



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN.

SEMINARIO DE GRADUACIÓN
TESIS DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL

ÁREA:
INGENIERÍA DE PLANTA
TEMA:
IMPLEMENTACIÓN DE UNA PISCINA DE SEDIMENTACIÓN
PARA ELIMINAR LOS PROBLEMAS DE LOS FILTROS Y EN
EL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN EN LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BELLAVISTA DEL
CANTÓN “BUCAY”

AUTOR:
ÁLVAREZ RAMÍREZ JOSÉ ANTONIO
DIRECTOR DE TESIS:
ING. IND. MSC. CHALEN ESCALANTE ALEJANDRO

2008 – 2009
GUAYAQUIL – ECUADOR

“La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis corresponden exclusivamente al autor”

José Antonio Álvarez Ramírez
0921181236

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre Ana Ramírez, ya que ha sido para mí la única luz que ha alumbrado mi camino con su constante apoyo, cariño y comprensión y si no fuese por su ayuda hoy estaría sumido en las sombras de la ignorancia.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, a mis familiares, compañeros y amigos que siempre me dieron su respaldo.

A la Muy Ilustre Municipalidad de Bucay, que me permitió realizar este estudio, a todo el personal que labora en La Planta De Tratamiento De Agua Potable Bellavista que me ayudaron con su experiencia y conocimientos.

A la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, de manera especial a la Facultad de Ingeniería Industrial en la cual me he forjado académicamente y a sus docentes que me han transmitido sus enseñanzas y experiencias.

Y un agradecimiento muy especial a todas las personas que no creyeron en mí y nunca me apoyaron, ya que gracias a ellos aprendí a salir adelante con mi esfuerzo y eso me hizo más fuerte.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

No.	Descripción	Pág.
1.1	Antecedentes	3
1.1.1	Ubicación	3
1.1.2	Identificación del CIU	3
1.1.3	Estructura Organizacional	4
1.1.4	Descripción del servicio que presta la empresa	5
1.1.5	Descripción de los problemas que tiene la planta a criterio de sus funcionarios	5
1.2	Justificativos	6
1.3	Objetivos del trabajo	7
1.3.1	Objetivo General	7
1.3.2	Objetivos Específicos	7
1.4	Marco Teórico	8
1.4.1	Marco Empírico Primario	8
1.4.2	Marco Conceptual	11
1.4.3	Marco Referencial	14
1.5	Metodología	15
1.6	Cultura Corporativa	16
1.6.1	Misión	16
1.6.2	Visión	16
1.6.3	Objetivo general de la empresa	16
1.6.4	Objetivos específicos de la empresa	16
1.7	Facilidades de Operación	17
1.7.1	Proveedores	17
1.7.2	Recurso Humano	19
1.7.3	Instalaciones y componentes	20
1.7.3.1	Captación	20
1.7.3.2	Tubería de aducción	20
1.7.3.3	Planta de tratamiento	20
1.7.3.4	Tanque Reservorio	21

1.7.3.5	Aparatos para la dosificación del cloro y Temporizadores	21
1.8	Mercado	21
1.8.1	Mercado Actual	21
1.8.2	Canales de Distribución	22

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

No.	Descripción	Pág.
2.1	Descripción de la planta	23
2.2.1	Análisis del Proceso	23
2.2.1.1	Fase I Captación	23
2.2.1.2	Fase II Tratamiento	24
2.2.1.2.1	Ingreso a la Planta de Tratamiento	24
2.2.1.2.2	Pre - cloración	24
2.2.1.2.3	Sedimentación y Filtración	25
2.2.1.2.4	Post - Cloración	29
2.2.1.3	Fase III Almacenamiento y Distribución	29
2.2.2	Diagrama de bloques	30
2.3	Análisis Foda	31

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO

No.	Descripción	Pág.
3.1	Identificación de los problemas	32
3.2	Estructuración de los problemas	32
3.3	Análisis de los problemas planteados	32
3.3.1	Problemas relacionados con los filtros	33
3.3.2	Problemas relacionados con el tanque de almacenamiento	35
3.4	Análisis de los principales problemas	38
3.5	Cuantificación de las pérdidas de los problemas detectados	38
3.5.1	Pérdidas producidas en los filtros	39
3.5.2	Pérdidas ocasionadas por el tanque de almacenamiento	40
3.5.3	Costos totales de las pérdidas	42

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

No.	Descripción	Pág.
4.1	Planteamiento y Análisis de las alternativas de solución	43
4.1.1	Alternativa de solución “A”	44
4.1.2	Alternativa de solución “B”	56
4.2	Evaluación y/o Análisis de Costos por cada Alternativa	58
4.2.1	Costos de Alternativa “A”	58
4.2.2	Costos de Alternativa “B”	59
4.3	Selección de la alternativa más conveniente como Propuesta de Solución	61
4.3.1	Factibilidad de la propuesta	62
4.3.2	Aporte y/o Incidencia de la Propuesta en el desarrollo de los Procesos y Actividades	62

CAPÍTULO V
EVALUACIÓN ECONÓMICA Y ANÁLISIS FINANCIERO

No.	Descripción	Pág.
5.1	Costos y Calendario de inversión para la implementación de la Alternativa Propuesta	63
5.1.1	Inversión Fija	63
5.1.2	Costos de Operación	63
5.2	Financiamiento de la propuesta	64
5.2.1	Amortización De Crédito Financiado	64
5.2.2	Balance Económico	65
5.3	Análisis beneficio/Costo de la propuesta	65
5.4	Índices Financieros Que Sustentan La Inversión	66
5.4.1	Punto de Equilibrio	66
5.4.2	Tasa Interna de Retorno	67
5.4.3	Tiempo de Recuperación de la Inversión	67

CAPÍTULO VI
PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

No.	Descripción	Pág.
6.1	Selección y programación de actividades para la implementación de la propuesta	68
6.2	Cronograma de implementación con la aplicación de Microsoft Project	70

CAPÍTULO VII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

No.	Descripción	Pág.
7.1	Conclusiones	71

7.2	Recomendaciones	72
	Glosario de términos	73
	Anexos	75
	Bibliografía	90

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Descripción	Pág.
1	Análisis FODA	31
2	Costo de Mano de Obra	39
3	Costo de Materiales	39
4	Costo de Combustible para bomba de vaciado	40
5	Costo de Hipoclorito de sodio	40
6	Pérdidas Anuales de Hipoclorito de sodio y calcio	41
7	Costos Totales Anuales	42
8	Velocidades de asentamiento de las partículas sólidas	45
9	Costos Tanque de Sedimentación	58
10	Costos Tanque de Reservorio	59
11	Costo Total de Alternativa "A"	59
12	Costo de Sensor de nivel	60
13	Costo de Válvulas de cierre y vaciado	60
14	Costo Total de Alternativa "B"	61
15	Calculo del Periodo de Recuperación	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

No.	Descripción	Pág.
1	Organigrama	4

2	Matriz FODA	14
3	Perfil Hidráulico de los filtros	28
4	Proceso Actual de Potabilización	30
5	Diagrama Causa-efecto de problemas en los filtros	34
6	Diagrama Causa-efecto de problemas en el tanque de almacenamiento	37

ÍNDICE DE ANEXOS

No.	Descripción	Pág.
1	Ubicación de la Planta y Redes de Distribución	76
2	Tanque de Almacenamiento y Distribución	77
3	Equipos para la Dosificación del cloro y Temporizadores	78
4	Cámara de Distribución	79
5	Filtros	80
6	Cámaras de Estabilización	81
7	Post - Cloración	82
8	Laberinto de Cloración	83
9	Tanque de Sedimentación Recomendado	84
10	Tanque Reservorio	85
11	Válvulas de vaciado y cierre a la salida de los filtros	86
12	Sensor de nivel de agua	87
13	Diagrama de Gantt	88

RESUMEN

AUTOR: ÁLVAREZ RAMÍREZ JOSÉ ANTONIO

El principal objetivo para la elaboración de esta tesis es determinar la situación actual de la Planta de Tratamiento de Agua Potable para mejorar su funcionamiento y beneficiar a la población que consume este servicio. Para iniciar con el desarrollo de esta tesis se empezó a recopilar información básica de la Planta tales como sus antecedentes, su estructura organizacional, hacer entrevistas al personal tanto administrativo como operativo, diagramar el proceso administrativo mediante las herramientas de ingeniería industrial, tales como: diagramas de bloque, diagramas de procesos, Evaluar la información mediante diagramas de Causa – Efecto y el Análisis de la matriz FODA, identificación de los problemas más graves de la planta (problemas en los filtros y en el tanque de almacenamiento y distribución). Al identificar y cuantificar dichos problemas se determinó que las pérdidas totales anuales son de **73,140.36 USD**. Se plantearon y cuantificaron dos alternativas de solución de las cuales se escogió como propuesta de solución la más económica, viable y de fácil implementación (construcción de un tanque de sedimentación, la colocación de sensores en el tanque de distribución y la colocación de válvulas de vaciado y cierre a la salida de los filtros) la cual tiene un costo anual de **26,359.45 USD**, lo cual nos da un periodo de recuperación de la inversión de 4.07 meses y un beneficio del 2.82. Además el tiempo de implementación es de 12 semanas lo que hace aun más factible y viable la propuesta

Álvarez Ramírez José Antonio
AUTOR

Ing. Ind. Msc. Chalén Escalante A.
TUTOR

PRÓLOGO

La investigación realizada en La Planta De Tratamiento De Agua Potable Bellavista esta basada en el desarrollo de diferentes capítulos que se encuentran establecidos y detallados en el cuerpo de la tesis y que son presentados en la misma:

En el capítulo I se hace énfasis en los antecedentes de la Planta, se determina su localización, la visión y misión, la identificación del CIU, su estructura organizacional, los justificativos, el marco referencial y teórico, el mercado que esta atiende y los objetivos tanto generales como específicos de la estructura de la tesis.

En el capítulo II se recalca la situación actual de la Planta en su producción, procesos y el análisis FODA.

En el capítulo III se realiza el diagnóstico de la situación actual de la Planta, se realiza un análisis detallado de los principales problemas que afectan la eficiencia, para ello se ha utilizado diagramas causa – efecto y la cuantificación de las pérdidas que originan dichos problemas.

En el capítulo IV se efectúa el planteamiento de las alternativas de solución a las cuales se les realiza un análisis por costos para así seleccionar la mas conveniente como propuesta de solución demostrando también la factibilidad de dicha propuesta y su aporte en el desarrollo de los procesos de la Planta

En el capítulo V se realiza la evaluación económica y el análisis financiero, plan de financiamiento, la tasa interna de retorno, y el tiempo de recuperación de la inversión para implantar la propuesta de solución.

En el capítulo VI se detalla el cronograma de las actividades para poner en marcha las soluciones planteadas.

En el capítulo VII se manifiestan las conclusiones de la tesis y las respectivas recomendaciones para la municipalidad de Bucay que es la encargada de la administración de la Planta.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Agua Potable.- El agua puede considerarse potable¹ cuando no sobrepasa los 2500 μ S de conductividad, tiene un pH entre 6,5 y 8,5 y no contiene ni microorganismos, ni partículas en suspensión, ni elementos pesados como arsénico, zinc, cadmio, cromo, etc.

Cloración.- En la actualidad, el sistema de desinfección mas utilizado a nivel mundial, tanto en agua potable como en aguas residuales tratadas, es el cloro. Ya sea que el cloro se agregue por vía de cloración (cloro gas) ó hipo cloración (hipoclorito de sodio ó de calcio), la reacción química por la que se obtiene la purificación y saneamiento del agua es la misma. Cuando se agrega cloro al agua la acción desinfectante y sanitaria que resulta es efectuada mediante un agente químico intermedio, el "Ácido Hipocloroso".

Turbiedad del agua.- Se entiende por turbiedad a la propiedad óptica de una muestra de diseminar y absorber la luz en lugar de transmitirla en línea recta.

Tanques de almacenamiento.- El almacenamiento del agua tratada tiene la función de compensar las variaciones horarias del consumo, y almacenar un volumen estratégico para situaciones de emergencia, como por ejemplo incendios. Existen dos tipos de tanques para agua tratada: tanques apoyados en el suelo y tanques elevados.

Filtros De Arena.- Durante el proceso, las impurezas entran en contacto con las superficies de las partículas del medio filtrante y son retenidas, desarrollándose adicionalmente procesos de degradación química y biológica. El tiempo de permanencia del agua en el filtro debe estar comprendido entre 3 y 12 horas, dependiendo del tamaño de grano.

Conducción.- Desde la toma de agua del río hasta los presedimentadores, el agua se conduce por medio de acueductos ó canales abiertos, ó simplemente cañerías

Sedimentación.- Es el asentamiento por gravedad de las partículas sólidas contenidas en el agua.

BIBLIOGRAFÍA

Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Área Hidráulica

Cátedra de Hidráulica aplicada a la Ingeniería Sanitaria

Teoría de la sedimentación

Ing. Luis e. Pérez Farrás

CAPTURA DE SOLIDOS

JAMES M. EBELING, Ph.D. Brian Vinci, Ph.D

Recirculating aquaculture systems short course

Agosto 2005

Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato - EMAPA

E-mail: emapa@emapa.gov.ec.

Asociación Nacional de Empresas Municipales de Agua Potable.

www.anemapa.org.ec/ -

POTABILIZACION DEL AGUA

www.rionegro.gov.ar/empresas/aguas/POTABILIZACION.htm - 16k -

TESIS DE GRADO

Implementación de una torre de enfriamiento para mejorar procesos productivos en la fabrica "ERICKPLAST"

Autor: Asencio Torres José Wellington

2004 – 2005

TESIS DE GRADO

Mejoramiento a la calidad del agua potable en barrios marginales de Guayaquil

Autor: Bayas Martínez Juan Carlos

2003 – 2004

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La Planta de Tratamiento de Agua Potable “BELLAVISTA”, fue creada para abastecer de agua potable a toda la zona urbana del cantón, Bucay se encuentra en funcionamiento desde noviembre del 2007, su administración y manejo esta a cargo de la municipalidad del cantón Bucay y debido a un ofrecimiento de campaña la municipalidad del cantón acordó no cobrar por el servicio de agua potable durante el primer año de funcionamiento de la planta.

1.1.1. Ubicación

La Planta de Tratamiento de Agua Potable “BELLAVISTA”, se encuentra ubicada en el cantón Bucay de la Provincia del Guayas, en la lotización Bellavista Km. ½ vía Bucay – Naranjito a una cota de 333.73m sobre el nivel del mar. Ver Anexo # 1.

