se muestra en la **Foto 4**



Foto 4 Rotura de manguera y mal ajuste de las llaves de registro

- En el sector ubicado en Emilio estrada y Callejón 15 de Noviembre se verificó que los moradores se conectaron a la línea de 150 mm HF. de la red principal con mangueras flex. Estas conexiones ilegales se encuentran actualmente rotas y en mal estado y se empatan con tuberías PVC de $\frac{3}{4}$ ".



Foto 5 Conexiones ilegales en mal estado y rotura de tuberías PVC de $\frac{3}{4}$ ".

- Existe entre los moradores una no cultura de consumo, pues se observan llaves que no están debidamente cerradas, o que incluso, permanecen abiertas. En la **Foto 6**, observamos varias llaves para consumo de agua no cerradas totalmente provocando perdidas para la empresa.



Foto6. Emilio Estrada y Callejón 15 llaves que no están debidamente cerradas

- En el sector del callejón 12 de Octubre, se presentan fugas visibles cada 2 m, debido a roturas de mangueras de 2" y a las malas uniones existentes entre ellas, como se muestra en las **Foto 7 y 8**.



Foto 7 Callejón 12 de octubre, fugas visibles cada 2 m, roturas de mangueras



Foto 8 Callejón 12 de octubre, fugas visibles debido a roturas y malas conexiones

- En el 9no callejón se presentan fugas visibles debido a las malas uniones existentes y a roturas de mangueras, como se muestra en la **Foto 9**.



Foto 9 En el 9no callejón, fugas visibles debido a roturas de mangueras

- En los callejones 3ro, 4to, PUCARAY y EL CALVARIO, se presentan fugas visibles, ocasionados de igual forma por roturas de guías de ½" y malas uniones existentes.



Foto 10 En el 9no callejón se presentan fugas visibles debido a las malas uniones

- En el sector son pocas las familias que tienen medidores y algunos tienen roturas en las guías de entrada o salida, estas son internas. En la **Foto 11** se muestra una rotura interna en la guía de entrada. Callejón 3ro. PUCUY.



Foto 11 Fuga interna en un medidor por mala conexión de guía.

b) PÉRDIDAS APARENTES

Desde el mes de Agosto del 2003 el tanque elevado en su línea de distribución fue alterado por los moradores, conectándose a ella alrededor de 16 mangueras de 2", de manera fraudulenta, como indica la **Foto 12**. Estas conexiones ilegales mas adelante se dividen clandestinamente.

Actualmente se encuentran tres líneas de distribución:

- La primera (conexión que abastece la casa del guardián) de 2".
- La segunda una tubería de 2" que se conecta a varias líneas de $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$.

Finalmente una tercera de $\frac{3}{4}$ que se conecta con mangueras de $\frac{1}{2}$ mas adelante.



Foto 12 Conexiones clandestinas ubicadas en el Tanque Elevado de 10 m3.

Una de las salidas del tanque elevado posee una manguera de 2" que abastece a la vivienda del guardián, no posee medidor alguno. Según versión del implicado, existe un convenio entre el cuerpo de bomberos y ECAPAG el cual establece el préstamo de las instalaciones para el uso de distribución siempre que el señor guardián reciba gratuitamente el servicio de agua.

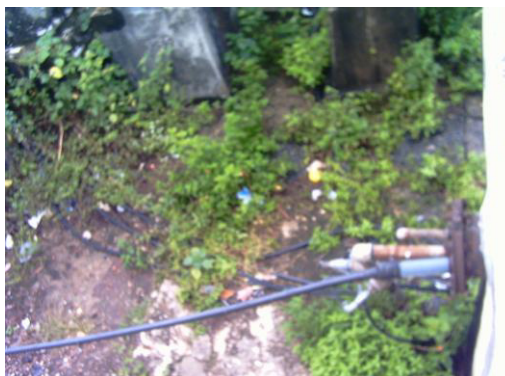


Foto 13 Conexión clandestina de 2", ubicadas en los predios donde se encuentra el Tanque Elevado y la Cisterna Alta.

A la tubería de 2" (una de las líneas clandestinas de distribución que salen del tanque elevado), se conectan fraudulentamente 6 mangueras de 1/2". A esta mas adelante se conectan 6 guías de 1/2" de igual forma clandestinas que abastecen a 18 familias, como muestra la **Foto 14**.



Foto 14 Conexión clandestina de 2", que alimentan a 18 familias.

A la tubería que alimenta los canales locales en sus primeros 30 m se ha conectado clandestinamente una guía de ½". Esta tubería recorre alrededor de 3m (visible), antes de ser distribuida fraudulentamente a 6 familias (de las que se pudo dar seguimiento), como muestra la **Foto 15**.

Las familias conectadas ilegalmente solo dos pagan un consumo mensual de \$ 2 (consumo histórico), mientras que el resto no lo hace. Posee medidor dañado, lo cual implica pérdidas en lectura para Interagua, como indica la **Foto 16**. Cabe acotar que el resto está conectado a los dos usuarios.



Figura 15. Conexión clandestina de 2", que alimentan a 6 familias.



Figura 16. Medidores en mal estado.

- La segunda conexión ilegal, se presenta 10 m más adelante con una guía de ½" que abastece a 6 familias, como se muestra en la **Foto 17**.



Foto 17 Nueva Conexión clandestina, que alimentan a 6 familias.

En la inspección que se realizó a los canales de televisión se encontró que TELEAMAZONAS TV, posee dos reservorios cada uno de ellos con su respectivo medidor. Cuando uno de ellos

comienza a llenarse su respectivo medidor comienza a trabajar, el otro medidor queda parado hasta que comience a llenarse su respectivo reservorio. Estos medidores trabajan por separado, mas ellos pagan únicamente una factura correspondiente al medidor con las siguientes características: ACTARIS, $\frac{3}{4}$ ", No. BO3BA0207723. El otro medidor tiene las siguientes características a considerar IBERCONTA, 1", No. 257553. Ver

Foto 18



Foto 18 Medidores pertenecientes al Canal 5 "TELEAMAZONASTV".

Las viviendas localizadas en los diferentes callejones se alimentan directamente de la línea de distribución de 150 mm H.F. con tubería de $\frac{3}{4}$ " empataadas a tuberías de 2". De estas conexiones ilegales se benefician muchas familias que no poseen medidor ni

pagan. Las familias que pagan hacen mediante un estimado de consumo histórico que no refleja la realidad.



Foto 19. Conexiones ilegales. Estas conexiones se alimentan directamente de la línea de impulsión.

En el callejón 12 de octubre se encontraron mas de 15 mangueras flex de 1/2" conectadas ilegalmente a varias de las guías múltiples de 1/2", como se muestra en la **Foto 20**. Estas mangueras se encuentran en mal estado y con roturas dando como resultado varias fugas importantes. Los moradores que se benefician con estas conexiones no poseen medidor (no pagan) en caso de pagar algún valor este no refleja la realidad del consumo.



Foto 20 En el callejón 12 de octubre se encontraron más de 15 mangueras flex de ½” conectadas ilegalmente a varias de las guías múltiples de ½”.

En el 9no callejón los moradores del sector por cuenta propia realizaron la conexión de 30 mangueras de ½” a una tubería P.V.C de 2”.



Foto 21 En el 9no callejón se encontró la conexión ilegal de 30 mangueras de ½” a una tubería P.V.C de 2”.

3.1.1.2 Macro mediciones de Agua

Se contabilizó a través de mediciones la realidad de consumo en la zona. El sector en estudio tiene según la Información del Departamento de Distribución una dotación de 177 lts/hab.día. En el censo realizado se encontró 667 viviendas, con un promedio de 5 personas por vivienda.

Tabla 3 Consumo Real en la zona.

