

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I: Descripción general del Área del Proyecto

1	Descripción general del Área del Proyecto	2
1.1	Antecedentes	2
1.2	Objetivo del Proyecto	2
1.3	Descripción general del área del proyecto	3
1.3.1	Clima	4
1.3.2	Topografía	4
1.3.3	Población	5
1.3.4	Aspecto socio-económico	5
1.3.5	Sevicios Públicos	6
1.3.6	Riesgos Naturales	8

CAPITULO II: Diagnostico del sistema de agua potable y cálculo de pérdidas en cada componente

2	Diagnostico del sistema	10
2.1	Introducción	10
2.2	Fuentes de suministro	10
2.2.1	Calidad de la aguas	11
2.3	Captaciones	13

2.3.1	Captación san Pablo	13
2.3.2	Captación de Llíó	14
2.3.3	Conclusiones y recomendaciones	17
2.4	Conducciones	18
2.4.1	Conducción San Pablo	19
2.4.2	Conducción Llio-Planta aereadora	21
2.4.3	Conclusiones y recomendaciones	23
2.5	Planta de tratamiento	25
2.5.1	Conclusiones y recomendaciones	30
2.6	Línea de transmisión	31
2.7	Reservas	32
2.7.1	Conclusiones y recomendaciones	52

CAPITULO III: Redes de Distribución, Pérdidas e Índice de aguas no contabilizadas en la ciudad de Riobamba

3	Introducción	54
3.1	Metodología	54
3.2	Redes de distribución	54
3.3	Análisis de Consumos	57
3.4	Lectura de micromedidores	65
3.5	Índice de agua no contabilizada	68
3.5.1	Volumen producido	68

3.5.2	Volumen medido	69
3.5.3	Volumen estimado	69
3.5.4	Pérdidas físicas	70
3.6	Diagnóstico financiero	72
3.7	Análisis tarifario-Financiero	77

CAPITULO IV: Recomendaciones para la reducción de aguas no contabilizadas en la ciudad de Riobamba

4.1	Programa de control de agua no contabilizada	82
4.1.1	Introducción	82
4.1.2	Acciones correctivas para mejoras del sistema	82
4.1.2.1	Macromedición	83
4.1.2.2	Sectorización hidráulica	83
4.1.2.3	Programas de recuperación	84
4.1.2.4	Programa de consumo de agua	85
4.2	Conclusiones y recomendaciones	86

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO II: Diagnostico del sistema de agua potable y cálculo de pérdidas en cada componente

Tab. 2.1	Fuentes de abastecimiento	10
Tab. 2.2	Caudales en captaciones	11
Tab. 2.3	Resultados de caudalímetro	13
Tab. 2.4	Características de los pozos de Llíó	15
Tab. 2.5	Caudales obtenidos durante la limpieza de pozos Llíó	15
Tab. 2.6	Caudales registrado por el método de vertederos y con medidor electrónico	17
Tab. 2.7	Caudales de llegada a aereadores en cada una de las conducciones	18
Tab. 2.8	Caudales necesarios de poblados en San Pablo	20
Tab. 2.9	Caudales necesarios de poblados en la línea de conducción Llio (IEOS-Maldonado) -Aereadores	22
Tab. 2.10	Resumen de tuberías	23
Tab. 2.11	Resumen de fugas de captaciones y líneas de conducción existentes	24
Tab. 2.12	Caudal medido en la conducción de San Pablo sector aereadores	25
Tab. 2.13	Caudal medido en la conducción de IEOS sector aereadores	26
Tab. 2.14	Caudal medido en la conducción de Maldonado sector aereadores	27
Tab. 2.15	Caudales en la línea de transmisión	31
Tab. 2.16	Características de las reservas	32

Tab. 2.17	Capacidad de las reservas	33
Tab. 2.18	Apertura y cerrado de válvulas Reserva Maldonado	36
Tab. 2.19	Apertura y cerrado de válvulas Reserva Saboya	36
Tab. 2.20	Apertura y cerrado de válvulas Reserva El Carmen	36
Tab. 2.21	Lectura de los niveles de agua en la reserva Maldonado tanque A	38
Tab. 2.22	Lectura de los niveles de agua en la reserva Maldonado tanque B	40
Tab. 2.23	Lectura de los niveles de agua en la reserva La Saboya tanque A	42
Tab. 2.24	Lectura de los niveles de agua en la reserva La Saboya tanque B	44
Tab. 2.25	Lectura de los niveles de agua en la reserva La Saboya tanque C	46
Tab. 2.26	Lectura de los niveles de agua en la reserva La Saboya tanque D	48
Tab. 2.27	Lectura de los niveles de agua en la reserva El Carmen tanque A	50

CAPITULO III: Redes de Distribución, Pérdidas e Índice de aguas no contabilizadas en la ciudad de Riobamba

Tab. 3.1	Características principales redes	54
Tab. 3.2	Resumen de tipo y longitudes de tuberías	55
Tab. 3.3	Resumen de hidrantes	56
Tab. 3.4	Resultados de análisis	57
Tab. 3.5	Consumos mensuales de agua potable por categorías año 2004	58
Tab. 3.6	Dotación durante el año 2004	60
Tab. 3.7	Dotación promedio por categorías	62
Tab. 3.8	Ruta 030201	63

Tab. 3.9	Consumos ruta 030201	64
Tab. 3.10	Dotación ruta 030201	65
Tab. 3.11	Matriz de procesos lecturas	66
Tab. 3.12	Lecturas año 2004	66
Tab. 3.13	Consumo del mes de marzo	69
Tab. 3.14	Desagregación componentes de ANC	71
Tab. 3.15	Estado de ingresos y egresos de agua potable y alcantarillado	73
Tab. 3.16	Lecturas año 2004	75
Tab. 3.17	Pliego tarifario Vigente	78
Tab. 3.18	Tarifas por rangos de consumo	79
Tab. 3.19	Costo por planillas y promedios por m ³ de consumo	80

CAPITULO IV: Recomendaciones para la reducción de aguas no contabilizadas en la ciudad de Riobamba

Tab. 4.1	Equipo necesario para localización de fugas en la tubería	84
Tab. 4.2	Características generales de la nueva línea de conducción	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FOTOS.

CAPITULO II: Diagnostico del sistema de agua potable y cálculo de pérdidas en cada componente

Gráf. 2.1	Caudal vs. Tiempo a la salida de la captación San Pablo	14
Gráf. 2.2	Esquema general conducción San Pablo	20
Gráf. 2.3	Esquema general conducción IEOS y Maldonado	21
Gráf. 2.4	Caudal medido en la conducción de San Pablo sector Aereadores	26
Gráf. 2.5	Caudal medido en la conducción de IEOS sector Aereadores	27
Gráf. 2.6	Caudal medido en la conducción de Maldonado sector Aereadores	28
Foto 2.1	Reserva El Carmen	34
Foto 2.2	Reserva La Saboya	34
Foto 2.3	Reserva Maldonado	35
Foto 2.4	Tanque de reserva en mal estado	35
Gráf. 2.7	Diagrama de masas tanque A Maldonado	39
Gráf. 2.8	Diagrama de masas tanque B Maldonado	41
Gráf. 2.9	Diagrama de masas tanque A Saboya	43
Gráf. 2.10	Diagrama de masas tanque B Saboya	45
Gráf. 2.11	Diagrama de masas tanque C Saboya	47
Gráf. 2.12	Diagrama de masas tanque D Saboya	49
Gráf. 2.10	Diagrama de masas tanque A El Carmen	51

CAPITULO III: Redes de Distribución, Pérdidas e Índice de aguas no contabilizadas en la ciudad de Riobamba

Gráf. 3.1	Clientes y consumos residenciales	58
Gráf. 3.2	Clientes y consumos comerciales	58
Gráf. 3.3	Clientes y consumos industriales	59
Gráf. 3.4	Total clientes y consumos año 2004	59
Gráf. 3.5	Dotación durante el año 2004	61
Gráf. 3.6	Ruta 030201	63
Gráf. 3.7	Ruta 030201 (consumo)	64
Gráf. 3.8	Unidades catastradas	67
Gráf. 3.9	Medidores catastrados año 2004	76
Gráf. 3.10	Medidores suspendidos año 2004	76
Gráf. 3.11	Medidores facturados año 2004	76
Foto 3.1	Factura	77

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A

Esquema general del proyecto de agua potable en la ciudad de Riobamba. 90

ANEXO B

Análisis de calidad de las aguas a lo largo del sistema de agua potable de Riobamba 92

ANEXO C

Catastro realizado en las comunidades a lo largo de la línea de conducción 101

ANEXO D

Trabajo de campo: llenado de tanques de reserva 115

ANEXO E

Cobertura y distribución de redes en la ciudad de Riobamba 141

ANEXO F

Catastro de beneficiarios ruta 030201 143

ANEXO G

Ubicación georeferencial ruta 030201 152

ANEXO H

Esquema general nueva línea de conducción	154
---	-----

ANEXO I

Plano de nueva línea de conducción	15
------------------------------------	----

CAPITULO I

Descripción General del Área Del Proyecto.

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

En vista del alto índice de fugas físicas en el sistema de agua potable de Riobamba, la **Empresa municipal de agua potable y alcantarillado de Riobamba (EMAPAR)**, esta tratando de conducir programas que tiendan a controlar el uso de las aguas mediante adecuadas políticas de control de fugas, sistemas de comercialización, adecuadas reglas de operación y mantenimiento de los sistemas de la ciudad.

Dentro de programas para optimizar el servicio se tiene el programa de control de agua no contabilizada el cual trata de controlar fugas físicas y pérdidas comerciales.

El presente trabajo trata a lo largo del mismo, de cuantificar las **aguas no contabilizadas (ANC)** para lo cual, se realiza un diagnóstico técnico de los sistemas existentes que comprenden captaciones, línea de conducción, planta de tratamiento, tanques de reserva, redes de distribución y, comercial con el objeto de que la EMAPAR pueda adoptar medidas conducentes a controlar las ANC y, brindar un servicio en calidad, cantidad y continuidad.

1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objetivo primordial determinar la cantidad de agua no contabilizada que se pierde en el sistema de agua potable de la ciudad de Riobamba. De esta manera establecer los parámetros de perdidas que se presentan en el sistema para poder tener una idea de el problema existente para así saber que soluciones se les puede dar a estos, la posibilidad de corregir estos problemas se puede determinar empezando por detectar que tan grave es la situación. En Riobamba es preocupante por cuanto el servicio es deficiente y las fuentes de abastecimiento se están agotando sin embargo con una pronta acción del municipio se pueden mitigar los graves efectos que podrían conllevar la no atención de este problema.

A continuación se presenta la información general del cantón Riobamba el cual se beneficia del sistema de agua potable que se analizará a lo largo de este estudio.

1.3 DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DEL PROYECTO

- **Ubicación Geográfica:** Región Sierra Central, Capital de la Provincia de Chimborazo. A 196 Km. De Quito.
- **Superficie:** 979.7 Km²
- **División Política:** 6 Parroquias urbanas: Riobamba, Maldonado, Veloz, Lizarzaburu, Velasco, Yaruquíes. 10 Parroquias Rurales: San Juan, Licto, Calpi, Quimiag, Cacha, Flores, Punín, Cubijés, Licán, San Luis.

- **Población: Total Cantonal:** 193.315 habitantes
- **Población Riobamba:** 120276 hab

- **Tasa de crecimiento poblacional:** 2.53%
- **Altura:** 2720 m s n m
- **Temperatura media:** 10°C
- **Clima:** frío lluvias todo el año
- **Área Urbana de la cabecera Cantonal** 3200 Has
- **Predios Urbanos:** 36.254 predios
- **Con edificación:** 26.514
- **Solo predios:** 9.740
- **Composición familiar:** 3.9 personas/familia
- **Ingreso familiar promedio:** 296.10 dólares mensuales
- **Principales actividades económicas:** Turismo, agricultura, comercio,
- **Población económicamente activa:** 60.98%
- **Servicios con que cuenta la ciudad:** Energía Eléctrica, agua potable, alcantarillado, desechos sólidos radio, televisión, prensa, transporte urbano.
- **Pobreza urbana:** 7.5%
- **Indigencia Urbana:** 48.8%
- **Pobreza Rural:** 85.10%

Ver **Anexo A** Esquema general del sistema de agua potable de Riobamba

1.3.1 CLIMA

Los parámetros climatológicos de la Ciudad de Riobamba y la zona de influencia del proyecto son:

- * Temperatura media : 13.3 °C.
- * Precipitación total anual: 414.1 milímetros
- * Evaporación: 78 cm (total anual)
- * Velocidad del viento: 7.59 Km./h (media anual)

En general, el clima corresponde al templado - seco, sin variaciones bruscas.

1.3.2 TOPOGRAFÍA

La Ciudad de Riobamba tiene una topografía bastante regular en si mismo es un plano inclinado que tiene su parte superior en el noroeste y desciende hacia el sudeste con una pendiente media del 5%.

En este plano inclinado sobresalen dos elevaciones:

La Loma de Quito

La salida a Guano

Al sur y al oriente delimitando la ciudad se encuentran los ríos Chibunga y Chambo. El área de servicio del sistema de agua potable esta entre las cotas 2900 msnm en la parte norte de la ciudad hasta las cotas mas bajas alrededor de la cota 2500 msnm al sur-oriente.

1.3.3 POBLACIÓN

Conforme al VI Censo de Población y V de vivienda (2002), la ciudad de Riobamba cuenta con 120276 hab. Esta población, prácticamente guarda sindéresis con los análisis poblacionales realizados por la I. Municipalidad, que prevé una tasa anual de crecimiento poblacional de 2,53 %.

1.3.4 ASPECTOS SOCIO ECONÓMICO

La principal actividad económica del área urbana de la Ciudad de Riobamba es la prestación de servicios, alcanza un 47%, puesto que se cuenta como una de las zonas turísticas del país, la segunda en importancia es el comercio, sobre todo el comercio informal que en la ciudad mantiene ocupada al 31% de la población económicamente activa, solo un 20% son empleados públicos y privados y el resto de mano de obra es absorbida por la industria.

A continuación se muestran con porcentajes las principales ocupaciones existentes en la ciudad de Riobamba:

Ocupaciones básicas	porcentaje %
Servicios	47.0
Comercio	31.0
Empleados pub. y priv.	20.0
Industria	2.0

La producción de la ciudad en el área industrial es de consumo nacional como por ejemplo “Cemento Chimborazo” cuyo producto no se exporta, y la industria de la construcción tiene un desarrollo bastante incipiente.

1.3.5 SERVICIOS PÚBLICOS

Educación:

La Ciudad de Riobamba se cuentan con establecimientos de educación a todo nivel, pre primario, primario, secundario y superior.

NIVEL	NÚMERO
Jardín	14
Jardín - Escuela	7
Escuela	19
Escuela – Colegio	5
Colegio	26
Universidad	5

Medios de comunicación y transporte:

La ciudad al encontrarse en el centro del país, esta prácticamente cruzada por la Panamericana que le conecta de norte y al sur, al norte con carretera asfaltada de buenas características que la une con la ciudad de Ambato, al sur con Guayaquil y Cuenca de iguales características que la anterior.

Tiene además la vía Penipe Baños pavimentada que se dirige hacia el oriente de buenas características y de gran afluencia turística a la ciudad de Baños, aunque de pequeño desarrollo cuenta con el sistema que recoge el flujo del norte de la provincia, en la población de San Andrés, y entra al Cantón Guano.

Para la atención a los centros poblados periféricos, la ciudad de Riobamba hace de centro vial de la cual se derivan radialmente vías de segundo orden a los centros poblados próximos o remotos que presentan facilidad para la expansión futura de la Ciudad.

Por la Situación geográfica la Ciudad cuenta con un gran número de empresas interprovinciales, provinciales de transporte que le permite la comunicación con todo el país, cuenta, además, con la presencia de la Empresa de Ferrocarriles del Estado que pese a su precaria situación mantiene la comunicación con Quito, y la costa sur del país.

Riobamba tiene una pista de aterrizaje, al momento de uso exclusivo de la Brigada Galápagos.

Sistema de agua potable y disposición de aguas servidas de Riobamba:

Cuenta con un abastecimiento de agua tratada para el consumo humano, el sistema esta compuesto por captaciones de vertientes y pozos, por líneas de conducción, una planta de aireación, tanques de reserva y redes de distribución.

La ciudad cuenta con un sistema de alcantarillado combinado con una cobertura del 90% por ciento. Las descargas de aguas servidas se las realiza por medio de colectores y cuya descarga esta ubicada en el río Chambo.

Sistema eléctrico:

Es abastecido por la red nacional de energía eléctrica y es manejada por la EERSA. La telefonía es manejada por ANDINATEL

1.3.6 RIESGOS NATURALES

Riesgo Volcánico.- los volcanes que podrían causar una afectación a la ciudad son:

- Volcán Altar, este se encuentra relativamente cerca de la zona de estudio (de 22 a 25 Km), sin embargo, por tratarse de un volcán sin actividad reportada, en los últimos 1000 años, se descarta su erupción.
- Volcán Sangay, se ubica entre los 35 a 45 Km al SE de la zona del proyecto, por lo que no se esperan depósitos primarios, relacionados con este volcán, como son: Flujos de lava o flujos piro clásticos.
- Volcán Tungurahua, ubicado a 60 Km al NE de la zona del proyecto, presenta en la actualidad gran actividad, con permanente emisiones de ceniza, que por acción del viento cae en la ciudad de Riobamba y sus alrededores. Esta actividad impartiría turbiedad al agua cruda a concentraciones tales que la Planta de tratamiento no pueda remover.

Sismo tectónica.- la zona del proyecto se ubica cerca de una de la Falla de Pallatanga, cuya trayectoria sigue el curso del río Pangor, aproximadamente a 30 Km al oeste de la zona del proyecto. Esta falla presenta desplazamientos máximos de 3 a 5 mm por año y podría generar un sismo máximo de 7.4 Ms. con un periodo de retorno de 600 años.

CAPITULO II

Diagnostico del Sistema de Agua Potable y Cálculo de Pérdidas en Cada Componente.

2. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA

2.1 INTRODUCCIÓN

El presente diagnostico de los diversos componentes del sistema de agua potable de la ciudad de Riobamba, se lo realiza en base al análisis de la documentación recopilada en los diversos organismos de la ciudad, y en especial de la ex DAPAM, PRAGUAS, y de recorridos realizados a los componentes del sistema.

Este diagnostico tiene por finalidad determinar el estado del sistema actual en orden de establecer criterios y parámetros para determinar fugas físicas y comerciales que permitan establecer el porcentaje de agua no contabilizada (ANC) y en base a este proporcionar ciertas directrices que tiendan a disminuir el mismo y, de esta manera poder contar con un sistema que brinde un mejor servicio a sus usuarios desde el punto de vista de calidad, cantidad, continuidad y costo (tarifa)

2.2 FUENTES DE SUMINISTRO.

Las fuentes que abastecen de agua a la ciudad son del tipo superficial (vertientes) y de pozos. En la siguiente tabla 2.1 se presentan los caudales aprovechables por fuentes:

TABLA 2.1: Fuentes de abastecimiento

Fuente	Tipo	Caudal aprovechable (l/s)	Observaciones
---------------	-------------	----------------------------------	----------------------

San Pablo	Superficial	256.00	Vertiente
Llio	Pozos	253.68	Compuesta por 7 pozos
San Gabriel y Yaruquies	Subterránea	15.00	Sirve a la población del mismo nombre

FUENTE EMAPAR

Las captaciones están localizadas en el mismo sitio de las fuentes, en la tabla 2.2 se muestran los caudales disponibles en cada una de las captaciones.

TABLA 2.2: Caudales en captaciones.

Captación	Caudal ofertado (l/s)
San Pablo	256
Llio total (7 pozos)	
P1	20,06
P2	44,94
P3	33,4
P4	62,52
P5	35,01
P6	18,11
P7	39,64
San Gabriel y Yaruquies	15
Total (San Pablo, Llio, Sangabriel y Yaruquies) =	524,68

FUENTE EMAPAR.

2.2.1 CALIDAD DE LAS AGUAS

Con la finalidad de conocer y poder caracterizar la calidad de las aguas que abastecen a la ciudad de Riobamba, se procedió a tomar muestras de agua cruda de las fuentes de San Pablo y del agua de los pozos de Llio para proceder con sus respectivos análisis de calidad. Igualmente, se tomaron muestras de las mismas al final de sus respectivas

conducciones con el objetivo de determinar si se producen cambios en lo referente a sus características físicas, químicas y bacteriológicas.

Los análisis fueron realizados en la Escuela Politécnica del Chimborazo, en el Laboratorio de Análisis Técnicos, de la Facultad de Ciencias. **Ver Anexo B: Análisis de calidad las aguas en las fuentes para el agua potable de Riobamba**

Los parámetros analizados muestran que las aguas tanto superficiales como de los pozos en lo referente a los parámetros físicos, presenta unidades de color y turbiedad menores a los límites permitidos por las normas; respecto a los indicadores químicos se puede apreciar que las aguas presentan una alcalinidad y dureza dentro de los rangos superiores dados por las normas INEN 1 108, pudiéndose deducir que son aguas con una dureza carbonatada moderada debido a la presencia de concentraciones moderadamente altas de Ca y Mg; sin embargo se debe puntualizar que los indicadores mencionados se encuentran dentro del rango dado por las normas y razón por la cual, estas aguas podrían ser suministradas directamente a la población previo a la desinfección de las mismas para poder cumplir con la normatividad en lo que respecta a que las redes deben tener un cloro libre residual de al menos 0.5 mg/l.

Los análisis microbiológicos de las muestras arrojan resultados satisfactorios, sin embargo, debe anotarse que la muestra No.1 tomada en las vertientes de San Pablo tiene presencia de coliformes totales, aunque en mínima cantidad, apenas 1 UFC por cada ml, sin embargo para aguas de consumo humano, coliformes totales y fecales deben estar totalmente ausentes, que en este caso se eliminan con la cloración que se realiza en la planta de tratamiento.

La interpretación a los resultados de los análisis presentados en el Anexo B de calidad de las aguas, prácticamente demuestran que las aguas de las dos fuentes son de buena calidad, cumplen con las normas de calidad para aguas de consumo humano. En consecuencia, no es necesaria la implementación de tratamientos convencionales, haciéndose necesario únicamente el de bajar las concentraciones dureza mediante procesos de aireación y el de desinfección.

