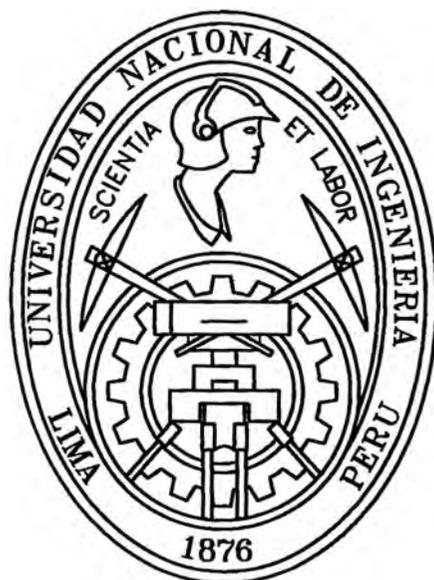


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
EDUCACION
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

CARLOS ARMANDO COLQUE GRAJEDA

Lima – Perú
2008

DEDICATORIA

Este Trabajo representa la consolidación a un esfuerzo que realizaron mis padres Julia y Marcial desde mi niñez hasta mi etapa adulta, ahora todo su esfuerzo se verá reflejado en mi y en mis obras a realizar, que siguiendo sus sabios consejos espero estar a la altura de sus enseñanzas.

Por todo ello dedico este trabajo a mi Madre Julia, por darme ese apoyo incondicional que solo una madre puede dar, por enseñarme a valorar las cosas simples y a luchar por las metas propuestas. A mi padre Marcial por estar siempre cuando lo necesite. A mis amigos de Cajamarca y Cusco, haciendo una mención especial a Teofilo, Kevin que supieron comprenderme y apoyarme cuando mas lo necesite.

INDICE

	Pag
RESUMEN.....	2
INTRODUCCION.....	3
CAPITULO 1: Componentes de los costos de tratamiento de agua.....	5
1.1 Costos de Inversión.....	6
1.2 Costo de Funcionamiento.....	13
CAPITULO 2: Conceptos de tarifa.....	21
2.1 Aspectos Operacionales.....	21
CAPITULO 3: Estrategias y métodos para la recuperación de costos.....	29
3.1 Estrategias para la recuperación del costo.....	29
3.2 Métodos de recuperación de costos.....	30
CAPITULO 4: Cálculo de costo de operación y mantenimiento de sistema de abastecimiento de agua subterráneo.....	36
4.1 Cálculo del Costo de Operación y Mantenimiento sin Proyecto.....	37
4.1 Cálculo del Costo de Operación y Mantenimiento con Proyecto.....	39
CAPITULO 5: Cálculo de costo de operación y mantenimiento de sistema de abastecimiento de agua superficial.....	43
5.1 Cálculo del Costo de Operación y Mantenimiento sin Proyecto.....	44
5.2 Cálculo del Costo de Operación y Mantenimiento con Proyecto.....	46
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	50
BIBLIOGRAFIA.....	51

RESUMEN

En el Capítulo I, trata de ubicarnos donde se encuentra los costos de Operación y Mantenimiento dentro del Sistema de Costos considerado para un proyecto general. Así dentro de los costos que se incurre en los proyectos de agua subterránea y superficial, están los costos de mantenimiento y operación, estos son una parte del total de costos y la forma de determinarlos es variada, muchas veces por la ausencia de datos se tiene que recurrir a experiencias en otros proyectos o tomar aproximaciones porcentuales que se usan como un dato inicial.

En el Capítulo II, se da el concepto de tarifa, y se considera que forma de recuperar costos es a través de las tarifas, esta sería el precio adecuado que el usuario espera pagar. Aunque no está bien generalizado los costos que se deben incluir en una tarifa, los principales a considerar son: Costos de Operación y Mantenimiento, Costos de Capital, Costos por intereses de Operación, Reservas de Fondos, Costos de Mediciones y conexiones, Retorno de Inversión.

En capítulo III, se describen las estrategias y métodos usadas para recuperar costos, así después de considerar los costos a incluir en una tarifa, se tiene que usar estrategias y métodos para recuperación de ellos. Una estrategia para recuperación del costo incluye tanto los sistemas y las prácticas usadas para medir el servicio, como el cálculo y cobro de los pagos. Siempre se debe tener en cuenta que ningún servicio es gratuito, si este se proporciona sin ningún cobro, el proveedor del servicio debe tener el apoyo de fondos externos.