MANZANA	HABITANTES	CONSUMO MANZANA (M3/día)	CONSUMO ILEGAL	CONSUMO PROMEDIO (M3/día)	CONSUMO LECTURA
1	205	36,285	17,7	0	18,585
2	77	13,629	6,726	0	6,903
3	127	22,479	4,956	6,726	10,797
4	53	9,381	6,549	0	2,832
5	41	8,257	2,301	2,655	3,301
6	204	36,108	7,434	12,213	16,461
7	78	13,806	6,726	2,832	4,248
8	66	11,682	4,248	4,248	3,186
9	283	50,091	22,102	15,222	12,767
10	166	29,382	14,16	10,62	4,602
11	89	15,553	3,186	2,655	9,712
12	13	2,201	0,885	0	1,316
13	144	25,488	12,036	2,655	10,797
14	281	49,737	30,267	16,815	2,655
15	56	9,912	5,664	4,248	0
16	44	7,788	6,372	1,416	0
17	116	20,532	4,602	15,93	0
18	100	17,69	9,735	7,955	0
19	129	22,833	11,759	8,142	2,932
20	136	24,072	6,372	15,222	2,478
21	80	14,16	8,673	5,487	0
22	110	19,47	8,673	10,797	0
23	59	10,443	5,841	2,832	1,77
24	136	24,072	10,443	8,319	5,31
25	55	9,735	5,487	2,832	1,416
26	32	5,664	0	4,248	1,416
27	86	15,222	7,257	7,965	0
28	66	11,682	7,611	0	4,071
29	43	7,611	0,885	5,31	1,416
30	354	62,658	18,585	30,621	13,452
31	61	10,797	5,133	2,832	2,832
32	104	18,408	7,611	4,071	6,726
33	47	10,089	4,071	4,602	1,416
34	31	5,487	5,487	0	0
35	80	14,16	8,85	5,31	0
36	23	4,071	2,655	1,416	2,655
37	95	16,815	0,885	15,93	0
38	128	22,656	4,248	14,868	3,54
39	62	10,974	2,655	8,319	0
40	39	6,903	2,655	2,832	1,416
41	38	6,726	0	6,726	0
42	61	10,797	5,841	1,416	3,54
43	46	8,142	5,487	2,655	0
44	57	10,099	0	5,664	4,435
45	157	27,789	11,151	15,222	1,416
46	277	49,029	22,833	23,541	2,655
47	169	29,913	18,324	6,549	5,04
48	39	6,903	4,248	2,655	0
49	36	6,372	2,832	3,54	0
50	324	57,348	36,131	16,461	4,756
51	115	20,355	20,355	0	0
52	95	16,815	7,08	8,319	1,416
53	152	26,904	12,213	8,142	6,549
TOTAL	5694	1007,9	448,018	369,035	190,815
	HABITANTES	CONSUMO MANZANA (m3/día)	CONSUMO ILEGAL (m3/día)	CONSUMO PROMEDIO (m3/día)	CONSUMO LECTURA

(NO SE FACTURA) (EXISTE UN 20% DE DEUDA)

Obteniendo de este estudio puntual lo siguiente:

- 44,45% del total se consume ilegalmente en el sector, sin conocimiento alguno de INTERAGUA.
- 36,61% del total se consume legalmente por concepto de promedio sea histórico o de sector del cual el 20% de ellos poseen deudas atrasadas que fluctúan entre los \$47,00 y \$450,00.
- INTERAGUA controla un consumo real del 18,93%.
- En el sector existen 667 viviendas, clasificadas de la siguiente manera:

1 piso	144	3 pisos	106
2 pisos	368	4 pisos	49

Según información de del área comercial, el consumo mensual del sector esta establecido de la siguiente manera:

Tabla 4 Información de consumo.

TIPO FACTURABILIDAD	Datos	Total
Co	Contar de CUENTA	21
	Suma de CONSUMO	0
DL	Contar de CUENTA	106
	Suma de CONSUMO	2899
PH + PS	Contar de CUENTA	418
	Suma de CONSUMO	1486
Total contar de CUENTA		545
Total suma de CONSUMO		4385

Se realizo de igual manera la medición de caudal que ingresa y sale al sistema, obteniendo la siguiente información:

Tabla 5 Consumo Real en la zona.

Fecha Hora	Datos	
	Q entrada (l/seg)	Q salida (l/seg)
7	60	46
8	60	45
9	59	44
10	58	44
11	62	45
12	66	43
Total general	61	44

Tabla 6 Consumo por hora.

Fecha Hora	Q entrada	Q salida
10/06/2004 7:15	58,15867	46,33961
10/06/2004 7:30	57,71423	45,52222
10/06/2004 7:45	63,22216	46,70115
10/06/2004 8:00	61,3174	47,53426
10/06/2004 8:15	60,66661	44,89346
10/06/2004 8:30	59,65073	43,85601
10/06/2004 8:45	60,12692	43,99748
10/06/2004 9:00	60,19041	46,33961
10/06/2004 9:15	59,11105	44,53193
10/06/2004 9:30	60,44439	42,84999
10/06/2004 9:45	57,84121	43,13294
10/06/2004 10:00	58,76184	45,28644
10/06/2004 10:15	56,20629	44,56337
10/06/2004 10:30	60,66661	44,65768
10/06/2004 10:45	56,90471	42,33127
10/06/2004 11:00	56,9682	45,63226
10/06/2004 11:15	61,9047	43,80885
10/06/2004 11:30	62,38089	46,43393
10/06/2004 11:45	65,492	43,07006
10/06/2004 12:00	61,53962	42,17408
10/06/2004 12:15	62,58724	42,81856
10/06/2004 12:30	68,79358	42,88143
10/06/2004 12:45	72,34914	43,46304

De igual manera se realizó una medición de caudales a la salida de la cisterna y tanque elevado que abastecen al sistema, obteniendo lo siguiente:

Tabla 7 Caudales de salida en cisterna y tanque elevado.

Fecha Hora	Datos		
	Promedio de Q manguera negra (l/seg)	Promedio de Q 2 pulg PVC Canales (l/seg)	Promedio de Q 2 pulg PVC Predios (l/seg)
6	1,36	2,09	4,09
7	1,44	2,13	4,02
8	1,41	2,01	4,08
9	1,27	2,00	3,83
10	1,01	1,90	3,74
11	0,96	1,95	3,50
12	0,74	1,93	3,61
Total general	1,15	2,00	3,82
	1034,59 m3/mes	1799,28 m3/mes	3436,62 m3/mes

3.1.1.3 Observaciones

La Subgerencia de ANC ha podido constatar con satisfacción, que el Área Comercial de la Empresa, ha tomado la iniciativa de enfrentar el reto de dar solución al gran problema del sector. Han iniciado rápidamente los trabajos, y con la colaboración del Área de Distribución, están procediendo a realizar un saneamiento completo de la línea de 200 mm. Se inicia el reconocimiento de todas las conexiones ilegales que existen en la línea de 200 mm procediendo a su anulación o legalización según sea el caso.

Para la legalización de las líneas, procederán a construir múltiples a lo largo de todos aquellos tramos principales donde se suscite problemas de conexiones ilegales. La subgerencia de ANC, ha prestado su colaboración brindando la información obtenida en el sector, con el ánimo de que esta iniciativa logre tener el éxito esperado por los involucrados. Con estos antecedentes, podemos proceder a emitir nuestro criterio respecto al sector en general:

- La iniciativa tomada por el Área Comercial, es una actitud por demás loable, sin duda un hecho que respaldamos, en pos de amortizar el perjuicio que ha venido sufriendo la Empresa.

- El proyecto tiene sin duda un beneficio que a muy corto plazo brindará frutos. El hecho es que al realizar correctamente las conexiones, e ir descubriendo por completo la línea de impulsión se logrará reducir considerablemente el desperdicio del sector.
- Se repararán las fugas existentes y se realizarán legalizaciones individuales (para algunos moradores), esto reflejará una clara disminución de agua que no utilizada, sino desperdiciada.
- Adicionalmente, el proyecto permitirá ir inculcando en los moradores del sector una cultura de consumo.
- Concluimos que las acciones tomadas, brindarán a corto y mediano plazo una solución que permitirá reducir las exageradas pérdidas del sector. Cabe acotar que sin embargo a largo plazo no resultará la solución definitiva al problema.

3.1.2 Trabajo de oficina

Las pérdidas encontradas en la zona de estudio, a través de un censo realizado, como indica la **Tabla 3.1**, mostrando la siguiente información:

Tabla 3 Usuarios y Consumo legal e ilegal, según censo.

USUARIOS		CONSUMO (m3/mes)	
LEGALES	ILEGALES	LEGALES	ILEGALES
363	289	17808	13968

La empresa actualmente pierde **\$628.56**, por mes por conexiones clandestinas. De la totalidad de los usuarios que poseen un consumo legal existe un 5% de ellos actualmente tienen deudas (acumuladas por varios meses) con la empresa que van de **\$30,00 a \$ 350,00**. Estas deudas poseen un margen de tiempo que va de 3 meses a mas de 2 años.