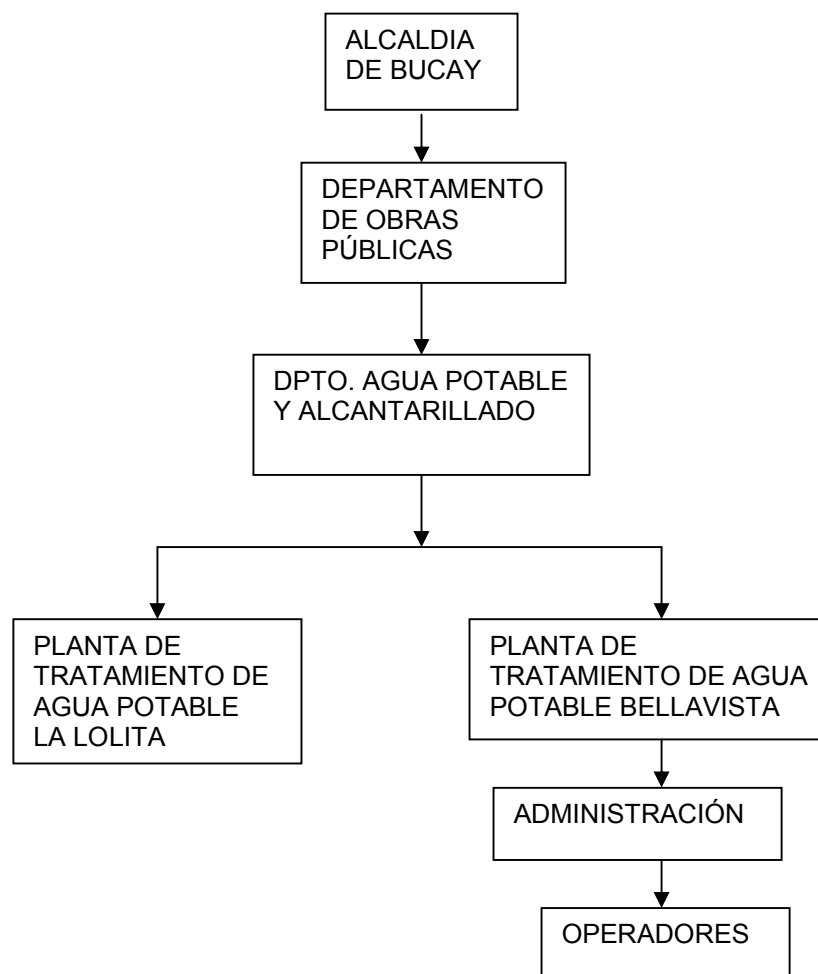
1.1.2. Identificación con el CIU

La Planta de Tratamiento de Agua Potable “BELLAVISTA”, se identifica con el código CIU (Codificación Internacional Uniforme) E4100.00 que trata de captación, depuración y distribución de agua a usuarios comerciales, industriales, residenciales y de otro tipo.

1.1.3. Estructura organizacional

La administración de la planta se encuentra a cargo de la Muy Ilustre Municipalidad Del Cantón General Antonio Elizalde “Bucay”.

Gráfico # 1
Organigrama



Elaborado por: José Álvarez Ramírez
Fuente: Departamento de Agua Potable

1.1.4. Descripción del servicio que presta la empresa

La prestación de servicio de la Planta Bellavista comprende:

- El aprovechamiento del agua del Río Limón.
- La conducción del agua cruda desde la fuente hasta la planta de tratamiento de agua potable.
- La potabilización de agua cruda para hacerla apta para el consumo humano.
- El transporte, almacenamiento, distribución y próximamente comercialización del agua potable desde la planta de tratamiento a las redes intradomiciliarias.

1.1.5. Descripción de los problemas que tiene la planta a criterio de sus funcionarios

Dentro de la planta de tratamiento de agua potable existen varios problemas de los cuales la administración y los trabajadores de la misma han considerado de mayor importancia y/o urgencia resolver:

- El taponamiento de los filtros de una manera acelerada debido a esto se le da un mantenimiento frecuente a los filtros.
- El control del nivel de cloración durante el proceso, ya que en la actualidad se trabaja con las especificaciones y recomendaciones de los proveedores del equipo de cloración.
- El grado de turbiedad del agua que ingresa a la planta de tratamiento durante el periodo invernal es excesivo debido a esto se debe paralizar toda la planta.

- La inspección del tanque de almacenamiento se realiza de una manera visual, con lo cual se corre el riesgo de que el agua se desborde y afecte a las viviendas circundantes.
- Falta de planeación y programación en la adquisición de insumos y materiales que se utilizan en el proceso de potabilización produce retrasos y tiempos ociosos.
- Al taponarse los filtros el nivel del agua de estos sube y, el agua ingresa por las ventanas de desfogue, pero esta agua no filtrada va a dar directamente al laberinto de post-cloración y de ahí al tanque reservorio.
- Al darle el respectivo mantenimiento a los filtros, el vaciado del agua que queda en dichos filtros debe realizárselo con una bomba lo cual consume tiempo y recursos.
- Al cerrar la válvula de salida del tanque reservorio para realizar reparaciones en las tuberías de distribución, el nivel del tanque reservorio sigue subiendo, debido a que los filtros no tienen una válvula de cierre y el agua que contienen estos se sigue filtrando. Pudiendo ocasionar que el tanque reservorio se rebose.

1.2. Justificativos

Resulta necesario e indispensable mejorar la administración, planeación y programación de todas las actividades que se realizan en la planta de tratamiento de agua potable objeto de este estudio, para brindar el mejor servicio posible y dar seguridad a los usuarios de el agua que están consumiendo, ya que, el agua potable es un recurso indispensable para los seres vivos y para los humanos. Su importancia estriba en los siguientes aspectos:

- Es fuente de vida y sin ella no pueden vivir ni las plantas, ni los animales ni el ser humano.
- Es indispensable en la vida diaria
- Uso doméstico: en la casa para lavar, cocinar, regar, lavar ropa, etc.
- Uso ganadero: en la ganadería para dar de beber a los animales domésticos.
- Uso municipal: en las ciudades para riego de parques y jardines.
- Con este estudio se pretende beneficiar a toda la ciudadanía del cantón Gral. Antonio Elizalde (Bucay) que goza de este servicio

1.3. Objetivos del trabajo

1.3.1. Objetivo general

Determinar la situación actual de la Planta de Tratamiento de Agua Potable para mejorar su funcionamiento y beneficiar a la población que consume este servicio.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diseñar procedimientos, instructivos y formatos de control, para el manejo de la Planta.
- Recopilar información de los diferentes procesos.
- Analizar e identificar los principales problemas que se detecten de la información obtenida.
- Determinar las causas que generan los problemas ya identificados.
- Recomendar soluciones o alternativas viables a los problemas detectados.

1.4. Marco Teórico

1.4.1. Marco Empírico Primario

Filtros de arena.- El agua puede considerarse potable¹ cuando no sobrepasa los 2500 μS de conductividad, tiene un pH entre 6,5 y 8,5 y no contiene ni microorganismos, ni partículas en suspensión, ni elementos pesados como arsénico, zinc, cadmio, cromo, etc. Para obtener agua potable hay que purificarla y las formas más accesibles y de menor coste son: la desinfección solar, la desinfección por calor y el filtrado a través de arena, tanto rápido como lento.

La filtración lenta a través de arena es el sistema de tratamiento de agua más antiguo del mundo, y reproduce el proceso de purificación que tiene lugar en la naturaleza cuando el agua de lluvia atraviesa la superficie terrestre y forma los acuíferos. Se utiliza principalmente para eliminar la turbidez del agua pero si se diseña convenientemente, puede ser un sistema de purificación eficaz.

Durante el proceso, las impurezas entran en contacto con las superficies de las partículas del medio filtrante y son retenidas, desarrollándose adicionalmente procesos de degradación química y biológica. El tiempo de permanencia del agua en el filtro debe estar comprendido entre 3 y 12 horas, dependiendo del tamaño de grano. Las partículas más pesadas que se encuentran en suspensión se sedimentan y las más ligeras se aglutinan.

Proceso de cloración.- En la actualidad, el sistema de desinfección mas utilizado a nivel mundial, tanto en agua potable como en aguas residuales tratadas, es el cloro. Ya sea que el cloro se agregue por vía de cloración (cloro gas) ó hipocloración (hipoclorito de sodio ó de calcio), la reacción química por la que se obtiene la purificación y saneamiento del

agua es la misma. Cuando se agrega cloro al agua la acción desinfectante y sanitaria que resulta es efectuada mediante un agente químico intermedio, el "Ácido Hipocloroso". El cloro y el agua reaccionan para formar el ácido hipocloroso de acuerdo con la ecuación de equilibrio:

$$Cl_2 + H_2O = HOCL + HCL.$$

El ácido hipocloroso HOCL es el que realmente mata los microorganismos presentes en el agua cruda. El notable poder bactericida del ácido hipocloroso se atribuye a su capacidad de difundirse a través de las paredes de las células y de llegar así a las partes vitales de la célula bacteriana. El cloro residual es el término que se aplica al cloro disponible que permanece después que la demanda de cloro (cantidad de cloro requerida para destruir las bacterianas y la materia orgánica) ha sido satisfecha. La presencia de cloro residual disponible en una fuente de agua es un seguro contra la nueva contaminación.

El objetivo principal del uso del cloro en el tratamiento de agua es el de desinfectarla, para así asegurar su potabilización. La cloración del agua que se extrae de los pozos profundos de plantas potabilizadoras y galerías filtrantes del Seapal Vallarta, se hace por medio de bombas dosificadoras de hipoclorito de sodio en su mayor parte (32 fuentes) mientras que en las fuentes con mayor capacidad se realiza por medio de un equipo de cloro gas que consta de bomba ayuda, inyector de gas cloro, clorador y contenedor de cloro de 908 kgs. ó cilindro de 68 kgs. de capacidad.

La cloración en el punto inicial de la fuente de abastecimiento es de 1.5 Mg/Lt de cloro total para cumplir con la Norma Oficial Mexicana que recomienda mantener una cloración de 0.2 a 1.5 Mg/Lt de cloro residual.

Turbiedad del agua.- Para comprender mejor el estudio del proceso de clarificación del agua se introduce el concepto de turbiedad. Se

entiende por turbiedad a la propiedad óptica de una muestra de diseminar y absorber la luz en lugar de transmitirla en línea recta. Los valores de turbiedad sirven para determinar el tratamiento requerido por una fuente de agua cruda, así como para conocer efectividad de los procesos de coagulación, sedimentación y filtración, tiene un significado sanitario muy importante.

Se define como los niveles de Turbiedad (NTU) existentes en la microcuenca del agua. Turbiedad, calidad de turbio. Oposición que ofrece una sustancia al paso de la luz y que es mayor que la que presenta en estado puro. El agua en estado puro es transparente, y es la presencia de Sólidos Suspendidos la que reduce la transmisión de la luz dispersándola o absorbiéndola. Aunque no es un parámetro con un valor indicador absoluto, es uno de los que habitualmente se emplean para caracterizar la calidad del agua, ya que una alta Turbiedad suele estar asociada a una baja calidad para ciertos usos. En un cristal, indica el nivel de impurezas del mismo.

Esta Turbiedad es muy importante porque condiciona la utilidad de los cristales empleados para construir emisores de láser o resta valor a las piedras de joyería, por ejemplo. Los instrumentos que se emplean para medir la Turbiedad se denominan turbidímetros o nefelómetros y miden en unas unidades de Turbiedad denominadas unidades nefelométricas o NTUs (del inglés Nephelometer Turbidity Units). El nefelómetro mide la luz que es dispersa con un ángulo de 90° . El espectrofotómetro también se utiliza en este tipo de mediciones aunque no es tan específico para ello como el nefelómetro: el espectrofotómetro mide la luz transmitida a través del cuerpo en cuestión, y esta luz está, de modo aproximado, inversamente relacionada con la luz dispersada. La unidad de Turbiedad en la NTU (Nephelometer Turbidity Units). Según el sistema de medición, se puede registrar los resultados en otras unidades, como la JTU (Jackson Turbidity Units) o la FTU.

Tanques de almacenamiento.- El almacenamiento del agua tratada tiene la función de compensar las variaciones horarias del consumo, y almacenar un volumen estratégico para situaciones de emergencia, como por ejemplo incendios. Existen dos tipos de tanques para agua tratada: tanques apoyados en el suelo y tanques elevados, cada uno dotado de dosificador o hipoclorador para darle el tratamiento y volverla apta para el consumo humano.

Entrevistas al personal.- Conversación o serie de preguntas y respuestas que se entabla con los trabajadores de la Planta con el fin de conocer sus opiniones y sugerencias referentes a los distintos problemas de la Planta de Tratamiento de Agua Potable.

1.4.2. Marco Conceptual

Calidad del agua.- El término "calidad del agua potable", expresa el conjunto de caracteres físicos, químicos y biológicos que se deben de satisfacer con el fin de que el agua que se suministra sea segura para el consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluyendo la higiene personal.

Ésta es la definición que se expresa en las guías sanitarias y es empleada para efectos normativos. Sin embargo, se complementa la definición de calidad en términos de la percepción sensorial de los consumidores, quienes lejos de poder identificar los componentes del agua, la califican en función de su aspecto físico. De tal forma la responsabilidad en el suministro del agua potable debe de atender los dos aspectos: que el agua esté libre de gérmenes patógenos y además que sea aceptada por el consumidor.

Diagramas de Causa-Efecto.- Hemos visto en la introducción como el valor de una característica de calidad depende de una combinación de

variables y factores que condicionan el proceso productivo. Vamos a continuar con el ejemplo de fabricación de mayonesa para explicar los Diagramas de Causa-Efecto: La variabilidad de las características de calidad es un efecto observado que tiene múltiples causas. Cuando ocurre algún problema con la calidad del producto, debemos investigar para identificar las causas del mismo. Para ello nos sirven los Diagramas de Causa - Efecto, conocidos también como Diagramas de Espina de Pescado por la forma que tienen. Estos diagramas fueron utilizados por primera vez por Kaoru Ishikawa.