En el capítulo IV y V, se harán las consideraciones y cálculos de los costos de mantenimiento y operación para los proyectos de abastecimiento de aguas subterráneas y abastecimiento de agua superficial, aplicado en la Universidad Nacional de Educación. Se calculará estos costos para una situación actual y para una con proyecto, luego estos datos serán utilizados para poder evaluar la factibilidad de las propuestas en el marco de SNIP.

INTRODUCCION

Los costos de operación y mantenimiento de obras de disposición y tratamiento de aguas residuales (estaciones de bombeo, plantas de tratamiento) es usualmente significativo en comparación con el costo total cuando se comparan en un horizonte prefijado. En campo de tratamiento de aguas del factor costo es una herramienta fundamental en la toma de decisiones. La evaluación de las tecnologías usadas y la introducción de nuevas tecnologías son siempre efectuadas en términos económicos y dado que estos procesos ocurren continuamente, se desprende que los costos sufren cambios dinámicos.

Existen diferentes tipos de costos asociadas con estas obras y varias posibilidades de aplicación, lo que se analizará en detalle mas adelante.

En los países en desarrollo existe muy poca información sobre este aspecto que pueda ser de utilidad para el ingeniero o el administrador en la toma de decisiones.

Ahora si nos referimos a una empresa privada, existe el concepto de tarifa que se usan para recuperar costos y lograr estabilidad financiera y también para la asignación de los escasos recursos del sector, distribución equitativa de los ingresos y viabilidad fiscal. Sin embargo, aún las tarifas diseñadas de la manera más prolija no llegan a cumplir todos estos objetivos sin que haya concesiones entre ellos.

El principio fundamental es que los beneficiarios de un servicio público deben pagar los costos. Si bien existe controversia sobre qué tipos de costo debe cubrir la tarifa, una empresa debe cubrir sus costos de operación y mantenimiento, capital, préstamos de corto plazo y fondos de reserva. La magnitud de estos costos se determina por la calidad del servicio que provee, lo que a su vez está influenciado por factores institucionales y técnicos.

En nuestro caso para la Universidad Nacional de educación "Enrique Guzmán Valle" el costo principal se ve reflejado en el pago que realiza la

universidad para el mantenimiento de su planta de tratamiento y su sistema de abastecimiento subterráneo.

OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal del proyecto es contar con un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable eficiente que satisfaga la demanda actual y futura de la población universitaria, asegurando las condiciones sanitarias, que estas requieren para el desarrollo de sus actividades.

OBJETIVO ESPECIFICO

El objetivo específico será determinar los Costos de Mantenimiento y Operación, para los sistemas actuales y propuestos, lo que contribuirá a evaluar su factibilidad de cada uno y/o combinación de ellos.

ALCANCES

Este trabajo calcula los Costos de Operación y Mantenimiento solo a un nivel de perfil, no es aplicable para estudios de prefactibilidad y factibilidad porque se hace uso de porcentajes para calcular algunos costos producto de experiencias acumuladas, simplificando la recopilación de información.

CAPITULO I

COMPONENTES DE LOS COSTOS DEL TRATAMIENTO DE AGUA

En términos generales los costos a considerar en la producción o transformación de agua cruda en agua potable se pueden clasificar en costos de inversión y costos de funcionamiento, y subdividirse como se presentan en la Figura 1.1.