2.3 CAPTACIONES

2.3.1 CAPTACIÓN SAN PABLO

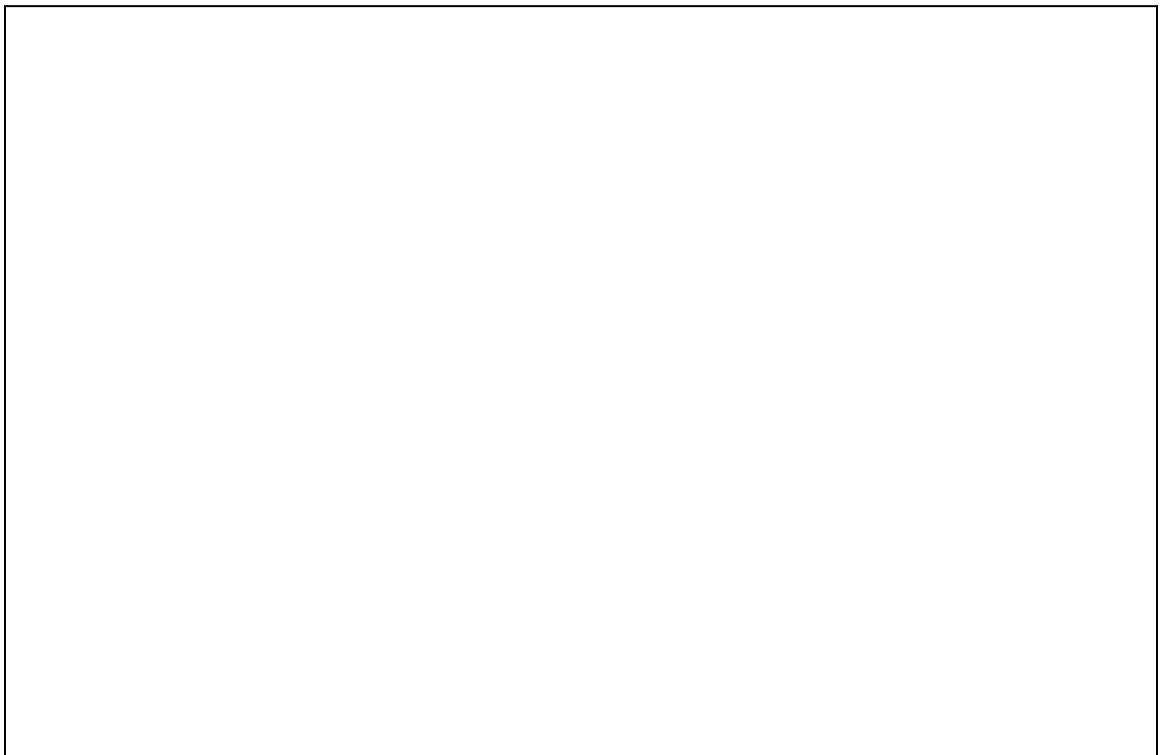
La captación se ubica en la zona de San Pablo sobre los 3117.39 msnm recoge afloramientos verticales. Esta compuesta por 6 cajones de H.A. y una cámara recolectora, captándose caudales que oscilan entre 245 l/s en invierno y 275 l/s en verano ocurrencia que se presenta debido a los deshielos del Chimborazo, en la actualidad se captan un caudal promedio de 256l/s .

En la tabla 2.3 y gráfico 2.1, se presentan una serie de lecturas de caudales aforados correspondientes a la captación de San Pablo tomados durante 26min.

TABLA 2.3: Lecturas del caudalímetro.

FECHA	HORA	Q (l/s)
04/03/2005	11:13:00 a.m.,	262.01
04/03/2005	11:14:00 a.m.,	260.25
04/03/2005	11:15:00 a.m.,	256.80
04/03/2005	11:16:00 a.m.,	250.85
04/03/2005	11:17:00 a.m.,	254.20
04/03/2005	11:18:00 a.m.,	253.63
04/03/2005	11:19:00 a.m.	261.53
04/03/2005	11:20:00 a.m.,	261.58
04/03/2005	11:21:00 a.m.,	259.20
04/03/2005	11:22:00 a.m.,	262.56
04/03/2005	11:23:00 a.m.,	262.86
04/03/2005	11:24:00 a.m.,	259.00
04/03/2005	11:25:00 a.m.,	260.48
04/03/2005	11:26:00 a.m.	258.00
04/03/2005	11:27:00 a.m.,	254.82
04/03/2005	11:28:00 a.m.,	256.00
04/03/2005	11:29:00 a.m.	259.00
04/03/2005	11:30:00 a.m.,	261.00
04/03/2005	11:31:00 a.m.,	262.54
04/03/2005	11:32:00 a.m.,	262.00
04/03/2005	11:33:00 a.m.,	262.01
04/03/2005	11:34:00 a.m.,	245.95
04/03/2005	11:35:00 a.m.,	226.76

FUENTE PROPIA- EMAPAR



**Curva: Caudal vs Tiempo
Acueducto de San Pablo
Sector a la Salida de la Captación de San Pablo**

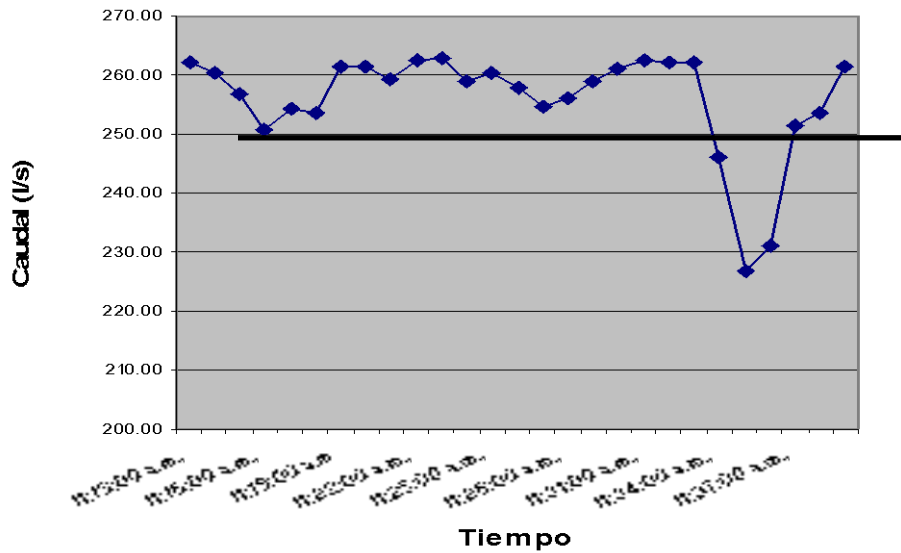


GRÁFICO 2.1: Caudal vs. Tiempo a la salida de la captación de San Pablo.

De acuerdo a los registros indicados y mostrados en la tabla 2.3 y el gráfico 2.1, se puede deducir que el caudal medio captado y aprovechable de la fuente San Pablo es de 256 l/s, valor que de acuerdo a la DAPAM, se da a lo largo del año.

2.3.2 CAPTACION DE LLIO

Esta compuesto por 7 pozos profundos ubicados sobre la cota 3100.00 m.s.n.m, provistos de bombas de eje vertical cada pozo (uno de ellos funciona como pozo artesiano), dentro de los equipos electro mecánicos se tiene un generador eléctrico para que los pozos puedan seguir funcionando durante emergencias que se pueden dar por fallas en el sistema de energía eléctrica proporcionado por la Empresa Eléctrica de Riobamba (EERSA). La

medición de caudales se lo realiza en un vertedero triangular que se localiza en un tanque recolector de 100 m³ de hormigón armado.

En septiembre de 2003 se concluyó la limpieza y mantenimiento de los pozos y equipos de bombeo, dejando todos en funcionamiento; los caudales que se obtuvieron fueron de 300 l/s aproximadamente.

De los 7 pozos, 5 funcionan desde 1981 y los 2 restantes desde 1989. En 1991, se realizó cambio de los equipos electromecánicos, siendo esos los que actualmente se encuentran en funcionamiento con las reparaciones que se dan por un mantenimiento correctivo, haciéndose necesario reponer los equipos actuales con nuevas ya que han cumplido con su vida útil. .

La tabla 2.4 indica un resumen de las características principales los pozos

TABLA 2.4: Características de los Pozos de Llíó

Pozo N°	1	2	3	4	5	6	7
Prof. Del pozo	54	55	15	48	55	61	39
Prof. De la bomba	31	28	12	31	25	40	28
Potencia del	60	15	15	40	40	40	50
Número de	4	3	1	3	3	4	3
Tubería	250	250	250	250	250	250	250
Mc. Bomba	Peabody	Peabody	Peabody	Peabody	Peabody	Peabody	Peabody
Mc. Motor	USEM	USEM	USEM	USEM	USEM	USEM	USEM

FUENTE EMAPAR.

En la tabla 2.5 se presentan el registro de caudales proporcionados por la EMAPAR cuando se realizaron los trabajos de limpieza y mantenimiento de los pozos.

TABLA 2.5: Caudales obtenidos durante la limpieza de pozos Llíó

Número de Pozo	Caudal medido anterior a la limpieza (l/s)	Caudal medido posterior a la limpieza (l/s)
P1	40.50	63.00
P2	16.30	53.00
P3	-	48.00
P4	70.23	75.00

P5	18.00	53.00
P6	18.00	19.00
P7	34.40	60.00
TOTAL =	197.43	371.00

FUENTE EMAPAR

En la tabla 2.5 se puede evidenciar la diferencia que se produce en la captación de caudales en los pozos de Llío cuando se realiza un mantenimiento y limpieza de la tubería y equipos de bombeo resultando así en números tangibles que el caudal anterior a la limpieza registra un total de 197,43 l/s y el total del caudal posterior a la limpieza de 371 l/s, que se toma como caudal referencial del acuífero Llío.

El pozo 5, hay que aclarar que es artesiano y genera 18 l/s naturalmente, pero cuando se bombea arroja alrededor de 45 l/s. La EMAPAR en casos de mantenimiento de los pozos, proceden como práctica normal compensar el caudal del pozo que deja de producir con un incremento de caudal de otro pozo para lo cual, éste trabaja con la potencia máxima de la bomba así, durante el último mantenimiento, el pozo 2 suplió el caudal del pozo 6.

Cada una de los pozos posee un vertedero para realizar macro mediciones puntuales; no hay un totalizador que permita llevar un registro de la oferta de agua cruda (pozos) que permita a la EMAPAR programar actividades conducentes a tener un entendimiento de la oferta y demanda del sistema. Se acota que la EMAPAR no lleva registros de los caudales producidos, no existe un manual de procedimientos de operación, mantenimiento, que indique cuál es el orden de funcionamiento de los pozos, sino que el aprovechamiento se lo hace de manera empírica y los mantenimientos que se dan son del tipo correctivo.

En la tabla 2.6 se indican los caudales de cada uno de los pozos, los cuales fueron medidos para determinar el caudal que se esta ofertando actualmente. El aforo realizado durante la realización del presente trabajo utilizó un vertedero triangular y, adicionalmente un medidor electrónico portátil de caudales (TERMO POLYSONICS DCT 7088).

El cálculo de los caudales por el método de vertedero, utilizó la ecuación:

$$Q = 1.380 H^{2.5} \text{ (Formula empírica usada para el cálculo del caudal en la captación)}$$

TABLA 2.6: Caudales registrados por el método de vertederos y con medidor electrónico.

Número de Pozo	Caudal medido con el método del vertedero (l/s)	Caudal medido con medidor electrónico (l/s)
P1	19.30	20,06
P2	44.79	44,94
P3	34.08	33,40
P4	54.72	62,52
P5	36.48	35,01
P6	18.02	18,11
P7	42.75	39,64
TOTAL	250.14	253.68

FUENTE PROPIA

Se puede apreciar que los caudales obtenidos por los dos métodos, son consistentes existiendo una diferencia en los totales de alrededor de 2 % lo que permite asumir que el caudal medio ofertado por el acuífero Llío es de 253.68 l/s.

Comparando el caudal ofertado en condiciones normales de funcionamiento actual con el caudal que se tiene cuando los pozos se encuentran limpios (371 l/s.) y, en condiciones operativas antes de la limpieza de los mismos (197.43 l/s), el presente estudio asume como caudal de oferta el de 254 l/s.

2.3.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La EMAPAR para garantizar la calidad y cantidad del agua a nivel de sus fuentes debería contar con un plan de manejo integral de las cuencas. En el caso específico de San Pablo, se deberá controlar el uso consuntivo de los suelos de la cuenca hidrográfica y acciones antropogénicas que tienden a degradar los suelos y por ende la cantidad y calidad de las aguas. Referente a Llío se deberá realizar estudios de recarga del acuífero y determinar el caudal máximo que pueden ofertar los pozos para evitar un aprovechamiento excesivo de los mismos.
2. La EMAPAR debe aplicar adecuadas políticas de operación y mantenimiento y de capacitación a su personal tanto técnico como administrativo.
3. Los caudales obtenidos en la captación de Llío, (253.68 l/s), podrían verse incrementado ya que los caudales con los pozos limpios producen alrededor de 371 l/s razón por la cual se hace necesario determinar la capacidad del acuífero y su caudal aprovechable mediante estudios hidrogeológicos.
4. Se hace necesario el cambio de accesorios y equipos electromecánicos que han cumplido con sus períodos de vida útil.

2.4 CONDUCCIONES

El sistema de agua potable cuenta con tres líneas de conducción; la una que conduce el agua proveniente de las fuentes de “**San Pablo**” denominada **Conducción San Pablo-**

Aereadores y, dos líneas que captan las aguas de los pozos profundos **Llío** llamadas **Conducción IEOS-Aereadores y Conducción Maldonado-Aereadores.**

Estas conducciones actualmente están conduciendo los caudales mostrados en la tabla 2.7, los cuales fueron medidos a la llegada a la planta aereadores:

TABLA 2.7: Caudales de llegada a aereadores en cada una de las conducciones

CONDUCCIONES	Q (l/s)
SAN PABLO	238.57
IEOS	90.00
MALDONADO	113.48

FUENTE PROPIA

2.4.1 CONDUCCIÓN SAN PABLO

Esta conducción fue construida por el Servicio de Cooperación Técnica en el año 1921; parte de la línea ha sido reemplazada por el ex – IEOS, DAPAM y actualmente por la EMAPAR, se inicia en el tanque de recolección de las aguas de la vertiente San Pablo sobre la cota 3117.39 msnm (E 754200, N 9827500), el agua es conducida por una tubería de AC. de 300 mm. de diámetro con una longitud de 7500 m hasta entregar las aguas a la Planta aereadores (2955msnm).

Esta conducción no cuenta con estructuras de control, especialmente de válvulas de aire; se tiene una válvula de desagüe/seccionamiento la cual permite a la EMAPAR prácticamente seccionar la tubería para sus labores de mantenimiento correctivo que se da especialmente en el cambio de tramos de tubería rota debido al desgaste de la misma ya que han cumplido con creces su período de vida útil (>80 años), ocasionando

desabastecimientos, siendo esta acción una de las causas para el racionamiento del servicio dentro de la ciudad.

El grafico 2.2 muestra esquemáticamente el perfil de la conducción la cual como se puede apreciar es relativamente plana, no presenta problemas de sifones invertidos. Como se mencionó, esta línea no cuenta con válvulas de aire que de acuerdo con las normas para conducciones planas se las debería ubicar pos lo menos cada 500 m. Esta puede ser una acción para el atropamiento de aire e impida el normal flujo y una de las razones para que en las uniones se produzcan fugas.

La capacidad hidráulica se la comprobó con la fórmula de Hazen-Willians

$$Q = 0,2785 * C * D^{2,63} * J^{0,54}$$

Debido a que la tubería tiene una edad mayor a los 40 años, se adopta un valor de C =

130

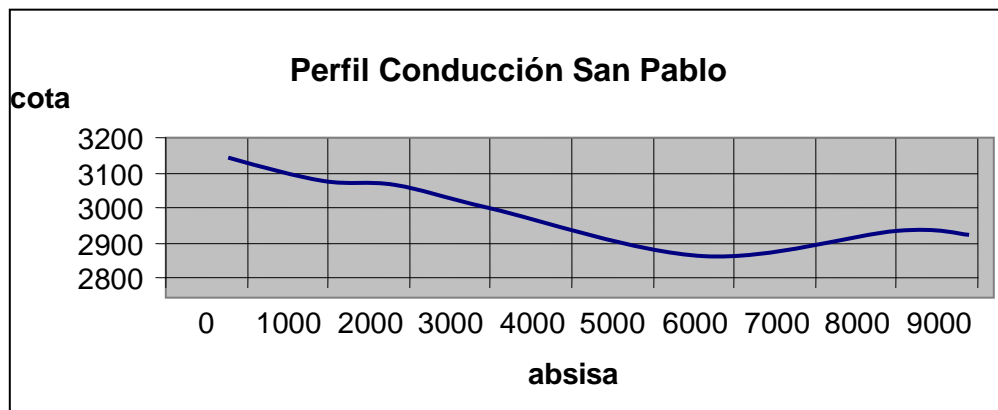


GRÁFICO 2.2: Esquema general conducción San Pablo.
FUENTE EMAPAR

Para un diámetro interior de la tubería (D) = 0.3m y, pérdidas de carga máxima a lo largo de la conducción igual a: $(3117.39-2890) / 7500 = 0.03498$, se tiene un caudal máximo que puede conducir la misma es de:

$$Q = 0,2785 * 130 * 0,3^{2,63} * 0,035^{0,54} = 0.2688 \text{ m}^3/\text{s} = 268.8 \text{ l/s}$$

Como se puede apreciar, la conducción tiene capacidad para transportar el caudal ofertado por la fuente sin embargo se debe puntualizar que debido al estado actual de la misma, el Gobierno Municipal de Riobamba, ha procedido a la construcción de una nueva línea de conducción que capta las aguas de San Pablo y Llio.

Adicionalmente a lo largo de esta conducción están las siguientes comunidades las cuales, se abastecen directamente de agua de una forma clandestina y cuyos caudales estimados en base al levantamiento realizado y mostrados en el **Anexo C**, se presentan en la tabla 2.8.:

TABLA 2.8: Caudales necesarios de poblados en la conducción San pablo.

COMUNIDAD	HAB.	DOT. Básica l/hab/día	QMD (l/s)
Sixipamba	802	75	1.63
Miraflores	356	75	0.71
TOTAL QMD			2.34

FUENTE PROPIA

2.4.2 CONDUCCIÓN Llio - PLANTA AIREADORES

Las aguas de los pozos de Llio son transportadas por dos conducciones que corren paralelas y tienen una longitud de 8500 m. denominándose Llio IEOS y, Llio Maldonado

Llio IEOS, esta línea fue construida por el ex – IEOS en el año de 1961 con tubería de AC, se inicia en el tanque recolector circular de 100 m³ existente que recoge las aguas de los pozos, llega a la planta de areadores; sus características son:

Cota captación 3100 m.s.n.m. (E 754700 , N 9827200),

Cota de la planta de aireación 2.955,37 m.s.n.m

Caudal = 90 l/s

Longitud = 8.5 km

Diámetro Nominal = 300 mm.

El grafico 2.3. muestra el perfil de la conducción

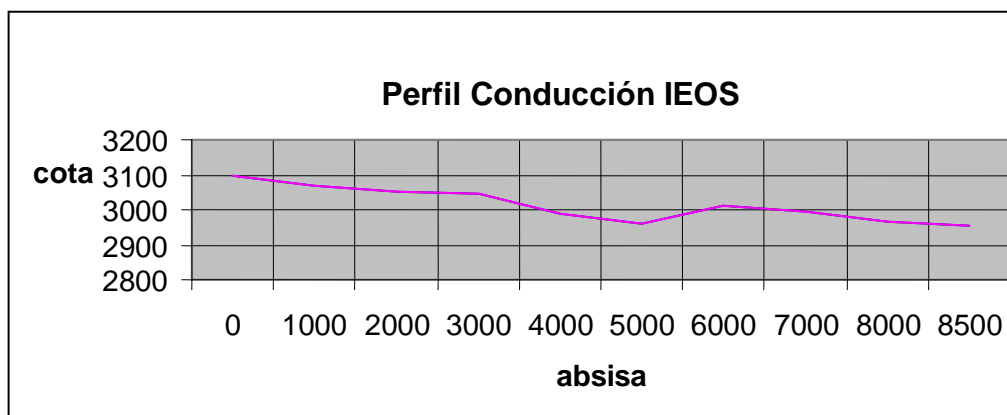


GRÁFICO 2.3: Esquema general conducción IEOS y Maldonado
FUENTE EMAPAR

El caudal máximo que podría transportar esta línea se obtiene con el mismo procedimiento de cálculo, y es de 169.14 l/s, lo cual indicaría que esta podría transportar mayor caudal que el que está conduciendo actualmente

La tubería que se encuentra en la línea de conducción de IEOS tiene una capacidad hidráulica de 169.14 l/s la cual es suficiente para cubrir el trabajo actual que tiene la tubería que es transportar 90 l/s. pero no suficiente para el caudal que oferta los pozos razón por la cual se hizo necesaria la construcción de una nueva línea paralela.

Al igual que la línea de San Pablo, las tuberías se encuentran en mal estado, teniéndose los mismos problemas en la operación y mantenimiento.

Llío Maldonado, esta conducción construida en 1981 al igual que las anteriores la tubería es de AC de 300 mm. de diámetro, conduce un caudal de 113.48 l/s

La capacidad máxima en función del desnivel existente y longitud es de 169.14 l/s

Como se puede apreciar entre las dos tuberías se conducen los caudales ofertados de Llío de 254 l/s

Las comunidades que se sirven directamente de las líneas de conducción, se muestran en la tabla 2.9

TABLA 2.9: Caudales necesarios de poblados en la línea de conducción Llío (IEOS, Maldonado.) - Aereadores

COMUNIDAD	HAB.	DOT. Básica l/hab/día	QMD (l/s)
Langos San Andres	287	75	0.58
Langos La Paz	126	75	0.25
Barrio Cabañas Del Bosque	124	75	0.25
TOTAL QMD			1.08

FUENTE PROPIA

2.4.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La tabla 2.10 resume las características principales de las conducciones

TABLA 2.10: Resumen de tuberías

Conducción	D. (mm)	Long. (m)	Observaciones
San Pablo-Aereadores	300 mm en AC	7500	No tiene válvulas de aire, se encuentra en mal estado
IEOS - Aereadores	300 mm en AC	8500	Mal estado de la tubería
Maldonado-Aereadores	300 mm en AC	8500	Falta de mantenimiento

FUENTE EMAPAR.

- Las líneas al haber cumplido con creces su periodo de vida útil en lo referente al material (AC) , presentan fallas en su operación normal ya que se tienen roturas en la tubería y fugas a través de las juntas, obligando a la EMAPAR a realizar reparaciones a las mismas.
- Las líneas no cuentan con estructuras de control ni con válvulas de aire que permitan un funcionamiento hidráulico apropiado.
- A lo largo de las conducciones se tienen conexiones clandestinas que no han sido cuantificadas por la EMAPAR produciéndose fugas comerciales, las cuales se han estimado en 3.42 l/s. Este caudal se ha tomado como base dotaciones dadas por la SAPYSB para comunidades menores a 1000 hab. Se debe anotar que estas fugas estimadas pueden ser mayores debido a que la población puede eventualmente utilizar el agua en otros usos como son agropecuarios.
- Se recomienda para estas comunidades que la EMAPAR los incluya dentro de su catastro de clientes con una tarifa que ayude a cubrir los gastos de producción y

conducción de agua cruda. Esta acción permitirá controlar el uso del agua que revertirá en beneficio del sistema.

Las pérdidas comerciales y físicas de captaciones, sistemas de conducción se presentan a continuación en la tabla 2.11:

TABLA 2.11: Resumen De Fugas de captaciones y líneas de conducción existentes.

FUENTE/CONDUCCION	CAUDAL CAPTADO	CAUDAL INGRESA PLANTA AEREADORES	FUGAS FISICAS Y COMERCIALES	%
SAN PABLO-AEREADORES	256 l/s.	238,57 l/s ¹ .	17,43 l/s.	7
LLIO-AEREADORES	253,68 l/s.	203,48 l/s ² .	50,2 l/s.	20

FUENTE PROPIA -EMAPAR

- **El alto porcentaje de fugas físicas y comerciales que se dan en las líneas corrobora lo anteriormente**

¹ Caudales determinados en el numeral 2.6

² Caudales determinados en el numeral 2.6

dicho sobre el estado de la tubería, falta de accesorios y estructuras de control

- Los condicionamientos indicados han determinado que la EMAPAR proceda con la construcción de una nueva línea de conducción con capacidad para transportar conjuntamente las aguas de San Pablo y Llio.

2.5 PLANTA DE TRATAMIENTO

Basados en la de calidad de agua expuestos anteriormente, se establece que tanto las aguas de San Pablo como de Llio, cumplen en lo referente a parámetros físicos y químicos con la norma INEN 1 108, habiéndose detectado que esta agua presentan una dureza no carbonatada con concentraciones dentro del rango superior de la norma y, adicionalmente se tienen concentraciones de especies bicarbonatadas, razón por la cual el tratamiento adoptado es el de aeración con lo que se espera conseguir un disminución en las concentraciones de alcalinidad y dureza.