- Medición de presiones en todo el sector, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4 Presiones máximas y mínimas

UBICACIÓN CERRO DEL CARMEN	PRESIÓN (m.c.a)	
	MAXIMA	MINIMA
PARTE ALTA	9	3
PARTE BAJA	28	50

Estas diferencias de presiones se generan porque en el sector no existe una regulación real de presiones que permita un correcto sistema de distribución.

- Macro mediciones a las cuatro zonas abastecidas por la cisterna y tanque elevado del Carmen, como lo muestra la **Tabla 5**, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5 Macro mediciones de las cuatro zonas abastecidas por la cisterna y tanque elevado en el Cerro del Carmen

ENTRADA CISTERNA CERRO DEL CARMEN (8" H.F.)	
TIPO DE MACROMEDICION	CAUDALIMETRO PORTATIL ULTRASONICO
FECHA DE INICIO	11/10/2004
TIEMPO DE MEDICION	8 HORAS
CAUDAL MÁXIMO	26,97 LT/SEG
CAUDAL MINIMO	26,17 LT/SEG
CAUDAL PROMEDIO	26,49 LT/SEG
CONSUMO DIARIO	763 M3/DIA
CONSUMO MENSUAL	22890 M3/MES

SALIDA CISTERNA CERRO DEL CARMEN (8" H.F.)	
TIPO DE MACROMEDICION	CAUDALIMETRO PORTATIL ULTRASONICO
FECHA DE INICIO	11/10/2004
TIEMPO DE MEDICION	8 HORAS
CAUDAL PROMEDIO	36,98 LT/SEG
CONSUMO DIARIO	533 M3/DIA
CONSUMO MENSUAL	15.975 M3/MES

ENTRADA TANQUE ELEVADO CERRO DEL CARMEN (2" FLEX)	
TIPO DE MACROMEDICION	CAUDALIMETRO PORTATIL ULTRASONICO
FECHA DE INICIO	12/10/2004
TIEMPO DE MEDICION	8 HORAS
CAUDAL MÁXIMO	3,62 LT/SEG
CAUDAL MINIMO	1,12 LT/SEG
CAUDAL PROMEDIO	2,55 LT/SEG
CONSUMO DIARIO	73.5 M3/DIA
CONSUMO MENSUAL	2205 M3/MES

CANALES DE TV (2" PVC)	
TIPO DE MACROMEDICION	CAUDALIMETRO PORTATIL ULTRASONICO
FECHA DE INICIO	12/10/2004
TIEMPO DE MEDICION	8 HORAS
CAUDAL MÁXIMO	10,66 LT/SEG
CAUDAL MINIMO	2,24 LT/SEG
CAUDAL PROMEDIO	4,85 LT/SEG
CONSUMO DIARIO	139,68 M3/DIA
CONSUMO MENSUAL	4190 M3/MES

PREDIOS (ANTIGUA DE LOS CANALES TV, 2" PVC)	
TIPO DE MACROMEDICION	CAUDALIMETRO PORTATIL ULTRASONICO
FECHA DE INICIO	13/10/2004
TIEMPO DE MEDICION	8 HORAS
CAUDAL MÁXIMO	5,11 LT/SEG
CAUDAL MINIMO	4,77 LT/SEG
CAUDAL PROMEDIO	4,97 LT/SEG
CONSUMO DIARIO	143,13 M3/DIA
CONSUMO MENSUAL	4294 M3/MES

SALIDA DE BOMBEO (IMPULSIÓN 8" H.F)	
TIPO DE MACROMEDICION	CAUDALIMETRO PORTATIL ULTRASONICO
FECHA DE INICIO	8/10/2004
TIEMPO DE MEDICION	8 HORAS
CAUDAL MÁXIMO	38,49 LT/SEG
CAUDAL MINIMO	33,76 LT/SEG
CAUDAL PROMEDIO	36,91 LT/SEG
CONSUMO DIARIO	1063 M3/DIA
CONSUMO MENSUAL	31890 M3/MES

PREDIOS (1½" PVC)	
TIPO DE MACROMEDICION	CAUDALIMETRO PORTATIL ULTRASONICO
FECHA DE INICIO	13/10/2004
TIEMPO DE MEDICION	8 HORAS
CAUDAL MÁXIMO	1,82 LT/SEG
CAUDAL MINIMO	1,17 LT/SEG
CAUDAL PROMEDIO	1,68 LT/SEG
CONSUMO DIARIO	48,38 M3/DIA
CONSUMO MENSUAL	1451 M3/MES

Después del análisis de oficina, se pudo determinar las acciones a ser realizadas para resolver los problemas:

- Reparación de las pérdidas físicas en el sistema (fugas), alrededor de 20 hasta el momento.
- Catastro de válvulas en todo el sector. Cabe indicar que existen válvulas que no constan en la base de datos. De la totalidad (18) se encontró que 2 están dañadas, por lo que se sugiere su respectivo mantenimiento y reposición de ser necesario.
- Revisión de la válvula de la tubería Ø 160mm HF que abastece a la calle Baquerizo Moreno y callejón 26 de Julio.
- Revisión de la válvula de 90 mm PVC (conectada a la red principal de la tubería Ø 160mm HF) que abastece a 382 predios.
- Revisión de la válvula de la tubería Ø 160mm HF, que abastece por gravedad al sistema y que se encuentra en la calle Baquerizo Moreno y la 7ma. vuelta.

- Revisión de válvula de la tubería Ø 80mm HF ubicada en el callejón 15 de noviembre y la calle Baquerizo Moreno, observándose que necesita mantenimiento.
- Tres válvulas ubicadas en el callejón Francisco Paredes, no son visibles en el terreno.
- Revisión de válvula de la tubería Ø 80mm HF ubicada en el callejón Francisco Paredes, observándose que 1 de las dos necesita ser cambiada por no encontrarse en condiciones de operación.
- Dos 9 válvulas no se encuentran registradas actualmente por la empresa en los planos. La mayoría presentando necesidad de mantenimiento y nuevas cámaras para las mismas.
- Revisión del Sistema de Bombeo, Cisterna Alta, Tanque Elevado, y su operación: En el Tanque Elevado (10 m³) se observó que no tiene losa superior por lo que está el agua expuesta a contaminación. Es imprescindible adecuar este tanque para que el agua sea apta para el consumo.

- Seguimiento y revisión de las conexiones a la línea de impulsión.

Resultados de Macro medición

Tabla 6 Consumo del sector en estudio

TIPO DE MACROMEDICION	CAUDALIMETRO PORTATIL ULTRASONICO
FECHA DE INICIO	8/10/2004
TIEMPO DE MEDICION	8 HORAS
CAUDAL MÁXIMO	38,49 LT/SEG
CAUDAL MINIMO	33,76 LT/SEG
CAUDAL PROMEDIO	36,91 LT/SEG
CONSUMO DIARIO	1063 M3/DIA
CONSUMO MENSUAL	32887 M3/MES