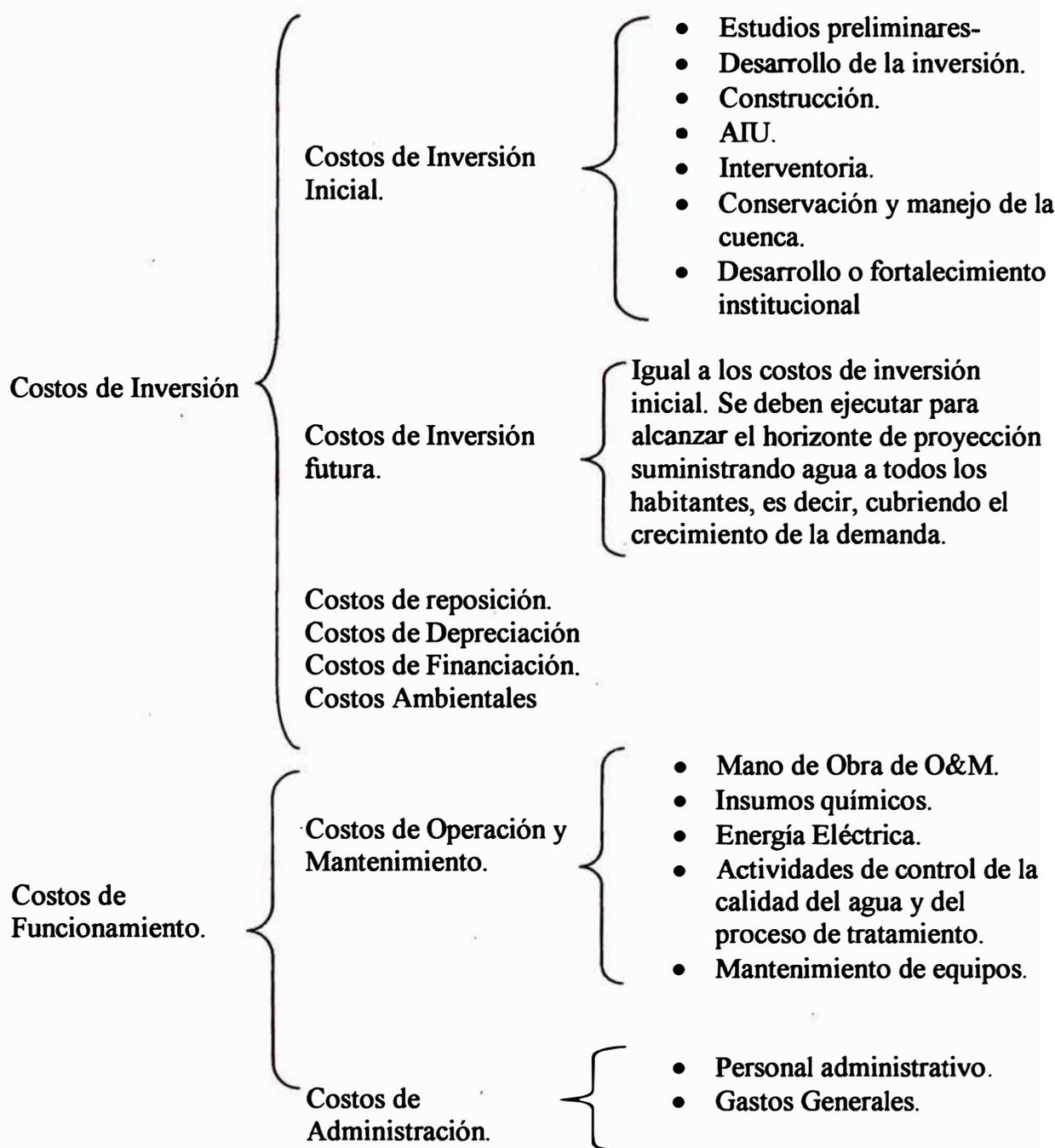


Figura 1.1: Estructura general de los componentes de costos asociado al tratamiento de agua.

1.1.- Costos de Inversión

A.- Costos de inversión inicial y futura

Los costos de inversión son los directamente asociados con la construcción física de los sistemas de tratamiento de agua. En este sentido, los principales factores que afectan dichos costos son:

- Caudal de tratamiento
- Tipo de tecnología de tratamiento
- Tipo de tecnología de construcción
- Materiales empleados en la construcción
- Herramienta y equipo de construcción
- Mano de obra
- Condiciones geológicas del sitio de construcción
- Criterios de diseño
- Condiciones climáticas
- Localización geográfica
- Tipo y cantidad de recursos financieros utilizados y
- Nivel de servicio ofrecido

El costo de inversión inicial hace referencia a la primera inversión para construir una planta nueva que cubra la demanda de agua represada a la fecha y además la demanda durante el período de diseño. Pero para poder comparar alternativas tecnológicas es necesario igualar su funcionamiento hasta un horizonte de proyección, por tal razón, se hace necesario realizar nuevas inversiones en el futuro, las cuales son menores, porque sólo consideran la demanda de agua en el período de diseño, es decir, sin demanda represada. La Figura 1.2 puede mejorar el entendimiento de los costos de inversión inicial y futura.