Los caudales que ingresan fueron determinados en campo para lo cual, se realizaron aforos con un caudalimetro electrónico por el tiempo de 12 minutos; En la tabla 2.12 y grafico2.4. se muestra los caudales que ingresa de la conducción de San Pablo

TABLA 2.12: Caudal medido en la conducción de San Pablo sector aereadores.

FECHA	HORA	Q (l/s)
24/03/05	09:27:00	243.69
24/03/05	09:28:00	225.3
24/03/05	09:29:00	271.6
24/03/05	09:30:00	254.2
24/03/05	09:31:00	259.1
24/03/05	09:32:00	254.35
24/03/05	09:33:00	223.29
24/03/05	09:34:00	249.06
24/03/05	09:35:00	229.73
24/03/05	09:36:00	215.78
24/03/05	09:37:00	254.43
24/03/05	09:38:00	223.29
24/03/05	09:39:00	197.53
Valor promedio = .		238.57

FUENTE PROPIA-EMAPAR

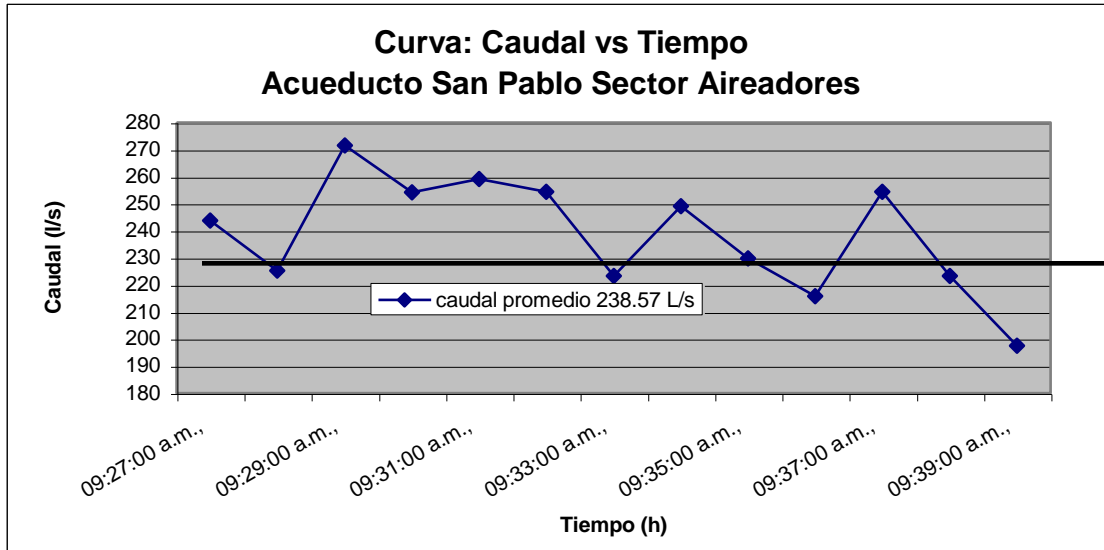


GRAFICO 2.4: Caudal medido en la conducción de San Pablo sector aereadores.

Los resultados permiten deducir un caudal promedio que ingresa a la planta de tratamiento de 238.57 l/s , el cual si se lo compara con el caudal ofertado por la fuente de 256 l/s, se deduce que se pierde 17.43 l/s a lo largo de toda la línea de conducción

La tabla 2.13 y grafico 2.5 presentan los datos correspondiente al aforo realizado de la conducción de Llio IEOS – Aereadores; La tabla 2.14 y grafico 2.6 corresponden a la conducción de Llio Maldonado – Aereadores

TABLA 2.13: Caudal medido en las conducción IEOS sector aereadores.

FECHA	HORA	Q (l/s)
24/03/05	10:25:00	11.63 (l/s)
24/03/05	10:26:00	55.67
24/03/05	10:27:00	93.90
24/03/05	10:28:00	129.63
24/03/05	10:29:00	75.62
24/03/05	10:30:00	66.48
24/03/05	10:31:00	132.95
24/03/05	10:32:00	124.64
24/03/05	10:33:00	35.73
24/03/05	10:34:00	118.83
24/03/05	10:35:00	110.52
24/03/05	10:36:00	124.64
24/03/05	10:37:00	89.74
Valor promedio =,		90

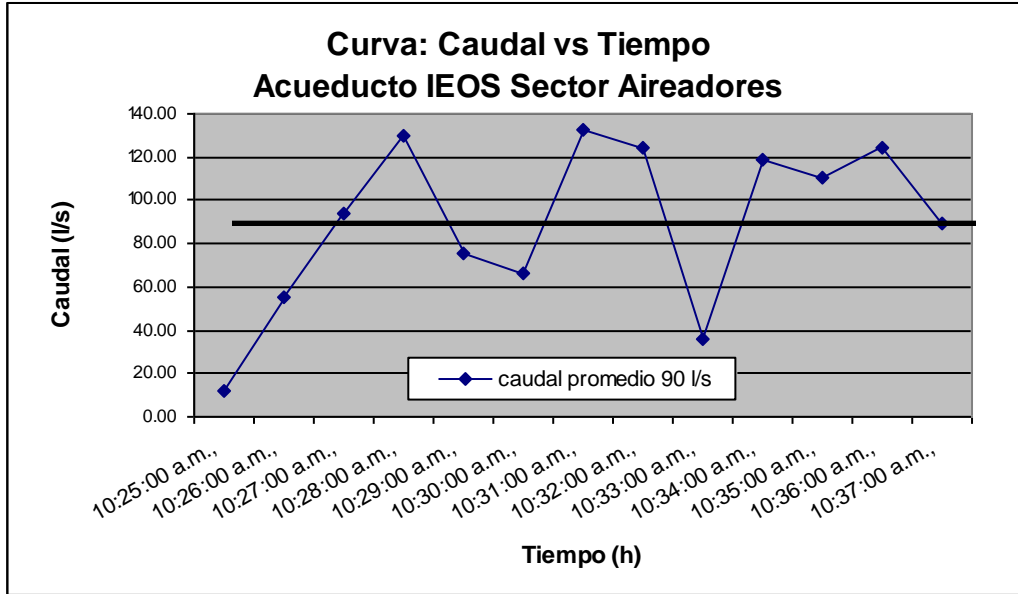


GRÁFICO 2.5: Caudal medido en las conducción IEOS sector aereadores.

TABLA 2.14: Caudal medido en la conducción de Maldonado sector aereadores.

EMAPAR

FECHA	HORA	Q (l/s)
24/03/05	09:52:00	115.38
24/03/05	09:53:00	114.65
24/03/05	09:54:00	115.38
24/03/05	09:55:00	113.92
24/03/05	09:56:00	112.46
24/03/05	09:57:00	113.52
24/03/05	09:58:00	114.65
24/03/05	09:59:00	115.38
24/03/05	10:00:00	113.92
24/03/05	10:01:00	111.00
24/03/05	10:02:00	114.24
24/03/05	10:03:00	116.11
24/03/05	10:04:00	111.11
24/03/05	10:05:00	111.73
24/03/05	10:06:00	111.73
24/03/05	10:07:00	113.19
24/03/05	10:08:00	111.15
24/03/05	10:09:00	113.19
24/03/05	10:10:00	113.72
24/03/05	10:11:00	113.20
Valor promedio =.		113.48

FUENTE PROPIA-

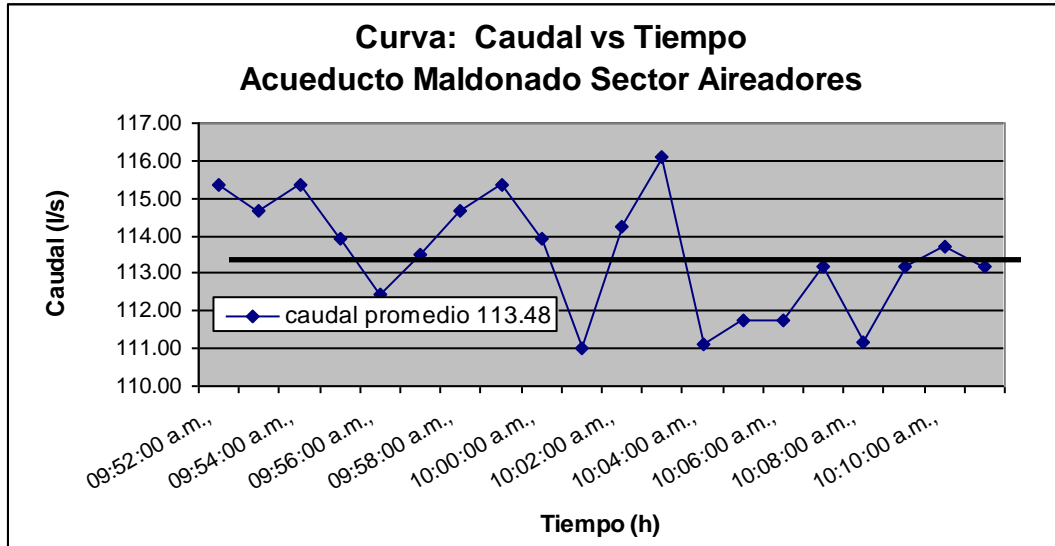


GRAFICO 2.6: Caudal medido en la conducción de Maldonado sector aireadores

Los resultados presentados indican que el caudal que ingresa de la conducción Llío es de 90,00 l/s y, de la Maldonado de 113.48 l/s lo que en conjunto se tiene un caudal de 203.48 l/s, llegándose a definir que en las dos conducciones se producen pérdidas de alrededor 50.2 l/s.

La planta de tratamiento cuenta con los siguientes procesos:

- Piscinas aeradoras, conformada por una piscina aeradora de 35m x 14 m x 0.60 m de profundidad útil; en total ocupan un área superficial de 490 m². la piscina cuenta con 60 boquillas de cono flotante, que permiten que el agua por aspersión produzca la aireación, con un tiempo de residencia de 10 minutos suficiente para airear el agua para la liberación de gases de las aguas provenientes de Llío y de esta manera disminuir las concentraciones de CO₂, alcalinidad y dureza.

Se debe recalcar que este sistema en la actualidad no se halla en funcionamiento ya que las boquillas fueron dañadas con las cenizas provenientes del volcán Tungurahua.

- Sistema de aeradores tipo bandejas, compuesto por tres charolas. Estas cuentan con un área superficial de 3m^2 ($3 \times 1 \text{ m}$). Este sistema originalmente trabajaba en conjunto con las piscinas aeradoras por lo que, actualmente se puede decir que el sistema de aireación no es eficiente ya que al trabajar únicamente este sistema de charolas, estas trabajan con tasas superiores a $4311 \text{ m}^3/\text{m}^2*\text{día}$, tasa muy por encima de las recomendadas por las normas de la SAPYSB y de CEPIS que recomiendan tasas entre 200 a $900 \text{ m}^3/\text{m}^2*\text{d}$.

Las tasas elevadas se deben básicamente a que no funcionan las piscinas aeradoras razón por la cual se recomendaría que la EMAPAR construya charolas adicionales que puedan dimensionarse para que trabajen con una tasa de $500 \text{ m}^3/\text{m}^2*\text{d}$ y de esta manera, desechar las piscinas aeradoras con lo que se facilitaría la operación y mantenimiento así como incidiría favorablemente en los costos de producción ya que se eliminaría costos de equipos y accesorios (boquillas) y costos de energía.

- Sistema de cloración, el agua aireada es conducida hacia una cámara de contacto en la cual se inyecta cloro gas, esta cámara permite que el cloro tenga un tiempo de residencia de 15 minutos para obtener un cloro libre residual de 1.5 mg/l .

El sistema de cloración cuenta con cilindros de cloro de 45 kg y su dosificación es controlada en el rotámetro ubicado en el panel de control en el cual se controla la dosis de cloro y un eyector que permite realizar la solución a ser inyectada en la cámara de contacto.

El sistema no es continuo, ya que no se hace una reposición de los cilindros vacíos en forma inmediata causando la no cloración de las aguas, es así que el agua no recibe el tratamiento requerido.

La dosificación a usarse debe ser de 2 mg/lit, y para un caudal promedio de 500 l/s, el consumo diario es de 86.4 Kg. Por lo que se deben implementar acciones sistemáticas para prever que exista una continua cloración constante en el agua potable a la salida de la planta.

Adicionalmente, los diseños originales preveían clorar las aguas en los tanques de reserva, dichos sistemas nunca se instalaron y sería importante hacerlo para mantener un cloro libre residual conforme a las normas de la SAPYSB.

2.5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Dado que el agua que ingresa en la planta tiene un flujo continuo en donde simplemente se le da un tratamiento por aeración y cloración no existen pérdidas de caudal de ningún tipo, por lo tanto el caudal que ingresa a la planta de tratamiento es el mismo que ingresa en las diferentes líneas de transmisión que llevan el agua a tanques de reserva.
- Se deberá clorar el agua de manera continua, con una dosis de 2 mg/l que permitan mantener un cloro libre residual a nivel de redes conforme a la normativa de la SAPYSB (Sub secretaría de agua potable y saneamiento básico).

- Es imperativo realizar controles en diferentes puntos de la red de distribución para verificar la calidad del agua distribuida.

2.6 LINEA DE TRANSMISION

Son aquellas que conducen el agua tratada hacia los tanques de reserva y, en el caso particular se tienen básicamente tres líneas de transmisión que entregan las aguas a los tanques de reserva de La Saboya, Maldonado y, El Carmen. Las tres líneas están construidas en tubería de AC y con diámetros de 300 mm.

Las tabla 2.15 muestra que a pesar de que las tuberías han cumplido con su período de vida útil, prácticamente no se producen fugas a lo largo de las mismas.

TABLA 2.15: Caudales en la Línea de Transmisión

Línea de transmisión	Caudal salida aereadores (l/s)	Caudal llegada tanques de reserva (l/s)	Observaciones
San Pablo	194.00	194.00	Esta línea de transmisión llega a los tanques La Saboya

Llito Maldonado	181.45	181.00	Esta línea de transmisión llega a los tanques Maldonado
Llito IEOS	66.55	66.00	Esta línea de transmisión llega al tanque El Carmen

FUENTE PROPIA-EMAPAR

Para los aforos se utilizó el caudalímetro ultrasónico Termo Polysonics DCT7088. Se realizó un aforo volumétrico, para ello se cerraron todas las salidas y se forzó a que todo el caudal llegue a un solo tanque.

2.7 RESERVAS

La ciudad de Riobamba cuenta con 8 tanques de reserva que son abastecidos por las tres líneas de transmisión indicadas en el capítulo anterior y cuyas características se indican a continuación en la tabla 2.16:

TABLA 2.16 : Características de las Reservas

Tanque Reserva	Cota msnm	Capacidad m3	Línea de transmisión	Red que abastece	Observaciones
El Carmen	2816.60	1500	IEOS	Red 1	Tanque circular de HA. En buenas condiciones
La Saboya A	2817.83	1000	San Pablo	Red 2	Tanque HA buenas condiciones Falta mantenimiento en obras civiles
La Saboya B	2817.83	1000	San Pablo	Red 2	
La Saboya C	2817.83	1000	San Pablo	Red 2	

La Saboya D	2817.83	2000	San Pablo	Red 2	
Maldonado A	2789.55	2500	Maldonado	Red 3	Tanque HA condiciones regular por explosión en la brigada
Maldonado B	2789.55	2500	Maldonado	Red 3	

FUENTE EMAPAR

Los tanques se han construido en diversas épocas y, su diseño es tipo ex – IEOS. La tabla 2.17 determina el volumen necesario para las necesidades de la ciudad por zonas de servicio. La reserva necesaria se la determina en base a que el volumen almacenado de los tanques pueda suplir variaciones de demanda máxima diaria por lo que se ha adoptado un factor de mayoración diaria (FMD) de 1.4 y, el volumen se determino con capacidad para el 30 % del consumo máximo diario; la dotación determinada en el presente estudio y detallada en el capítulo 3 fue de 230 l/hab/día.

TABLA 2.17: Capacidad de las reservas

Reserva	# de Tanques	Zona	Área (ha.)	Población hab.	Dot. (l/h/d)	FMD	Volumen tanque m3	Volumen existente m3	Déficit M3
El Carmen	1	Alta red 1	525	39245	230	1.4	3800	1500	2300
La Saboya	4	Central red2	566	42309	230	1.4	4100	5000	
Maldonado	2	Baja red 3	466	34834	230	1.4	3400	5000	

FUENTE PROPIA

Como se puede observar, el tanque de El Carmen no cuenta con el volumen necesario para suplir las variaciones horarias razón por la cual, las redes que abastece este tanque presenta mayores problemas en lo que se refiere a la continuidad del servicio. Las otras zonas prácticamente no necesitarían la construcción de nuevos tanques de reserva.

Todos los tanques cuentan con una cámara de válvulas en las cuales se han localizado válvulas de compuertas (4") para controlar del caudal hacia las redes y, una válvula de desagüe (compuerta 3") para limpieza y mantenimiento de los tanque; adicionalmente cuenta con una estructura de desborde de 4" de diámetro que se une directamente a la tubería de desagüe. El agua que ingresa a los tanques no cuentan con una unidad de control (válvula de altitud y/o flotadora) que permita que no se produzcan desbordes cuando el tanque llegue a la altura de llenado , lo que ha motivado que se produzcan desbordes en los mismos , razón por la cual los operadores han establecido una rutina de apertura y cerrado de válvulas con la finalidad de controlar de manera empírica los consumos que se dan ha nivel de redes .

Las fotos que se indican a continuación muestran básicamente el estado de las obras civiles de los tanques , pudiéndose establecer que estos se encuentran en buen estado a excepción de los tanques de Maldonado que sufrieron daños en la mampostería a causa de la explosión del polvorín de la brigada galápagos ocurrida en el año 2002.

La EMAPAR al momento de los estudios se encuentra ejecutando labores de mantenimiento de los tanques en lo referente a obras civiles, habiéndose procedido con la impermeabilización de los mismos por lo que, estos tanques cumplen con las normas de estanqueidad de la AWWA y de la SAPYSB.



Foto 2.1: Reserva El Carmen



Foto 2.2: Reserva La Saboya



Foto 2.3: Reserva Maldonado



Foto 2.4: Tanque de reserva en mal estado

La apertura y cerrada de las válvulas de los tanques de reserva prácticamente se las realiza para cumplir con horarios de servicio establecidos por la EMAPAR y mostrados en las tablas 2.18; 2.19; 2.20; en las cuales se indican el numero de vueltas que los operadores realizan para controlar los llenados y vaciados de los tanques.

La metodología seguida, fue la de medir las alturas de llenado y vaciado de los tanques de reserva durante 7 días seguidos, con mediciones cada media hora durante las 24 horas del día de la cual se obtuvieron los siguientes resultados :

TABLA 2.18: Apertura y cerrado de válvulas Reserva Maldonado.

	TANQUE A VALVULA # VUELTAS	TANQUE B VALVULA # VUELTAS
9:30 PM a 5:30 AM	5 ½	4 ½
5:30 AM a 8:30 AM	42	56
8:30 AM a 12:00 PM	3 ½	3 ½
12:00 PM a 2:30 PM	42	42
2:30 PM a 6:30 PM	3 ½	3 ½
6:30 PM a 9:30 PM	42	56

FUENTE PROPIA

TABLA 2.19: Apertura y cerrado de válvulas Reserva Saboya.

	TANQUE A VALVULA # VUELTAS	TANQUE B VALVULA # VUELTAS	TANQUE C VALVULA # VUELTAS	TANQUE D VALVULA # VUELTAS
9:30 PM a 5:30 AM	4 ½	5	0	0
5:30 AM a 8:30 AM	10	10	10	25
8:30 AM a 12:30 PM	0	0	0	0
12:30 PM a 2:00 PM	-	-	10	20
12:30 PM a 2:30 PM	10	10	-	-
2:00 PM a 6:00 PM	-	-	0	0
2:30 PM a 6:00 PM	0	0	-	-
6:00 PM a 9:30 PM	10	10	10	20

FUENTE PROPIA

TABLA 2.20: Apertura y cerrado de válvulas Reserva El Carmen.

	TANQUE A VALVULA # VUELTAS
9:00 PM A 5:00 AM	3
5:00 AM A 5:30 AM	10
5:30 AM A 9:00 AM	49
9:00 AM A 5:00 PM	3

5:00 PM	A	5:30 PM	10
5:30 PM	A	9:00 PM	49

FUENTE PROPIA

Este manipuleo de válvulas obedece principalmente a que, la EMAPAR debido al consumo indiscriminado y fugas que se a dado en la ciudad de Riobamba hacia que los tanques no se llenen, únicamente estos servían como tanques de laminación, razón por la cual estos no se llenaban.

Esta acción conforme a las informaciones de los funcionarios de EMAPAR, ocasionaba que se contaba con un servicio hasta las 9:00 AM. Esto obligo a los operadores a manipular las válvulas y en cierta forma ha racionar el servicio, otra acción determinante para esta apertura y cerrada de las válvulas es el que , las conexiones domiciliarias no contaban con micro medidores que determinen el consumo lo que, sumado a la tarifa básica mínima que se cobraba hizo que los usuarios no tengan un buen criterio sobre el uso apropiado del agua pudiéndose apreciar, que actualmente un gran porcentaje de conexiones domiciliarias cuentan con verdaderos tanques de reserva lo que, ayuda a un descabezamiento mas rápido de los tanques de reserva. Actualmente la EMAPAR esta completando la colocación de micro medidores con lo que, se puede observar que el servicio ha mejorado.

En las tablas desde la 2.21 a la 2.27 y gráficos desde el 2.7 hasta el 2.13 se aprecian el nivel de los tanques expresada en (%) con sus respectivos volúmenes para 1 día .

Como se puede observar, los operadores se ven en la necesidad de abrir y cerrar las válvulas para permitir especialmente el llenado de los tanques de reserva y permitir que la población pueda tener un servicio en las mañanas.

Entre las 13:00pm y las 15:00pm se puede observar que los tanque de reserva tanto del Maldonado como la Saboya prácticamente se quedan vacíos, razón por la cual el servicio a los usuarios durante estas horas es irregular.

Los tanques de reserva de Maldonado (tanque A y B) prácticamente se desbordan en las horas de la madrugada desde las 4:00am hasta las 6:00 AM

RESERVA MALDONADO

Ver Anexo D: Trabajo de Campo llenado de tanques de reserva

TABLA2.21: Lectura de los niveles de agua en la reserva del Maldonado (Tanque A).