ESTACION DE REBOMBEO CERRO DEL CARMEN

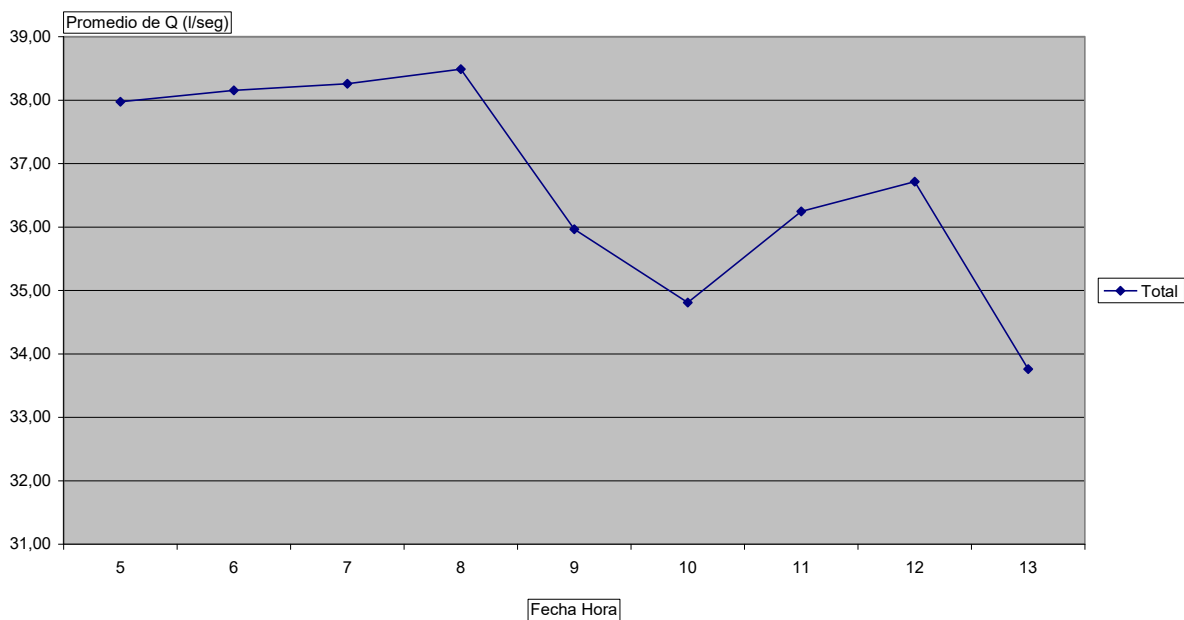


Figura 3 Representación Gráfica del Consumo en el sector

3.2 Análisis de información comercial

Tabla 7 Cuadro de usuarios y consumo

**CUADROS DE USUARIOS Y CONSUMO CON TIPO DE FACTURABILIDAD
SECTOR CERRO DEL CARMEN**

Mes: Abril 2007

M 42 27A

CATEGORÍAS	TIPO DE FACTURABILIDAD								GRAN TOTAL	
	DL		PH		PS		CO		USUARIOS	CONSUMOS
	Us	Con	Us	Con	Us	Con	Us	Con		
RESIDENCIAL	104	1760	253	2732	160	1589	21	0	538	6081
COMERCIAL	10	1649	2	25	1	10	0	0	13	1684
INDUSTRIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTRAS CATEGORÍAS	0	0	0	0			0	0		0
TOTAL	114	3401	255	2757	161	1599	21	0	551	7765
									Us :	Usuarios
									Con:	Consumos

Con los datos proporcionados por parte del Área Comercial referente a la facturación basada en la micro medición y los datos obtenidos de la macro medición (Ver **Tabla 7**) podemos calcular el índice de agua no contabilizada.

El %ANC se calcula generalmente como un porcentaje de la producción neta, es decir una relación entre el volumen entregado a la red de distribución y el consumo facturado.

$$\%ANC = \frac{\text{Volumen producido} - \text{Volumen facturado}}{\text{Volumen producido}} * 100$$

$$\%ANC = \frac{32887 \text{ m}^3/\text{mes} - 7765 \text{ m}^3/\text{mes}}{32887 \text{ m}^3/\text{mes}} * 100$$

$$\%ANC = 76,39\%$$

3.3 Conclusiones y Recomendaciones generales para reducir el agua no contabilizada

Para reducir el porcentaje de agua no contabilizada en el sector se plantea controlar el problema mediante dos puntos principales:

a) Reducir las pérdidas físicas y comerciales.

Trabajar en conjunto con el área de Distribución y Comercial para la reparación de todas aquellas fugas generadas en el sector por rotura, malas uniones de mangueras y usuarios ilegales. Esta afirmación resulta acertada, si consideramos que el censo realizado por el Área Comercial, tiene un estimado de 538 posibles usuarios en el sector, los cuales proyectados a un consumo del orden de 14,43 m³ mensuales por familia.

Este consumo genera un valor de 7765 m³/mes, que versus los aproximadamente 32887m³/mes, que se ha calculado son utilizados en el sector, nos da un valor de más de 25122 m³/mes, entre fugas (visibles y no visibles), desperdicios de líquido vital y consumos ilegales.

Según el censo realizado en el sector son 289 los usuarios que ilegalmente se abastecen de agua en el sector. Estos usuarios

generan un consumo de 13968 m³/mes (56% del ANC), dejando 11154 m³/mes (44% del ANC) generado por fugas en el sector.

La empresa actualmente pierde **\$628,56** por conexiones clandestinas y **\$501,93** por todo lo referente a fugas (visibles y no visibles) y desperdicios. Se concluye que la pérdida actual mensual de la empresa es de **\$1130,49** por conexión clandestina.

Se recomienda tomar las siguientes sugerencias para el área de distribución:

- Proceder con la reparación, de las fugas existentes en los predios donde se encuentra ubicado la cisterna y tanque elevado.
- Proceder con la reparación lo antes posible, de la gran fuga existente en Baquerizo Moreno y callejón 12 de Octubre. Aprovechar esta reparación para verificar si efectivamente como indicaron algunos moradores, existen ahí mangueras flex de 2", de las que no se tiene conocimiento.
- Proceder con la reparación de todas las fugas mencionadas anteriormente.

- Trabajar en conjunto con el área comercial para la anulación o legalización de todas aquellas guías fraudulentas que actualmente existen en el sector.

Para el área comercial, se recomienda tomar en cuenta las siguientes sugerencias:

- Realizar un reconocimiento de aquellas conexiones ilegales que se encuentran en la tubería de impulsión, procediendo a su anulación o legalización según sea el caso.
- Anular o legalizar inmediatamente todas aquellas guías clandestinas que nacen de las conexiones realizadas en el tanque elevado.
- Realizar un catastro de usuario para legalizar los 291 usuarios que en el censo realizado por la subgerencia de ANC se pudo confirmar representaban una pérdida para la empresa.
- Realizar una campaña, más exhaustiva de concientización con los moradores del sector, de modo que el proyecto emprendido, tenga el éxito esperado.

- Facilitar de ser posible, a la subgerencia de ANC, detalladamente los valores estimados de la cantidad de agua que se espera recuperar.

Dicha información nos permita elaborar algún proyecto que pueda contribuir, a la erradicación del problema existente.

En el caso de la Subgerencia de ANC, se deberán considerar las siguientes sugerencias:

- Colaborar, en todo lo que sea posible, al éxito del proyecto a emprender por parte del Área Comercial.
- Coordinar, con el Área de Distribución, un proceso de verificación, de todo el trabajo planteado a realizar.
- Elaborar, un estudio más detallado, en cuanto a la posibilidad de mejorar el sistema operativo de abastecimiento, así como los montos y el tiempo de recuperación que se podrían obtener.
- Realizar, un seguimiento al proyecto en ejecución, a fin de obtener los datos de los niveles de recuperación que se puedan obtener.

b) Realizar una sectorización que me permita optimizar el sistema actual.

Actualmente son 5 las zonas que en el sector del cerro del Carmen se encuentran conectadas directamente de la línea de impulsión. Estas conexiones generan un aumento de las horas de bombeo produciendo a su vez un elevado costo de operación.

La cisterna del Cerro del Carmen (160 m³) abastece a la mayoría de usuarios en el sector (4327 habitantes) únicamente 3 horas al día. Este menor tiempo de abastecimiento también es consecuencia de todas estas conexiones directas a la línea de impulsión, pues no permiten aminorar el tiempo de llenado de la cisterna, para sí poder aumentar el horario de abastecimiento.

Otro problema que se da en el sector, debido a las conexiones directas a la línea de impulsión por parte de los usuarios, son las presiones altas que se presentan en estos predios. Es por esto que en el sistema actualmente se genera una pérdida en la distribución, perjudicando al sector y a la empresa.

Se sugiere continuar con una revisión exhaustiva de todas aquellas conexiones directas a la línea de distribución que aún

no se han encontrado. Esto se debe a que el mayor tramo de la tubería de impulsión se encuentra debajo de la escalinata principal del cerro (Hormigón) que conecta el callejón Francisco Paredes con el callejón 26 de Julio.

La pérdida que actualmente se genera es de 9,12 lt/s. Se desea obtener con esta sectorización el regular en todo el sector el horario de abastecimiento por gravedad.

El alcance que se desea obtener con esta sectorización es regular en todo el sector el horario de abastecimiento por gravedad, aprovechando las condiciones actuales, con un mejoramiento de la presión de servicio.