Diagramas de Flujo.- Diagrama de Flujo es una representación gráfica de la secuencia de etapas, operaciones, movimientos, decisiones y otros eventos que ocurren en un proceso. Esta representación se efectúa a través de formas y símbolos gráficos utilizados usualmente: Los símbolos gráficos para dibujar un diagrama de flujo están más o menos normalizados.

Matriz FODA.- ¿Que significa FODA?

Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas.

Es un ejercicio que se recomienda lleven a cabo todas las organizaciones ya que nos ayuda a saber en que estado se encuentra y que factores externos la afectan

Permite resolver dos preguntas: ¿qué tenemos? ¿En dónde estamos?, ejemplo:

Fortalezas

- Experiencia de los recursos humanos.
- Procesos técnicos y administrativos para alcanzar los objetivos de la organización.

- Grandes recursos financieros.
- Características especiales del producto que se oferta.
- Cualidades del servicio que se considera de alto nivel.

Debilidades

- Capital de trabajo mal utilizado.
- Deficientes habilidades gerenciales.
- Segmento del mercado contraído.
- Problemas con la calidad.
- Falta de capacitación.

Oportunidades

- Mercado mal atendido.
- Necesidad del producto.
- Fuerte poder adquisitivo.
- Regulación a favor del proveedor nacional.

Amenazas

- Competencia muy agresiva.
- Cambios en la legislación.
- Tendencias desfavorables en el mercado.
- Acuerdos internacionales.

Gráfico # 2
Matriz FODA

MATRIZ FODA		FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
		1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. Hacer lista de fortalezas	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. Hacer lista de debilidades
OPORTUNIDADES (O)	ESTRATEGIAS (FO)	ESTRATEGIAS (DO)	
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. Hacer lista de oportunidades	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. Usar las fortalezas para aprovechar oportunidades	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. Minimizar debilidades aprovechando oportunidades	
AMENAZAS (A)	ESTRATEGIAS (FA)	ESTRATEGIAS (DA)	
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. Hacer lista de amenazas	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. Usar fortalezas para evitar o reducir el impacto de las amenazas	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. Minimizar las debilidades y evitar amenazas	

Elaborado por: José Álvarez Ramírez
Fuente: www.monografias.com/analisisfoda

1.4.3 Marco Referencial

Para el desarrollo de este trabajo se ha tomado como referencia los siguientes documentos:

- Herramientas estadísticas.
- Diferentes técnicas de mejoramiento continuo.
- Tesis de grado basadas en empresas productoras de agua potable.
- Documentación obtenida de la planta de tratamiento de agua potable.
- Revista ECOAMBIENTE de AEISA (Asociación Ecuatoriana de Ingeniería Sanitaria Ambiental).

- Documentación de Internet.
- Características del agua y procesos de potabilización ACS. Medio ambiente.
- Asociación nacional de empresas municipales de agua potable, alcantarillado, servicios y conexos (AEMAPA).
- Empresa municipal de agua potable de Ambato (EMAPA).

1.5. Metodología

Para la elaboración de este trabajo se va a llevar a cabo una investigación minuciosa de campo, ya que, la información en La Planta de Tratamiento de Agua Potable es poca y en algunos casos es inexistente, para lo cual se utilizara la siguiente metodología:

- Hacer entrevistas al personal tanto administrativo como operativo.
- Diagramar el proceso administrativo mediante las herramientas de ingeniería industrial, tales como: diagramas de bloque, diagramas de procesos.
- Evaluar la información mediante diagramas de Causa – Efecto y el Análisis de la matriz FODA.
- Identificación de los problemas más graves de la planta.
- Desarrollar modelos mediante los cuales se pueda establecer soluciones plenamente justificadas para mejorar la situación actual de la Planta de Tratamiento de Agua Potable.
- Realizar un informe detallado que contenga las conclusiones y soluciones respectivas.

1.6. Cultura corporativa

1.6.1. Misión

Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población del cantón Ibarra, a través de la prestación eficiente del servicio de agua potable, con la participación de personal altamente calificado y comprometido con los intereses de la comunidad.

1.6.2. Visión

Ser una de las mejores Empresas Prestadores de Servicio de agua potable a nivel nacional y lograr la satisfacción de todos los habitantes del cantón Bucay.

1.6.3. Objetivo general de la empresa

Dotar los servicios de agua potable en condiciones que garanticen la salud de la población del área urbana de la ciudad de Bucay.

1.6.4. Objetivos específicos de la empresa

- Asegurar el suministro de agua potable para los habitantes de Bucay.
- Planear a largo plazo la disponibilidad del agua que demande la población de Bucay.
- Estudiar y proyectar las obras hidráulicas que garanticen los servicios de agua potable en Bucay.
- Proponer las acciones para desinfectar el agua con el fin de que esta este libre de gérmenes patógenos.
- Sembrar en la mente de los habitantes de Bucay la semilla del cuidado del agua y conciencia de pago.

- Planear los requerimientos de los recursos económicos para la construcción y operación de la infraestructura.

1.7. Facilidades de operación

1.7.1. Proveedores

Proquimsa s.a.

R.U.C # 0990344760001

Nombre comercial del producto: **Hipoclorito de sodio**

Nombre técnico o químico: solución de hipoclorito de sodio

Formula química: ClO_2Na

Especificaciones técnicas:

Requisitos límites unidad de

Mínimo máximo medida

Concentración como cloro activo (Cl_2) 114 g/l

Conversión de concentración como ClO_2 10.50 %

Conversión de concentración como Cl_2 10.00 %

Densidad a 25 °C 1.14 g/cm³

Alcalinidad libre expresada como NaOH 15 g/l

Estabilidad 15 g/l

Presentaciones:

Envase material peso neto unidad

Tambores de 55 galones plástico 200 kg

Botellones al granel plástico/fibra de vidrio kg

nota: pérdida de cloro disponible luego de 14 días.

Norma inen 1583 – 1987 - 10

Condiciones de almacenamiento:

- Use recipientes plásticos, cerrados herméticamente
- No almacenar en envases metálicos, ni en envases plásticos con tapas metálicas

- No se puede almacenar en recipientes de acero inoxidable.
- Coloque avisos en el vehículo indicando carga tóxica y corrosiva
- Bodegas con ventilación. Consérvese en lugar fresco, no exponer a luz solar directa.
- Mantenga los recipientes cerrados.
- Evite golpearlos.
- Aplique criterio de estabilidad, diluir para aumentar tiempo de bodegaje
- Asegúrese de usar recipientes limpios al trasvasar
- Los recipientes vacíos de este material pueden ser peligrosos por cuanto pueden tener residuos (vapores, líquidos)

Guayaquil: km 16 1/2 vía a Daule - Quito: quimiac sn y tnte. Hugo Ortiz

Pbx: 893220 – 896660 celular: 09 500081 pbx: 732344 – 685562
fax: 2678687

Proquimsa s.a.

R.U.C.# 0990344760001

Producto : **Hipoclorito de calcio**

Formula : $(\text{clo})_2\text{ca}$

Descripción: granulado color blanco

Especificaciones Técnicas:

Componente

Ingrediente activo cl_2 65 % min

Hierro (fe) 0.04 % máx

Materia insoluble en agua 3 – 5 %

nacl 3 – 14 %

caco3 1 – 3 %

ca (oh)₂ 4 – 6 %

ca (clo₃)₂ 0.9 % max

cacl₂ 2 – 4 %

Humedad 4 – 8 %

Metales pesados oxidados + alo 5 % máx

Empaque y embarque:

Canecas de 40 kilos netos.

Guayaquil: km 16 1/2 vía a Daule - Quito: quimiac sn y tnte. Hugo Ortiz

Pbx: 893220 – 896660 celular: 09 500081 pbx: 732344 – 685562

fax: 2678687

1.7.2. Recurso humano

El Recurso Humano de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Bellavista esta conformado de los siguientes funcionarios y operadores:

Director De Agua Potable Y Alcantarillado: Ing. Rolf Hassler

Administrador De La Planta De Tratamiento De Agua Potable:

Sr. Mario Macias

Operarios: Enrique Villena

Gustavo Lema

Henry Andrade

Wilson Scotlan

Los operarios de la planta de tratamiento trabajan en turnos rotativos de 8 horas 07h00 am a 15h00 pm: 15h00pm a 23h00 pm: 23h00 pm a 07h00 am. Debido al tamaño de la planta solamente se necesita de un operador por turno.

En cuanto al horario del administrador es de lunes a viernes de 08h00 am a 17h00pm.

1.7.3. Instalaciones y componentes

1.7.3.1. Captación

La captación se encuentra ubicada en el río Limón del recinto La Esperanza Alta a una altitud de 580.67m sobre el nivel del mar. Comprende de un vertedero de 24m de longitud, de un pozo de captación de 2m X 2m con una profundidad de 3m, de una cámara para válvula desarenadora y de corte.

Desde aquí ira el agua por gravedad hasta la planta de tratamiento.

1.7.3.2. Tubería de aducción

La tubería de aducción es de pvc de 200mm de diámetro y 0.8mpa de presión, inicia en la captación y termina en la planta de tratamiento de agua potable con una longitud de 7164m, en las que se encuentran colocadas válvulas de corte, aire y desarenadoras.

1.7.3.3. Planta de tratamiento

Es del tipo de filtros lentos con un sistema de llegada a las cámaras para la disipación de energía y de distribución de caudales.

1.7.3.4. Tanque reservorio

Construido de hormigón armado con 20m X 20m X 3m de altura con una capacidad aproximada de 1200m³. Ver Anexo # 2.

1.7.3.5. Aparatos para la dosificación del cloro y Temporizadores

La planta cuenta con cuatro dosificadores de cloro, dos dosificadores y un temporizador en la post-cloración y dos dosificadores y un temporizador en la pre-cloración. Ver Anexo # 3.

1.8. Mercado

1.8.1. Mercado actual

La planta de tratamiento de agua potable Bellavista, abastece únicamente a la ciudad de Bucay (sector urbano) cuya población es alrededor de 5,000 habitantes según el último censo realizado en el 2001 por el INEC.

Según el INEC la dotación de agua recomendada para una población de hasta 5,000 habitantes para un clima templado, como es el caso de esta ciudad debido a su ubicación geográfica es de 130 litros/hab./día.

Ya que la producción actual de la planta es de 1,200m³ de agua /día ó sea 1`200,000 litros de agua/día lo cual nos da un suministro de 240 litros de agua/hab./día con lo cual se satisface por completo la demanda de la población.

1.8.2. Canales de distribución

A la ciudad se la ha dividido en sectores que son: Camal, Escuela Velasco Ibarra, Cementerio, Parque Infantil Y Céntrico, en los que se ha instalado tuberías primarias, secundarias y terciarias en pvc de 0.8mpa, colocación de válvulas, acometidas, guías y medidores, construcción de cámaras para válvulas y cajas para medidores. Ver Anexo # 1.

SECTOR PARQUE INFANTIL.- comprendido entre las calles García Moreno, Riobamba, Malecón y Vía a Riobamba (CTG) con 1,158.50m, de tubería de 160mm y 1,630.15m de tubería de 90mm. De diámetro.

SECTOR CÉNTRICO.- comprendido entre las avenidas Raúl Banderas, Sgto. Seis, Paquisha y la vía a Riobamba con 925.7m de tubería de 160mm y 1602.50m de tubería de 90mm de diámetro.

SECTOR ESCUELA VELASCO IBARRA.- desde el tanque reservorio parte la tubería de pvc de 200mm de diámetro hasta la avenida Paquisha donde se divide a un lado hasta la calle Tena y por el otro hasta la calle Sgto. Seis con una longitud de 1015m. a continuación de esta se instalo la tubería de 160mm de diámetro hacia la calle s/n frente a la Unidad Educativa Madre bernarda con una longitud de 716m y la tubería de 90mm con 1558m colocadas entra las calles Guayaquil, Callejón s/n, Babahoyo y García Moreno.

SECTOR CAMAL.- comprendido entre las calles Riobamba, García Moreno, Malecón y Tulcán con 954m de tubería de 160mm y 1994m de tubería de 90mm de diámetro.

CAPITULO II

SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1. Descripción de la Planta

La planta de tratamiento de agua potable Bellavista debido a su ubicación geográfica, todos sus procesos a excepción el de vaciado de filtros (bombas), tanto de captación como el de distribución principalmente se los realiza por gravedad.

2.2.1. Análisis Del Proceso

2.2.1.1. Fase I Captación

El proceso se inicia con la captación del agua proveniente del río Limón del recinto la Esperanza Alta a una altitud de 580.67m sobre el nivel del mar el agua ingresa al vertedero, luego pasa por unas rejillas para retener objetos grandes y medianos. Luego es conducida por la tubería de aducción 7,164m hasta la planta de tratamiento.

Los análisis realizados de la fuente de aprovisionamiento, califican el agua como apta para el consumo humano previo tratamiento correctivo.

Presentando las siguientes características deletéreas:

TURBIEDAD.

Muy variable con valores mínimos inferiores a 40 UTN y valores superiores a 150 UTN.

COLOR.

Elevado por estar situada la fuente en una sub-cuenca forestada.

PH Inferiores a 7, por lo cual es un agua ácida

ALCALINIDAD.

Baja inferior 30 por ser aguas ácidas.

MICRO ORGANISMOS.

Baja concentración, generalmente de origen vegetal, típicos de una zona tropical.

2.2.1.2. Fase II Tratamiento

2.2.1.2.1 Ingreso a La Planta De Tratamiento

El agua ingresa a la cámara de distribución para la disipación de energías, dicha cámara a su vez esta dividida en tres subcámaras, una para cada filtro. Ver Anexo # 4.

Cámara de disipación de energía.

Velocidad ascensional 0,01 m/s.

Tiempo de retención 30 s.

Ancho de la cámara 3.00 m.

Longitud. 1.00

Carga en el vertedero triangular 0.15 l/s

Tubería

Velocidad 0.60 m/s. Diámetro comercial 0.20 m.

Perdida de carga 0.05 m/m.

Perdida de carga total 0.30

2.2.1.2.2 Pre-Cloración

Una vez en la cámara de distribución se inicia el proceso de precloración, el mismo que se realiza con hipoclorito de sodio al 10%, este proceso es realizado por los dosificadores de cloro los mismos que

están conectados a un temporizador para trabajar de una manera alternada. Ver Anexo # 3.

2.2.1.2.3. Sedimentación y Filtración

Una vez realizada la precloración el agua ingresa a las subcámaras pasando a través de unas rejillas más pequeñas para la retención de basura y sólidos pequeños.