TANQUE # A 2500 m3														
HORA	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3
12:00 AM	35	875	36	900	35	875	36	900	34	850	41	1025	37	925
12:30 AM	41	1025	42	1050	41	1025	42	1050	40	1000	47	1175	43	1075
1:00 AM	47	1175	48	1200	47	1175	47	1175	46	1150	53	1325	49	1225
1:30 AM	53	1325	54	1350	53	1325	43	1075	52	1300	59	1475	55	1375
2:00 AM	59	1475	60	1500	59	1475	49	1225	58	1450	65	1625	61	1525
2:30 AM	65	1625	66	1650	65	1625	55	1375	64	1600	71	1775	67	1675
3:00 AM	71	1775	72	1800	71	1775	71	1775	70	1750	77	1925	73	1825
3:30 AM	76	1900	77	1925	76	1900	77	1925	75	1875	83	2075	79	1975
4:00 AM	81	2025	82	2050	81	2025	83	2075	80	2000	84	2100	85	2125
4:30 AM	86	2150	87	2175	86	2150	88	2200	85	2125	95	2375	90	2250
5:00 AM	91	2275	92	2300	91	2275	93	2325	90	2250	100	2500	95	2375
5:30 AM	96	2400	97	2425	96	2400	98	2450	95	2375	100	2500	100	2500
6:00 AM	83	2075	83	2075	83	2075	85	2125	80	2000	80	2000	83	2075
6:30 AM	70	1750	70	1750	71	1775	73	1825	70	1750	64	1600	74	1850
7:00 AM	57	1425	57	1425	60	1500	63	1575	61	1525	52	1300	62	1550
7:30 AM	44	1100	46	1150	45	1125	55	1375	50	1250	40	1000	50	1250
8:00 AM	34	850	34	850	34	850	48	1200	35	875	32	800	38	950
8:30 AM	21	525	0	0	16	400	20	500	12	300	0	0	0	0
9:00 AM	28	700	0	0	23	575	28	700	23	575	18	450	25	625
9:30 AM	35	875	16	400	30	750	35	875	32	800	27	675	28	700
10:00 AM	42	1050	21	525	37	925	41	1025	40	1000	34	850	33	825
10:30 AM	49	1225	25	625	44	1100	48	1200	44	1100	41	1025	39	975
11:00 AM	57	1425	29	725	52	1300	55	1375	48	1200	48	1200	46	1150
11:30 AM	64	1600	44	1100	60	1500	62	1550	55	1375	54	1350	53	1325
12:00 PM	72	1800	50	1250	67	1675	70	1750	62	1550	59	1475	61	1525
12:30 PM	58	1450	54	1350	47	1175	50	1250	46	1150	40	1000	46	1150

1:00 PM	42	1050	57	1425	35	875	40	1000	35	875	31	775	32	800
1:30 PM	15	375	63	1575	18	450	24	600	15	375	15	375	20	500
2:00 PM	0	0	68	1700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 PM	0	0	73	1825	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 PM	0	0	78	1950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 PM	17	425	84	2100	23	575	22	550	15	375	14	350	19	475
4:00 PM	28	700	90	2250	30	750	29	725	20	500	17	425	26	650
4:30 PM	35	875	95	2375	37	925	36	900	25	625	21	525	35	875
5:00 PM	42	1050	100	2500	44	1100	43	1075	30	750	26	650	42	1050
5:30 PM	50	1250	100	2500	52	1300	50	1250	35	875	31	775	50	1250
6:00 PM	58	1450	100	2500	60	1500	58	1450	40	1000	36	900	58	1450
6:30 PM	65	1625	100	2500	67	1675	66	1650	45	1125	41	1025	66	1650
7:00 PM	48	1200	80	2000	49	1225	50	1250	52	1300	46	1150	50	1250
7:30 PM	35	875	67	1675	40	1000	38	950	38	950	52	1300	37	925
8:00 PM	27	675	51	1275	31	775	29	725	27	675	60	1500	25	625
8:30 PM	14	350	35	875	22	550	20	500	0	0	38	950	16	400
9:00 PM	0	0	20	500	0	0	0	0	0	0	22	550	0	0
9:30 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 PM	11	275	12	300	16	400	15	375	16	400	13	325	11	275
11:00 PM	25	625	24	600	24	600	21	525	24	600	22	550	19	475
11:30 PM	30	750	31	775	31	775	29	725	35	875	31	775	28	700

FUENTE PROPIA

GRÁFICO 2.7: Diagrama de masas tanque A.

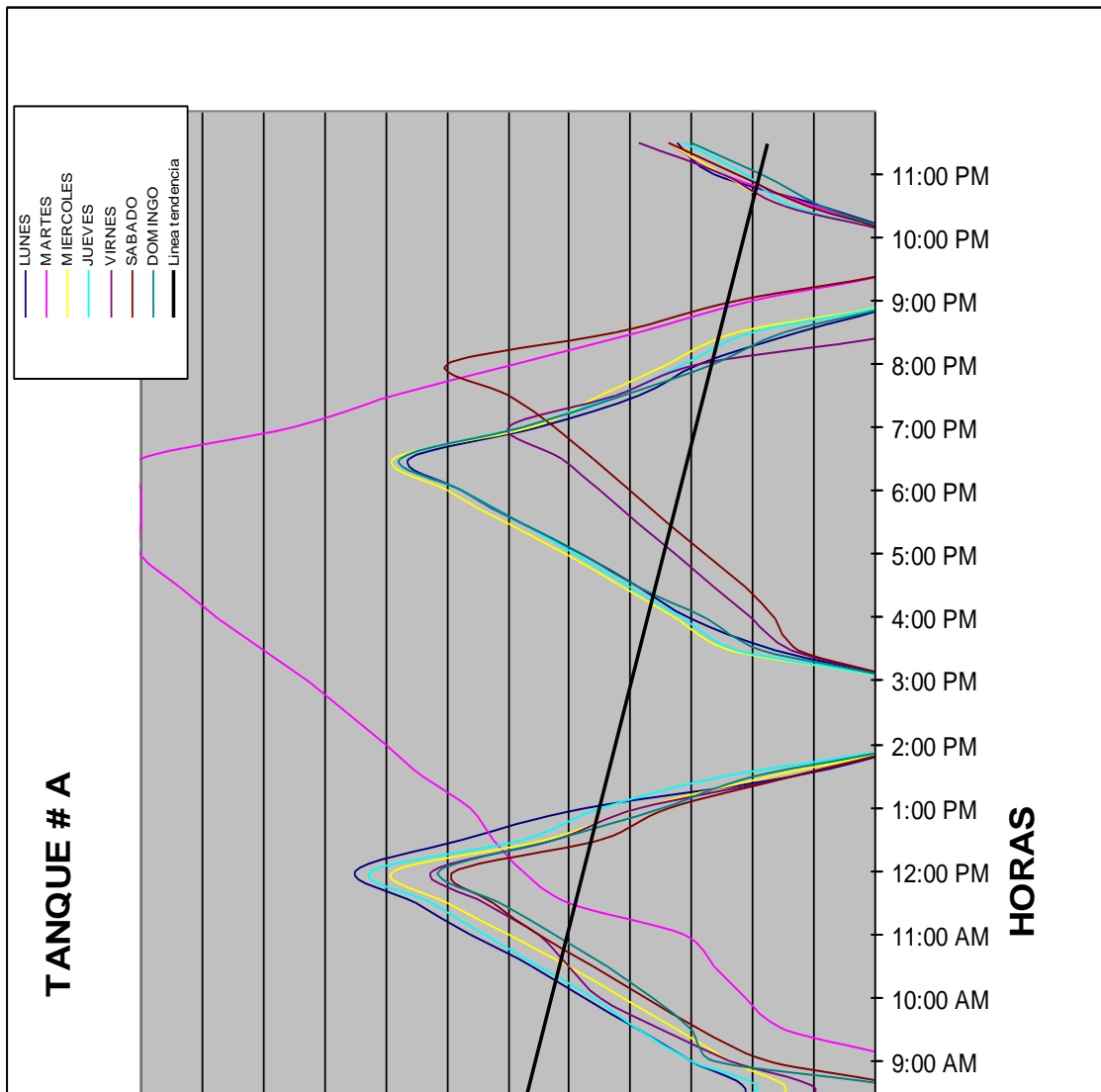


TABLA2.22: Lectura de los niveles de agua en la reserva del Maldonado (Tanque

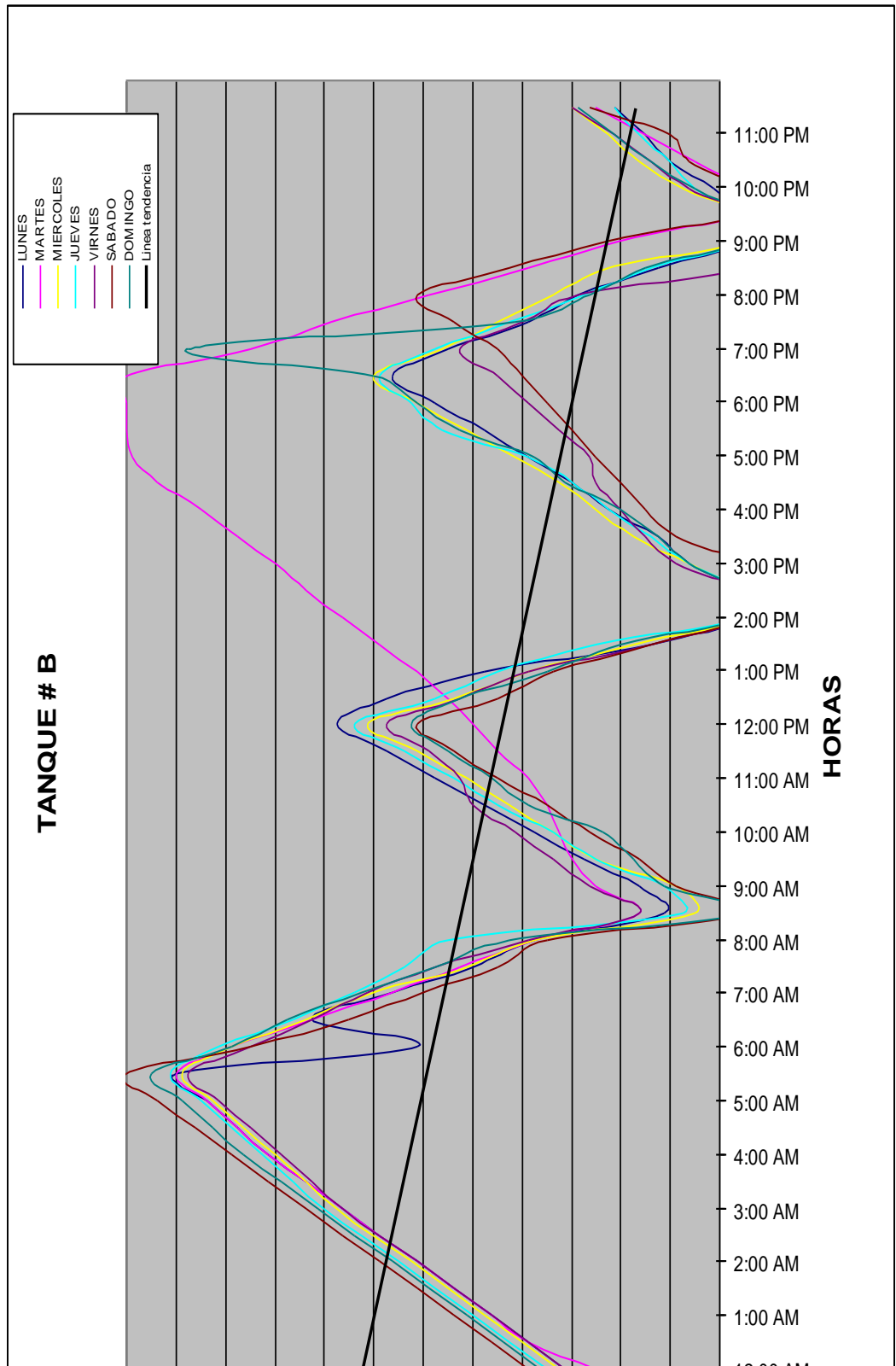
B).

TANQUE # B 2500 m3														
HORA	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3
12:00AM	29	725	24	600	30	750	32	800	29	725	35	875	33	825
12:30AM	35	875	35	875	36	900	38	950	35	875	41	1025	39	975
1:00 AM	41	1025	41	1025	42	1050	44	1100	41	1025	47	1175	45	1125
1:30 AM	47	1175	47	1175	48	1200	50	1250	47	1175	53	1325	51	1275
2:00 AM	53	1325	53	1325	54	1350	56	1400	53	1325	59	1475	57	1425
2:30 AM	59	1475	59	1475	60	1500	62	1550	59	1475	65	1625	63	1575
3:00 AM	65	1625	65	1625	66	1650	68	1700	65	1625	71	1775	69	1725
3:30 AM	71	1775	71	1775	71	1775	73	1825	70	1750	77	1925	75	1875
4:00 AM	77	1925	77	1925	76	1900	78	1950	75	1875	83	2075	81	2025
4:30 AM	82	2050	82	2050	81	2025	83	2075	80	2000	89	2225	86	2150
5:00 AM	87	2175	87	2175	86	2150	88	2200	85	2125	95	2375	91	2275
5:30 AM	92	2300	92	2300	91	2275	93	2325	90	2250	100	2500	96	2400
6:00 AM	53	1325	83	2075	83	2075	85	2125	80	2000	80	2000	83	2075
6:30 AM	70	1750	70	1750	71	1775	73	1825	70	1750	64	1600	74	1850
7:00 AM	57	1425	57	1425	60	1500	63	1575	61	1525	52	1300	62	1550
7:30 AM	44	1100	46	1150	45	1125	55	1375	50	1250	40	1000	50	1250
8:00 AM	34	850	34	850	34	850	48	1200	35	875	32	800	38	950
8:30 AM	13	325	17	425	8	200	10	250	17	425	0	0	0	0
9:00 AM	17	425	24	600	11	275	13	325	25	625	11	275	13	325
9:30 AM	26	650	28	700	24	600	24	600	31	775	17	425	18	450
10:00AM	34	850	30	750	31	775	31	775	37	925	25	625	23	575
10:30AM	42	1050	32	800	38	950	40	1000	44	1100	32	800	35	875
11:00AM	50	1250	35	875	45	1125	47	1175	46	1150	40	1000	41	1025
11:30AM	58	1450	40	1000	53	1325	55	1375	51	1275	47	1175	48	1200
12:00PM	66	1650	44	1100	61	1525	63	1575	58	1450	53	1325	54	1350
12:30PM	58	1450	48	1200	47	1175	50	1250	46	1150	40	1000	46	1150
1:00 PM	42	1050	53	1325	35	875	40	1000	35	875	31	775	32	800
1:30 PM	15	375	59	1475	18	450	24	600	15	375	15	375	20	500
2:00 PM	0	0	65	1625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 PM	0	0	71	1775	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 PM	9	225	76	1900	9	225	9	225	11	275	0	0	9	225
3:30 PM	14	350	82	2050	18	450	15	375	16	400	11	275	14	350
4:00 PM	22	550	88	2200	24	600	22	550	20	500	16	400	20	500
4:30 PM	28	700	95	2375	30	750	28	700	24	600	20	500	29	725
5:00 PM	35	875	99	2475	37	925	35	875	25	625	24	600	34	850
5:30 PM	42	1050	100	2500	45	1125	49	1225	30	750	28	700	46	1150
6:00 PM	50	1250	100	2500	53	1325	54	1350	35	875	32	800	53	1325
6:30 PM	57	1425	100	2500	60	1500	59	1475	40	1000	36	900	60	1500
7:00 PM	48	1200	80	2000	49	1225	50	1250	46	1150	40	1000	90	2250
7:30 PM	35	875	67	1675	40	1000	38	950	36	900	47	1175	37	925
8:00 PM	27	675	51	1275	31	775	26	650	27	675	53	1325	25	625
8:30 PM	14	350	35	875	22	550	15	375	0	0	38	950	16	400
9:00 PM	0	0	20	500	0	0	0	0	0	0	22	550	0	0
9:30 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00PM	5	125	0	0	10	250	8	200	9	225	0	0	8	200

10:30PM	12	300	8	200	17	425	12	300	15	375	9	225	15	375
11:00PM	16	400	16	400	22	550	17	425	21	525	12	300	21	525
11:30PM	21	525	24	600	28	700	21	525	28	700	25	625	27	675

FUENTE PROPIA

GRÁFICO 2.8: Diagrama de masas tanque B.



RESERVA LA SABOYA

TABLA 2.23: Lectura de los niveles de agua en la reserva la Saboya (Tanque A).

HORA	TANQUE # A 1000 m3													
	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3
12:00 AM	28	280	34	340	32	320	34	340	32	320	36	360	33	330
12:30 AM	35	350	40	400	38	380	40	400	37	370	42	420	39	390
1:00 AM	48	480	46	460	44	440	46	460	43	430	48	480	40	400
1:30 AM	55	550	52	520	50	500	52	520	49	490	54	540	42	420
2:00 AM	62	620	58	580	55	550	58	580	55	550	60	600	47	470
2:30 AM	68	680	64	640	60	600	66	660	61	610	66	660	52	520
3:00 AM	74	740	70	700	65	650	74	740	67	670	72	720	59	590
3:30 AM	79	790	75	750	70	700	80	800	73	730	78	780	66	660
4:00 AM	84	840	80	800	75	750	84	840	79	790	81	810	73	730
4:30 AM	88	880	85	850	80	800	87	870	85	850	85	850	80	800
5:00 AM	92	920	89	890	85	850	90	900	90	900	90	900	87	870
5:30 AM	92	920	93	930	90	900	90	900	94	940	92	920	95	950
6:00 AM	70	700	68	680	67	670	70	700	70	700	70	700	70	700
6:30 AM	68	680	52	520	51	510	52	520	53	530	53	530	51	510
7:00 AM	44	440	36	360	34	340	35	350	36	360	37	370	34	340
7:30 AM	30	300	21	210	17	170	17	170	20	200	20	200	14	140
8:00 AM	12	120	5	50	0	0	0	0	5	50	6	60	0	0
8:30 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 AM	14	140	8	80	8	80	7	70	5	50	8	80	6	60
9:30 AM	20	200	11	110	15	150	14	140	10	100	16	160	15	150
10:00 AM	28	280	14	140	22	220	20	200	12	120	24	240	22	220
10:30 AM	34	340	16	160	28	280	29	290	16	160	30	300	30	300
11:00 AM	42	420	18	180	35	350	37	370	19	190	37	370	38	380
11:30 AM	53	530	2	20	41	410	42	420	21	210	43	430	46	460
12:00 PM	60	600	22	220	48	480	47	470	22	220	49	490	57	570
12:30 PM	48	480	25	250	55	550	53	530	27	270	30	300	40	400
1:00 PM	20	200	28	280	36	360	36	360	31	310	13	130	20	200
1:30 PM	10	100	34	340	17	170	17	170	33	330	0	0	0	0
2:00 PM	0	0	39	390	0	0	0	0	35	350	0	0	0	0
2:30 PM	0	0	45	450	8	80	8	80	38	380	8	80	8	80
3:00 PM	8	80	51	510	17	170	13	130	43	430	14	140	14	140
3:30 PM	16	160	58	580	24	240	20	200	51	510	19	190	20	200
4:00 PM	25	250	63	630	31	310	28	280	58	580	21	210	28	280
4:30 PM	34	340	68	680	40	400	49	490	61	610	24	240	37	370
5:00 PM	42	420	72	720	49	490	56	560	64	640	24	240	50	500
5:30 PM	51	510	78	780	56	560	70	700	67	670	24	240	66	660
6:00 PM	60	600	83	830	65	650	78	780	70	700	23	230	70	700
6:30 PM	46	460	68	680	50	500	61	610	54	540	26	260	53	530
7:00 PM	31	310	53	530	36	360	46	460	41	410	10	100	38	380
7:30 PM	17	170	36	360	21	210	23	230	24	240	0	0	16	160
8:00 PM	5	50	22	220	5	50	8	80	10	100	0	0	0	0
8:30 PM	0	0	5	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 PM	10	100	9	90	10	100	10	100	8	80	8	80	8	80

10:30 PM	16	160	15	150	16	160	15	150	16	160	16	160	12	120
11:00 PM	22	220	20	200	22	220	20	200	24	240	21	210	16	160
11:30 PM	28	280	26	260	28	280	26	260	30	300	27	270	20	200

FUENTE PROPIA

GRÁFICO 2.9: Diagrama de masas tanque A.

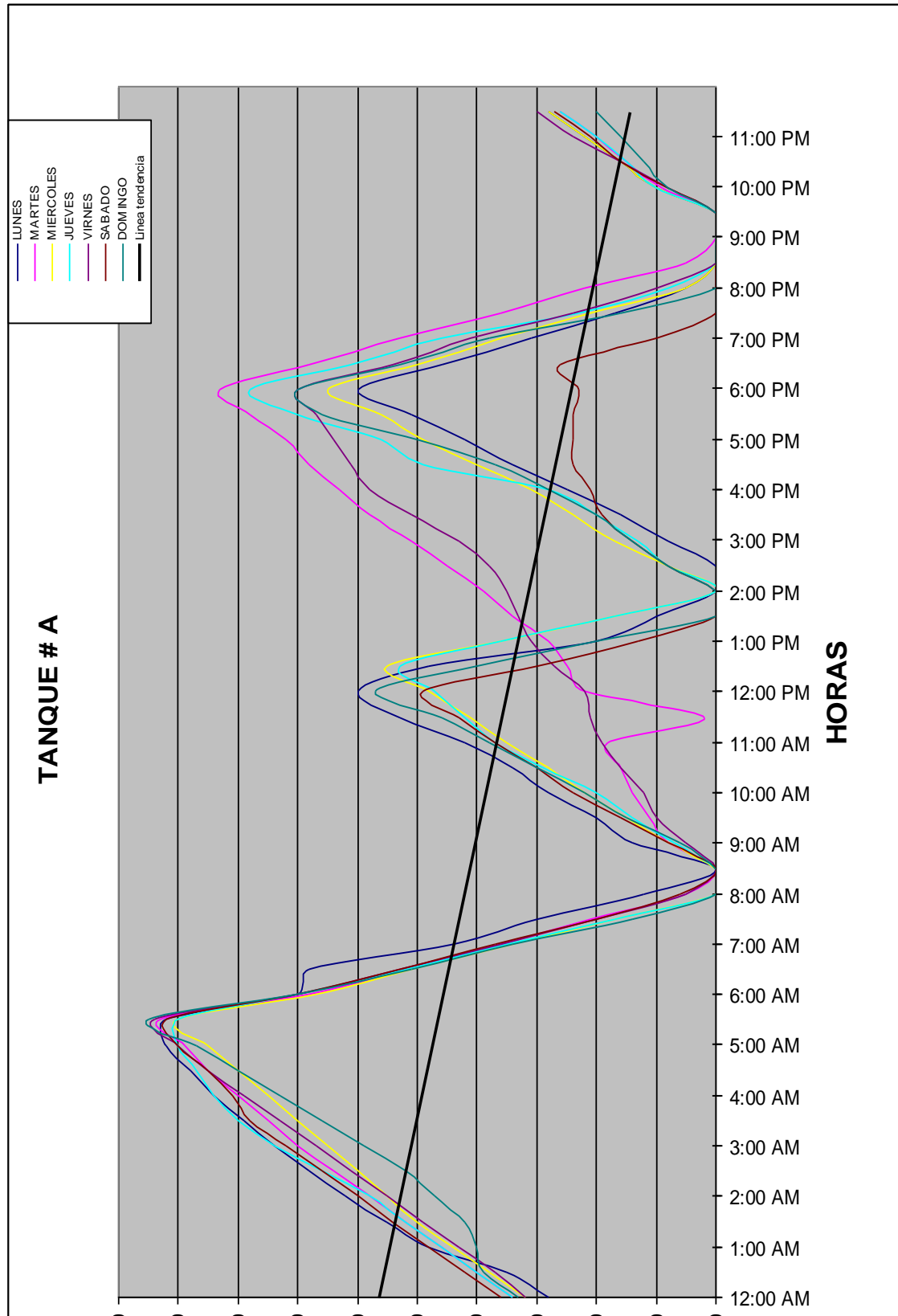


TABLA 2.24: Lectura de los niveles de agua en la reserva la Saboya (Tanque B).