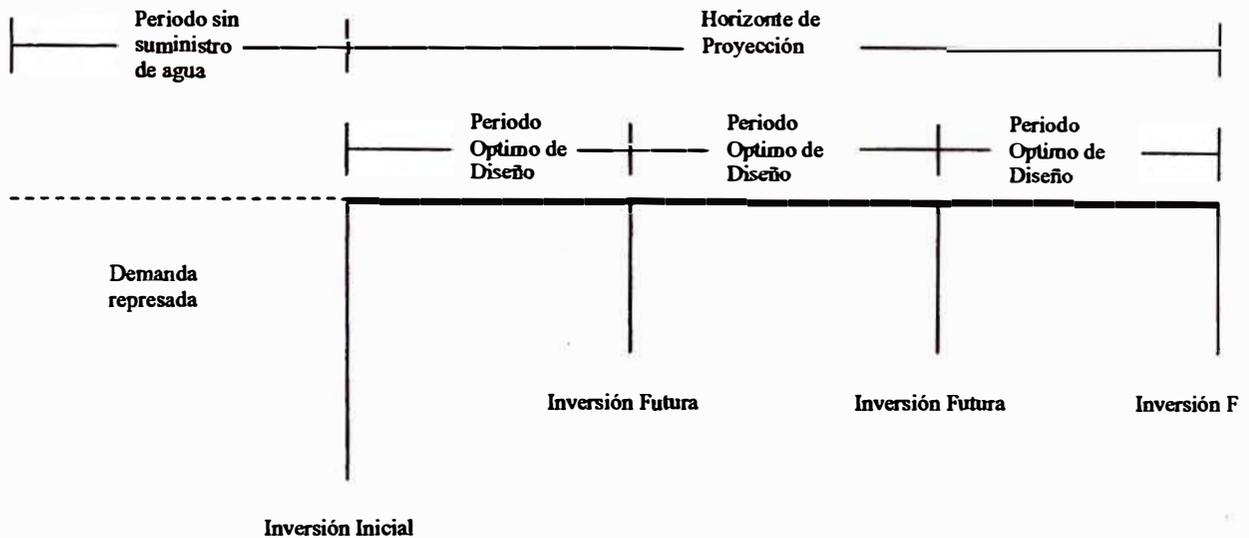


Figura 1.2: Esquema que permite diferenciar la inversión Inicial de la futura.

Ambos costos, los de inversión inicial y los de inversión futura, se producen por las circunstancias o demandas que ocasionan las obras de ingeniería, las cuales son:

- Estudios preliminares
- Desarrollo de la inversión
- Construcción
- Administración, Imprevistos y Utilidad (AIU)
- Interventoría
- Conservación y manejo de la cuenca y
- Desarrollo o fortalecimiento institucional

Estudios preliminares. El objetivo de esta etapa es el de reunir la información necesaria para ejecutar el diseño y la posterior construcción del tipo de obra (Planta de Tratamiento o Sistema de abastecimiento Subterráneo). Por lo tanto, se deben realizar desembolsos antes de iniciar las inversiones de construcción, los cuales son de mucha importancia, porque los resultados de los estudios conllevan a realizar efectivamente la construcción o por otra parte, a descartar el proyecto, es decir, estos estudios establecen la factibilidad de las obras. Los costos que caracterizan los estudios preliminares son los ocasionados por la realización de:

- Levantamiento topográfico
- Estudio geológico

- Selección de alternativas de tratamiento
- Diseños hidráulico y sanitario
- Diseños arquitectónico, estructural y eléctrico
- Especificaciones de construcción
- Presupuesto de obra y
- Asesorías

Por lo general, los costos generados por los estudios preliminares se pueden estimar como un porcentaje de los costos de construcción que generalmente fluctúan entre el 3,5 y el 8% . Esto se debe a que existe una proporcionalidad entre los costos de construcción y los costos para estudios preliminares, regida por el tamaño de la obra.

Desarrollo de la inversión. Estos costos que no dependen del tamaño de las estructuras, aparecen bajo las condiciones socio - económicas y culturales, Cada vez que se desea construir o reponer una obra. Principalmente, se refieren a:

- Costos administrativos relacionados con trámites de préstamos, licitaciones, Contratos y adquisiciones
- Costos por demoras generadas en trámites engorrosos de las diligencias Administrativas
- Costos de servidumbres y regalías

Los costos de desarrollo de la inversión dependen de la localidad y de la gestión Administrativa, es decir, son específicos, lo cual no permite su generalización. Resulta conveniente la realización de investigaciones que conduzcan a estimar los costos de desarrollo de la inversión estableciendo diferentes contextos.