4 PROYECTO DE SECTORIZACIÓN DE LA RED,

Objetivos y esquema propuesto

Observando los resultados obtenidos, debido a las altas presiones que se producen en la parte baja del sector, y el cumplimiento de metas contractuales en la presión de servicio, se sugiere modificar el esquema de funcionamiento actual de la red de la siguiente forma:

1. Eliminar las conexiones (predios y canales de televisión) que existen actualmente a la línea de impulsión de la bomba y conectarlos a la línea de distribución de la cisterna alta.
2. Construcción de un pequeño cuarto de bomba, con la instalación de una bomba de 2 Hp (ubicada en la tubería de distribución de la cisterna alta, cota +92.2), la cual servirá para abastecer a los canales y a los predios que actualmente se encuentran por encima de la cota de la cisterna alta.
3. Se propone la construcción de una Estación Reguladora de Presiones (ubicada sobre la cota +41.8), con el fin de controlar la presión aguas abajo de la estación y así reducir las pérdidas físicas de agua en el sector por futuras fugas en la red de distribución. Adicionalmente, el diseño de la Estación

Reguladora de presión permite la regulación de presiones variable en el tiempo (permitiendo ajustar el esquema a las exigencias contractuales para los diferentes quinquenios), y está diseñada para permitir en el futuro la expansión de la estación para posibles crecimientos en cobertura de servicio.

4. Automatización de la estación de rebombeo, obteniendo un cambio de operación del sistema.

5. Establecer una sectorización que permita definir una frontera entre la parte alta y la parte baja, obteniendo un mejor control del sistema.

6. La sectorización propuesta permitirá tener tres zonas bien definidas:

Zona de Bombeo: la cual se abastecerá a partir de la cisterna alta con la implementación de una bomba de 2 hp; comprende a los canales y los predios (110 aproximadamente) que se encuentran en la parte alta del sector.

Zona Gravedad: la cual se abastecerá directamente a partir de la cisterna alta y comprende 341 predios aproximadamente.

Zona Regulación: la cual se abastecerá también de la cisterna alta, pero tendrá presiones reguladas gracias a la instalación de una estación reguladora de presión, y comprende 211 predios aproximadamente.

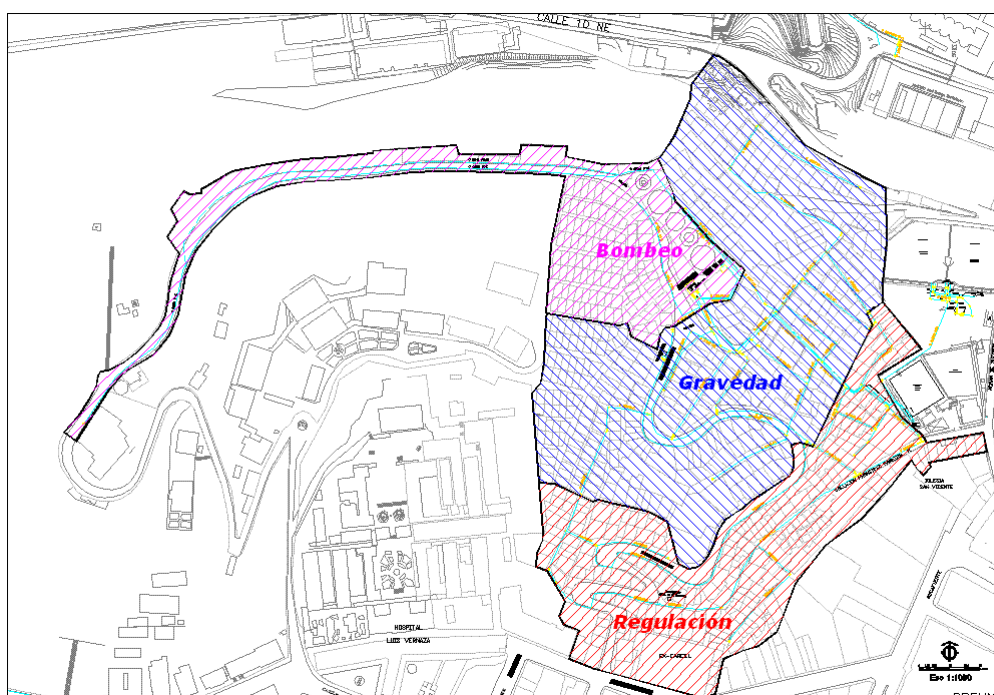


Figura 4. Sectorización Propuesta – Cerro del Carmen

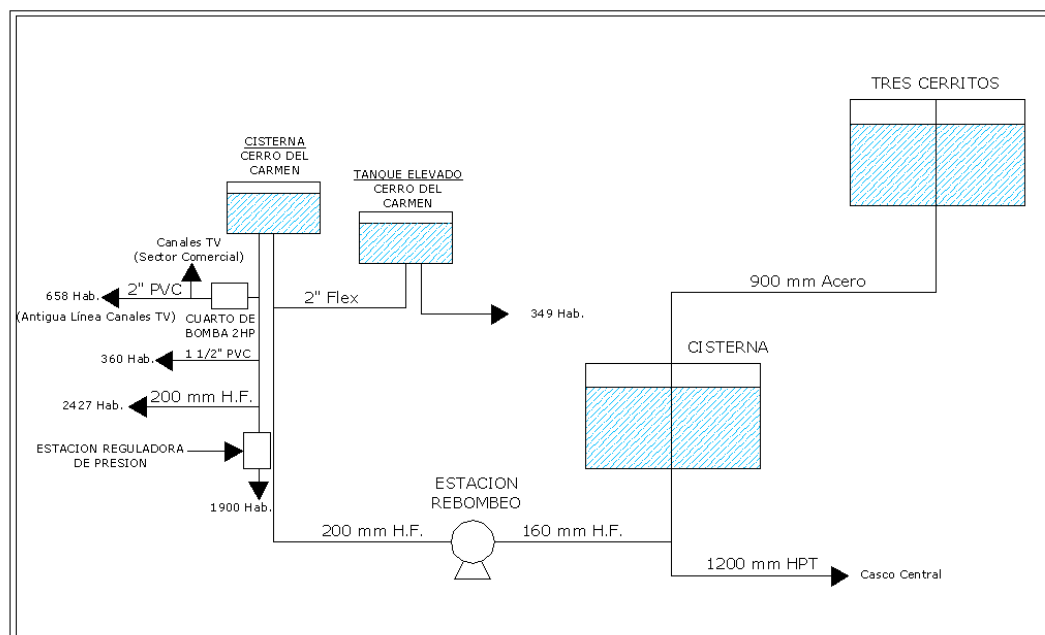


Figura 5. Esquema de Futura Alimentación – Cerro del Carmen

Construcción del modelo y resultados obtenidos.

Definido esquemáticamente el proyecto, se observó la necesidad de dimensionar y validar la propuesta descrita mediante la construcción de un modelo hidráulico de la red de distribución del Cerro del Carmen. Se definieron las condiciones de frontera respectivas con base en la campaña de mediciones efectuada, y se procedió a realizar las simulaciones respectivas con el objeto de dimensionar las obras a ejecutar.

Para la construcción del modelo se implantó el sistema en WaterCAD 6.5 programando los controles necesarios para

simular la sectorización, regulación de presiones y el cambio de operación respectiva del sector.

Cabe recalcar que todos los resultados obtenidos para el análisis de soluciones están única y exclusivamente ligados a la información de campo visible y existente, es decir que se sugiere realizar una investigación más profunda de campo para calibrar correctamente el modelo.

Por medio de la macromedición se pudo obtener:

1. Patrón de demanda horaria del cerro del carmen.
2. Condiciones de frontera basadas en patrones de presión.

El modelo entregó los elementos de juicio para el dimensionamiento de las obras a ejecutar.

Las simulaciones efectuadas definieron los elementos indispensables para la ejecución de las futuras obras:

1. La presión en el sistema puede regularse, mediante la VRP a instalar, a una presión de salida de 20mca.

Cálculo y diseño de la estación reguladora de presiones.

Definida la posibilidad de regular el sistema hasta una presión de 20 mca sin violar los requerimientos para el primer quinquenio, se procedió a dimensionar el diámetro de la Válvula Reguladora de Presión requerida en el proyecto.

El chequeo efectuado en la Tabla anexa, sugiere una estación reguladora de presiones conformada por una VRP de 110 mm de diámetro (4").