HORA	TANQUE # B 1000 m3													
	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3
12:00 AM	15	150	10	100	25	250	25	250	5	50	0	0	30	300
12:30 AM	26	260	15	150	30	300	30	300	10	100	5	50	37	370
1:00 AM	32	320	20	200	35	350	36	360	15	150	10	100	39	390
1:30 AM	36	360	26	260	40	400	42	420	21	210	15	150	45	450
2:00 AM	40	400	32	320	45	450	50	500	28	280	23	230	52	520
2:30 AM	45	450	39	390	50	500	56	560	36	360	31	310	59	590
3:00 AM	50	500	46	460	55	550	64	640	44	440	39	390	65	650
3:30 AM	56	560	58	580	60	600	70	700	52	520	48	480	71	710
4:00 AM	62	620	60	600	65	650	77	770	60	600	60	600	77	770
4:30 AM	69	690	72	720	70	700	82	820	69	690	72	720	83	830
5:00 AM	80	800	83	830	79	790	90	900	80	800	84	840	90	900
5:30 AM	90	900	90	900	90	900	87	870	91	910	93	930	97	970
6:00 AM	80	800	75	750	78	780	80	800	80	800	78	780	84	840
6:30 AM	64	640	59	590	65	650	64	640	62	620	60	600	68	680
7:00 AM	48	480	45	450	49	490	49	490	45	450	42	420	50	500
7:30 AM	27	270	29	290	32	320	36	360	28	280	25	250	30	300
8:00 AM	10	100	10	100	15	150	23	230	11	110	9	90	10	100
8:30 AM	0	0	0	0	0	0	10	100	0	0	0	0	0	0
9:00 AM	0	0	0	0	5	50	17	170	5	50	5	50	5	50
9:30 AM	6	60	5	50	10	100	24	240	6	60	11	110	10	100
10:00 AM	10	100	9	90	16	160	30	300	8	80	17	170	15	150
10:30 AM	17	170	13	130	22	220	35	350	10	100	24	240	20	200
11:00 AM	26	260	15	150	28	280	40	400	12	120	30	300	25	250
11:30 AM	40	400	16	160	34	340	45	450	12	120	38	380	35	350
12:00 PM	47	470	19	190	41	410	49	490	12	120	45	450	50	500
12:30 PM	35	350	23	230	50	500	54	540	14	140	27	270	35	350
1:00 PM	10	100	26	260	32	320	32	320	16	160	10	100	17	170
1:30 PM	0	0	29	290	14	140	14	140	19	190	0	0	0	0
2:00 PM	0	0	33	330	0	0	0	0	22	220	0	0	0	0
2:30 PM	0	0	38	380	0	0	5	50	34	340	0	0	5	50
3:00 PM	0	0	43	430	5	50	10	100	40	400	6	60	9	90
3:30 PM	5	50	48	480	10	100	15	150	47	470	10	100	17	170
4:00 PM	10	100	51	510	15	150	24	240	55	550	10	100	23	230
4:30 PM	20	200	62	620	25	250	34	340	60	600	10	100	30	300
5:00 PM	29	290	70	700	33	330	41	410	65	650	10	100	48	480

5:30 PM	40	400	82	820	46	460	62	620	70	700	10	100	60	600
6:00 PM	50	500	87	870	60	600	73	730	80	800	10	100	72	720
6:30 PM	35	350	71	710	47	470	60	600	50	500	12	120	60	600
7:00 PM	20	200	58	580	32	320	43	430	39	390	0	0	48	480
7:30 PM	6	60	43	430	17	170	19	190	18	180	0	0	30	300
8:00 PM	0	0	17	170	0	0	0	0	4	40	0	0	10	100
8:30 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 PM	0	0	8	80	9	90	8	80	0	0	5	50	7	70
10:30 PM	0	0	12	120	13	130	0	0	0	0	10	100	13	130
11:00 PM	0	0	16	160	17	170	0	0	0	0	17	170	17	170
11:30 PM	5	50	20	200	20	200	0	0	0	0	24	240	21	210

FUENTE PROPIA

GRÁFICO 2.10: Diagrama de masas tanque B.

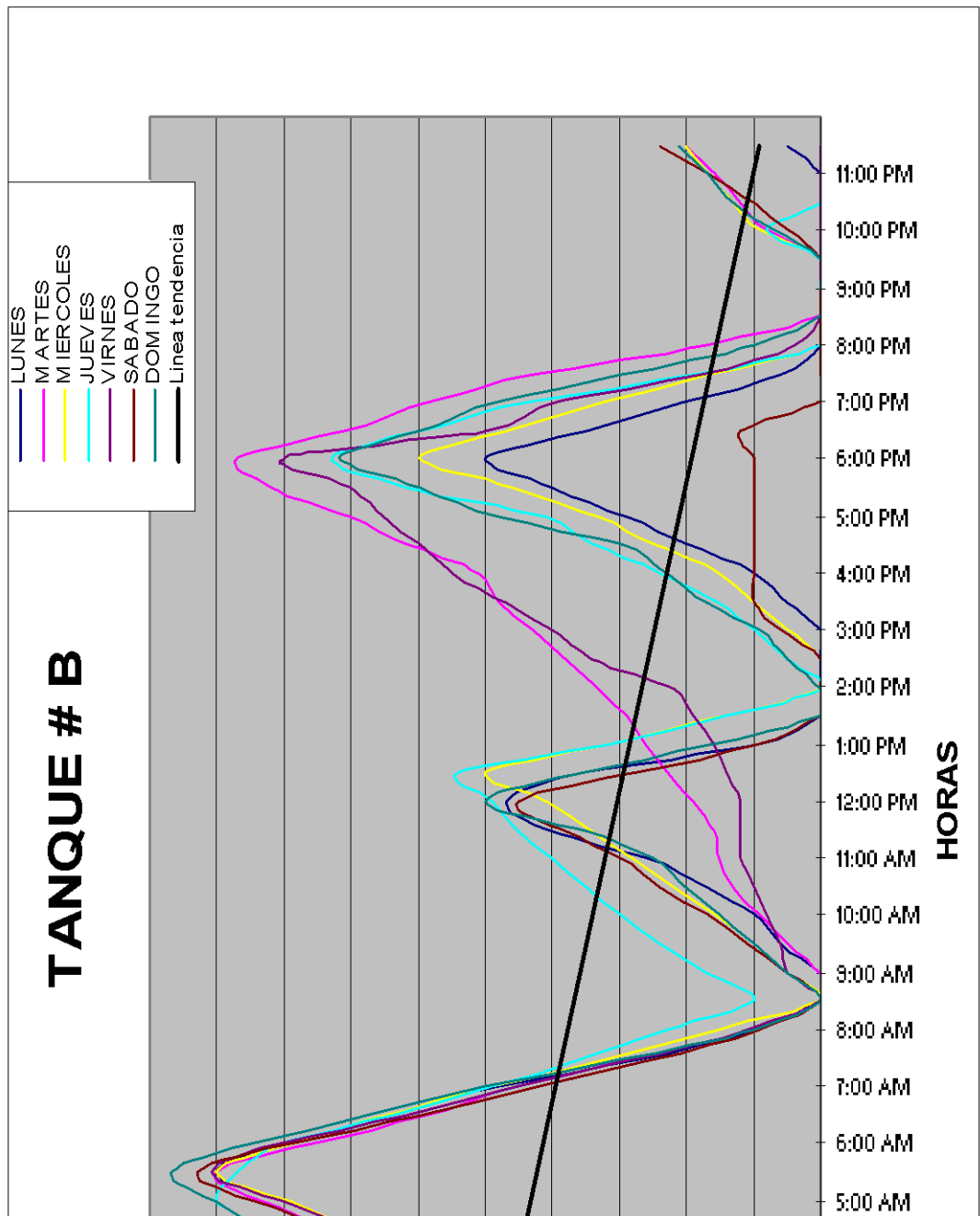


TABLA 2.25: Lectura de los niveles de agua en la reserva la Saboya (Tanque C).

TANQUE # C 1000 m3														
HORA	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3
12:00 AM	21	210	35	350	30	300	25	250	28	280	25	250	20	200
12:30 AM	27	270	42	420	36	360	30	300	35	350	30	300	25	250
1:00 AM	35	350	48	480	40	400	35	350	40	400	44	440	30	300
1:30 AM	40	400	53	530	45	450	40	400	45	450	50	500	35	350
2:00 AM	45	450	58	580	50	500	45	450	50	500	56	560	40	400
2:30 AM	50	500	63	630	55	550	50	500	55	550	62	620	46	460
3:00 AM	55	550	68	680	60	600	55	550	60	600	68	680	51	510
3:30 AM	60	600	73	730	65	650	60	600	65	650	74	740	56	560
4:00 AM	66	660	78	780	70	700	65	650	70	700	80	800	65	650
4:30 AM	73	730	83	830	75	750	70	700	75	750	85	850	70	700
5:00 AM	80	800	87	870	80	800	75	750	80	800	90	900	76	760
5:30 AM	87	870	90	900	85	850	80	800	65	650	92	920	81	810
6:00 AM	68	680	73	730	70	700	74	740	51	510	74	740	72	720
6:30 AM	56	560	57	570	56	560	58	580	36	360	59	590	55	550
7:00 AM	45	450	40	400	41	410	43	430	20	200	43	430	38	380
7:30 AM	25	250	24	240	27	270	27	270	6	60	26	260	23	230
8:00 AM	11	110	7	70	10	100	16	160	0	0	10	100	9	90
8:30 AM	5	50	0	0	0	0	7	70	4	40	0	0	0	0
9:00 AM	15	150	5	50	5	50	15	150	5	50	6	60	5	50
9:30 AM	20	200	9	90	10	100	24	240	7	70	13	130	10	100
10:00 AM	26	260	12	120	16	160	32	320	11	110	20	200	16	160
10:30 AM	30	300	15	150	21	210	36	360	15	150	28	280	21	210
11:00 AM	36	360	17	170	26	260	40	400	19	190	36	360	26	260
11:30 AM	42	420	19	190	31	310	47	470	22	220	46	460	31	310
12:00 PM	50	500	22	220	35	350	48	480	26	260	55	550	35	350
12:30 PM	41	410	24	240	39	390	52	520	30	300	39	390	20	200
1:00 PM	26	260	27	270	20	200	34	340	33	330	22	220	6	60
1:30 PM	15	150	33	330	6	60	15	150	36	360	6	60	0	0
2:00 PM	4	40	38	380	0	0	0	0	38	380	0	0	0	0
2:30 PM	8	80	44	440	6	60	6	60	42	420	8	80	8	80
3:00 PM	16	160	50	500	13	130	12	120	44	440	14	140	19	190
3:30 PM	24	240	57	570	21	210	18	180	47	470	24	240	26	260

4:00 PM	32	320	62	620	30	300	24	240	50	500	38	380	35	350
4:30 PM	37	370	67	670	32	320	30	300	53	530	40	400	42	420
5:00 PM	39	390	75	750	35	350	36	360	56	560	40	400	50	500
5:30 PM	41	410	81	810	41	410	43	430	59	590	44	440	58	580
6:00 PM	50	500	86	860	46	460	46	460	52	520	47	470	66	660
6:30 PM	36	360	73	730	32	320	40	400	38	380	59	590	50	500
7:00 PM	24	240	57	570	19	190	25	250	15	150	35	350	37	370
7:30 PM	10	100	38	380	5	50	14	140	0	0	20	200	25	250
8:00 PM	0	0	26	260	0	0	0	0	0	0	6	60	15	150
8:30 PM	0	0	5	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 PM	5	50	5	50	5	50	5	50	5	50	0	0	6	60
10:30 PM	12	120	11	110	10	100	10	100	10	100	5	50	12	120
11:00 PM	19	190	17	170	15	150	16	160	15	150	10	100	17	170
11:30 PM	26	260	23	230	20	200	21	210	20	200	15	150	22	220

FUENTE PROPIA

GRÁFICO 2.11: Diagrama de masas tanque C.

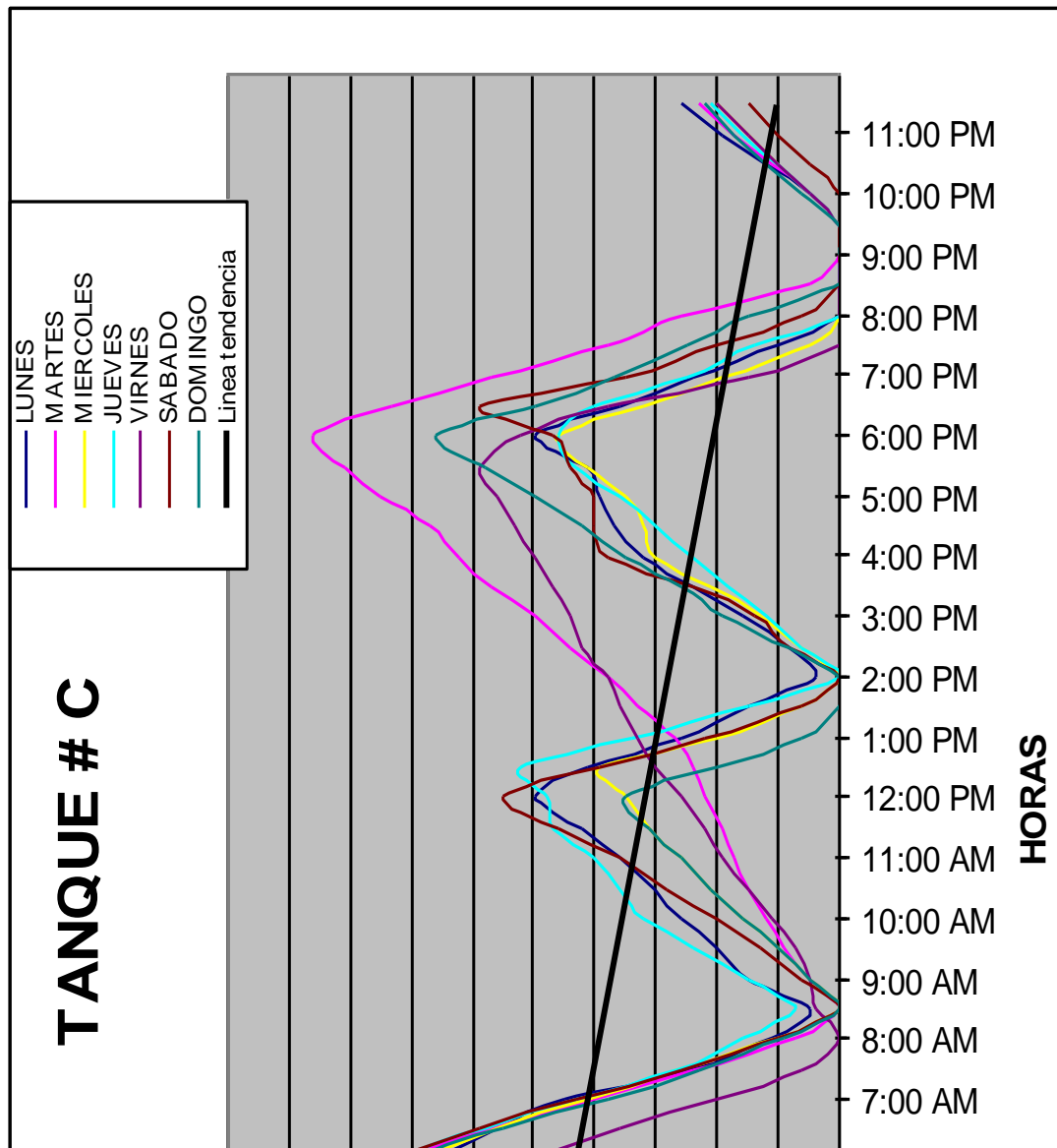


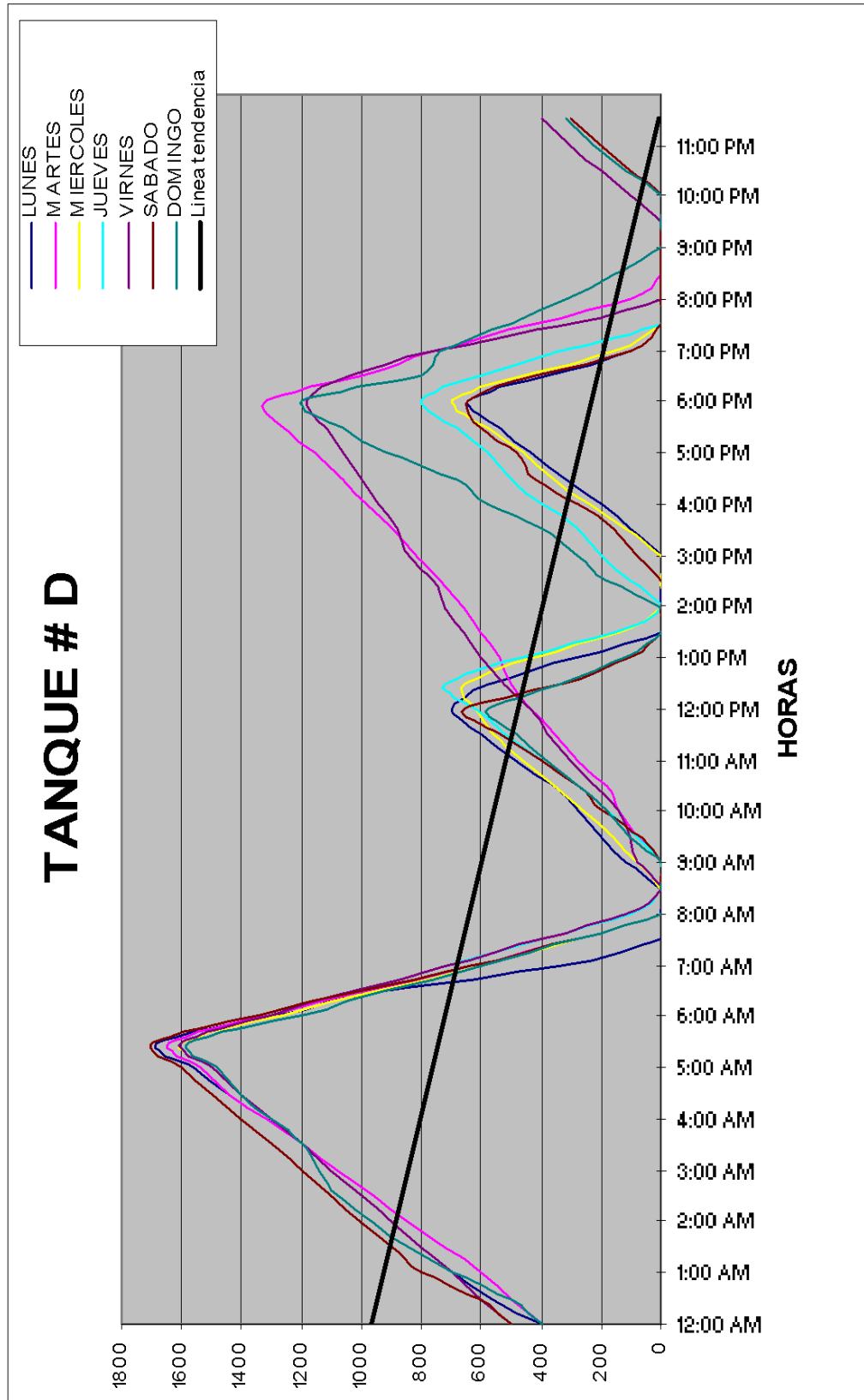
TABLA 2.26: Lectura de los niveles de agua en la reserva la Saboya (Tanque D).

HORA	TANQUE # D 2000 m3													
	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3
12:00 AM	20	400	20	400	25	500	25	500	25	500	25	500	20	400
12:30 AM	28	560	25	500	30	600	30	600	30	600	30	600	25	500
1:00 AM	35	700	30	600	35	700	35	700	35	700	40	800	35	700
1:30 AM	40	800	36	720	40	800	40	800	40	800	45	900	42	840
2:00 AM	45	900	42	840	45	900	45	900	45	900	50	1000	48	960
2:30 AM	50	1000	48	960	50	1000	50	1000	50	1000	55	1100	54	1080
3:00 AM	55	1100	54	1080	55	1100	55	1100	55	1100	60	1200	57	1140
3:30 AM	60	1200	60	1200	60	1200	60	1200	60	1200	65	1300	60	1200
4:00 AM	66	1320	66	1320	65	1300	65	1300	65	1300	70	1400	65	1300
4:30 AM	72	1440	72	1440	70	1400	70	1400	70	1400	75	1500	70	1400
5:00 AM	78	1560	77	1540	75	1500	75	1500	75	1500	80	1600	74	1480
5:30 AM	84	1680	82	1640	80	1600	80	1600	80	1600	85	1700	79	1580
6:00 AM	64	1280	65	1300	63	1260	65	1300	65	1300	67	1340	60	1200
6:30 AM	46	920	49	980	47	940	51	1020	51	1020	50	1000	46	920
7:00 AM	17	340	32	640	30	600	36	720	36	720	32	640	30	600
7:30 AM	0	0	14	280	14	280	20	400	20	400	14	280	14	280
8:00 AM	0	0	0	0	0	0	5	100	6	120	0	0	0	0
8:30 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 AM	6	120	0	0	4	80	0	0	4	80	0	0	0	0
9:30 AM	10	200	4	80	8	160	4	80	5	100	3	60	5	100
10:00 AM	14	280	7	140	13	260	9	180	7	140	10	200	9	180
10:30 AM	18	360	9	180	18	360	14	280	11	220	14	280	14	280
11:00 AM	24	480	14	280	23	460	20	400	15	300	20	400	19	380
11:30 AM	30	600	18	360	28	560	26	520	19	380	27	540	24	480
12:00 PM	35	700	22	440	31	620	31	620	22	440	33	660	29	580
12:30 PM	29	580	25	500	33	660	36	720	26	520	17	340	17	340
1:00 PM	14	280	27	540	21	420	23	460	30	600	5	100	6	120
1:30 PM	0	0	30	600	7	140	8	160	33	660	0	0	0	0
2:00 PM	0	0	33	660	0	0	0	0	36	720	0	0	0	0
2:30 PM	0	0	37	740	0	0	5	100	38	760	0	0	9	180
3:00 PM	0	0	41	820	0	0	10	200	42	840	4	80	14	280
3:30 PM	5	100	45	900	6	120	14	280	44	880	8	160	20	400
4:00 PM	10	200	49	980	12	240	20	400	47	940	14	280	29	580
4:30 PM	16	320	53	1060	18	360	25	500	50	1000	21	420	34	680
5:00 PM	22	440	58	1160	23	460	29	580	53	1060	24	480	46	920
5:30 PM	27	540	63	1260	29	580	34	680	56	1120	30	600	53	1060
6:00 PM	32	640	66	1320	35	700	40	800	59	1180	32	640	60	1200
6:30 PM	19	380	50	1000	23	460	30	600	52	1040	21	420	40	800
7:00 PM	5	100	38	760	8	160	17	340	38	760	5	100	37	740
7:30 PM	0	0	21	420	0	0	0	0	15	300	0	0	25	500
8:00 PM	0	0	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	16	320
8:30 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	160
9:00 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 PM	0	0	5	100	5	100	5	100	5	100	0	0	0	0

10:30 PM	5	100	10	200	10	200	10	200	10	200	5	100	6	120
11:00 PM	10	200	15	300	15	300	15	300	15	300	10	200	11	220
11:30 PM	15	300	20	400	20	400	20	400	20	400	15	300	16	320

FUENTE PROPIA

GRÁFICO 2.12: Diagrama de masas tanque D.



RESERVA EL CARMEN

TABLA 2.27: Lectura de los niveles de agua en la reserva el Carmen (Tanque A).