Cada subcámara lleva el agua a un filtro diferente, es decir la subcámara 1 – filtro 1; subcámara 2 – filtro 2; subcámara 3 – filtro 3.

Una vez en los filtros empieza el proceso de filtración y la vez el de sedimentación debido a que las partículas sólidas o sedimento se asientan. El agua una vez filtrada ingresa a una cámara que la conduce al laberinto.

Cuando los sedimentos o partículas sólidas taponan todo el filtro el nivel del agua sube e ingresa por las ventanas superiores de los mismos, dicha agua es depositada directamente en el laberinto. Ver Anexo # 5

Filtros lentos.

Carga superficial 0,30 mlh

Numero de filtros 3 u

Área de cada filtro 139 M²

Longitud 17 m.

Ancho 8 m.

Medio filtrante

Altura 1.50 m.

Diámetro efectivo 0.15 a 0.35 mm.

Coeficiente de uniformidad 2 - 3 U

Capas de soporte.

Parámetros Cantidad Unidad

Capa 1 .- Diámetro 20 — 30 mm

Altura 15 cm.

2 .- Diámetro 12 -20 mm.

Altura 15 cm.

3 .- Diámetro 8 — 12 mm.

Altura 10 cm.

4 .- Diámetro 2 — 8 mm.

Altura 10 cm.

Orificios del dren lateral.

Diámetro 0.5 cm.

Número de filas de orificios 2 U.

• Separación de orificios 0,50 nl.

Drenes laterales.

Diámetro 5 cm.

Separación de drenes 50 cm.

Dren principal en forma cuadrada.

Lado 0,30 M

Perdidas de carga.

Arena 0.12 m.

Grava 0.06 m

Orificios 0.01 m

Dren lateral 0.02 m.

Dren principal 0.05 m.

Total 0.26 m.

Aliviadero.

Diámetro Ancho 1.00 m.

Altura de agua 0.06 m.

Obras de salida

Carga de agua en el vertedero rectangular 0.06 m.

Ancho del vertedero de salida y control 1 .00 m.

Carga de agua en el vertedero triangular 0.15 m.

Diámetro de la tubería de salida 0.20 m.

Perdidas de carg. En la salida 0.10 m.

Canal de interconexión con cámara de estabilización

Velocidad 0.50 m/s

Ancho del canal 0.40 m.

Altura del agua 0.20 m.

Perdida de carga 0.30 m.

Desague

Cámaras De Estabilización

Tiempo de contacto 5 Mm.

Profundidad 1.1-1.2 m.

Ancho del canal 0.66 m.

Ancho de la curva 0.50 m.

Perdida de carga 0.10 m.

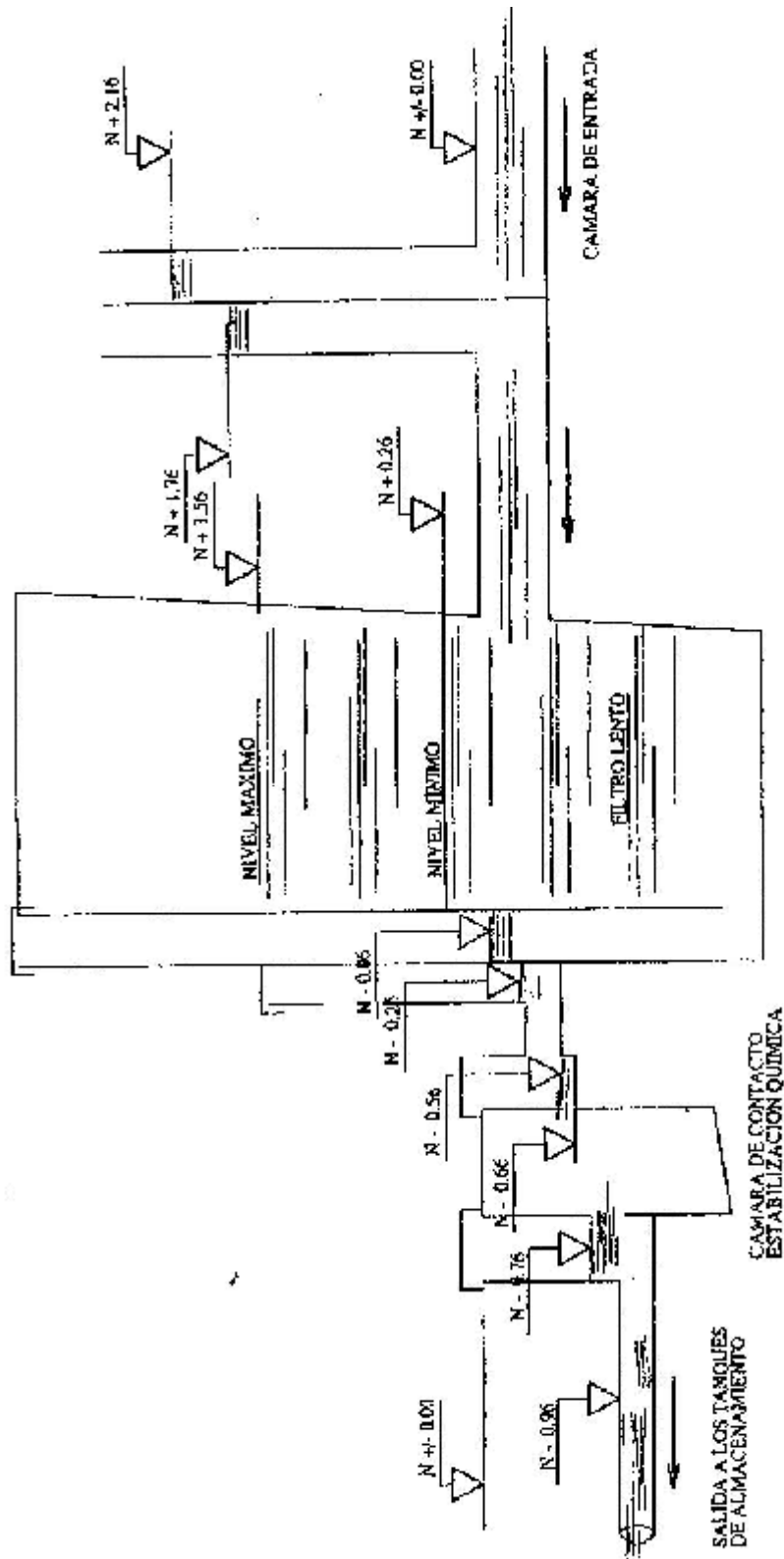
Ancho del vertedero 0.80 m.

Altura de agua en el vertedero 0.10 m.

Diámetro de la tubería de salida 0.30 m.

Perdida de carga en la tubería de salida 0.15 m.

Gráfico # 3
Perfil Hidráulico de los Filtros



PERFIL HIDRAULICO

Elaborado por: José Álvarez Ramírez
Fuente: Departamento de Agua Potable

2.2.1.2.4. Post-Cloración

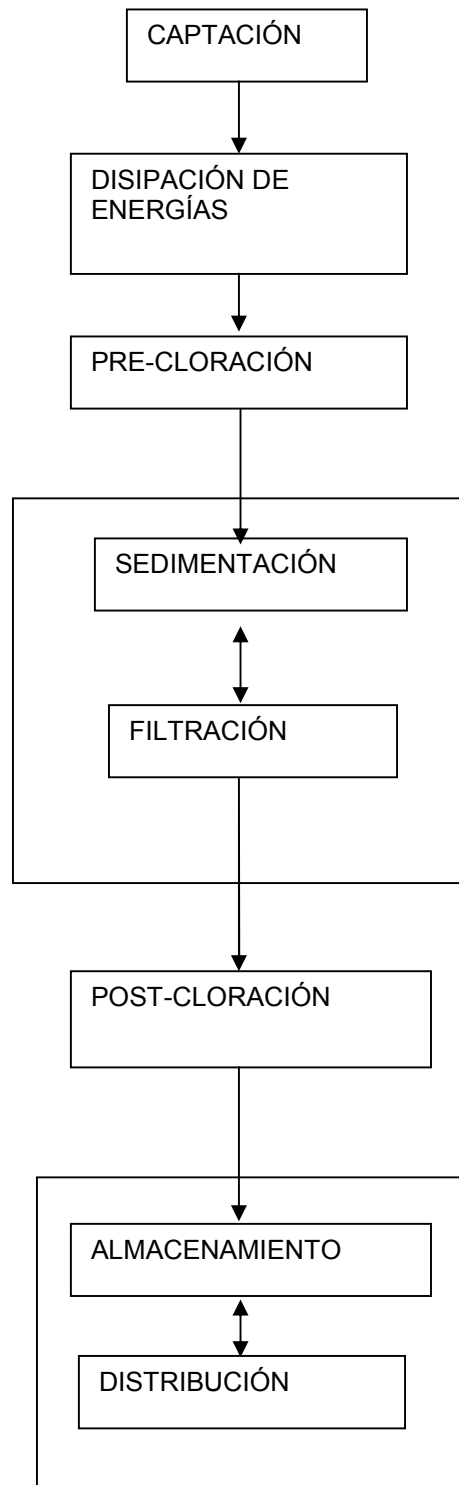
Una vez en el laberinto el agua ya filtrada (también el agua no filtrada que ingreso por las ventanas superiores de los filtros) inicia el proceso de post-cloración el mismo que se realiza con hipoclorito de calcio al 70%, este proceso al igual que el anterior se lo realiza con dos dosificadores los cuales están conectados a un temporizador para trabajar alternadamente. Ver Anexos # 7 y 8.

2.2.1.3. Fase III Almacenamiento y Distribución

Una vez que el agua ya esta tratada ingresa a el tanque de tratamiento ya descrito con anterioridad, el mismo que siempre se encuentra abierto para la respectiva distribución del agua potable por los canales ya mencionados. Ver Anexo # 2.

2.2.2. Diagrama De Bloques

Gráfico # 4
Proceso Actual de Potabilización



2.3. Análisis FODA

Cuadro # 1
Análisis FODA

MATRIZ FODA	FORTALEZAS 1. Personal con años de experiencia 2. Ubicación geográfica de la zona 3. Excelente calidad del agua cruda (captación) 4. Administración comprometida con el bienestar y desarrollo de la ciudad	DEBILIDADES 1. Falta de capacitación del personal 2. Carencia de tanques de sedimentación 3. Control estricto de calidad 4. Falta de válvulas de cierre en los filtros
OPORTUNIDADES 1. Espacio físico para realizar mejoras 2. Necesidad vital del servicio de agua potable	ESTRATEGIAS “FO” Debido a la ubicación geográfica de la zona se puede aprovechar el espacio libre para la construcción de un tanque de sedimentación	ESTRATEGIAS “DO” Aprovechar la necesidad vital del servicio para realizar inversiones en la mejora del diseño de la planta
AMENAZAS 1. Posible cambio de administración 2. Falta de recursos económicos 3. Cambios climáticos que afecten la calidad del agua	ESTRATEGIAS “FA” Utilizar al máximo la experiencia del personal para prever los posibles cambios	ESTRATEGIAS “DA” La falta de capacitación del personal es suplida con los años de experiencia en el área, además el cambio de administración es poco probable debido al buen desempeño de la actual

Elaborado por: José Álvarez Ramírez
Fuente: Departamento de Agua Potable

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO

3.1. Identificación de Los Problemas

De acuerdo con la investigación realizada mediante el levantamiento de información, entrevistas al personal y al análisis del proceso del atamiento de agua potable se detectaron los siguientes problemas en el funcionamiento de La Planta De Tratamiento De Agua Potable Bellavista.

- Problemas en los filtros.
- Problemas en el tanque de almacenamiento.

3.2. Estructuración De Los Problemas

Para una adecuada comprensión a los problemas encontrados en La Planta De Tratamiento De Agua Potable Bellavista, se procedió a estructurar los problemas de la siguiente manera.

- Identificación del problema.
- Determinación del origen.
- Detección de las causas.
- Análisis de las consecuencias.
- Elaboración del respectivo diagrama de Ishikawa o diagrama causa – efecto.

3.3. Análisis De Los Problemas Planteados

A continuación se detallan los principales problemas que afectan el correcto funcionamiento de La Planta De Tratamiento De Agua Potable Bellavista.

3.3.1. Problemas Relacionados Con Los Filtros

Entre los problemas que afectan a los filtros analizaremos los siguientes:

- Taponamiento acelerado.
- Demoras en el vaciado.
- Falta de control en el nivel de agua.

Origen

Estos problemas se originan debido a:

- Falta de un tanque de sedimentación.
- Fallas en el diseño de la planta.

Causas

Entre las principales causas tenemos:

- Agua cruda con alto grado de turbiedad.
- Sedimentos sólidos que taponan los filtros.
- Falta de válvulas de vaciado.