Tabla 8. Cálculo VRP Cerro del Carmen

CONDICION	Qmax	Qmin
Diámetro en m	0.1	0.1
Diámetro en pulgadas	4	4
Cv, max, Válvula SINGER	220	220
V, m/s	2.55	1.91
Q, Ips	20.0	15.0
Caudal, GPM	317	238
Presión Entrada Estación, m	30.0	40.0
K Perdidas antes (Salida, Compuerta, Filtro)	5	5
K Perdidas despues (Compuerta, Entrada)	2	2
Pérdidas entrada estacion, m	1.7	0.9
Pérdidas en tramo recto,3 m	0.0	0.0
Presión Entrada VRP, m	28.3	39.0
Presión Salida VRP, m	20.7	20.4
Pérdidas después VRP, m	0.7	0.4
Presión Salida Estación, m	20.0	20.0
Cv requerido	96	46
% Apertura, aprox	44%	21%

Se selecciona una estación conformada por una VRP de 110 mm (4") de diámetro.

Mejoras y beneficios esperados

La construcción del sistema regulador de presión generará una reducción importante en los volúmenes de alimentación al sistema.

De manera general, en varias partes del mundo se estima, el posible volumen a recuperar en un sistema, considerando el caudal entregado de forma proporcional a la relación:

$$\left(1 - \sqrt{\frac{H_{regulada}}{H_{inicial}}} \cdot F_{sistema} \right)$$

El Factor del sistema es un valor propio para cada red, recomendándose normalmente estimarlo en 1 sino se han efectuado pruebas de regulación en campo.

Partiendo de lo anterior, y considerando una regulación general en el sistema de 40 m.c.a a 20 m.c.a , siendo el caudal inicial de ingreso total a la estación de 15 l/seg , se podría obtener la siguiente reducción de volumen entregado al sistema:

Volumen Macromedido = 15 lt/seg

Volumen Micromedido = 1,3 lt/seg

Volumen entregado al sistema = 13.7 lt/seg

$$V_{mes}(m^3) = 0,014m^3/s \left(1 - \sqrt{\frac{20mca}{40mca}} \right) \left(6400s \cdot 30días \right) = 10.524m^3 / mes$$

De acuerdo a los resultados obtenidos por la modelación hidráulica se obtuvo lo siguiente:

- Mejoramiento de presiones de servicio en la parte alta y reducción de presiones en la parte baja.
- Sectorización de la parte alta y baja con lo cual se podrá determinar de mejor manera el %ANC y se tendrá mayor control en el sector.
- Automatización de la estación de rebombeo, obteniendo un cambio de operación del sistema, con la posibilidad de poder abastecer al sector las 24h con un costo mínimo.

5 PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

El presupuesto general de los Trabajos ascienda aproximadamente a:

Estación Reguladora de Presión	\$ 8.612
Sectorización	\$ 4.606
Automatización de Estación de Rebombeo	\$ 5.080

Lo que resulta un total de \$18.298 + 12% IVA = **\$ 20.494**

COSTOS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL ACTUAL SISTEMA DE BOMBEO DE CERRO DEL CARMEN AÑO 2003-2004

Aquí se puede apreciar los consumo y el costo mensual y anual del período 2003 -2004 del actual sistema de bombeo del Cerro del Carmen, el mismo que bombea 8,25 horas al día, desde las 4:45 hasta las 13:00.

CONSUMO Y COSTO ANUAL

MES	Consumo Kw/h	valor/mes	COSTO Kw/H
Sep-03	14.980	1.204	0,08
Oct-03	14.418	1.178	0,08
Nov-03	14.901	1.205	0,08
Dic-03	15.543	1.189	0,08
Ene-04	15.470	1.212	0,08
Feb-04	14.261	1.111	0,08
Mar-04	16.429	1.230	0,07
Abr-04	14.339	1.094	0,08
May-04	17.002	1.241	0,07
Jun-04	14.988	1.106	0,07
Jul-04	14.821	1.181	0,08
Ago-04	15.143	1.215	0,08
Sep-04	14.980	1.195	0,08
	197.275	15.362	

El consumo anual fue de 197.275 kw/h con un valor anual de \$15.362 kw/h.

Costo Operación Mensual Promedio = \$ 1280

Mediante la automatización del sistema, sectorización, regulación de presiones, reparación de fugas se podría lograr un abastecimiento continuo por 24 horas, por aproximadamente el mismo tiempo de bombeo actual 8 horas.

6 EVALUACIÓN BENEFICIOS DE LA PROPUESTA

BENEFICIOS ESTIMADOS ESTACIÓN REGULADORA DE PRESIONES

Resulta complejo estimar los beneficios obtenidos de la ejecución de los proyectos sugeridos. En primera instancia, el ahorro mensual se puede estimar por la construcción de la Estación VRP el siguiente ahorro mensual:

$$\$ / mes = 10.524 m^3 \cdot U\$0,045 = \$474 / mes$$

Con base en lo anterior, podría estimarse que **la inversión de la Estación de \$8.612 podría recuperarse en un periodo cercano a 18 meses**. Vale la pena aclarar que la reducción de presiones en el sector, no generaría ningún impacto sobre la facturación

7 RECOMENDACIONES TECNICAS

Se recomienda, desde el punto de vista técnico, funcional y económico, adelantar los trabajos mediante lo siguiente:

- Cambio de válvulas que se encuentran en mal estado.
- Regulación tecnificada de presiones con la instalación de la válvula reguladora. Se sugiere, que en el tramo de tubería (150mm H.F, L=70 m.) donde se va a instalar la estación sea limpiada. Esta sugerencia se debe a que este tipo de tuberías en su interior suele presentar incrustaciones de óxido que provocan caídas de presión considerables en la red.
- Automatización de la estación de Rebombeo lo cual aportaría a la continuidad de servicio del sector y permitiría tener un mayor control del sistema de bombeo a un menor costo operativo.
- Reducir las pérdidas físicas y comerciales:
- Apoyo por parte del área de distribución y comercial para la reparación de todas aquellas fugas generadas en el sector por rotura, malas uniones de mangueras y conexiones clandestinas.
- Realizar una sectorización que permita optimizar el sistema actual:

Actualmente son 5 las zonas que en el sector del cerro del Carmen se encuentran conectadas directamente de la línea de impulsión. Estas conexiones generan una disminución en el caudal que llega a la cisterna alta de aproximadamente 10 lts/seg. Se plantea eliminar todas aquellas conexiones a la línea de impulsión, y conectarlas a la línea de distribución de la cisterna alta. En el caso especial de los canales (4,2 lts/seg) y de los predios (4,5 lts/seg) que se encuentran por encima de la cota de la cisterna alta (+92.2) se sugiere la construcción de un pequeño cuarto de bomba (ubicado junto a la cisterna alta) y la instalación de una bomba de 2 hp, que maneje un caudal = 10 lts/seg y presión = 10 m.

- Permitir la apertura total de la válvula (4") en la impulsión de la bomba, con esto se obtendría una mayor presión a la salida de la bomba y en consecuencia un llenado más rápido de la cisterna alta.
- Con todo lo expresado anteriormente se tendría un sistema automatizado con una mejor distribución lo cual hace controlable y regulable en el tiempo estimado.

AUTOMATIZACIÓN ESTACIÓN DE REBOMBEO CERRO DEL CARMEN

La estación de bombeo actualmente se opera de forma manual, mediante la manipulación de la válvula de salida de la bomba y de la cisterna alta y un control visual de los niveles tanto del reservorio principal como del tanque elevado. Para el monitoreo de niveles del reservorio principal se ha implementado un sistema de medición electrónica confiable, mediante sensores de nivel piezoresistivos, con lo cual está cubierto el control aguas arriba de la bomba.

Para el control aguas abajo de la bomba se propone, la instalación de un sensor de nivel para el tanque elevado y como sistema de enlace para los 2 controles, 1 PLC que recibe las señales vía radio del nivel del tanque elevado. Este tomaría acciones autónomas sobre el encendido y apagado de las bombas de alimentación.

La solución propuesta tendrá los siguientes beneficios:

- Amplia flexibilidad en el control de encendido y apagado de las bombas.
- Integrar las señales existentes actualmente con las involucradas en este proyecto.