HORA	TANQUE # A1500 m3													
	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3	% NIVEL	VOL.m3
12:00 AM	50	750	48	720	49	735	48	720	43	645	45	675	44	660
12:30 AM	56	840	54	810	54	810	54	810	49	735	51	765	50	750
1:00 AM	61	915	61	915	60	900	60	900	54	810	56	840	55	825
1:30 AM	67	1005	67	1005	66	990	65	975	60	900	61	915	61	915
2:00 AM	73	1095	73	1095	72	1080	71	1065	65	975	67	1005	66	990
2:30 AM	78	1170	79	1185	78	1170	77	1155	71	1065	73	1095	71	1065
3:00 AM	84	1260	85	1275	83	1245	83	1245	78	1170	78	1170	77	1155
3:30 AM	90	1350	91	1365	89	1335	88	1320	83	1245	83	1245	82	1230
4:00 AM	96	1440	97	1455	95	1425	93	1395	89	1335	88	1320	88	1320
4:30 AM	100	1500	100	1500	100	1500	98	1470	94	1410	94	1410	94	1410
5:00 AM	100	1500	100	1500	100	1500	100	1500	100	1500	100	1500	100	1500
5:30 AM	100	1500	100	1500	100	1500	100	1500	100	1500	100	1500	100	1500
6:00 AM	82	1230	82	1230	80	1200	79	1185	80	1200	81	1215	80	1200
6:30 AM	64	960	63	945	62	930	60	900	62	930	63	945	62	930
7:00 AM	46	690	45	675	43	645	42	630	43	645	44	660	43	645
7:30 AM	27	405	27	405	25	375	23	345	24	360	25	375	24	360
8:00 AM	10	150	10	150	10	150	10	150	10	150	10	150	10	150
8:30 AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 AM	15	225	14	210	15	225	14	210	13	195	14	210	14	210
9:30 AM	19	285	19	285	19	285	18	270	18	270	18	270	19	285
10:00 AM	24	360	24	360	25	375	23	345	23	345	23	345	24	360
10:30 AM	30	450	31	465	31	465	29	435	28	420	29	435	30	450
11:00 AM	37	555	38	570	37	555	35	525	33	495	34	510	35	525
11:30 AM	43	645	44	660	43	645	40	600	39	585	40	600	40	600
12:00 PM	49	735	51	765	49	735	46	690	44	660	45	675	46	690
12:30 PM	54	810	58	870	54	810	51	765	50	750	50	750	51	765
1:00 PM	60	900	64	960	60	900	57	855	55	825	55	825	57	855
1:30 PM	66	990	70	1050	66	990	62	930	60	900	61	915	63	945
2:00 PM	71	1065	76	1140	71	1065	67	1005	66	990	67	1005	68	1020
2:30 PM	77	1155	82	1230	78	1170	75	1125	71	1065	73	1095	74	1110
3:00 PM	83	1245	92	1380	84	1260	79	1185	77	1155	78	1170	80	1200
3:30 PM	89	1335	100	1500	88	1320	84	1260	83	1245	83	1245	86	1290
4:00 PM	94	1410	100	1500	91	1365	89	1335	88	1320	89	1335	91	1365
4:30 PM	100	1500	100	1500	93	1395	94	1410	94	1410	94	1410	98	1470
5:00 PM	100	1500	100	1500	93	1395	100	1500	100	1500	100	1500	100	1500
5:30 PM	100	1500	100	1500	95	1425	100	1500	100	1500	100	1500	100	1500
6:00 PM	82	1230	81	1215	100	1500	79	1185	40	600	78	1170	80	1200
6:30 PM	63	945	63	945	79	1185	60	900	62	930	60	900	62	930
7:00 PM	43	645	44	660	58	870	42	630	43	645	42	630	43	645
7:30 PM	24	360	27	405	37	555	23	345	24	360	24	360	2	30
8:00 PM	10	150	10	150	16	240	10	150	10	150	10	150	25	375
8:30 PM	0	0	0	0	10	150	0	0	0	0	0	0	10	150
9:00 PM	14	210	14	210	4	60	14	210	14	210	14	210	15	225
9:30 PM	19	285	18	270	10	150	18	270	19	285	18	270	19	285
10:00 PM	24	360	24	360	24	360	23	345	24	360	23	345	24	360
10:30 PM	30	450	31	465	30	450	29	435	30	450	28	420	30	450
11:00 PM	36	540	37	555	36	540	34	510	35	525	33	495	36	540
11:30 PM	41	615	43	645	41	615	38	570	40	600	39	585	41	615

FUENTE PROPIA

2.7.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo al cuadro se puede concluir que en la reserva de el Maldonado y la Saboya los tanques existentes son suficientes para el volumen de reserva requerido, por el contrario en El Carmen se evidencia la necesidad de construir otro tanque de iguales condiciones.
- No existe una macro medición constante, sino puntual por lo que, los caudales de agua tratada carecen en cierta manera de confiabilidad y algunas veces de exactitud
- Se recomienda colocar válvulas de altitud o flotadoras a las entradas de los tanques para evitar desbordamientos en los tanques principalmente a las horas de la madrugada
- La EMAPAR para racionar los consumos dentro de la demanda existente deberá completar la instalación de micros medidores y adoptar una tarifa real que cubra futuros costos de inversión, operación, y mantenimiento.
- Los tanques de reserva deberán contar con macro medidores con los cuales se pueda conocer con exactitud los volúmenes de agua en cada reserva

La medición de caudal ayudaría a la sectorización hidráulica de las redes permitiendo una medición continua de los caudales de agua que se suministraría a las mismas y/o cada sector y de esta forma poder calcular índices de ANC que se ajusten a la realidad de las redes

CAPITULO III

**Redes de Distribución, Pérdidas e Índice de Aguas no
Contabilizadas en la Ciudad de Riobamba.**

3 INTRODUCCION

El IANC que se tiene a nivel de redes de distribución se lo realiza en base al volumen proporcionado por la EMAPAR en función a las redes catastradas mensualmente totales y de una ruta (030201) la cual tiene un seguimiento continuo por lo que es una de las rutas que posee agua prácticamente las 24 horas.

3.1 METODOLOGIA

Se empezó por estimar la cantidad de agua en base a la demanda, y posteriormente se comprobó con el catastro de usuarios correspondiente a la ruta (030201) correspondiente a la red 3 ya que esta cuenta con la mayor cobertura de micromedidores instalados y, el servicio es continuo; en base a los consumos registrados y usuarios se procedió a determinar, los porcentajes por categorías para luego determinar un consumo medio promedio.

3.2 REDES DE DISTRIBUCION

Existen 3 redes que son servidas por sus respectivos tanques de reserva, adicionalmente existe una red 4 (Yaruquies) que es muy independiente ya que cuenta con su propia captación, conducción y tanque de reserva, La tabla 3.1 y 3.2, se describen las características principales de cada una de las redes:

TABLA 3.1: Características principales de las redes

RED	TANQUE RESERVA	ALTURA	COTA MIN DE SERVICIO	AREA
RED 1	EL CARMEN	2816,60	2805,00	525 ha
RED 2	LA SABOYA	2817,83	2730,00	566 ha
RED 3	MALDONADO	2789,55	2728,00	466 ha
YARUQUIES	YARUQUIES	2798,60	2786,00	56 ha

FUENTE EMAPAR

La tabla 3.2 indica los distintos tipos de tubería en cada una de las redes:

TABLA 3.2: Resumen de Tipo y longitudes de Tuberías

	RED 1 (m)	RED 2 (m)	RED 3 (m)	Yaruquiez	TOTAL	%
A.C.	20.357	77.376	62.764	11.028	171.525	70.70%
H.F.	-	4.000	4.730	-	8.730	3.60%
PVC	28.368	11.204	22.735	-	62.307	25.70%
TOTAL	48.725	92.580	90.229	11.028	242.562	100.00%

FUENTE EMAPAR

A continuación se detalla cada una de las redes:

- **Red 1**, corresponde a la zona norte o alta se abastece desde el tanque de reserva El Carmen ubicado 2816.60 msnm y abastece hasta la 2805. msnm , cubre un área total de 525 hectáreas ,está conformada por cinco distritos pitométricos (mallas principales). Esta red no presenta buenas condiciones de funcionamiento, y comparativamente con las demás, es la que peor servicio ofrece a sus usuarios. por las siguientes razones:

Falta de capacidad en la reserva

La falta de planificación a ocasionado que los usuarios realicen ampliaciones sin cumplir las normas mínimas de diseño, se dan casos que ciertas redes tienen presiones altas y bajas obligando a la manipulación de válvulas seccionadoras para poder cubrir especialmente los consumos y permitir que las zonas altas tengan servicio.

- **Red 2** corresponde a la zona centro o media, es la red más extensa, e incluye la zona central de la ciudad, con una extensión aproximada de 566 hectáreas. Se abastece desde la reserva de La Saboya ubicada en la cota 2817.83 msnm y abastece hasta la cota 2730. msnm. Esta subdividida en 11 distritos pitométricos. En general, el servicio es bueno en la actualidad, con la excepción de algunos barrios en los que se requiere realizar la reposición de tubería de asbesto cemento (A.C.)

- **Red 3** corresponde a la zona sur o baja, esta red se abastece desde la reserva Maldonado ubicado en la cota 2789.55 msnm y abastece hasta la cota 2728 msnm. Tiene un área de 466 hectáreas, cubierta por 6 distritos pitométricos. Debe notarse que, pese a que la extensión de esta red es menor a la red 1, sin embargo los caudales que demanda es mucho mayor debido a que en esta zona baja de la ciudad se encuentra localizado el Parque Industrial de Riobamba ya que el consumo de agua es de aproximadamente 6%. Esto justifica el mayor volumen de reserva que se tiene en este sector.

Adicionalmente se tiene la Red 4 conocida como zona Yaruquíes, esta red es la más pequeña de todas, es abastecida desde la reserva Yaruquíes y distribuye a la parroquia urbana del mismo nombre, actualmente se abastece básicamente de la producción del pozo de Yaruquíes-Pedregal. Ver **Anexo E** Esquema de redes

Como se puede deducir de la tabla mencionada, se tiene que en la ciudad de Riobamba la tubería de asbesto cemento (A.C.) es aun la mas utilizada, ocupando un 70 % del total de

tubería tendida a lo largo de las redes , pero hay que recalcar que la EMAPAR esta haciendo obras para remplazar estas tuberías de A.C. por tubería de PVC

Adicionalmente las redes cuentan con hidrantes de 3 y 4 pulgadas, los cuales se detallan en la tabla 3.3:

TABLA 3.3: Resumen de Hidrantes

Red	Hidrantes			
	Buen estado	Mal estado	Total	Requeridos
1	55	7	62	10
2	44	15	59	8
3	90	26	116	5
4	1	2	3	2
Total	190	50	240	25

FUENTE EMAPAR

Para cumplir con la normativa de SAPYSB de ubicación de hidrantes, se requiere instalar 25 hidrantes nuevos, las fallas que se tienen en los hidrantes se debe principalmente al mal uso y manipuleo de los mismos.

Físicamente las redes presentan problemas en su operación normal debido a fugas que se dan especialmente en la tubería de AC y presiones altas ocasionadas por urbanizaciones que cuentan con presiones superiores a los 40 mca por lo que las fugas se presentan a nivel de conexiones domiciliarias.

Desde el punto de vista de calidad de las aguas, prácticamente no cumplen con lo referente a la concentración mínima de cloro libre residual conforme se muestra en la tabla 3.4 la cual indica la presencia inclusive de coniformes lo que eventualmente pone en riesgo a la salud pública de la ciudad; haciéndose necesario que la EMAPAR implemente sistemas de desinfección a nivel de la planta y tanques de reserva.

TABLA 3.4: Resultados de análisis

Determinaciones	Unidades	Límites	Resultados
Cloro residual	mg/L	<1,0	0

Análisis Microbiológicos:

Determinaciones	Unidades	Límites	Resultados
Aerobios mesófilos	UFC/100mL	30	134
Coliformes totales	UFC/100mL	ausencia	7
Coliformes Fecales	UFC/100mL	ausencia	1

FUENTE EMAPAR

3.3 ANALISIS DE CONSUMO

Se ha utilizado datos de oferta y demanda correspondientes al año 2004 otorgados por la EMAPAR, en los cuales se muestran los consumos mensuales por categorías (Residencial, Comercial e Industrial) incluyéndose usuarios con y sin medidor.

La tabla 3.5 muestra los consumos por categorías durante un año y corresponde al 90% de la cobertura de agua potable:

TABLA 3.5: Consumos mensuales de agua potable por categorías año 2004

	RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL		TOTAL CONSUMO	
	CLTE	CSMO m3	CLTE	CSMO m3	CLTE	CSMO m3	CLTE	CSMO m3
ENERO	26085	672040	4012	178125	1012	40985	31109	891150
FEBRERO	26034	613568	4098	149873	1021	41542	31153	804983
MARZO	25940	614583	4255	148524	1058	44191	31253	807298
ABRIL	25929	642215	4289	154973	1069	47985	31287	845173
MAYO	25930	788829	4350	199655	1060	53197	31340	1041681
JUNIO	25889	858037	4395	224974	1085	59015	31369	1142026
JULIO	25878	815881	4426	212452	1106	61237	31410	1089570
AGOSTO	25865	777507	4459	193007	1149	45869	31473	1016383
SEPTIEMBRE	25862	877285	4465	209379	1158	68799	31485	1155463
OCTUBRE	25870	817896	4479	197747	1168	42836	31517	1058479
NOVIEMBRE	25890	860537	4497	228841	1198	64015	31585	1153393
DICIEMBRE	25881	795326	4505	189786	1205	89954	31591	1075066
TOTAL PROM	25921	761142	4353	190611	1107	54969	31381	1006722

FUENTE EMAPAR

Los grafico 3.1 hasta 3.4 muestran la relación de clientes vs. consumo registrado el período analizado para cada una de las categorías

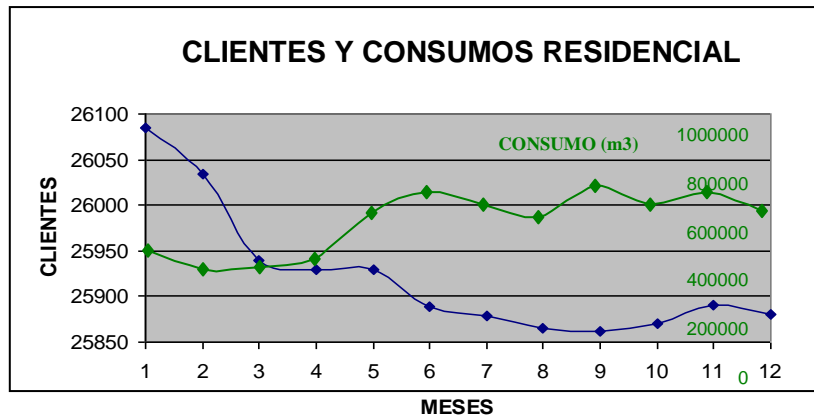


GRAFICO 3.1: Clientes Y Consumos Residencial Año 2004

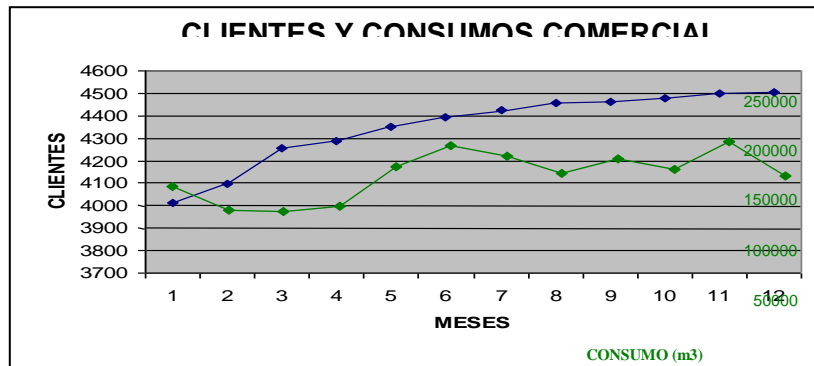


GRAFICO 3.2: Clientes Y Consumos Comercial año 2004

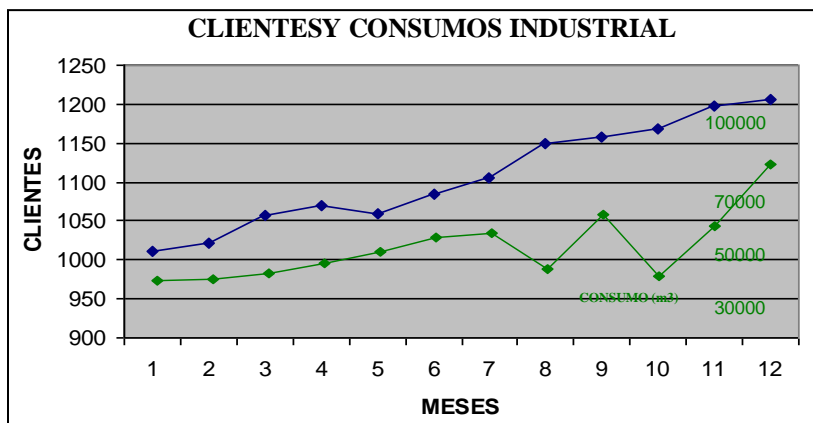
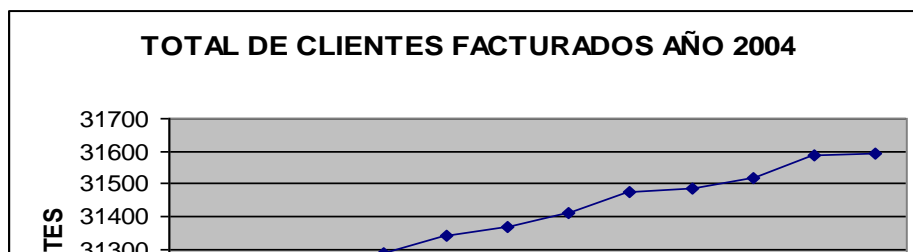


GRAFICO 3.3: Clientes Y Consumos Industrial año 2004



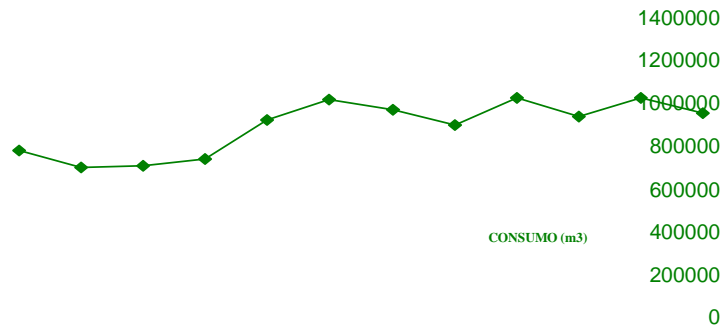


GRAFICO 3.2: Total Clientes y Consumos año 2004

Del análisis de clientes se puede concluir que tomando en cuenta los consumos totales correspondientes a las categorías, la curva de consumo a partir del sexto mes, presenta una ocurrencia a estabilizar el consumo a pesar de que se tiene un incremento en las conexiones domiciliarias. Esta curva da entender que la ciudadanía con la colocación de micromedidores está haciendo un mejor uso del agua por lo que la tendencia de consumos medios diarios irán disminuyendo.

La categoría residencial muestra un descenso en sus usuarios debido a que la EMAPAR, ha categorizado como conexión comercial a la mayoría de las conexiones de la red 2 correspondiente al centro histórico razón por la cual una casa de vivienda que tiene su pequeño comercio ha pasado a la categoría de comercial y que conforme al gráfico 3.2 el incremento de estas es de 7 % durante todo el año.

Las dotaciones y porcentajes de servicio por categorías se indican en la tabla 3.6 y grafico 3.5

TABLA 3.6: Dotación durante el año 2004

	RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL		TOTAL	
	%	Dotación Lt /hab/dia	%	Dotación Lt /hab/dia	%	Dotación Lt /hab/dia	%	Dotación Lt /hab/dia
ENERO	75.41	185	19.99	49	4.60	11	100.00	245
FEBRERO	76.22	169	18.62	41	5.16	11	100.00	222
MARZO	76.13	170	18.40	41	5.47	12	100.00	223
ABRIL	75.99	178	18.34	43	5.68	13	100.00	234
MAYO	75.73	218	19.17	55	5.11	15	100.00	288
JUNIO	75.13	238	19.70	62	5.17	16	100.00	316
JULIO	74.88	226	19.50	59	5.62	17	100.00	302
AGOSTO	76.50	215	18.99	53	4.51	13	100.00	282
SEPTIEMBRE	75.92	243	18.12	58	5.95	19	100.00	320
OCTUBRE	77.27	227	18.68	55	4.05	12	100.00	293
NOVIEMBRE	74.61	238	19.84	63	5.55	18	100.00	319
DICIEMBRE	73.98	220	17.65	53	8.37	25	100.00	298
TOTAL PROM	75.61	210	18.93	53	5.46	15	100.00	278

FUENTE Propia

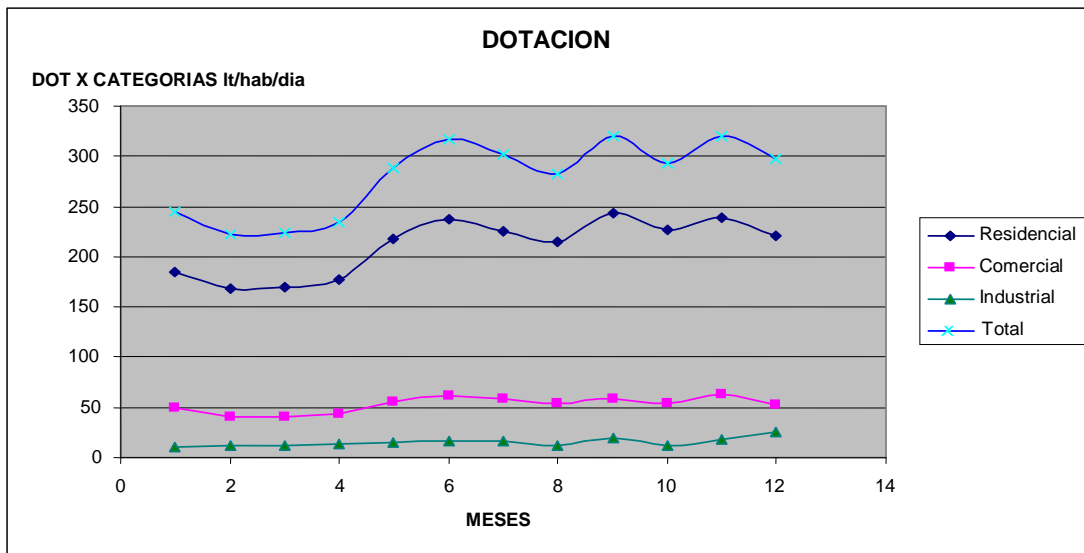


GRAFICO 3.5: Dotación durante el año 2004

De la tabla se desprende que los consumos comerciales e industriales presentan una incidencia alta si se las compara con ciudades intermedias, lo cual puede generar una distorsión en la dotación ponderada la que se vería incrementada por la falta de medidas

de caudales tomados a la salida de los tanques de reserva por cuanto no cuentan con macro medidores y las lecturas de los micro medidores al no tener un personal especializado muchas de ellas son estimadas.

La dotación promedio que se obtiene para la ciudad de Riobamba, debemos tomar la información de la Categoría Residencial, que además de representar casi el 83% del número total de conexiones, es el perfil que más se apega al del consumidor típico y también hay que tener en cuenta que, se debe incrementar un porcentaje debido a que existen otras categorías como comercial e industrial, que no poseen muchas conexiones pero sin embargo tienen un consumo de agua considerable.

La tabla 3.7 nos detalla en forma clara la dotación tomando en cuenta primero solo las residenciales, luego las residenciales mas las comerciales y finalmente, la residencial mas la comercial y mas la industrial, para de esta manera sacar una dotación real promedio para la ciudad de Riobamba

TABLA 3.7: Dotación promedio por categorías

	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	TOTAL
Conexiones	25921	4352	1107	31380
Consumo (m3)	761142	190611	54968	1006721
%	75.61	18.93	5.46	100.00
Dotación lt/hab/día	210	53	15	278

FUENTE PROPIA

Así tenemos que la dotación promedio para Riobamba es de 278 lt / hab / día de la cual, el 75.61% corresponde a la categoría residencial con un consumo medio de 210 l/hab*d;

la comercial cubre el 18.93 % de los consumos y un per cápita de 53 lt / hab / día; la industrial representa el 5.46 % e incrementa al consumo medio diario en 15 lt / hab / día.

La dotación obtenida si se la compara son superiores en alrededor un 21 % a las adoptadas por las normas de la SAPYSB.