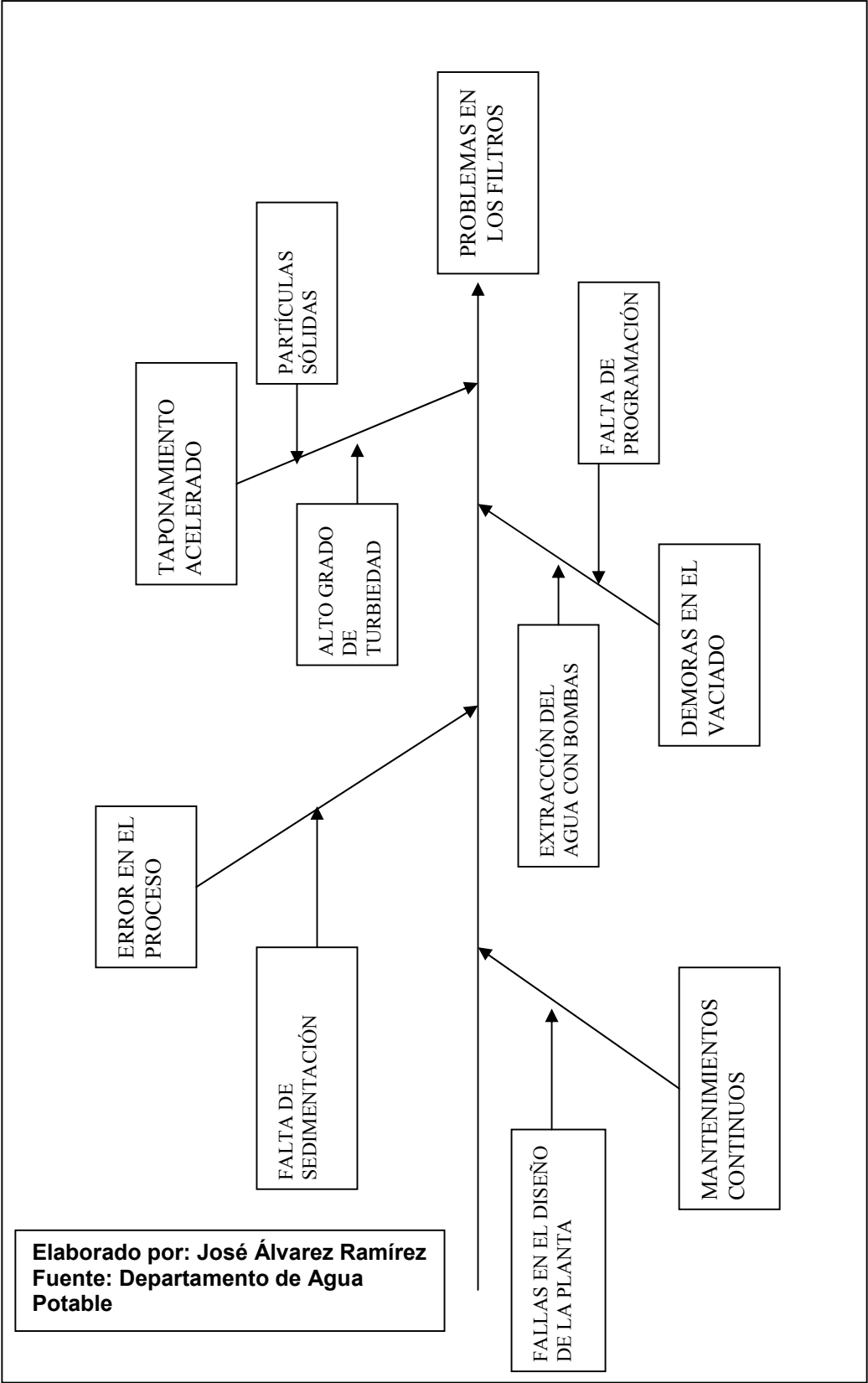
Consecuencias

Como consecuencias de este problema, uno de los tres filtros existentes siempre está en mantenimiento y la planta no opera al 100% de su capacidad.

El vaciado del filtro taponado para la su respectivo mantenimiento se lo realiza usando una bomba de succión lo cual demora el proceso de mantenimiento.

Al taponarse el filtro el nivel del agua sube y he ingresa por las ventanas superiores para evitar que este rebose y dicha agua ingresa al laberinto de post – cloración.

Gráfico # 5
Diagrama Causa – Efecto de problemas en los Filtros



3.3.2. Problemas Relacionados Con El Tanque De Almacenamiento

Entre los problemas que afectan al tanque de almacenamiento analizaremos los siguientes:

- Continua y repetitiva inspección visual del nivel de agua que contiene.

Origen

Estos problemas se originan debido a:

- Falta de un segundo tanque de almacenamiento que funcione como reservorio.
- Fallas en el diseño de la planta.
- Variaciones en el nivel de consumo de agua potable por parte de la población durante el día.

Causas

Entre las principales causas tenemos:

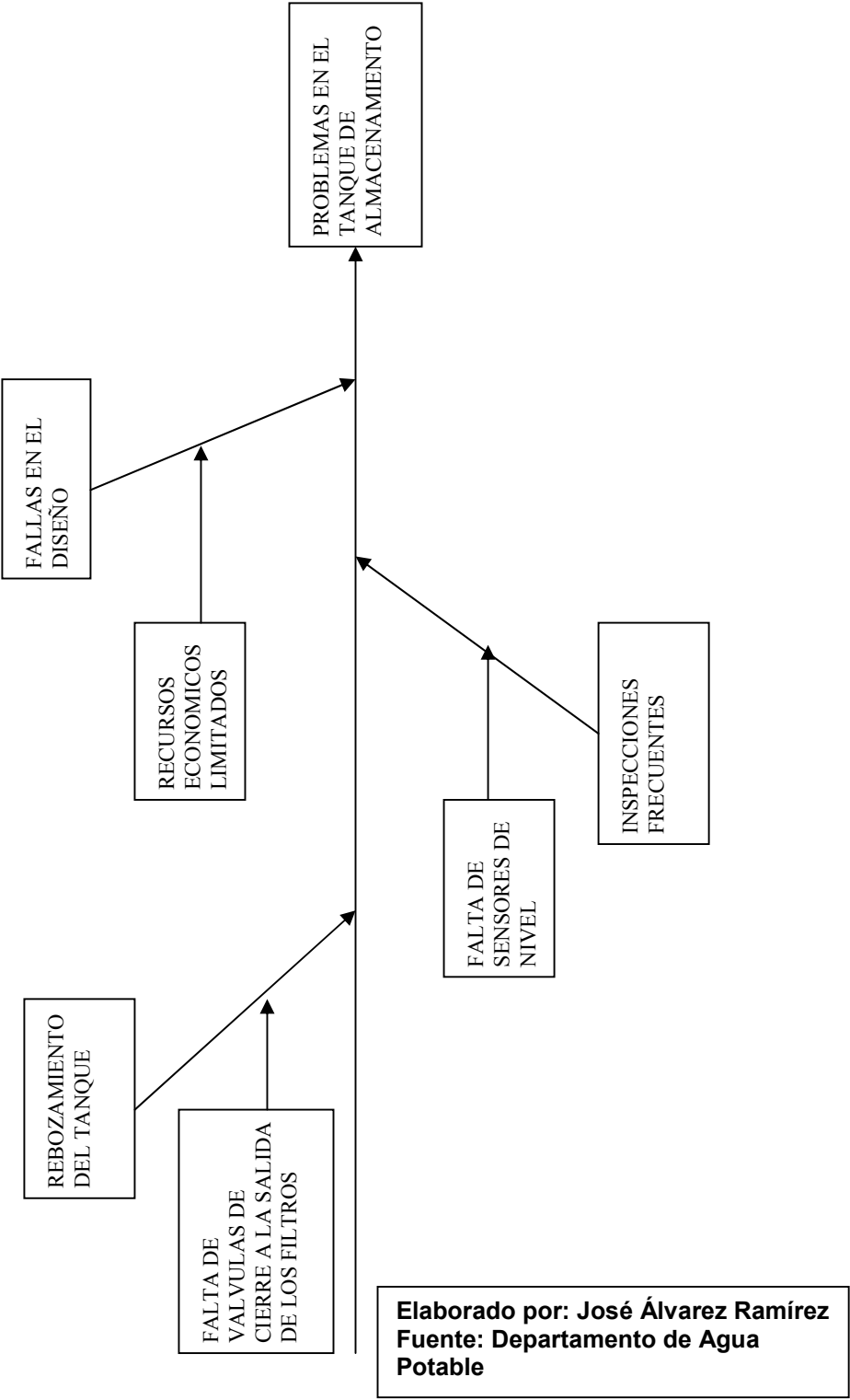
- Falta de un sensor que indique el nivel de agua.
- Falta de un tanque de almacenamiento adicional que funcione como reservorio.
- Al paralizar la planta para reparaciones en las tuberías de distribución, el nivel del tanque de almacenamiento sigue subiendo debido a que el agua contenida en los filtros sigue ingresando al laberinto de post – cloración y esta a su vez al tanque de almacenamiento.

Consecuencias

Como consecuencias de este problema produce un desperdicio considerable de agua ya tratada al realizar las reparaciones en las tuberías de distribución, ya que, no se puede paralizar la planta durante largos periodos debido a que el agua contenida en los filtros sigue ingresando al laberinto de post – cloración y esta a su vez al tanque de almacenamiento y puede ocasionar que este rebose.

Al rebosar el agua contenida en el tanque de almacenamiento puede ocasionar daños a las viviendas aledañas a La Planta De Tratamiento De Agua Potable Bellavista.

Gráfico # 6
Diagrama Causa - Efecto de problemas en el Tanque de Almacenamiento



3.4. Análisis De Los Principales Problemas

Los problemas detectados en los filtros y en el tanque de almacenamiento se deben a errores en el diseño de la planta y de los procesos de tratamiento de agua cruda.

El principal problema del taponamiento acelerado de los filtros se producen a causa de la falta de un tanque de sedimentación después de la captación, para que, las partículas sólidas se asienten en el fondo del mismo y el agua cruda ingrese a la planta de tratamiento con un menor grado de turbiedad, ósea mas liviana, para que esta se pueda filtrar con mayor facilidad. Además la carencia de válvulas de control a la salida de los filtros causa demora en al vaciado de los mismos al momento de realizar el respectivo mantenimiento que se le de cada vez que estos se taponan de sedimentos.

En cuanto al tanque de almacenamiento, su principal problema son las excesivas inspecciones visuales que deben de hacer los operarios para controlar el nivel de agua y así evitar que este rebose. Esto se produce debido a las variaciones de consumo de agua potable durante el día por parte de la población y también al paralizar la planta para realizar reparaciones en las tuberías de distribución ya el agua contenida en los filtros sigue ingresando al laberinto de post – cloración y esta a su vez al tanque de almacenamiento, producto de que los filtros no cuentan con válvulas de control a la salida de los mismos.

3.5 Cuantificación De Las Pérdidas De Los Problemas Detectados

Se va analizar los dos principales problemas detectados tomando en cuenta los costos más relevantes de cada uno de ellos.

3.5.1 Pérdidas Producidas En Los Filtros

Para cuantificar estos problemas costo de mano de obra y costos de materiales y equipo utilizado.

Mantenimiento:

En este caso se tomara en cuenta la mano de obra que trabaja durante el mantenimiento del filtro que no esta funcionando debido al taponamiento del mismo con sedimento y la materia prima y la maquinaria a utilizarse, dicho mantenimiento se lo realiza de manera alternada para cada filtro en un promedio de cada dos semanas y tarda dos días en realizarse y también los costos del material utilizado en los filtros.

Cuadro # 2

MANO DE OBRA				
No. De obreros	Sueldo diario USD	Días al mes	Costo total mes USD	Costo anual USD
4	10	4	160	1,929

Elaborado por: José Álvarez Ramírez

Cuadro # 3

MATERIALES				
	Cantidad mensual m3	Costo m3 USD	Costo total mensual USD	Costo anual USD
ARENA FINA	140	16	2240	26880
RIPIO	135	15	2025	24300
GRAVA	135	12	1620	19440
				70620

Elaborado por: José Álvarez Ramírez

Cuadro # 4

COMBUSTIBLE DE LA BOMBA DE VACIADO				
	Cantidad mensual gal.	Costo galón USD	Costo total mensual USD	Costo anual USD
Gasolina Extra	2	1.5	3	36

Elaborado por: José Álvarez Ramírez

Agua Clorada Que Ingresa Por Las Ventanas Superiores De Desfogue:

En este caso solamente se tomara en cuenta el hipoclorito de sodio ya que este se utiliza antes del proceso de filtración.

Cuadro # 5

HIPOCLORITO DE SODIO AL 10%				
	Cantidad desperdiciada al mes gal.	Costo por galón USD	Costo al mes USD	Costo total anual
cloro al 10% de sodio	55	0.70	38.5	462

Elaborado por: José Álvarez Ramírez

3.5.2. Perdidas Ocasionadas Por El Tanque De Almacenamiento

El principal riesgo en el tanque de almacenamiento es que este rebose. Aunque este hecho solo se dio una vez debido a los arreglos en la tubería principal de distribución.

El promedio calculado de desperdicio de agua tratada en caso de rebosar dicho tanque es de 200m³ de agua potable por hora.

Las reparaciones en la tubería principal en caso de rotura o daños tardan promedio de 2 horas. En este ya que el servicio del agua no esta siendo cobrado por parte de la administración municipal solo tomaremos en cuenta los costos de los químicos.

Tomaremos en cuenta que cada mes se producen 2 reboses, debido a las causas ya mencionadas.

Cuadro # 6
Pérdidas Anuales de Hipoclorito de sodio y calcio

	Consumo diario gal.	Horas de desperdicio	Cantidad desperdiciada gal.	Costo por galon USD.	Pérdidas por rebose	PERDIDAS ANUALES
Hipoclorito de sodio	55	2	4.6	0.7	3.22	77.28
	Consumo diario kg.	Horas de desperdicio	Cantidad desperdiciada kg.	Costo pro kg. USD.	Pérdidas por rebose	PERDIDAS ANUALES
Hipoclorito de calcio	4	2	0.33	2.02	0.67	16.08

Elaborado por: José Álvarez Ramírez

3.5.3 Costos Totales de las pérdidas.

Cuadro # 7
Costos Totales Anuales

Costos ocasionados por pérdidas en los filtros	73,047 USD
Costos ocasionados por pérdidas en el tanque de almacenamiento	93.36 USD
COSTOS TOTALES ANUALES	73,140.36 USD

Elaborado por: José Álvarez Ramírez

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

4.1. Planteamiento Y Análisis De Las Alternativas De Solución

En la planta de tratamiento de agua potable BELLAVISTA, de acuerdo al estudio realizado se detectaron dos problemas principales.

El problema del taponamiento acelerado de los filtros, el mismo que ocasiona un mantenimiento frecuente de los mismos. Dicho problema se puede resolver con la implementación de un tanque de sedimentación, el cual deberá ser instalado de tal manera que procese el agua cruda de la captación antes de que esta ingrese a la planta de tratamiento, con el fin de que el agua que llegue a los filtros sea mas liviana, ósea, que contenga menos sedimentos y partículas sólidas ya que debido a estas partículas se produce el taponamiento de dichos filtros.

El problema del nivel de agua en el tanque de almacenamiento, el mismo que ocasiona que las reparaciones en la tubería principal de distribución deba hacerse con restricciones de tiempo, ya que, al paralizar la planta para realizar dichas reparaciones el agua contenida en los filtros sigue filtrándose e ingresando al tanque de almacenamiento pudiendo provocar que el agua del tanque rebose, esto se puede controlar con la instalación de válvulas de cierre a la salida de cada uno de los filtros, además el consumo de agua potable por parte de la población varia durante el día y dependiendo del clima y la temperatura, esto produce que el nivel del tanque suba y baje drásticamente, el cual debe ser controlado

con inspecciones visuales repetitivas y constantes para así poder evitar el posible rebosamiento del agua contenida en dicho tanque de almacenamiento, esto se puede solucionar con la construcción de un tanque reservorio para así controlar la suministración de agua potable a la población de la ciudad de Bucay y además se puede instalar un sensor de nivel que alerte a los operarios de los niveles críticos en el tanque (máximo y mínimo) para que ellos puedan tomar las acciones pertinentes.