Tabla 9 Análisis de costo del equipo de automatización

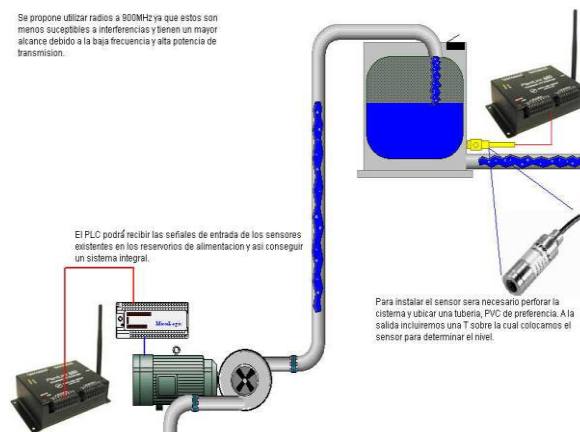
ITEM	QTY.	Catálogo	Descripción	P. UNIT	P. TOTAL
1	2	PLR580DA	Radio serial para banda de 902-928MHz de corto alcance 6.5 Km con línea de vista. Con 8 entradas y 8 salidas digitales, mas 8 entradas y 8 salidas analógicas	1425	2850
2	2	ANTENA	Juego de antenas y Cable Coaxial	250	500
3	1	1762-L24BWA-ENS	PLC Modular Allen Bradley con 1 puerto serial, 14 in-120Vac/10 out-24Vdc y 4 entradas analógicas.	685	685
4	1	1761-CBL-HM02	Cable para conectar el PLCs a los radios	55	55

Subtotal – PLC y RADIOS: USD. 4090.00

Subtotal – Sensor de Nivel: USD. 489.37

Instalación USD. 500.00

Total USD. 5079.37

**Figura 6.** Estación reguladora de presión

8 CONCLUSIONES

El proyecto propuesto ayudará a que la distribución de agua en la zona sea más óptima, continua y regulable, pero es urgente que se vaya estructurando un nuevo y completo sistema de distribución de AAPP. La falta de cultura de consumo y con ello el crecimiento poblacional serán causas principales para que en un futuro las pérdidas físicas y aparentes nuevamente aparezcan, es por esto que el nuevo sistema de distribución del AAPP para los habitantes del Carmen es sumamente necesario, recordando que el sistema actual tiene una vigencia de 35 años atrás tiempo en que la población de ese entonces era el 30% de la actual, que según el censo realizado para esta tesis es de 5694 habitantes.

9 REFERENCIAS

- █ Departamento Comercial, Zonificación y Dotación en el Cerro del Carmen, Interagua, febrero 2005
- █ Departamento Comercial, Cuadro de Usuarios y Consumo con Tipo de Facturabilidad sector Cerro del Carmen, Interagua, Abril 2007
- █ Mc Rooftec. (1995). Agua No Contabilizada
- █ Departamento Comercial, Presupuesto Cámara para Válvula Reguladora de Presiones.
- █ Departamento Comercial, Presupuesto Sectorización.

10 ANEXO

PRESUPUESTO: CONSTRUCCION DE UNA CAMARA PARA VALVULA REGULADORA DE PRESION

INTERNATIONAL WATER SERVICES (GUAYAQUIL) - INTERAGUA C. LTDA.

CONSTRUCCION DE UNA CAMARA PARA VALVULA REGULADORA DE PRESION D = 3". EN TUBERIA DE D = 150 MM DE HF. EXISTENTE PARA CERRO DEL CARMEN.

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA		
			P. UNITARIO	TOTAL
SUMINISTRO				
VALVULA REGULADORA DE PRESION DE 100 MM (TIPO GLOBO)	u	1.00	1,199.52	1,199.52
VALVULAS DE COMPUERTA 100 MM	u	2.00	440.71	881.42
UNION DRESSER D = 150MM ACERO ASTM A 39	u	2.00	145.00	290.00
REDUCTOR D = 150X 100MM . ACERO ASTM A 36. EXTREMOS L-L (E = 4MM.)	u	2.00	65.00	130.00
TRAMO DE TUBERIA D = 100MM ACERO A26 EXTREMOS L-B (L = 0,80 M ; E = 4 MM , INY. ARANDELA PARA ESTANQUEIDAD Y SALIDA ROSCADA D = 13MM.	u	2.00	19.85	39.70
TEE 100 MM ACERO A36 EXTREMOS B-B CON SALIDA ROSCADA DE 13 MM (E = 4MM).	u	2.00	84.89	169.78
TRAMO DE TUBERIA D = 100MM ACERO A26 EXTREMOS L-B (L = 0,25 M ; E = 4 MM	u	2.00	46.50	93.00
CODO DE 90 ° D = 100 MM ACERO ASTM A36 , EXTREMOS B-B.	u	2.00	56.97	113.94
TRAMO DE TUBERIA D = 100 MM ACERO A36 EXT. B-L (L = 0,70 M E = 4 MM)	u	2.00	49.15	98.30
UNION GIBAULT D = 100MM ACERO HF SIMETRICA	u	2.00	16.05	32.10
MANOMETRO (INY. LLAVE DE CORTE D = 13 MM Y ACCESORIOS).	u	2.00	103.50	207.00
SUBTOTAL				3,254.76
INSTALACION				
EXCAVACION A MANO 1,00M. DE PROFUNDIDAD	m³	10.00	5.50	55.00
BOMBEO ø 3"	día	2.00	23.89	47.78
HORMIGON DE LIMPIEZA F'C = 150 KG/CM2	m²	1.13	69.25	78.25
CONSTRUCCION DE CAMARA DE VALVULA DE H.A. DE 3.60 (INCLUYE DOS TAPAS).				
HORMIGON F'C = 280 KG/CM2 (INY. ADITIVOS IMPERMEABILIZANTE Y ACELERADORES DE FRAGUADO)	m³	10.46	196.73	2,057.80
ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 (INY. TRANSPORTE, CORTADO)	kg	1,354.35	1.29	1,747.11
PERFIL L = 60 X600 X5 MM. PARA ESCALERA INCLUYE PINTURA CONTRA CORROSION .	ml	4.30	8.22	35.35
HIERRO LISO D = 16 MM ACERO ASTM A 36 PARA PELDAÑOS (INY. PINTURA)	kg	10.66	1.29	13.75
PERNOS DE EXPANSION D = 10 X 150 MM DE ACERO INOXIDABLE.	u	6.00	2.49	14.94
SELLO ENTRE PAREDES DE CAMARA Y TUBERIA CON IGAS NEGRO O SIMILAR	dm3	0.40	2.43	0.97
RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL DEL LUGAR	m3	50.00	2.96	148.00
RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO	m3	20.00	10.81	216.20
TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS A INSTALAR	Global	1.00	600.00	600.00
DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE ADICIONAL	m3	72.00	4.76	342.72
SUBTOTAL				5,176.84
TOTAL				8,612.63

PRESUPUESTO SECTORIZACIÓN (ETAPAS)

PRESUPUESTO PARA LA INSTALACIÓN DE VALVULA DE 90 mm

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS						
ZONA:	CENTRO	DIRECCION: Callejón Calvario y Magdalena				
SISTEMA DE AGUA POTABLE						
OBJETO DE LA OBRA : Instalación de válvula de 90 mm						
RUBRO	COD.		UNID.	CANT.	P.UNIT. \$	P.TOTAL \$
I.- SUMINISTROS						
1505680	669	VÁLVULA DE COMPUERTA DE HF, EXTREMOS BRIDADOS DE D=90MM.	U.	1,00	218,18	218,18
1505455	624	UNIÓN GIBAULT ASIMÉTRICA DE HF DE D=90MM.	U.	2,00	11,17	22,34
					SUMA	240,52
II.- INSTALACION.-						
0505010	147	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA DE VÁLVULA DE HA, HASTA H=1.50M (INCLUYE 2 TAP	U.	1,00	690,89	690,89
0505060	157	INSTALACIÓN DE VÁLVULA SIN CAJA DE PROTECCIÓN DE D=3".	U.	1,00	27,55	27,55
0515080	259	CORTE DE TUBO, DESMONTAJE DE VÁLVULA Y NEPLEADA DE D=3", PVC	U	1,00	13,43	13,43
0505005	146	BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, FC=280 KG/CM2.	M3.	0,30	74,15	22,25
0101195	47	BOMBEO DE D=3".	DÍA.	1,00	16,05	16,05
0101210	50	SEÑALAMIENTO DE PRECAUCIÓN PARA TRABAJOS EN LA CALLE DE 2.00M X 1.30M.	U.	1,00	4,45	4,45
0101215	51	FOTOGRAFÍA DE OBRA.	U.	2,00	0,82	1,64
					SUMA	### ####
SUB-TOTAL						1.016,78
IVA 12%						122,01
COSTO TOTAL						1.138,79
OBSERVACIONES:						