Estas dotaciones se deben a;

- Deficiencias que presenta el sistema de agua potable de la ciudad de Riobamba, es precisamente los consumos producidas especialmente por, conexiones clandestinas, conexiones directas a las redes, cuentas dobles, etc.
- Errores de medición
- Tarifas sumamente bajas

Adicionalmente, se ejecuta Para la recopilación de datos se ubico la ruta 030201 (red 3 distrito 02 y ruta 1) , de la ciudad de Riobamba la cual comprende las siguientes calles indicadas en la tabla 3.8 y grafico 3.6: mayor información catastral **Anexo F** y **Anexo G** de distritos y ruta 030201

TABLA 3.8: Ruta 030201

CALLES PRINCIPALES	CALLES SECUNDARIAS
JUNIN	EUGENIO ESPEJO
ARGENTINOS	5 DE JUNIO
JOSE DE OROZCO	TARQUI
JOSE VELOZ	JUAN DE VELASCO
	MARIANA DE JESUS

FUENTE PROPIA



GRAFICO 3.6: Ruta 030201.

FUENTE EMAPAR

Los datos de esta ruta corresponden a los meses Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre.

La tabla 3.9 y grafico 3.7 muestra los consumos tanto de la categoría residencial y, comercial de la ruta (030201), que se toman en cuenta para el cálculo de la dotación.

TABLA 3.9: Consumos Ruta 030201

		CONSUMO (m3) consumos residenciales						
RUTA	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	TOTAL	PROM.(m3)	
Residencial	3811	3189	3859	3174	3417	17450	3490	
Comercial	574	524	627	456	419	2600	520	

FUENTE EMAPAR

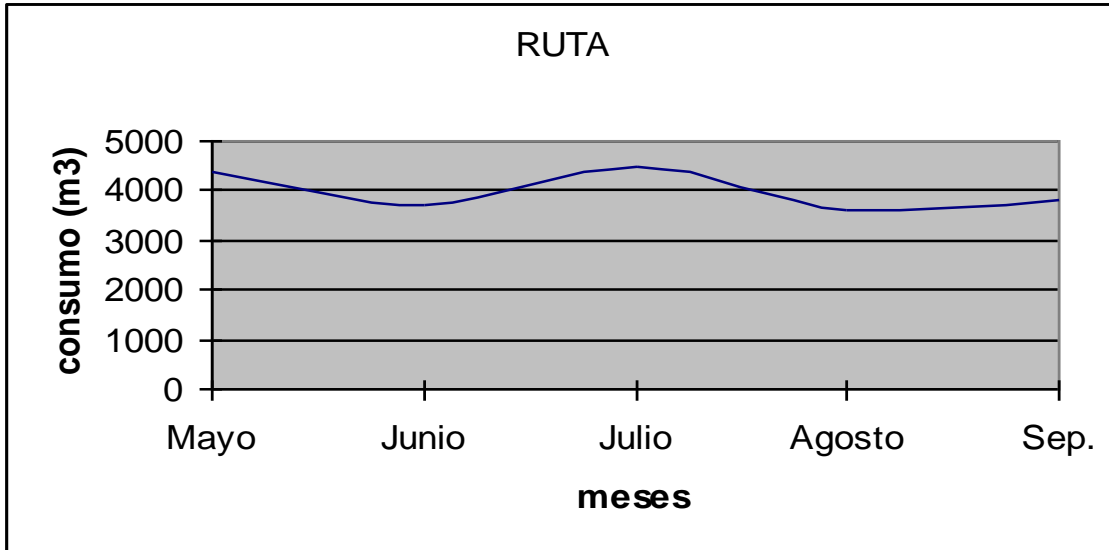


GRÁFICO 3.7: Ruta 030201.

Con la finalidad de saber cuantas personas habitan por casa se realizo un levantamiento catastral de toda la ruta para obtener el número de usuarios por conexión habiéndose llegado a estimar 4.5 hab/conexión; el formato utilizado fue proporcionado por la EMAPAR como resultado se obtuvo los datos mostrados en el **Anexo F**.

El promedio de consumo de los meses presentados en la tabla 1 es de 4010m³ con una tendencia decreciente, según el catastro realizado en la ruta 030201 existen alrededor de 102 conexiones, con lo cual podremos sacar un consumo real en l/hab/día:

La tabla 3.10 permite determinar la dotación en esta ruta la cual es de 319 l/hab/día

TABLA 3.10: Dotación Ruta 030201

	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	TOTAL
Conexiones	90	12	0	102
Consumo (m³)	3490	520	0	4010
%	87.03	12.97	0.00	100.00
Dotación lt/hab/día	278	41	0	319

FUENTE PROPIA

Comparando con la dotaciones obtenidas para todo el sistema de agua potable, se puede decir que esta última es un tanto mayor y esto se debe fundamentalmente a que en esta ruta se concentran varios sectores públicos y colegios, lo cual puede distorsionar la dotación neta de la ciudad.

Con los condicionamientos indicados el presente estudio considera para la ciudad de Riobamba una dotación de 275 l/hab/día, haciéndose hincapié que esta dotación asumida se encuentra por encima de la que la ciudad debe tener y que, conforme a los datos realizados se puede deducir que en los últimos seis meses la tendencia es a disminuir la dotación debido primordialmente a la colocación de micro medidores, una mejor calidad en las lecturas ya que se prevé una disminución en los consumos estimados.

3.4 LECTURAS DE MICROMEDIDORES

El Centro de Cómputo de la EMAPAR cuenta con una matriz de procesos para la toma de lecturas que comprenden elaboración, toma de lecturas y tiempo de las mismas como se detalla en la tabla 3.11:

TABLA 3.11: Matriz procesos de lecturas.

Nº	TAREAS	T (min)	OBSERVACIONES
1	LECTURAS		De todos los usuarios
1.1	Generación de Hoja de Lecturas	720	
1.2	Entrega lecturas a Lectores	15	
1.3	Traslado al lugar donde debe ejecutar las lecturas	15	

1.4	Toma de la lectura	14400	
1.5	Entrega de Lecturas tomadas al Centro de computo	10	
TOTALES		15160	

FUENTE EMAPAR

Las lecturas cuyo detalle de casas con medidores y sin medidores a lo largo de un año se las demuestran en la tabla 3.12 y gráficos 3.8 :

TABLA 3.12: lecturas año 2004

	CATASTRADOS UNIDADES			
	Cn Med Cat.	%	Sin Medidor	%
ENERO	17,407	55,95	13,702	44,05
FEBRERO	18,749	60,18	12,404	39,82
MARZO	18,806	60,17	12,447	39,83
ABRIL	19,315	61,73	11,972	38,27
MAYO	19,311	61,62	12,029	38,38
JUNIO	19,494	62,14	11,875	37,86
JULIO	19,784	62,99	11,626	37,01
AGOSTO	19,773	62,83	11,700	37,17
SEPTIEMBRE	19,909	63,23	11,576	36,77
OCTUBRE	20,283	64,36	11,234	35,64
NOVIEMBRE	20,347	64,42	11,238	35,58
DICIEMBRE	20,186	63,90	11,405	36,10
TOTAL PROMEDIO	19,447	61,97	11,934	38,03

FUENTE EMAPAR PROPIA

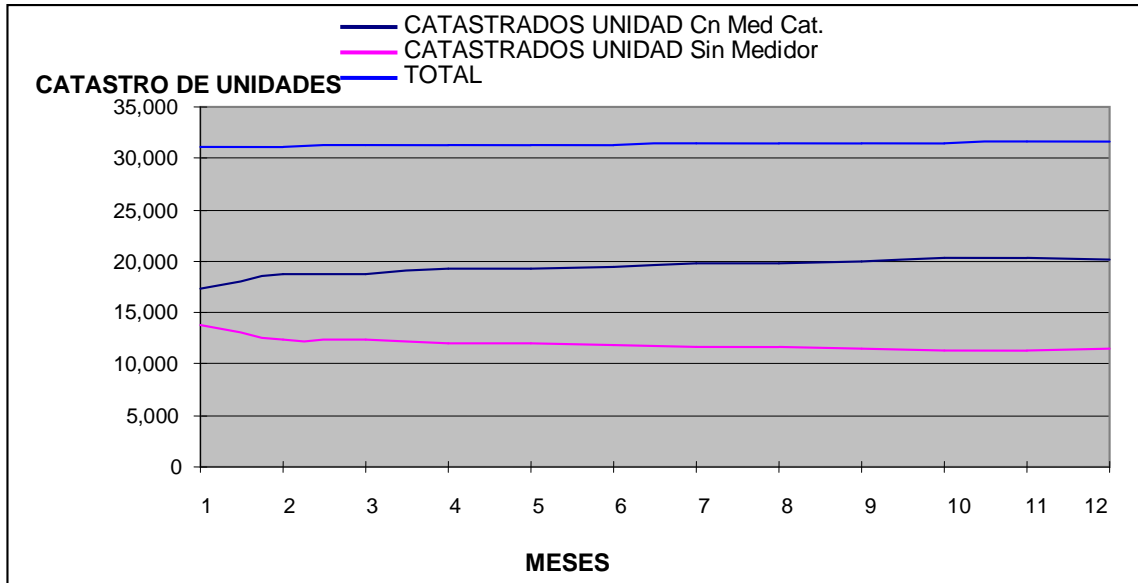


GRÁFICO 3.8: Unidades Catastradas

Debido a la campaña que lleva la EMAPAR se puede determinar que el numero de usuarios que no tienen medidor esta disminuyendo cada vez mas esto se debe a que actualmente el objetivo de la empresa es de que cada conexión cuente con su micro medidor y, adicionalmente dentro del modelo de gestión de la empresa esta cuenta con un departamento de comercialización la cual a tomado a cargo la lectura de los mismos.

La lectura de los micros medidores se la ejecuta en función a las rutas que al momento se encuentran complementándose.

Los datos presentan cierto grado de incertidumbre ya que no existe una macromedición y en la lectura de los micromedidores, actualmente se están realizando lecturas estimadas alrededor de 30.03 % lo cual es alto. Se debe establecer que la EMAPAR recién desde el año 2003 se encuentra en el proceso de instalar micro medidores y de mejorar su sistema comercial especialmente en lo que se refiere a la

adopción de una tarifa que cubra los costos de operación, mantenimiento, reposición y futuras nuevas inversiones.

3.5 ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA

IANC: Índice de Agua No Contabilizada

$$\text{IANC} = [\text{V.prod} - (\text{V.medido} + \text{V.estimado})] / \text{V.prod}$$

El índice de agua no contabilizada entonces, es la diferencia entre el volumen producido o distribuido con el volumen facturado.

Existen principalmente dos tipos de pérdidas:

Pérdidas físicas: Es la diferencia entre el caudal producido y el caudal entregado

Pérdidas comerciales: Es la diferencia entre el caudal entregado y el caudal facturado.

3.5.1 VOLUMEN PRODUCIDO:

Teniendo el promedio de caudales en la planta de tratamiento Aereadores, calculamos la cantidad de agua en m³ que produce en un mes, como los aforos se realizaron en el mes de marzo calcularemos el volumen para dicho mes:

Planta de tratamiento = 442.05 l/s

Marzo = 31 días.

Día = 24*60*60 = 86400 s

M³ = 1000 l

$$V.\text{prod} = \frac{(442.05)l}{s} \times \frac{86400s}{1\text{día}} \times \frac{31\text{días}}{1\text{mes}} \times \frac{1m^3}{1000l} = 1183986,72m^3 / \text{mes}$$

$$V.\text{prod} = 1183986.72m^3/\text{mes}$$

3.5.2 VOLUMEN MEDIDO:

El volumen medido es el consumo durante un mes específico en m3 de toda la ciudad; se escogió el mes de marzo puesto que en ese mes se realizaron los aforos en los diferentes componentes del sistema de agua potable, como se detalla en la tabla 3.13:

TABLA 3.13: Consumo del mes de Marzo

RESUMEN CONSUMO MARZO 2005			
Catastrados			31 658
LECTURAS			
Correctas			20 020
Incorrectas			703
POR RUTAS			
	Clientes	Consumos	M3 / cliente
Red 01	3 389	60.779	22.47
Red 02	9 876	301.915	37.96
Red 03	9 748	283.285	36.06
Red 04	554	13.675	30.77
Otros	8 091	345 725	
Total	31 658	1 165 328	

FUENTE EMAPAR

$$V.\text{medido} = \text{Red 01} + \text{Red 02} + \text{Red 03} + \text{Red 04}$$

$$\mathbf{V.medido = 660.646 m^3 / mes}$$

3.5.3 VOLUMEN ESTIMADO:

La EMAPAR ha impuesto un consumo estimado por acometida de 42 m³ /mes, que corresponden a una familia promedio de 5 habitantes, este valor solo se aplica a clientes que tienen conexiones directas es decir personas que no tienen medidor.

La dotación que se estima como base para el cálculo de 42m³ es de 280 l/h/d, así como se demuestra en el cálculo siguiente:

$$\text{Dotación} = 280 \text{ l/h/d}$$

$$\text{Mes} = 30 \text{ días promedio}$$

$$\# \text{ de h x acometida} = 5 \text{ h}$$

$$\text{Clientes con cuentas directas} = 8091$$

$$\text{V. estimado} = \frac{280l}{hxdía} \times \frac{30días}{1mes} \times \frac{1m^3}{1000l} \times 5h = 42m^3 / mes$$

$$\mathbf{V. estimado = 42 m^3 /mes \times 8091 = 339822m^3/mes}$$

$$\mathbf{V. estimado = 339822 m^3/mes}$$

Una vez obtenidos todas las incógnitas de la ecuación procedemos a calcular el IANC:

$$\text{IANC} = \frac{[1183986.72 - (660646 + 339822)]}{1183986.72}$$

$$\text{IANC} = 0.1550$$

$$\mathbf{IANC = 15.50\%}$$

3.5.4 PERDIDAS FÍSICAS

Es la diferencia entre el volumen producido y el volumen entregado dividido para el volumen producido, expresado en porcentaje

Volumen entregado = 953109.30 m³/mes

Volumen producido = 1183986.72 m³/mes

%Perdidas físicas es = (Vol. Producido - Vol. Entregado)/Vol. Producido

%Perdidas = (1183986.72 - 953109) / 1183986.72

%Perdidas = 19.50 %

En la tabla 3.14 se detalla una desagregación de los principales componentes del ANC, siendo las principal causa las pérdidas físicas causadas por las fugas no visibles en la red, es decir son fugas que se encuentran en el interior de los domicilios, a causa del mal uso del líquido.

Otra de los componentes es la los errores ocasionados por la falta de precisión en la lectura de los medidores, por lo que se recomienda tener un buen plan de capacitación de personal que se encarga de realizar las lecturas en los medidores.

Como se menciona en el capítulo anterior en lo referente a tanques de reserva es necesario automatizar los mismos para evitar desbordes en las reservas.

TABLA 3.14: Desagregación componentes de ANC

Promedio de Desagregación de Componentes de ANC			
Perdidas Físicas	%	Perdidas Comerciales	%
Fugas visibles en la red	6	Subfacturación micromedidores	0

Fugas no visibles en la red	4	Conexiones clandestinas	0.8
Desbordes en tanques	2.5	Derivaciones clandestinas	2.7
Consumos operacionales	0.5	Usos clandestinos en la red	2
Errores de precisión	6.5	Errores de precisión micromedidores	10
Total	19.50		15.50

De la tabla 3.14 se puede deducir que existen más pérdidas físicas que comerciales, la principal causa son las fugas no visibles, esto significa las fugas que se producen principalmente dentro de las de los hogares, otra causa son los desbordes en los tanques de reserva razón por la cual en el capítulo anterior se recomendó la automatización de los mismos ya que por el momento es un operador el que está encargado de manejar manualmente las válvulas, eso causa que en horas de la madrugada especialmente existan desbordes en los tanques de reserva.

La desagregación por componentes de ANC se la realizó en conjunto con los técnicos de la EMAPAR para lo cual se recopiló información como son:

- Tiempos estimados de reparación en tuberías principales y secundarias.
- Observaciones al estado de conexiones domiciliarias.
- Deficiencias en el sistema de lecturas (corrección de las mismas, entre otras).

3.6 DIAGNOSTICO FINANCIERO

En la tabla 3.15 que sigue, se presenta un resumen de la composición financiera y algunos datos importantes de los servicios de agua potable y alcantarillado del Gobierno Municipal de Riobamba, tomados de las liquidaciones presupuestarias de los años completos 2000, 2001, 2002 y 2003., en los cuales el servicios de agua potable y alcantarillado se encontraban integrados en el mismo programa presupuestario, y sobre los cuales se realizaron las respectivas proyecciones financieras para la formulación de alternativas de creación de la empresa de agua potable y alcantarillado (EMAPAR) ya que, anteriormente funcionaba como una dirección el Municipio (DAPAM).

TABLA 3.15: Estado de Ingresos y Egresos de Agua Potable y Alcantarillado³
(En dólares corrientes)

INGRESOS	2000	2001	2002	2003
Tasas por servicio de agua	44.509,00	121.618,00	321.318,76	801.816.64
Conexión y reconexión	19.352,00	33.494,00	32.820,72	45.908.96
Venta de materiales y accesorios	30.292,00	9.080,00	6.546,20	8.800
Suministros	132.667,00	284.808,00	281.951,84	376.112.99
Planilla telefónica 10% Agua	158.009,00	250.343,00	410.523,10	489.271,09
TOTAL AGUA POTABLE	384.829,00	699.343,00	1'053.160,62	1'721.909.6
Tasa por servicio de alcantarillado	62.998,00	171.710,00	170.900,67	526.160
Conexión y reconexión	1.425,00	3.186,00	11.228,31	15.769.35
TOTAL ALCANTARILLADO	64.423,00	174.896,00	182.128,98	541.929.35
TOTAL AGUA Y ALCANTARILLADO	449.252,00	874.239,00	1.235.289,60	2'263.838.9
EGRESOS				
Gastos personal	136.141,26	207.236,23	284.684,00	390.089.60
Servicios	42.744,62	103.041,06	152.504,86	194.885.92

³ Cabe indicar que existe diferencia entre la información que consta en la cédula presupuestaria del 2003 y la información proporcionada por concepto de recaudación mes a mes en la DAPAM. Para efectos del análisis se utilizó la información de las liquidaciones presupuestarias.

Suministros y materiales	871,97	1.257,30	6.076,58	7.441,02
Bienes muebles	2926,2	1203,56	76.471,49	68.884,25
Operación del sistema de agua	27.670,31	48.690,11	106.471,49	88.728,60
Inversión	357.763,70	841.825,59	273.317,46	356.427,25
Servicio de la deuda	146.805,03	197.652,59	511.990,06	607.178,65
TOTAL EGRESOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	714.923,09	1.400.906,3	1.411.515,9	1.620.495,62
Déficit o superávit de agua potable	- 265.671,09	- 701.563	-176.263	643.343,71
% del déficit o superávit	-37%	-50%	-12,48%	40%

Fuente: Liquidaciones presupuestarias 2000, 2001, 2002, 2003.

Como se puede observar la DAPAM presentaba un déficit financiero entre el 12,48% y el 50%, es decir que las tasas que se cobraba por los servicios no alcanzaban a cubrir los costos de administración, operación y mantenimiento, debido a que prácticamente no se cobraba el servicio. En el año 2003, recién se adoptó una tarifa básica nominal a USD 0,03 por m³

Evidentemente este superávit financiero implicaba que el servicio funcionaba en forma irregular, situación que se agravaba debido a que, no existía una autonomía financiera que tienda a satisfacer necesidades de inversión, de operación y mantenimiento razón por la cual, se hizo necesario constituir la EMAPAR la cual tiene cierta independencia en el manejo de recursos los cuales se generan a través de un pliego tarifario.

El costo promedio por metro cúbico que actualmente la EMAPAR esta facturando toma en cuenta la depreciación de los últimos años, asciende a USD 0,10.

Las tarifas de alcantarillado están destinadas a la recuperación de los costos por acometidas y mantenimiento, aunque no existe un estudio formal que sustente el porcentaje que se está cobrando.

El departamento financiero esta conformado de las siguientes secciones:

- ◆ Contabilidad.- El sistema de contabilidad se encuentra centralizado en la unidad de contabilidad, que depende de la Dirección Financiera del Municipio. Internamente la EMAPAR cuenta con un empleado responsable de contabilidad y otro dedicado a elaborar el presupuesto; llevan el registro de ingresos y gastos. Se mantienen dos programas presupuestarios específicos para el registro del movimiento financiero de los servicios de agua potable y alcantarillado.
- ◆ Tesorería.- Tanto los Ingresos como los pagos que se refieren a los servicios de agua potable y alcantarillado se los realiza en el área de recaudación de la EMAPAR.
- ◆ Facturación.- El proceso de facturación se inicia con la impresión mensual de los títulos de crédito en la Dirección de los sistemas de Agua y alcantarillado, los mismos que son revisados y registrados en la Sección de Rentas y enviados a la sección de tesorería para su recaudación.
- ◆ Recaudación.- Existen 4 ventanillas destinadas al cobro del servicio de agua potable y alcantarillado, las 3 de las cuales se encuentran ubicadas en las oficinas de la EMAPAR y la otra está ubicada en el Terminal terrestre con el objeto de dar facilidades de pago a los usuarios que viven al norte-centro de la ciudad.