4.1.1. Alternativa De Solución “A”

La primera es implementar UN TANQUE DE SEDIMENTACIÓN Y UN TANQUE RESERVORIO.

El agua procedente de riachuelos y grandes manantiales contiene normalmente partículas en suspensión. Ya que la turbulencia de los caudales puede remover arcilla, limo, arena e incluso pequeñas piezas de grava. Tales partículas transportadas en el flujo pueden dar al agua una apariencia sucia y un sabor no apetecible y también contribuyen sustancialmente a la erosión del tubo PAD. Pero, si se deja reposar el agua tranquilamente en un tanque durante algún tiempo, muchas de estas partículas en suspensión pueden hundirse y asentarse en el fondo del tanque. Este proceso se llama sedimentación y se realiza en tanques de sedimentación, especialmente diseñados para este fin.

Para todos los sistemas que usan riachuelos como fuentes de abastecimiento, así como para aquellos manantiales donde el agua es visiblemente sucia o turbia, se debería construir tanques de sedimentación.

Cuando el agua cargada de sedimento se deja reposar tranquilamente sin ninguna turbulencia, las partículas en suspensión tenderán a hundirse

bajo la influencia de la gravedad. Las velocidades comunes de asentamiento para las diversas partículas se dan a continuación:

Cuadro # 8
Velocidades de asentamiento de las partículas sólidas

Tipo de partícula	Diámetro en mm	Velocidad de asentamiento cm/min
Arena gruesa	1-0.5	600-318
Arena mediana	0.5-0.25	318-156
Arena fina	0.25-0.10	156-48
Arena muy fina	0.10-0.05	48-15.6
Lodo	0.05-0.01	15.6-0.924
Lodo fino	0.01-0.005	0.924-0.0385
arcilla	0.01-0.001	0.154-0.00154

Elaborado por: José Álvarez Ramírez

Fuente: Instituto De Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Las partículas mas pequeñas (ej. la arcilla fina o la bacteria) o no se asientan o tienen un índice de asentamiento insignificante.

Tomando como base la información precedente, se puede calcular que un periodo de asentamiento de aproximadamente 20 minutos permitiría que algunos limos finos y otras partículas mas grandes se asienten fuera de las capas Superiores del agua en el tanque de sedimentación. Esta agua limpia de la superficie se retira y se canaliza dentro de la tubería.

Tiempo de retención.- El periodo de tiempo durante el cual el agua permanece en el tanque de sedimentación para permitir el asentamiento se llama el tiempo de retención. La cantidad de tiempo de retención requerida depende de varios factores: Cantidad de caudal, cantidad de partículas en suspensión y sus tamaños, el área de la superficie de agua en el tanque, la presencia de un tanque reservorio aguas abajo (si el

sistema requiere uno). Un tanque reservorio permitirá alrededor de 10 horas de tiempo de asentamiento tranquilo por noche, de manera que tal sistema no requiere un tanque de sedimentación tan grande.

Tiempos de retención recomendados:

Manantiales limpios, pequeños: no requieren tanque de sedimentación'

Sistemas con reservorios: **15 - 20** minutos

Sistemas sin reservorios: 60 minutos, mínimo.

Ver Anexo # 9

Capacidad.- Cuando se ha seleccionado el tiempo de retención, puede calcularse la capacidad requerida del tanque de sedimentación:

$C = Q \times T$ *donde:* C = capacidad (litros)

Q = caudal (LPS)

T = tiempo de retención (segundos)

Especificaciones del tanque:

Las dimensiones del tanque de sedimentación pueden adaptarse de tal modo que puedan acomodarse a cualquier ubicación que se les designe, pero en diseño se deben incorporar ciertas características:

Relación L M.- La relación longitud/ancho del área de la superficie del agua debería ser por lo menos 4. Esto permite que la turbulencia inicial de descarga se aminore.

Profundidad del agua.- La profundidad del agua es mejor entre 75100 cm.

Entrada.- La descarga del caudal dentro del tanque será distribuida de la forma mas pareja posible cruzando el ancho de la n i t a del agua.

La profundidad de la descarga deberá ser aproximadamente a medio camino entre la superficie y el piso del tanque, Para regular el flujo se necesita una válvula de globo.

Salida.- La salida debe ser diseñada para recolectar justo la capa de agua que esta en la superficie, partiendo del cruce total del ancho de la ruta del agua. La forma más sencilla de llevar esto a cabo es con una cuneta de recolección y la salida debe tener una válvula de compuerta con ventilación.

Tubo de limpieza.- el tubo de limpieza debe ser por lo menos de FG 2" con casquete terminal, fijado en el fondo del tanque, con un adecuado drenaje desagüe para la descarga del mismo.

Velocidad del caudal.- la velocidad del agua que fluye a través del tanque no debe exceder de 0.50cm/s. una mayor velocidad puede crear corrientes turbulentas que impidan el proceso sedimentación.

La velocidad se calcula:

$V=1000Q/WD$ en donde:

V= velocidad cm/s

Q=caudal LPS

W=ancho de la vía se agua cm

D=profundidad del agua cm

Deflectores.- se pueden usar una o mas paredes de separación (deflectores) para subir la superficie del agua de manera que el índice L/W mejore sin que tengan necesariamente que aumentar las medidas externas del tanque. Estos deflectores pueden expandir la profundidad total del agua y tienen que ser una obra de albañilería.

Excavación, sedimentación y paredes.- la profundidad de la excavación deberá ser suficiente para enterrar la mitad de las paredes. El piso de la excavación deberá estar nivelado y firme (compactado si es necesario). Las paredes deberán ser construidas sobre una base de mampostería, las paredes deberán tener un grosor de 30cm de mampostería de 1: 4 de cemento: arena

TANQUE RESERVORIO

Reservorios de almacenamiento elevados

Los reservorios elevados son estanques de almacenamiento de agua que se encuentran por encima del nivel del terreno natural y son soportados por columnas y pilotes o por paredes. Desempeñan un rol importante en los sistemas de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico, así como del funcionamiento hidráulico del sistema y del mantenimiento de un servicio eficiente.

Los reservorios elevados en las zonas rurales cumplen dos propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de los consumos que se producen durante el día.
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.

Capacidad del reservorio

La capacidad del almacenamiento de un reservorio en el medio rural es función, principalmente, del volumen de regulación para atender las variaciones del consumo de la población.

Determinación del volumen de regulación.- Los reservorios deben permitir que las demandas máximas que se producen en el consumo sean satisfechas cabalmente, al igual que cualquier variación en los consumos

registrados en las 24 horas del día, proveyendo presiones adecuadas en la red de distribución.

Los reservorios tienen la función de almacenar el agua sobrante cuando el caudal de consumo sea menor que el de abastecimiento y aportar la diferencia entre ambos cuando sea mayor el de consumo. La capacidad así requerida se denominará de regulación o de capacidad mínima.

Para determinar el volumen de regulación de los reservorios podrían emplearse los métodos siguientes:

Método empírico

Para sistemas por bombeo, el volumen de regulación deberá estar entre el 20 a 25% del caudal promedio diario, dependiendo del número y duración de las horas de bombeo, así como de los horarios en los que se realicen dichos bombeos.

Por tanto, el volumen debe ser determinado utilizando la siguiente expresión:

$$V_r = C Q_m$$

Donde: V_r = Volumen de regulación en m³.

C = Coeficiente de regulación 0,20 – 0,25.

Q_m = Consumo promedio diario anual en m³

Si la fuente de agua es superficial, se podría distribuir el volumen de almacenamiento entre una cisterna y el reservorio. Se presentan dos alternativas de diseño, las cuales deberán evaluarse en términos de costos y elegir la solución óptima:

El bombeo desde la cisterna al reservorio se hace con el caudal máximo horario de la red de distribución. En este caso el reservorio tendrá una capacidad pequeña, la suficiente para mantener un nivel de agua que aseguren presiones adecuadas en la red. Todo el volumen de agua para el consumo de la población estará en la cisterna.

Bombeo con el caudal medio del día de mayor consumo. El reservorio deberá tener la capacidad necesaria para atender a la población. La cisterna sería el receptor del agua procedente de la fuente y la cámara de succión del sistema de bombeo.

Para seleccionar una de las alternativas deberá considerarse los siguientes criterios:

A medida que crece la capacidad del reservorio se reduce la capacidad de la cisterna, siendo constante la capacidad total. El costo total aumenta con el incremento de la capacidad del reservorio.

El caudal de bombeo disminuye cuando aumenta la capacidad del reservorio, disminuyendo en consecuencia el costo del sistema de bombeo.

El costo total incluyendo reservorio y sistema de bombeo es variable. La solución óptima corresponde a la del menor costo.

Se deberá fijar la capacidad del reservorio entre el 10 al 20% del volumen de regulación total.

Ubicación del reservorio

La ubicación y nivel del reservorio de almacenamiento deben ser fijados para garantizar que las presiones dinámicas en la red de

distribución se encuentren dentro de los límites de servicio. El nivel mínimo de ubicación viene fijado por la necesidad de que se obtengan las presiones mínimas y el nivel máximo viene impuesto por la resistencia de las tuberías de la red de distribución. La presión dinámica en la red debe estar referida al nivel de agua mínimo del reservorio, mientras que la presión estática al nivel de agua máximo.

Por razones económicas, sería recomendable ubicar el reservorio próximo a la fuente de abastecimiento o de la planta de tratamiento y dentro o en la cercanía de la zona de mayores consumos. El área para el emplazamiento del reservorio no debe situarse en lugares que constituyan escurrimiento natural de aguas de lluvia.

Formas del reservorio

No es un aspecto importante en el diseño del reservorio; sin embargo, por razones estéticas y en ocasiones económicas se realizan evaluaciones para definir formas que determinen el mejor aprovechamiento de los materiales y la máxima economía.

Esférica.- Tiene las siguientes ventajas: a) presenta la menor cantidad de área de paredes para un volumen determinado y b) toda ella está sometida a esfuerzo de tensión y compresión simples, lo cual se refleja en menores espesores. Su mayor desventaja estriba en aspectos de construcción, lo cual obliga a encofrados de costos elevados.

Paralelepípedo.- Tiene la ventaja de reducir grandemente los costos de encofrado; sin embargo, al ser sus paredes rectas producen momentos que obligan a espesores y refuerzos estructurales mayores. Las formas que reducen los momentos por empuje de agua son aquellas que tienden a la forma cilíndrica, como los hexágonos, octágonos, etc. Ver Anexo # 10

Cilíndricas.- Tienen la ventaja estructural que las paredes están sometidas a esfuerzos de tensión simple, por lo cual requieren menores espesores, pero tienen la desventaja de costos elevados de encofrado.

Las losas de fondo y tapa, las cuales pueden ser planas o en forma de cúpula, se articulan a las paredes.

Esta es la forma más recomendable para los reservorios en las zonas rurales, presentándose dos casos:

- Si la capacidad del reservorio es menor o igual a 50 m³, es recomendable que la tapa y losa de fondo sean planas.
- Para una capacidad mayor a 50 m³, debido a un mejor comportamiento estructural, es recomendable que la tapa y la losa sean semiesféricas

Reservorios elevados.- Consta de dos partes principales: el tanque de almacenamiento o cuba y la estructura de soporte. La estructura portante puede estar constituida por un fuste cilíndrico o tronco cónico el cual es empleado para reservorios de gran capacidad o por una serie de columnas arriostradas, usadas en reservorios medianos y pequeños. En las zonas rurales los reservorios son usualmente pequeños o medianos, por lo cual esta sección está orientada al diseño de reservorios que se apoyan sobre columnas arriostradas.

Accesorios

Tubería de entrada.- El diámetro esta tubería está definido por la línea de impulsión, y deberá estar provisto de una válvula compuerta de cierre de igual diámetro antes de la entrada al reservorio.

La distancia entre la generatriz inferior de la tubería de ingreso y la generatriz superior de la tubería de rebose debe ser mayor a 5 cm.

La zona de entrada se ubica en el nivel superior del reservorio, sobre el nivel máximo del agua; es recomendable adosar el tubo de entrada a un pilar y terminarle con un codo que evite la proyección hacia arriba del líquido.

Tubería de paso directo (by-pass).- Se debe considerar el uso de by-pass con el objeto de mantener el servicio mientras se efectúa el lavado o la reparación del reservorio. La tubería de paso directo estará provista de una válvula compuerta.

Tubería de salida.- El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la matriz de distribución, debiendo estar provisto de una válvula compuerta de cierre.

La tubería de salida debe ubicarse en la parte baja del reservorio y deberá estar provista de una canastilla de succión.

Tubería de limpieza.- Se deberá ubicar en el fondo del reservorio el cual deberá contar con una pendiente no menor a 1% hacia la tubería de limpieza. El diámetro de la tubería de limpieza será diseñado para permitir el vaciado del tanque en tiempo no mayor a 2 horas.

La tubería de limpieza deberá estar provista de una válvula compuerta y no es recomendable que descargue directamente al alcantarillado sanitario, por lo cual deben tomarse las previsiones necesarias para evitar contaminaciones, preferentemente se debe descargar al alcantarillado pluvial.

Tubería de rebose.- La tubería de rebose debe ser dimensionada para posibilitar la descarga del caudal de bombeo que alimenta al reservorio y el diámetro de la tubería de rebose estará determinado por la altura de la cámara de aire en el reservorio, evitándose presionar la tapa del mismo.

En todo caso, es aconsejable que el diámetro de la tubería de rebose no sea menor que el diámetro de la tubería de llegada.

La tubería de rebose se conectará con descarga libre a la tubería de limpieza y no se proveerá de válvula de compuerta, permitiendo la descarga en cualquier momento.

Ventilación.- Los reservorios deben disponer de un sistema de ventilación, con protección adecuada para impedir la penetración de insectos y pequeños animales. Para ello es aconsejable la utilización de tubos en “U” invertida, protegidos a la entrada con rejillas o mallas milimétricas y separadas del techo del reservorio a no menos de 30 cm

Limitadores de nivel.- En los reservorios debe disponerse de un dispositivo limitador de nivel máximo de agua, destinado a impedir la pérdida de agua a través del rebose. Una alternativa es el empleo de un sistema que interrumpa el suministro de energía a las bombas cuando el nivel del líquido llegue al límite máximo.