Construcción. Este aspecto involucra todos los costos de las actividades a desarrollar durante la fase de construcción del proyecto, en otras palabras, son los costos de ejecución de las labores necesarias para llevar adelante cada etapa del proyecto u obra. El costo de una obra o construcción está determinado por los costos de los materiales, del equipo de construcción y de la mano de

obra. Para conocer los costos de construcción es necesario dividir el proyecto en todas las operaciones o actividades que se requieren. En la medida que sea posible, las operaciones deberán aparecer en la estimación de costos en el orden en que se vayan a llevar a cabo en la construcción de la obra. Así que el primer costo de construcción puede ser el de la limpieza del lote donde se va a realizar la obra, hasta la última operación que se llevará a cabo como por ejemplo el costo de la limpieza general de la obra al terminarla. Cada una de las operaciones incluye los materiales y equipos respectivos para concluirlos, así como la mano de obra que la realizará.

La mejor manera de calcular los costos en el sector de la construcción, es con base en la cuantificación de los materiales requeridos en obra, además de las labores necesarias en la construcción y que no requieren materiales, con sus respectivas cantidades y costos unitarios; así como también el tiempo de dedicación, en cada operación, por parte del equipo de construcción y la mano de obra.

El costo de construcción de cada alternativa (Planta de Tratamiento, Sistema de agua subterránea) de potabilización para la Universidad Nacional de Educación "Enrique Guzmán Valle", se obtiene a partir de la estimación de los costos relacionados con la obra civil y las instalaciones de elementos adicionales requeridos para su funcionamiento, como es el caso de válvulas, tuberías y equipos. El costo de dichas alternativas varía según el tipo de tecnología.

Así, para una planta de tratamiento con el propósito de dar a los costos estimados gran aplicabilidad y flexibilidad, los modelos de cantidades de obra se desarrollan de manera independiente para cada componente principal de la planta de tratamiento. Con este objetivo se definieron los siguientes componentes:

- Unidades de tratamiento (aireación, mezcla rápida, floculación, sedimentación, Filtración, filtros gruesos, filtros lentos, tanque de contacto de cloro).
- Desagües.
- Obras exteriores.
- Dotación del sistema de tratamiento (instalaciones eléctricas, dosificadores, agitadores y cilindros, equipo de laboratorio, bombas y medidores de flujo y turbiedad).

Estos componentes, a excepción del último, se analizaron mediante modelos de cantidad de obra. El último componente se deberían analizar mediante modelos en términos del costo del dólar, pues la mayoría de los equipos son importados y su costo en dólares ha sido más estable.

Administración, imprevistos y utilidad. Este costo es conocido normalmente como AIU, por sus iniciales, e involucra los desembolsos que cubren los gastos de administración de la obra, el pago por las actividades necesarias en la construcción y que no fueron previstas en los diseños o en la planeación, así como también la ganancia que debe recibir el constructor. En la mayoría de los casos, se emplean porcentajes de AIU entre el 25% y el 35%, variando según la entidad contratante, el riesgo involucrado en la obra, el deseo del contratista de obtenerla y la cantidad de competencia.

Interventoría. Por interventoría de obras se entiende: la atención que presta un profesional de la ingeniería en la ejecución de las obras, a fin de que sean completadas eficientemente, de conformidad con las memorias técnicas de trabajo, con los dibujos y demás documentos del proyecto. Esta labor genera unos costos relacionados con el personal profesional que realiza tales actividades. Estos costos usualmente son considerados como un 10% de los Costos de construcción.

Conservación y manejo de la cuenca. Para la conservación de una cuenca todo proyecto de aguas debería aportar con ciertos porcentajes de su inversión. Así por ejemplo en Colombia se tiene la Ley 99 de 1993 del Ministerio de Medio Ambiente, establece que "*todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano,...., deberá destinar no menos del 1% del total de la inversión para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica...*". Este 1% debe invertirlo el propietario del proyecto en las obras y acciones necesarias de preservación y recuperación de la cuenca.