PRESUPUESTO PARA LA INSTALACIÓN DE VALVULA DE 90 mm

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS						
ZONA:		CENTRO	DIRECCION: Callejón Rómulo Salazar			
SISTEMA DE AGUA POTABLE						
OBJETO DE LA OBRA : Instalación de válvula de 90 mm						
RUBRO	COD.		UND.	CANT.	P.UNIT. \$	P.TOTAL \$
I.- SUMINISTROS						
1505680	669	VÁLVULA DE COMPUERTA DE HF, EXTREMOS BRIDADOS DE D=90MM.	U.	1,00	218,18	218,18
1505455	624	UNIÓN GIBAULT ASIMÉTRICA DE HF DE D=90MM.	U.	2,00	11,17	22,34
					SUMA	240,52
II.- INSTALACION.-						
0505010	147	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA DE VÁLVULA DE HA, HASTA H=1.50M (INCLUYE 2 TAP	U.	1,00	690,89	690,89
0505080	157	INSTALACIÓN DE VÁLVULA SIN CAJA DE PROTECCIÓN DE D=3".	U.	1,00	27,55	27,55
0515080	259	CORTE DE TUBO, DESMONTAJE DE VÁLVULA Y NEPLEADA DE D=3", PVC	U	1,00	13,43	13,43
0505005	146	BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, FC=280 KG/CM ² .	M3.	0,30	74,15	22,25
0101195	47	BOMBEO DE D=3".	DIA.	1,00	16,05	16,05
0101210	50	SEÑALAMIENTO DE PRECAUCIÓN PARA TRABAJOS EN LA CALLE DE 2.00M X 1.30M.	U.	1,00	4,45	4,45
0101215	51	FOTOGRAFÍA DE OBRA.	U.	2,00	0,82	1,64
					SUMA	### ####
SUB-TOTAL						1.016,78
IVA 12 %						122,01
COSTO TOTAL						1.138,79
OBSERVACIONES:						

PRESUPUESTO PARA LA INSTALACIÓN DE VALVULA DE 4"

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS						
ZONA:	CENTRO			DIRECCION: 6 Curva y 15 de Noviembre		
SISTEMA DE AGUA POTABLE						
OBJETO DE LA OBRA : Instalación de válvula de 4"						
RUBRO	COD.		UNID.	CANT.	P.UNIT. \$	P.TOTAL \$
I.- SUMINISTROS						
1505685	670	VÁLVULA DE COMPUERTA DE HF, EXTREMOS BRIDADOS DE D=110MM.	U.	1,00	266,18	266,18
1505460	625	UNIÓN GIBAULT ASIMÉTRICA DE HF DE D=110MM.	U.	2,00	16,05	32,10
					SUMA	298,28
II.- INSTALACION.-						
0505010	147	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA DE VÁLVULA DE HA, HASTA H=1.50M (INCLUYE 2 TAP	U.	1,00	690,89	690,89
0505060	157	INSTALACIÓN DE VÁLVULA SIN CAJA DE PROTECCIÓN DE D=3".	U.	1,00	27,55	27,55
0515080	259	CORTE DE TUBO, DESMONTAJE DE VÁLVULA Y NEPLEADA DE D=3", PVC	U	1,00	13,43	13,43
0505005	146	BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, F'C=280 KG/CM2.	M3.	0,30	74,15	22,25
0101195	47	BOMBEO DE D=3".	DÍA.	1,00	16,05	16,05
0101210	50	SEÑALAMIENTO DE PRECAUCIÓN PARA TRABAJOS EN LA CALLE DE 2.00M X 1.30M.	U.	1,00	4,45	4,45
0101215	51	FOTOGRAFÍA DE OBRA.	U.	2,00	0,82	1,64
					SUMA	### ####
SUB-TOTAL						1.074,54
IVA 12 %						128,94
COSTO TOTAL						1.203,48
OBSERVACIONES:						

CONEXIÓN A BOMBA DE 2Hp

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS						
ZONA:	CENTRO	DIRECCION: Calle Baquerizo Moreno (Salida Cisterna Alta)				
SISTEMA DE AGUA POTABLE						
OBJETO DE LA OBRA : Conexión a Bomba 2Hp, Conexión a línea de Distribución						
RUBRO	COD.		UNID.	CANT.	P.UNIT. \$	P.TOTAL \$
I.- SUMINISTROS						
1501085	392	TUBERIA DE PVC ROSCABLE DE D=2"	M.	24.00	6.77	162.48
1505470	627	UNION GIBALT ASIMETRICA DE HF DE D=200MM.	U.	2.00	34.91	69.82
1501665	518	CODO DE 90° DE PVC ROSCABLE DE Ø2"	U.	5.00	5.38	26.90
1501683	536	TAPON MACHO ROSCABLE DE PVC DE Ø2"	U.	4.00	2.24	8.96
					SUMA	268.16
II.- INSTALACION.-						
0505280	201	CONEXION DIRECTA	U.	3.00	21.1	63.30
0515080	259	CORTE DE TUBO	U	3.00	13.43	40.29
0101195	47	BOMBEO DE D=3".	DIA.	2.00	16.05	32.10
0101210	50	SEÑALAMIENTO DE PRECAUCION PARA TRABAJOS EN LA CALLE DE 2.00M X 1.30M	U.	1.00	4.45	4.45
0101215	51	FOTOGRAFIA DE OBRA.	U.	2.00	0.82	1.64
					SUMA	\$ 141.78
SUB-TOTAL						409.94
IVA 12 %						49.19
COSTO TOTAL						459.13
OBSERVACIONES:						

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS						
ZONA:	CENTRO	DIRECCION: SALIDA CISTERNA ALTA, BAQUERIZO MORENO				
SISTEMA DE AGUA POTABLE						
OBJETO DE LA OBRA : Conexión a línea de Distribución, Taponamiento de Tubería ø1½"						
RUBRO	COD.		UNID.	CANT.	P.UNIT. \$	P.TOTAL \$
I.- SUMINISTROS						
1501085	392	TUBERIA DE PVC ROSCABLE DE D=2"	M.	3.00	6.77	20.31
1505470	627	UNION GIBALT ASIMETRICA DE HF DE D=200MM.	U.	2.00	34.91	69.82
1501682	535	TAPON MACHO ROSCABLE DE PVC DE Ø1 1/2"	U.	1.00	1.82	1.82
					SUMA	91.95
II.- INSTALACION.-						
0505280	201	CONEXION DIRECTA	U.	1.00	21.1	21.10
0515080	259	CORTE DE TUBO	U	2.00	13.43	26.86
0101195	47	BOMBEO DE D=3".	DIA.	1.00	16.05	16.05
0101210	50	SEÑALAMIENTO DE PRECAUCION PARA TRABAJOS EN LA CALLE DE 2.00M X 1.30M.	U.	1.00	4.45	4.45
0101215	51	FOTOGRAFIA DE OBRA.	U.	2.00	0.82	1.64
					SUMA	\$ 70.10
SUB-TOTAL						162.05
IVA 12 %						19.45
COSTO TOTAL						181.50
OBSERVACIONES:						

Costo de la Instalación de Bomba de 2 hp para los canales y predios conectados a la línea de impulsión.

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS						
ZONA:	CENTRO			DIRECCION: SALIDA CISTERNA ALTA		
SISTEMA DE AGUA POTABLE						
OBJETO DE LA OBRA : Instalación de Bomba 2Hp						
RUBRO	COD.		UNID.	CANT.	P.UNIT. \$	P.TOTAL \$
I.- SUMINISTROS						
1501085	392	BOMBA DE 2 HP	U	1,00	420,00	420,00
1505025	542	VALVULA DE 2"	U	2,00	70,00	140,00
					SUMA	560,00
II.- INSTALACION.-						
0505280	201	CONSTRUCCION DE CUARTO DE BOMBA	U.	1,00	300	300,00
0515080	259	INSTALACION DE BOMBA	U	1,00	60	60,00
0101210	50	SEÑALAMIENTO DE PRECAUCION PARA TRABAJOS EN LA CALLE DE 2.00M X 1.30M.	U.	1,00	4,45	4,45
0101215	51	FOTOGRAFIA DE OBRA.	U.	2,00	0,82	1,64
					SUMA	\$ 366,09
SUB-TOTAL						926,09
IVA 12 %						111,13
COSTO TOTAL						1.037,22
OBSERVACIONES:						