Medidor.- Se instala en la tubería de salida con la finalidad de medir los volúmenes de agua entregados en forma diaria y las variaciones del caudal.

Indicador de nivel.- Los reservorios deben ser dotados de un dispositivo indicador de la altura de agua en el reservorio, el cual no debe

ser capaz de deteriorar la calidad del agua. Para este fin se podría emplear el sistema constituido por una boya, cuerda y regla graduada.

Aspectos complementarios

Borde libre.- El reservorio debe estar provisto de una altura libre por encima del nivel máximo de agua, con el objeto de contar con un espacio de aire ventilado. La altura libre no debe ser menor a 0,20 m.

Revestimiento interior.- El fondo y las paredes del tanque, deben ser impermeables, independientemente de cualquier tratamiento especial, como pintura o revestimiento.

Boca de visita.- Cada reservorio debe contar por lo menos con una abertura para inspección de 0,60 x 0,0 m como mínimo. La abertura estará ubicada en su cubierta, junto a uno de las paredes verticales, de preferencia en la misma vertical de la tubería de ingreso al reservorio. Los bordes de las aberturas de inspección deben situarse por lo menos 5 cm. más alto de la superficie de la cubierta del reservorio.

Las aberturas para inspección deben ser cerradas con una tapa que tendrá un sistema de seguridad con llave o candado y debe tener una forma tal que impida la entrada de agua a través de sus juntas.

Escaleras.- Las escaleras de acceso serán tipo marinera y deben estar provistas de jaula de protección, de manera que permitan el acceso hasta la losa de cubierta del reservorio. La parte superior del reservorio debe contar con un barandado de protección.

Protección contra la luz natural.- No será permitida la entrada de luz natural al interior del reservorio de forma permanente a fin de evitar la formación de algas en el interior del mismo.

Cerco de protección.- Los deben estar protegidos mediante un cerco o muro con una altura y resistencia necesarias para evitar el acceso directo de personas no autorizadas o animales.

4.1.2. Alternativa De Solución “B”

La segunda alternativa es la construcción de un TANQUE DE SEDIMENTACIÓN, ya que es indispensable, la implantación de VÁLVULAS DE VACIADO Y CIERRE a la salida de los filtros y por ultimo un SENSOR DE NIVEL en el tanque de almacenamiento.

Tanque de sedimentación.- al igual que en la alternativa “A”, el tanque de sedimentación de sólidos es indispensable debe estar presente en todas las alternativas de solución presentadas. Ver Anexo # 9.

Válvulas de vaciado y cierre.- consiste en la implementación de dos válvulas a la salida de cada uno de los filtros.

Válvulas de vaciado.- el objetivo de implementar dichas válvulas es el de agilizar el proceso de vaciado de los filtros el cual se realiza cada vez que se le va a dar el mantenimiento respectivo a los mismos y así evitar el uso de la bomba de agua con la cual se realiza actualmente dicho proceso.

Válvulas de cierre.- estas son las mas importantes ya que estas evitan que el agua contenida en los filtros siga ingresando al tanque de

almacenamiento cuando se realizan las reparaciones en la tubería principal de distribución, evitando así el rebose de dicho tanque.

Además cumplirá otra función importante. Dado que en la actualidad la planta de tratamiento de agua potable esta funcionando con dos de sus tres filtros debido al taponamiento acelerado de estos. (De acuerdo al promedio de consumo de la población de tallado en el punto 1.8.1. la planta puede operar con dos de sus tres filtros satisfaciendo así la necesidad de la población) uno de los filtros puede ser utilizado como un tanque reservorio. Ver Anexo # 11.

Sensor de nivel.- se instalara un sensor de nivel que detecte los niveles criticas (máximo- mínimo) de agua en el tanque de almacenamiento y de aviso con una sirena cuando el agua se encuentre dichos niveles, con la finalidad de evitar las inspecciones visuales repetitivas que realiza el operario para evitar el rebose del agua contenida en el tanque de almacenamiento. Ver Anexo # 12.

El Sensor de Agua está diseñado para detectar desbordes, pérdidas o cambios de nivel del agua, como por ejemplo el nivel del agua dentro de un tanque de almacenamiento. Al detectar agua el receptor emitirá una señal audible y titilará una señal luminosa. En este paquete encontrará un sensor de agua, una batería de litio de 3 voltios y un clip.

Sensor de Nivel de Agua Inalámbrico SkyLink Household Alert®
Modelo WA-318T

Características:

- Le alerta si hay agua presente o riesgo de inundación.
- Sensor supervisado: monitorea automáticamente los sensores y la condición de sus baterías.

- Le alerta si el nivel de agua dentro del tanque de almacenamiento si sube demasiado.
- Alcance de operación: 300 pies.
- Incluye batería de litio.
- Fácil de instalar.
- Garantía por un año.

4.2. Evaluación y/o Análisis de Costos por cada Alternativa

Para realizar el análisis correspondiente de los costos de cada alternativa, se ha recurrido a empresas que cuentan con tecnología de punta, las mismas que dados los requerimientos se han llegado a establecer los siguientes costos.

4.2.1. Costo de Alternativa “A”

Cuadro # 9
Costos Tanque de Sedimentación

DESCRIPCIÓN	COSTO(USD)
Excavación y compactación	2,700
Construcción de paredes de hormigón	10,000
Construcción de deflector	1,000
Válvulas y tuberías	2,000
Cercado y cerramiento	8,000
COSTO TOTAL	23,700

Elaborado por: José Álvarez Ramírez

Cuadro # 10
Costos Tanque de Reservorio

DESCRIPCIÓN	COSTO(USD)
Excavación y compactación	800
Construcción de base	1,800
Construcción de columna o soporte	1,500
Tuberías de entrada y salida, by pass, limpieza y de rebose	2,500
Válvulas	1,800
Escaleras	200
Revestimiento interno	400
Tanque de almacenamiento o cuba	8,000
Cerca de protección	800
Bomba 2hp	500
COSTO TOTAL	18,300

Elaborado por: José Álvarez Ramírez

Cuadro # 11
Costo Total de Alternativa “A”

DESCRIPCIÓN	COSTO(USD)
Tanque de sedimentación 1200m3	23,700
Tanque reservorio elevado 250m3	18,300
COSTO TOTAL	42,000

Elaborado por: José Álvarez Ramírez

4.2.2. Costo de Alternativa “B”

TANQUE DE SEDIMENTACIÓN:

Al igual que en la alternativa “A” se requiere de un tanque de sedimentación con capacidad de 1200m3. Ver cuadro # 8

Cuadro # 12
Sensor de nivel

DESCRIPCIÓN	COSTO(USD)	CANTIDAD	COSTO TOTAL(USD)
Sensor de nivel de agua	30	3	90

Elaborado por: José Álvarez Ramírez

Cuadro # 13
Válvulas de Vaciado y Cierre

DESCRIPCIÓN	Cant.	Costo unit. (usd)	Subtotal (usd)
Rotura y picada de muro en cámaras de filtros y tanque de distribución	11	5	55
Colocación e instalación de tubos de 200mm.	7	10	70
Colocación e instalaron de bridas de sujeción de válvulas	6	5	30
Colocación e instalación de giboulth en válvulas	6	5	30
Colocación e instalación de válvulas de 200mm. Bridadas con pernos 5/8	6	10	60
Instalación de anclajes de concreto para válvulas	6	10	60
Fabricación de llaves en tubo galvanizado para apertura y cierre de válvulas	3	20	60
Válvulas	6	80	480
COSTO TOTAL (USD)			845

Elaborado por: José Álvarez Ramírez

Cuadro # 14
Costo Total de la Alternativa “B”

DESCRIPCIÓN	COSTO(USD)
Tanque de sedimentación 1200m3	23,700
Sensores de nivel	90
Válvulas de vaciado y cierre	845
COSTO TOTAL (USD)	24,635

Elaborado por: José Álvarez Ramírez

4.3. Selección De La Alternativa Más Conveniente, Como Propuesta De Solución

Luego del análisis realizado se ha considerado la implementación del tanque de sedimentación, sensores de nivel y las válvulas de vaciado y cierre a la salida de los filtros, como la alternativa más conveniente debido a las siguientes razones:

1. El tanque de sedimentación es sumamente necesario, ya que todo proceso de potabilización de agua tiene que contar con el proceso de sedimentación o asentamiento de sólidos, además esto reducirá en un 250% el taponamiento de los filtros, evitando así el mantenimiento frecuente que actualmente se le realiza a los mismos.
2. El sensor de nivel, ayudaría a evitar hasta en un 75% las inspecciones visuales en el tanque de distribución.
3. Las válvulas de vaciado y cierre ala salida de los filtros, permitirá que uno de los tres filtros con los que cuenta la planta pueda realizar las funciones de un tanque reservorio.

4.3.1. Factibilidad De La Propuesta

La propuesta se hace viable debido a:

- Costo.- el valor a invertir es bajo.
- Tiempo.- el tiempo para implementar esta propuesta es relativamente corto.
- Espacio.- el municipio de Bucay y la planta de tratamiento cuenta con el espacio físico suficiente para implementar dicha propuesta.

Estos factores hacen que la propuesta tenga un 100% de factibilidad.

4.3.2. Aporte y/o Incidencia de la Propuesta en el desarrollo de los Procesos y Actividades.

Al contar la planta de tratamiento de agua potable con un tanque de sedimentación, válvulas de apertura y cierre a la salida de los filtros y los sensores de nivel se obtendrá:

- Se abrirían más plazas de trabajo (en el tanque de sedimentación).
- Aumento en la eficiencia de la planta.
- Mejoramiento en la calidad del agua potable.
- Eliminación de pérdidas de agua ya potabilizada.
- Reducción de gastos en el mantenimiento de los filtros.
- Eliminación de restricciones de tiempo en las reparaciones de las tuberías de distribución.
- Tranquilidad y mejoramiento en el estilo de vida de los usuarios de este líquido vital.

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y ANÁLISIS FINANCIERO

5.1. Costos Y Calendario De Inversión Para La Implementación De La Alternativa Propuesta

- Los costos de la inversión se cancelaran con los recursos de la municipalidad del cantón Bucay
- la inversión se hará de manera inmediata
- la implementación de la propuesta tendrá una duración de 75 días (10 semanas)

El costo total será de 24,635 USD, los mismos que serán desembolsados de acuerdo al cronograma de trabajo.

5.1.1. Inversión Fija

La inversión que se efectuara será de 24,635 USD.

5.1.2. Costos De Operación

Para poner a funcionar esta alternativa no será necesaria la contratación de mano de obra, ya que, el municipio de Bucay cuenta con el personal y la maquinaria necesaria tanto para la construcción del

tanque de sedimentación como para la colocación de las válvulas y los sensores.

La persona responsable que dirigirá la propuesta, será el Director de agua potable y alcantarillado y estará supervisada por el jefe de recursos humanos y será ejecutado por el personal de las áreas de obras públicas, agua potable y alcantarillado, además con el personal de mantenimiento y aseo de calles.

El departamento de compras se encargara de cotizar y adquirir los diferentes materiales y herramientas que van a ser utilizados para plasmar la propuesta, previamente aprobadas por la municipalidad de Bucay.

5.2. Financiamiento De La Propuesta

Debido a que el municipio de Bucay no cobra valor alguno por la prestación de este servicio el financiamiento de la propuesta se lo hará mediante un financiamiento con la ASOCIACIÓN DE MUNICIPALIDADES DEL ECUADOR (AME), dicho financiamiento que tiene un interés anual del 7%.

5.2.1. Amortización De Crédito Financiado

El crédito requerido es de 24,635 USD ya que el interés anual es del 7%, el monto total a cancelar será de 26,359.45 USD los mismos que serán cancelados en 12 cuotas de 2,196.62 USD cada una.

5.2.2. Balance Económico

Crédito AME	26,359.45
Interés anual	1,724.45
Construcción de tanque de sedimentación	
Tanque de sedimentación 1200m3	23,700.00
Sensores de nivel	90.00
Válvulas de vaciado y cierre	845.00
Total	26,359.45 = 26,359.45

5.3. Análisis Beneficio/Costo De La Propuesta

El beneficio tal como se lo determina en el punto 3.5.3. De este estudio asciende a la cantidad de 74,140.36USD anuales, ya que, se eliminarían las pérdidas ocasionadas por los filtros y el tanque de distribución y almacenamiento.

En cuanto al costo de la implementación de la alternativa escogida (tomando en cuenta el interés por el financiamiento) es de 26,359.45 USD

$$\text{RELACIÓN COSTO – BENEFICIO} = 26,359.45 \times 100 / 74,140.36 = 35.55\%$$

Nos indica que por cada dólar que se va a invertir se recibe 35.55%, lo que significa, que la municipalidad estará ahorrando el 64.45% del total de las perdidas al año.

RELACIÓN BENEFICIO – COSTO = 74,140.36 USD / 26,359.45 USD = 2.82.

Lo que implica que por cada dólar que se va a invertir en la propuesta se obtendrá un beneficio de 2.82 USD, lo cual la hace sumamente rentable. Ya que con la inversión de 26,359.45 USD el beneficio proyectado sería de 74,333.65USD anuales.

5.4. Índices Financieros Que Sustentan La Inversión

5.4.1. Punto de Equilibrio

Para la determinación del punto de equilibrio para nuestra propuesta, al no generar la planta ingresos debido a no cobrar por la prestación del servicio por disposición de la administración en este caso la municipalidad del cantón Bucay, remplazaremos las ventas por el beneficio obtenido al implementar esta propuesta, los costos fijos serán el costo total de implementación de la alternativa de solución y los costos variables será el interés por el financiamiento brindado por la A.M.E. (Asociación de Municipalidades del Ecuador).

Punto de equilibrio = costos fijos / 1 – (costos variables / beneficio)

Punto de equilibrio = 24,635 USD / 1 – (1,724.45 USD / 74,333.65 USD)

Punto de equilibrio = 25,220.11 USD

Estos 25,220.11USD al ser divididos para 6,194.47 USD / mes que son las cuotas mensuales que se cancela a la A.M.E. por concepto del crédito para la implementación de la propuesta nos da como resultado que el punto de equilibrio es a los 4.07 meses lo cual lo vamos a ver mas detalladamente en el periodo de recuperación.