El proceso de facturación se hace de acuerdo al numero de catastros hechos por cada mes, en este cierre se incluyen los usuarios que tienen y no tienen medidor, la tabla 3.16 y los gráficos 3.9 al 3.11, indica las lecturas tomadas en el año 2004, donde se indican el numero de clientes catastrados y facturados por cada mes del año

TABLA 3.16: Lecturas año 2004

FACTURACIÓN

CLIENTES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Catastrados	31109	31153	31253	31287	31340	31369	31410	31473	31485	31517	31585	31591
Facturados	31095	31139	31238	31273	30930	30959	30998	31061	31089	31123	31200	31207
Suspendidos	14	14	15	14	410	410	412	412	396	394	385	384
VALORES												
Planillas	163594.2	153061.2	151991.8	156273.3	144848.4	156208.3	149435.5	142460.5	157837	147150.9	159306.3	150471.4
Solicitudes	9910.34	10914.78	17999.67	10262.69	9263.58	13235.87	16786.07	9866.94	9160.22	14101.92	9977.32	12684.29
Total	173505	163976	169991	166536	154112	169444	166222	152327	166997	161253	169284	163156

RECAUDACIÓN

Planillas	134738.3	109672.7	177869	122848.1	137548.6	137543.8	145191.1	152861.1	133924.9	143841.1	128438.8	139762.8
Solicitudes	9910.34	10914.78	17999.67	10262.69	9263.58	13235.87	16786.07	9866.94	9160.22	14101.92	9977.32	12684.29
Total	144649	120587	195869	133111	146812	150780	161977	162728	143085	157943	138416	152447

CARTERA VENCIDA

Planillas	603449.6	659056.3	637613.1	667392.9	656197.5	666615.9	680102.1	680817.8	690608.2	707326.4	729123	749674.3
Solicitudes	251.11	251.11	251.11	251.11	251.11	251.11	251.11	251.11	251.11	251.11	251.11	251.11
Total	603701	659307	637864	667644	656449	666867	680353	681069	690859	707577	729374	749925

FUENTE EMAPAR

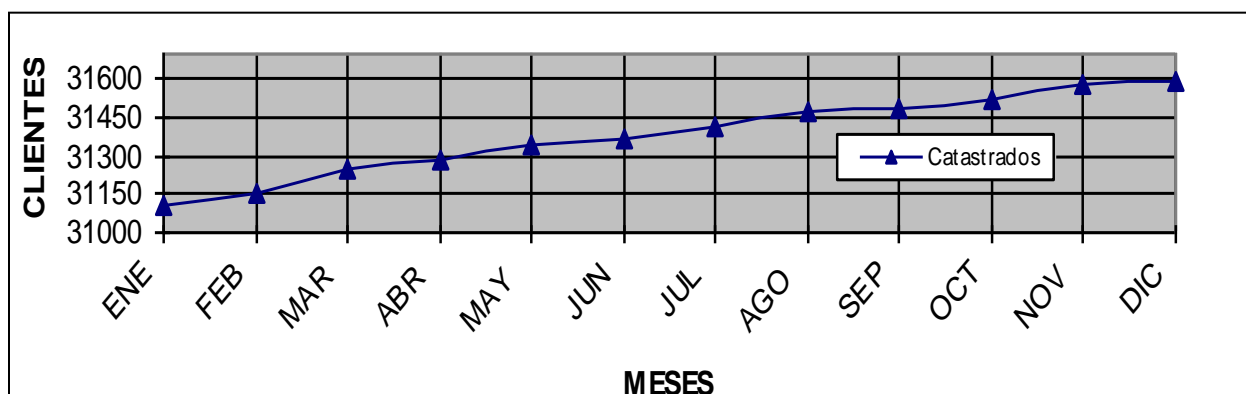


GRÁFICO 3.9: Medidores catastrados año 2004

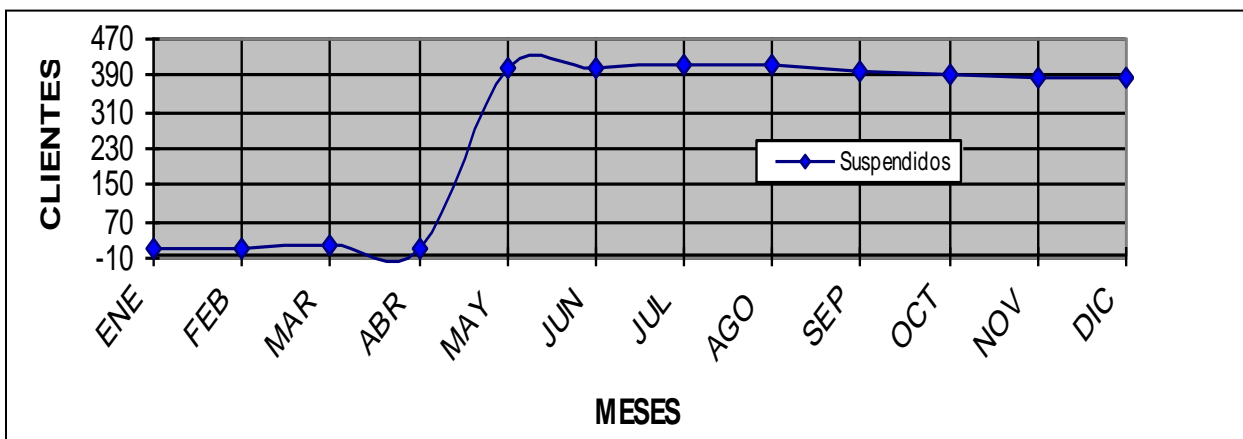


GRÁFICO 3.10: Medidores suspendidos año 2004

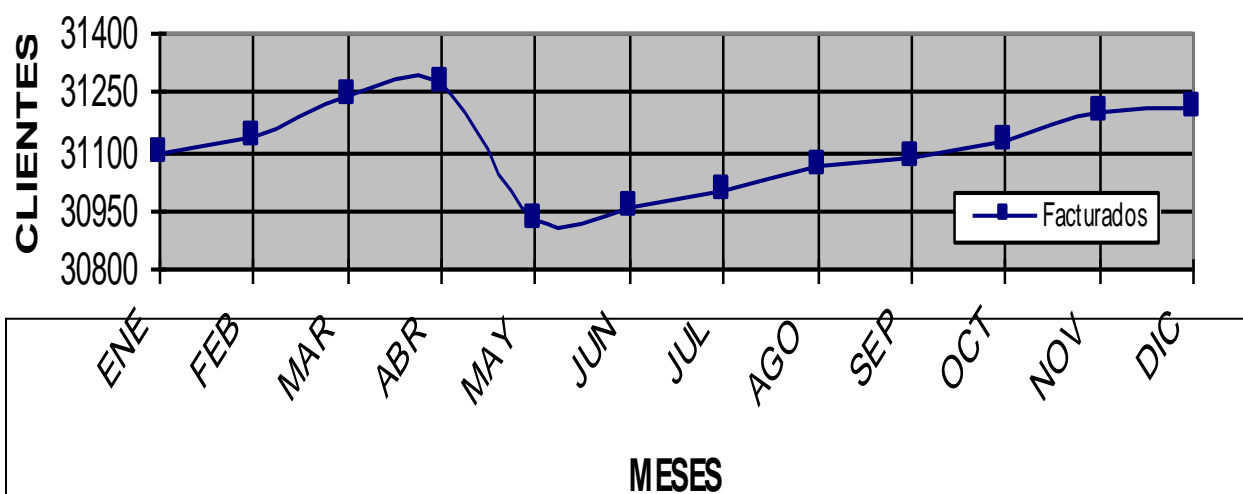


GRÁFICO 3.11: Medidores facturados año 2004

3.7 ANALISIS TARIFARIO – FINANCIERO

El sistema de comercialización del agua potable de la ciudad de Riobamba, está regido por un pliego tarifario en el que los usuarios se encuentran diferenciados por categoría de

uso; cada categoría tiene un costo propio si está dentro del rango básico de consumo que son hasta 20 m³, de allí en adelante se va aumentando progresivamente dependiendo del volumen consumido por cada usuario.

Hay cuatro categorías de usuarios: Residencial R1 (3ra edad), Residencial R2, comercial e industrial. La carta de pago del agua potable incluye otros rubros, que están obligados a pagar los usuarios, éstos son: costo del agua potable propiamente dicha, mantenimiento de la captación de Llí, alcantarillado, costos de emisión, mantenimiento en catastro y un valor por el servicio de recolección de basura; valor éste que únicamente se cobra a los usuarios del servicio Residencial R2 y R1. , como se indica en la foto 3.1 :

ILLUSTRE MUNICIPIO DE RIOBAMBA		RUC: 0002200000001	
MATRIZ: Votor SN y 3 de Junio TEL: 94012 - Fax: 94013		CONTRAVENITE ESPECIAL: Resolución No. 240 del 20-05-2002	
SUCURSAL: Chile SN y Av. Juan Páez Pando RIOBAMBA - ECUADOR		FACTURA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	
		006-001 0246817	
		Autorización SPH No.: 1654299191	
CEDULA	CLAVE CATASTRAL	RUC:	
0500576340	04123300300		
RUTA	SECUENCIA	MEDIDOR	TARIFA
1-3-70	13500	DIRECTO	DR
NOMBRE			T. ABONADO
CHAVEZ COLCHA MARIA ANTONIA			3
CUENTA	DIRECCION	F. PAGO	
3176	EL RETAMAL ATAHUALPA	12/09/2003	
LECT. ANTERIOR	LECT. ACTUAL	CONSUMO	FECHA EMISION
0	0	0	AGO.-2003
CONCEPTO		VALOR	
CONSUMOS AGUA POTABLE		1.62	
ALCANTARILLADO		1.17	
MANTENIMIENTO LLIO		0.84	
COSTO EMISION		0.20	
RECOLECCION DE BASURA /94		0.50	
MANTENIMIENTO EN CATASTRO		0.20	
RECAUDADOR JORGE B			
VALIDO PARA SU EMISION -HASTA FIN DEL 2004		Total Gravado IVA Tarifa 0%	4.58
- ADQUIRENTE -		Total Gravado IVA Tarifa %	
		Importe del Iva	
		TOTAL FACTURA	4.58

Foto 3.1: Foto de una Factura

La Tabla 3.17 muestra un resumen del pliego tarifario vigente, se han tomado únicamente los valores correspondientes a la tarifa básica, el resto de valores para usuarios sobre los 20 m³, no han sido incluidos en la mencionada tabla 3.17.

TABLA 3.17: PLIEGO TARIFARIO VIGENTE

Categoría de usuario	Rangos de consumo (básico) 20 m ³	Costo (\$)						
		Agua potable	Manten. Llio	Alcant	Costo de emisión	Recol. Basura	Mant. Catastro	Total
Residencial R1	0 – 20	0.38	0.19	0.27	0.20	0.53	0.20	1.77
Residencial R2	0 – 20	0.75	0.38	0.53	0.20	0.53	0.20	2.59
Comercial	0 - 20	0.90	0.45	0.63	0.20	0.00	0.20	2.38
Industrial	0 – 20	1.05	0.53	0.74	0.20	0.00	0.20	2.72

FUENTE EMAPAR

La factura que recibe el cliente incluye, además del consumo de agua potable los siguientes rubros:

Alcantarillado: que corresponde a 70% del consumo de agua potable para todas las categorías.

Mantenimiento Llíó: que corresponde a 50% del consumo de agua potable para todas las categorías y sirve principalmente para pagar el consumo de energía eléctrica de los pozos de Llíó.

Costo Emisión: que corresponde a un valor de USD 0.20 y sirve para cubrir los costos administrativos de la emisión de la factura.

Recolección de Basura: que corresponde a un valor de USD 0.53, que se cobra solamente a la categoría residencial 2 y residencial 1 (Tercera edad). Estos ingresos pertenecen al municipio y sólo se actúa como recaudador de dicho rubro. Este valor se incrementó en enero de 2004 por una nueva Resolución Administrativa de USD 0.50 a USD 0.53.

Mantenimiento en catastro: que corresponde a un valor de USD 0.20 para todas las categorías.

El cobro mínimo para todas las categorías es el equivalente a un consumo de 20 m³, y las tarifas se van incrementando un 10% cada 20 m³ sin que exista un tope. Este nuevo valor afecta solamente al volumen que está en ese rango. Se presenta a continuación la tabla 3.18 con las tarifas que considera estos rangos de consumo.

TABLA 3.18: TARIFAS POR RANGOS DE CONSUMO

CONSUMO m3	COSTO (\$)			
	RESIDENCIAL R1	RESIDENCIAL R2	COMERCIAL	INDUSTRIAL
21-40	3.60	4.41	4.57	5.27
42	3.79	4.61	4.80	5.55
41-60	5.58	6.39	6.94	8.04
61-80	7.71	8.54	9.51	11.05
81-100	10.02	10.86	12.28	14.29
101-120	12.50	13.32	15.26	17.74
121-140	15.14	15.96	18.43	21.44
141-160	17.95	18.78	21.79	25.38
161-180	20.91	21.74	25.35	29.53
181-200	24.06	24.87	29.12	33.92
201-250	32.73	33.54	39.52	46.06
251-300	42.23	43.04	50.90	59.34
301-350	52.54	53.36	63.28	73.78
351-400	63.68	64.50	76.64	89.37
401-450	75.64	76.47	91	106.13
451-500	88.44	89.27	106.34	124.04
501-1000	257.62	258.45	309.28	360.88
1001-2000	595.98	596.81	715.18	834.54
2001-3000	934.34	935.17	1121.08	1308.20

La tabla 3.19 indica el costo de planilla por consumo y costo promedio por m³ consumido, donde se incluyen todos los valores relacionados al servicio de agua potable y alcantarillado, excluyendo el valor de recolección de basura.

TABLA 3.19: COSTO POR PLANILLAS Y PROMEDIOS POR M³ DE CONSUMO

m ³	COSTO DE PLANILLA POR CONSUMO			COSTO PROMEDIO POR M ³ CONSUMIDO		
	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL
1	2.050	2.380	2.710	2.050	2.380	2.710
5	2.050	2.380	2.710	0.410	0.476	0.542
10	2.050	2.380	2.710	0.205	0.238	0.271
15	2.050	2.380	2.710	0.137	0.159	0.181
20	2.050	2.380	2.710	0.103	0.119	0.136
30	2.958	3.469	3.981	0.099	0.116	0.133
40	3.865	4.558	5.251	0.097	0.114	0.131
50	4.855	5.746	6.637	0.097	0.115	0.133
60	5.845	6.934	8.023	0.097	0.116	0.134
70	6.918	8.221	9.525	0.099	0.117	0.136
80	7.990	9.508	11.026	0.100	0.119	0.138
90	9.145	10.894	12.643	0.102	0.121	0.140
100	10.300	12.280	14.260	0.103	0.123	0.143

FUENTE EMAPAR

Si bien se podría considerar que se trata de una tarifa socialmente injusta, pues aquellos que consumen menos de 20 m³ pagan un valor mayor por m³, debido a los costos fijos y principalmente a que se consume.

CAPITULO IV

Recomendaciones para la reducción de Aguas no contabilizadas en la ciudad de Riobamba.

4.1 PROGRAMA DE CONTROL DE AGUA NO CONTABILIZADA

4.1.1 INTRODUCCIÓN

Debido al alto INAC, es necesario el tomar medidas, las cuales, deben estar enfocadas a corregir todas las perdidas en los diferentes componentes del Sistema de Agua Potable de Riobamba, por lo que a continuación se mencionan algunas acciones correctivas para mejorar al sistema.

4.1.2 ACCIONES CORRECTIVAS PARA MEJORAS DEL SISTEMA.

La EMAPAR como acción inmediata para mejorar el sistema en cantidad y continuidad se ve en la imperiosa necesidad en crear la unidad de control de perdidas de agua en la ciudad de Riobamba, ya que no existen programas específicos los cuales controlen las aguas no contabilizadas, las perdidas físicas y operativas, de cada uno de estos programas específicos para cada departamento se deben definir metas e indicadores de gestión los cuales deben ser analizados mensualmente con el fin de perfeccionar el sistema.

Los programas específicos deberán ser definidos por los gerentes de cada área, jefes de departamento y directores de unidad en función a la experiencia y conocimientos que cada uno tiene de su área, aportando con medidas que reduzcan dichas perdidas.

A continuación se presentan procedimientos operativos y de mantenimiento para los departamentos asociados con el control agua no contabilizada:

4.1.2.1 MACROMEDICIÓN

Se debe instalar macromedidores (caudalímetros) en:

- La salida de las captaciones de San Pablo y Llio,
- La entrada Y salida de la planta aereadores,
- Y en la salida de los tanques de reserva.

La colocación de los mismos permitirá que el departamento de producción que se encargará de este control, pueda tener un monitoreo las 24 horas del día sobre el caudal que va por la línea de conducción. Transmisión, y caudales que abastecen a las redes, con el fin de poder detectar inmediatamente las perdidas que puedan darse por efecto de daños, fugas o conexiones clandestinas a lo largo de la tubería.

4.1.2.2 SECTORIZACIÓN HIDRÁULICA

Este programa se aplica a las redes de distribución, en donde el departamento de operaciones y comercialización se encargara del control de los tanques los cuales están encargados de abastecer a redes ya definidas dentro de Riobamba, los cuales deben tener la capacidad suficiente para estas, (pudiéndose mencionar que en El Carmen encargado de la Red 1, tiene una déficit de acumulación), además de, las redes de distribución las que están ya divididas en 3 sectores, de los cuales se deberá hacer un levantamiento digital para poder definir exactamente la ubicación física de válvulas y diámetros de tubería en la ciudad, así de esta manera, con el volumen suministrado a estas redes se podrá comparar con el volumen facturado a sus usuarios y de esta comparación se podrá detrmnar el índice de aguas no contabilizadas para dicha red.

De acuerdo al IANC se podrá evaluar en que sector hay mayores pérdidas para poder así implementar programas de recuperación.

4.1.2.3 PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN

Este programa debe estar enfocado a disminuir las pérdidas en las redes, hasta que estas, estén totalmente controladas y simplemente sean obras pequeñas de mantenimiento.

Para este fin se debe crear el departamento de recuperación y mantenimiento en la ciudad de Riobamba, el cual deberá realizar las siguientes actividades:

- a) Recopilación de información: Se deberán reunir planos de las redes, de las zonas de servicio y de los caudales que ingresan a las redes.
- b) Investigaciones de campo y pruebas: Se deberá detectar válvulas, tuberías y otros accesorios que estén trabajando al límite por medio de pruebas hidráulicas.
- c) Incorporación, Recuperación y cambios en las redes: Se deberán colocar válvulas de control en sectores donde no existan, para conformar circuitos, con el fin de poder aislar sectores de tubería para que en caso de daños, seguir brindando servicio al resto de la red, y se deberá proceder con la recuperación y si es necesario el cambio de válvulas, tuberías y accesorios en mal estado.

Para dicho proceso se deberá localizar donde se encuentran las fallas en el sistema, para lo que se utilizaran los siguientes equipos detallados en la tabla 4.1:

TABLA 4.1 : Equipo necesario para localización de fugas en la tubería

Equipo	Descripción
Correlacionadores	Aparato el cual se encarga de encontrar fugas en la red con márgenes de error de +/- 1m.
Geófonos	Aparato de mayor sensibilidad el cual luego del uso del correlacionador por medio de ondas sonoras se encarga de encontrar el

	punto exacto de la fuga
--	-------------------------

FUENTE PROPIA

- d) Definición de clientes en sectores y subsectores: Se deberá catastrar a los nuevos usuarios del sistema y dar a estos su respectivo micromedidor y código, para de esta manera eliminar conexiones clandestinas.
- e) Macromedición, micromedición y determinación del IANC: Se hará un nuevo análisis de los volúmenes de salida de los tanques de distribución a las redes y, un análisis de los volúmenes facturados para obtener un nuevo IANC, y de esta manera poder saber en que sector se deberá constatar si las fugas son de carácter físico o comercial y tomar medidas al respecto.

4.1.2.4 PROGRAMA DE CONSUMO DE AGUA

Este programa se ejecutara de acuerdo a un análisis del uso y desperdicio del agua, en donde el departamento de comercialización, ya con un catastro real y en constante actualización, podrá determinar si los consumos de los usuarios sean estos residenciales, comerciales o industriales superan las dotaciones estimadas, en donde deberán pagar un valor castigado por un factor de mayoración sobre lo excedido al consumo estimado. De esta manera se podrá crear una conciencia de consumo de agua y por este motivo aumentar los horarios de servicio de la misma.

Con esta modalidad se debe tener especial énfasis en la correcta clasificación del tipo de usuarios, puesto que los costos deben estar acorde al tipo de uso que se le da al agua, con el fin de destinar las tarifas de acuerdo al impacto que dicho usuario cause a la dotación del sistema, en este caso los usuarios industriales en la ciudad de Riobamba.

4.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda a la EMAPAR poner en ejecución inmediata la construcción de la nueva línea de conducción la cual tiene una capacidad de diseño para transportar de 600 l/s lo que permitiría eventualmente a la EMAPAR introducir a la línea ya mencionada mas 100 l/s adicionales que podrían darse en condiciones extraordinarias. La tubería al ser en acero permitirá una estanquidad y minimizará las conexiones clandestinas con el fin de aumentar el caudal para la ciudad y permitir una continuidad en el servicio de agua potable

La tabla 4.2 presenta las características generales de la nueva conducción:

TABLA 4.2: Características generales de la nueva línea de conducción

Conducción	Abscisa	Long. (m)	Diámetro(mm)	Q diseño (l/s)	Observaciones
San Pablo - T. Reserva (100m3)	0+000.00 – 0+623.00	623	450	260	válvula de control y desagüe al río guano
Llío - T. Reserva (100m3)	0+000.00 – 0+112.07	112	500	340	válvula de control y desagüe al río guano
T. Reserv (100m3) - Aereadores	0+112.07 – 1+829.90	1718	600	600	Tramo 1
	1+829.90 – 6+875.13	5045	500	600	Tramo 2
	6+875.13 – 8+724.28	1849	450	600	Tramo 3

FUENTE EMAPAR.

Ver Anexo H: Esquema de la nueva línea de conducción y **Anexo I:** Planos nueva línea de conducción.

b) La calidad del agua en la fuente es bastante buena, pero es responsabilidad de la EMAPAR garantizar que la calidad del agua entregada esté dentro de los parámetros para consumo humano, en tal defecto se debe realizar un monitoreo permanente y mejorar los siguientes aspectos en la planta aereadores para mejorar la calidad de agua distribuida a la ciudad:

- Se debe incrementar el número de charolas para que el sistema de aireación sea efectivo, dado pues que para el caudal de 600 l/s este sistema estará subdimensionado, a más de que en este momento necesita ser dado un urgente mantenimiento a las charolas por su mal estado.
- Es inmediato que la EMAPAR desinfecte el agua en forma continua tanto a nivel de la planta aereadores como en las reservas para que, el agua que llega a nivel de usuario tenga una concentración de cloro libre residual mayor a 0.2 mg/l, puesto que en muestras tomadas en las redes de distribución se ha encontrado presencia de coniformes fecales, lo que, pone en riesgo la salud del consumidor final.

c) La mejora en los procesos de captaciones, conducciones, tratamiento, tanques de reserva y líneas de distribución permitirá que la ciudad cuente con un sistema confiable y a la EMAPAR le posibilite revisar las tarifas para que estas sean unas tarifas reales, a las cuales los usuarios no pondrán mayores reparos y así poner de igual manera, precios adecuados a los tipos de usuarios de las redes.

d) El sistema de agua potable de Riobamba, con los volúmenes captados, no debería presentar problemas de racionamiento ni de presión del líquido en la distribución a la población. No obstante, dichos problemas existen. Las principales causas son el

desperdicio debido al bajo precio del agua haciendo que la demanda suba a valores tan altos que no pueden ser abastecidos por la producción efectiva.

- e) Este servicio racionado ha obligado a que la mayoría de hogares manejen una reserva, generalmente a través de tanques plásticos elevados, lo cual se traduce en que, en términos prácticos, dichos usuarios tengan servicio permanente. Lo que provoca que cuando la ciudad se abastece, se produce un desperdicio y alto consumo a la vez: desperdicio, porque a fin de tener agua “fresca”, algunos usuarios botan el agua que existe en la reserva para renovarla (como el costo es tan bajo, no tienen problema en hacerlo) y alto consumo porque en ese momento llenan las cisternas y reservas, que no necesariamente refleja el consumo real.
- f) Al mejorar la calidad del agua y el sistema en general, se debe crear una campaña sobre la calidad del servicio y sobre el buen uso del agua, concientizando a la ciudadanía a que este es un recurso vital, el cual debe ser cuidado y por el que se debe pagar un precio justo.
- g) La instalación de micromedidores y toma real de lecturas permitirá obtener dotaciones reales, las cuales como se puede apreciar a lo largo del documento éstas tienden a disminuir, por lo que, se espera que las dotaciones bajen a las que se tienen en ciudades intermedias, y así, poder optimizar los caudales que son extraídos en las captaciones.
- h) La satisfacción con la calidad del agua en Riobamba es como percibe el cliente el servicio de agua potable y alcantarillado provisto por la EMAPAR. Se recomienda para ello implementar un sistema periódico de encuestas, donde se valoren los distintos aspectos del servicio, como cobertura, continuidad, calidad del agua, precio, atención al cliente, etc.

Es una herramienta que servirá de retroalimentación para decidir donde se deben enfocar esfuerzos y para ver si existen distorsiones entre lo que la EMAPAR entrega y la comunidad percibe. Por ejemplo, en la EMAAP Quito, estas encuestas ayudaron

a determinar que aunque la calidad del agua era excelente, la comunidad no terminaba de percibirlo así y por ende en su gran mayoría, hervía el agua. El siguiente paso debería ser trabajar en una campaña para promocionar nuevamente la calidad del agua.

- i) De la información recopilada en la EMAPAR podemos anotar que:
- No existen levantamientos topográficos ni planos de implantación de las captaciones.
 - No existen planos de las conducciones. Solamente existen los del proyecto de la nueva conducción de la captación a los aereadores, pero no hay de los aereadores a las reservas.
 - Si bien hay planos de la planta de tratamiento, la ubicación y medidas no corresponden a la realidad.
 - Existen planos de las reservas, pero no están actualizados, pues se habla de estructuras como los cloradores que no existen o de medidas que no corresponden a la realidad.
 - Existen planos de la red que no están actualizados. Se ha tratado de actualizar sobre los mismos planos, pero no hay un proceso formal que garantice la calidad en dicha información.

Por lo que, es de suma urgencia que proceda la EMAPAR a digitalizar todo el sistema de agua potable de la ciudad de Riobamba, con el fin de poder detectar fácilmente cualquier elemento que conforme este sistema.

- j) Después de la recomendación anterior se debe implementar de manera inmediata el programa de aguas no contabilizadas, descrito al inicio de este capítulo.