Desarrollo o fortalecimiento institucional. Se consideran convenientes que las inversiones en infraestructura en el sector, vayan acompañadas del fortalecimiento institucional de la empresa que presta el servicio, con el objetivo

de maximizar y asegurar el uso eficiente de los recursos invertidos. Un 5% de los costos de construcción es lo usualmente empleado para su consideración.

B.- Costos de Reposición

Los costos de reposición están relacionados con el reemplazo de las instalaciones o algunos de sus componentes, una vez terminada su vida útil ya sea por:

- Sucesos eventuales (accidentes)
- Desgaste físico u obsolescencia técnica, lo cual demanda no un mantenimiento sino una reconstrucción completa.

Para el cálculo de los costos de reposición se realiza un análisis, con la ayuda de expertos, para identificar los periodos de vida útil de las estructuras, materiales y equipos, así como también las causas de la reposición y las tecnologías que la requieren. Desde el punto de vista estructural, se considera que la vida útil de los materiales de construcción empleados, es superior a los 50 años¹.

En la Tabla 1.1² se presentan los elementos que se deben reponer en las diferentes tecnologías de tratamiento y se relacionan las principales causas consideradas para su reemplazo, la vida útil estimada de los mismos y las tecnologías de tratamiento en las cuales se debe tener en cuenta la reposición.

CUADRO 1.1: REPOSICIONES CONSIDERADAS EN LAS TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO Y PERIODOS DE VIDA UTIL DE LOS ELEMENTOS REPUESTOS.

Elemento	Tecnología						Causa de Reposición	Periodo de Vida Útil (años)
	CC	PC	FD	RHM	FIME	CT		
Equipo de Bombeo	X	-	X	X	-	X	Desgaste de carcasa por erosión	10
Dosificadores de Sulfato de Aluminio, cal y cloro	X	-	X	X	X	X	Falla de la carcasa	7
Agitadores de solución	X	-	X	-	-	X	Quema de rotor y estator	10
Cilindros de Cloro ⁽¹⁾	X	-	X	X	-	X	Fisura en el cilindro	10
Equipo Electromecánico de Floculadores	X	-	X	-	-	-	Quema de rotor o falla de la carcasa del reductor por esfuerzos excesivos	10
Equipo de	X	X	X	X	X	X	Obsolescencia o falla del material	10

¹ Consideración estipulada por el R.A.S.-98

² Casas comerciales, IHM, Novatec, Colombit, Acuátécnica (1997). Colombia.

Laboratorio							constructivo	
Medios Filtrantes en filtros rápidos	X	X	X	X	-	X	Desgaste de granos por fricción	7
Válvulas	X	X	X	X	X	X	Desgaste y pérdida del sello	10
Placas Planas	X	X	X	X	-	X	Rotura	5
Bandejas de Aireación	-	-	-	X	-	-	Desgaste lámina por erosión	5
Planta eléctrica	X	X	X	-	-	X	Obsolescencia o falla del material constructivo	10
Medidores de Flujo y turbiedad	X	X	X	X	X	X	Desgaste y pérdida del sello	10

(1) Aplica para plantas con caudales mayores a 10 l/s.

(2) Aplica para plantas con caudales mayores a 25 l/s

CC: Ciclo completo.

RHM: Remoción de hierro y manganeso.

PC: Plantas compactas.

Dime: Filtración en múltiples etapas.

FD: Filtración directa.

CT: Combinación de tecnologías (filtración gruesa y filtración directa).

C.- Costos de Depreciación

La depreciación en términos generales, es la pérdida del valor que sufre la inversión en bienes percederos por causa de los años de servicio. Las causas de la depreciación son los factores físicos como el desgaste por uso y la decadencia, los factores funcionales como insuficiencia y antigüedad y los acontecimientos eventuales o accidentales.

La estimación de la depreciación es complicada y está sujeta a muchas discusiones y controversias. Dada esta dificultad, y considerando que el objetivo de los costos por reposición es similar al de los costos por depreciación: reemplazar las instalaciones o equipos una vez terminada su vida útil; se recomienda el empleo de los costos de reposición, a cambio de los costos por depreciación.

D.- Costos de Financiación

Debido a la posibilidad de privatización en la prestación del servicio de agua, aumenta las posibilidades de que las construcciones de las plantas de tratamiento de agua así como de los sistemas de abastecimiento de agua subterráneo sean realizadas con recursos de la banca, es decir, financiadas; lo cual ocasionan los respectivos intereses. El financiamiento de la inversión puede ser adoptado como uno de los métodos para proveer fondos para la construcción del proyecto.