5.4.2. Tasa Interna de Retorno

Costo de la propuesta 26,359.45USD

Pérdida anual 74,140.36USD

Perdida mensual 6,178.36USD

$$F = P (1 + i)$$

$$74,140.36 = 26,359.45 (1+i)$$

$$i = 1.81 \text{ anual}$$

$$I = i \times 100 = 1.81 \times 100 = 181\% \text{ anual } \text{ ó } 15.08\% \text{ mensual}$$

5.4.3. Tiempo de Recuperación de la Inversión

Para el calculo del periodo de recuperación de la inversión, es necesario descomponer el valor del beneficio deseado, en este caso será dividido para los 12 meses del año, así tenemos 74,333.65USD dividido para 12, obtenemos 6,194.47USD con este valor se proyecta el tiempo de recuperación de la inversión de la propuesta, que es de 26,359.45USD

Cuadro # 15

Calculo del Periodo de Recuperación

Número de meses	Valor mensual \$	Inversión \$
0		-26359.45
1	6194.47	-20164.98
2	6194.47	-13970.51
3	6194.47	-7776.04
4	6194.47	1581.57

Elaborado por: José Álvarez Ramírez

CAPÍTULO VI

PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

6.1. Selección y programación de actividades para la implementación de la propuesta.

La implementación de la propuesta seleccionada, se la realizará en la época de verano, ya que, en la temporada invernal las lluvias dificultaran los trabajos a realizarse, bajo estas circunstancias se considera los meses de Julio, Agosto y Septiembre del 2009, los ideales para la realización de los trabajos para la implementación de la propuesta.

Calendario de actividades:

PRIMERA SEMANA:

- 1.- Colocación de los sensores de nivel de agua en el tanque de distribución, el tercer sensor quedara de repuesto en caso de daño o avería de los dos primeros.
- 2.- Rotura y picada de muros en el filtro 1.
- 3.- Fabricación de llaves en tubo galvanizado para apertura de válvulas desde la parte superior.

SEGUNDA SEMANA:

- 1.- Colocación e instalación de tubos a la salida del filtro 1.
- 2.- Colocación e instalación de bridas de sujeción de válvulas a la salida del filtro 1.
- 3.- Colocación e instalación de giboulth en los tubos a la salida del filtro 1.

- 4.- Colocación e instalación de dos válvulas (vaciado y cierre) a la salida del filtro 1.
- 5.- Instalación de anclajes de concreto para válvulas en el muro interior a la salida del filtro 1.

TERCERA SEMANA:

- 1.- Rotura y picada de muros en el filtro 2.
- 2.- Colocación e instalación de tubos a la salida del filtro 2.
- 3.- Colocación e instalación de bridas de sujeción de válvulas a la salida del filtro 2.
- 4.- Colocación e instalación de giboulth en los tubos a la salida del filtro 1.
- 5.- Colocación e instalación de dos válvulas (vaciado y cierre) a la salida del filtro 2.
- 6.- Instalación de anclajes de concreto para válvulas en el muro interior a la salida del filtro 2.

CUARTA SEMANA:

- 1.- Rotura y picada de muros en el filtro 3.
- 2.- Colocación e instalación de tubos a la salida del filtro 3.
- 3.- Colocación e instalación de bridas de sujeción de válvulas a la salida del filtro 3.
- 4.- Colocación e instalación de giboulth en los tubos a la salida del filtro 3.
- 5.- Colocación e instalación de dos válvulas (vaciado y cierre) a la salida del filtro 3.
- 6.- Instalación de anclajes de concreto para válvulas en el muro interior a la salida del filtro 3.

QUINTA SEMANA:

- 1.- Excavación y compactación

SEXTA, SÉPTIMA, OCTAVA Y NOVENA SEMANA:

- 1.- Construcción de paredes de hormigón

DÉCIMA SEMANA:

- 1.- Construcción de deflector

DÉCIMA PRIMERA SEMANA:

- 1.- Colocación de Válvulas y tuberías

DÉCIMA SEGUNDA SEMANA:

- 1.- Construcción de Cercado y cerramiento

6.2. Cronograma de implementación con la aplicación de Microsoft Project

Según lo acordado en el punto anterior la fecha para empezar la implementación de la propuesta sería el miércoles 01 de julio del 2009 y la fecha de culminación el martes 22 de septiembre del 2009.

Ver Anexo # 13

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones.

Las conclusiones que se llegan a obtener después del estudio y realizado en la Planta de Tratamiento de Agua Bellavista son que:

En todo proceso de potabilización de agua para el consumo humano debe de contar con los procesos establecidos, en este caso al no contar con el proceso de sedimentación se producen pérdidas considerables en el mantenimiento de los filtros debido a que el agua que ingresa en ellos llega con una gran cantidad de partículas sólidas, lo que ocasiona el taponamiento acelerado de los mismos.

En cuanto al proceso de almacenamiento y distribución del agua ya procesada se lo realiza en un solo tanque con capacidad de 1200m³, el cual tiene fuertes variaciones en su nivel en el transcurso del día debido a las variaciones de consumo de agua potable por parte de la población. Estas variaciones de nivel ocasionan el rebose de dicho tanque o en su defecto la escasez del líquido vital a la población del cantón Bucay.

Con la implementación del tanque de sedimentación, los sensores de nivel y las válvulas de vaciado y cierre a la salida de los filtros la eficiencia de la planta se incrementará en un 100% de su capacidad instalada, lo cual abrirá nuevas plazas de trabajo y la tranquilidad de todos los habitantes que se benefician de este servicio.

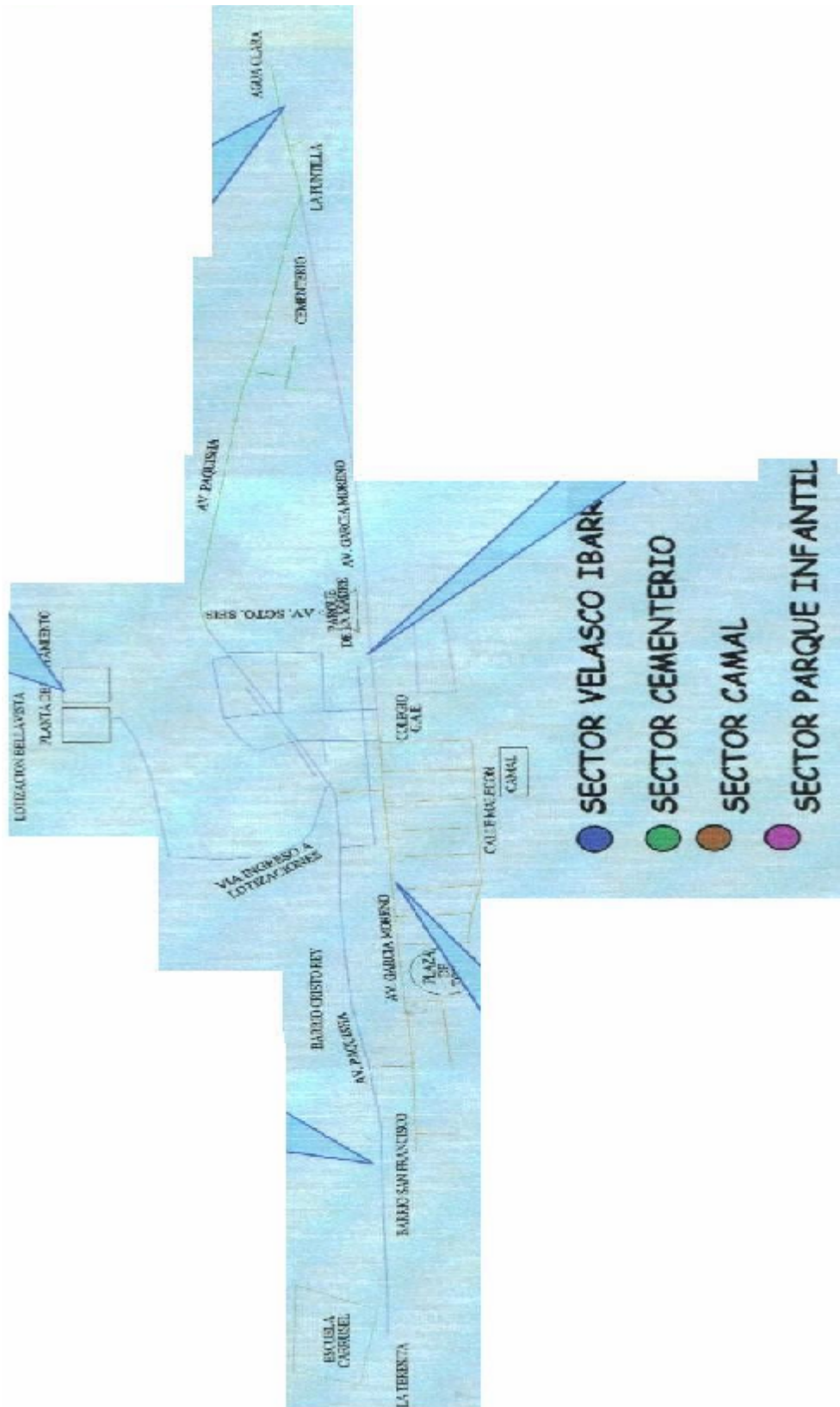
7.2. Recomendaciones.

Ya que el agua potable es un recurso indispensable para los seres humanos, esta debe de ser tratada con los más firmes controles de calidad y evitar el más mínimo desperdicio.

Se recomienda a la municipalidad del cantón Bucay la puesta en marcha de esta propuesta ya que así eliminaran y reducirán perdidas y gastos en el proceso de potabilizacion, dichos recursos pueden ser utilizados en la contratación de personal calificado, mejorar las instalaciones de la planta o en adquirir equipo mas sofisticados para así poder brindar un mejor servicio a todos los habitantes que se reciben este servicio.

ANEXO # 1

UBICACIÓN DE LA PLANTA Y REDES DE DISTRIBUCIÓN



ANEXO # 2
TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN



Entrada al Tanque de Almacenamiento



Vista Superior del Tanque de Almacenamiento

ANEXO # 3

EQUIPOS PARA LA DOSIFICACIÓN DEL CLORO Y TEMPORIZADORES



ANEXO # 4

CÁMARA DE DISTRIBUCIÓN



ANEXO # 5

FILTROS



ANEXO # 6

CÁMARAS DE ESTABILIZACIÓN



ANEXO # 7

POST- CLORACIÓN



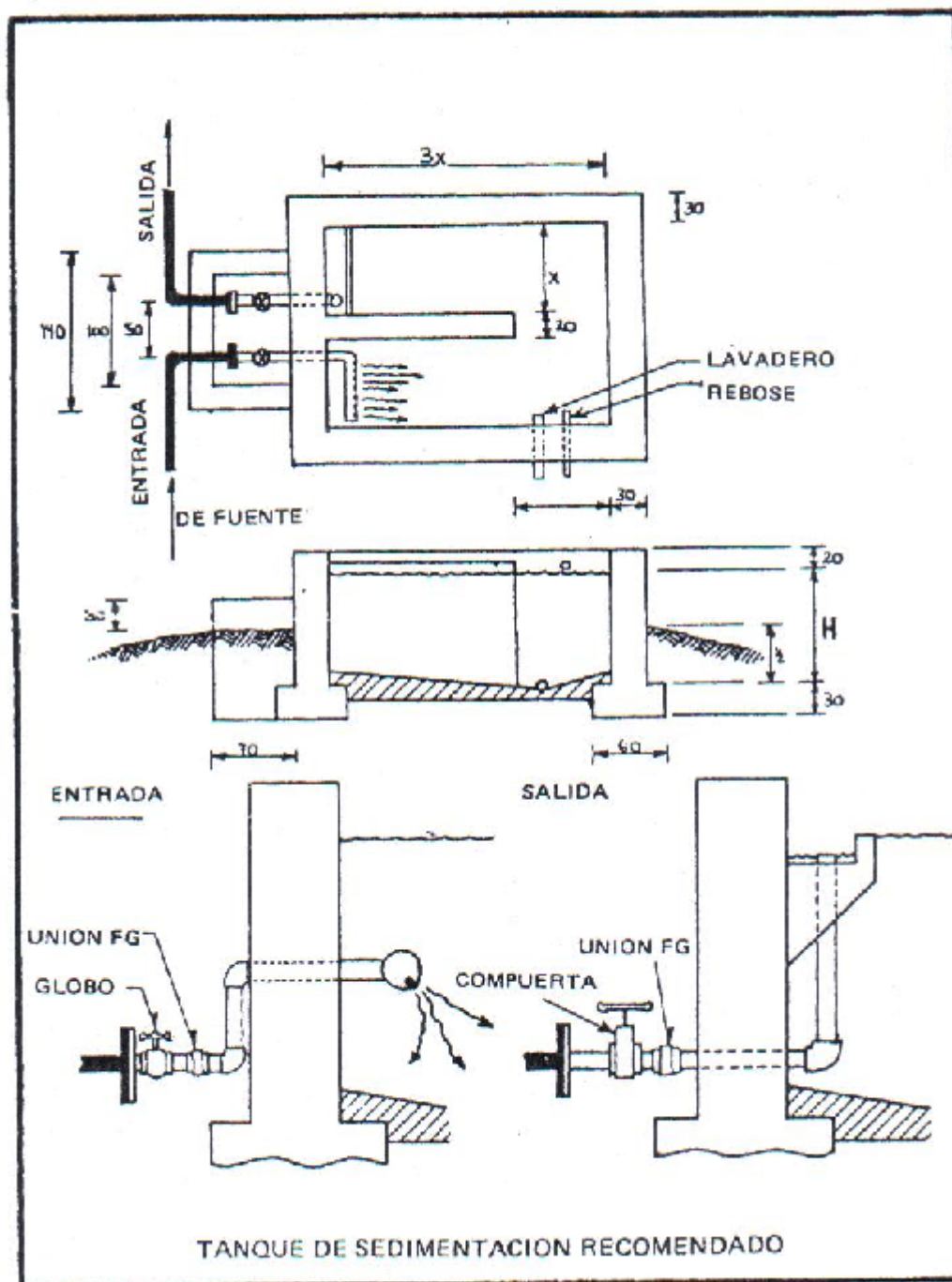
ANEXO # 8

LABERINTO DE CLORACIÓN



ANEXO # 9

TANQUE DE SEDIMENTACIÓN RECOMENDADO



ANEXO # 10
TANQUE RESERVORIO



ANEXO # 12
SENSOR DE NIVEL DE AGUA