Aunque los organismos de crédito pueden ofrecer diferentes métodos para rembolsar los préstamos, la metodología de análisis de costos, por su orientación hacia la planeación, no debe involucrar la gran cantidad de variables que involucra el pago de intereses sobre un préstamo. Una vez seleccionada la tecnología y conocido su costo, fácilmente se puede obtener el valor de los intereses, si el usuario conoce las condiciones del préstamo, y además puede planear los desembolsos.

E.- Costos Ambientales

Son los costos ocasionados por la mitigación del impacto sobre el ambiente durante las etapas de construcción y operación y mantenimiento del sistema de tratamiento. Es necesario aclarar que los costos pertinentes son aquellos que ocurren única y exclusivamente por el impacto ambiental en el desarrollo del proyecto, o en otras palabras por el proceso de potabilización³. En términos generales, los mayores impactos son ocasionados por:

- Fase de inversión: Área construida

Volumen de construcción.

- Fase de operación y mantenimiento: Producción de lodos Agua de lavado Los costos de la mitigación de impactos ambientales en la fase de inversión, dependen en gran parte de las condiciones del terreno y la localización geográfica. Por otra parte, los costos en la fase de O&M, dependen de la tecnología empleada. Por lo tanto, estimar costos ambientales de una manera genérica con el fin de incluirlos en el costo total de inversión de una obra y considerarlos en la selección y jerarquización de tecnologías es algo supremamente complejo, dada la gran diversidad de condiciones ambientales en las cuales puede ser construida una planta de tratamiento. Por tal motivo, se hace necesario el estudio de los costos ambientales ocasionados por diferentes tipos de tecnologías. Sin embargo, la información aplicable sobre costos de mitigación ambiental es escasa y no se encuentra recopilada.

5.1.2.- Costos de Funcionamiento

Debido a que en muchos casos, varias de las instalaciones entregadas a las comunidades han cumplido su cometido sólo por muy cortos períodos de tiempo

³ Duque, 1994

o de manera intermitente. *“La mayoría de las veces, esta deficiencia que representa una inadecuada y costosa inversión de recursos se debe a la ausencia de programas posteriores a la construcción o a la no consideración en la planeación de proyectos de los costos de funcionamiento”⁴*. El olvido de este factor de costos que asegura la permanencia de las instalaciones en el tiempo, ha sido una de las causas del fracaso de las inversiones nacionales en el sector de agua potable y saneamiento⁵.

Debido a esto es necesario considerar e involucrar en la evaluación económica de las tecnologías de tratamiento los costos de funcionamiento, los cuales son ocasionados por la administración, operación y mantenimiento del sistema de potabilización.

A.- Costos de Operación y Mantenimiento

Para obtener diseños e instalaciones eficientes en los procesos destinados a mejorar la calidad del agua para consumo humano, es necesario operar y conservar adecuadamente la totalidad de las instalaciones y equipos previstos para la producción de agua potable. Cada sistema de tratamiento en función de los procesos involucrados requiere de un conjunto de acciones específicas de O&M para hacerlas más eficientes y efectivas. En los sistemas de tratamiento de agua, los costos de operación y mantenimiento están principalmente influenciados por las exigencias de la tecnología. Estas exigencias son:

- Mano de obra
- Productos químicos
- Energía eléctrica
- Actividades de control de la calidad del agua y del proceso y
- Mantenimiento de equipos

Mano de obra.

Una instalación para el tratamiento de agua requiere como garantía de un funcionamiento eficiente, un personal de planta que realice las labores de O&M,

⁴ Leal, 1984.

⁵ Duque, 1994

lo cual demanda costos por concepto de sueldos o jornales de dicho persona. El costo del personal para operación y mantenimiento fue asociado básicamente con la cantidad de personas requeridas y su nivel de capacitación. Para cada una de las alternativas tecnológicas, fue hecho un estimativo del personal requerido para operación y mantenimiento, considerando diferentes periodos de Funcionamiento y la necesidad o no de tener vigilancia en las horas de la noche. Los costos de la planilla de sueldos cubren los salarios, bonos y subsidios que se pagan a los empleados por el trabajo realizado y los costos de los beneficios laborales, tales como las vacaciones, licencias por enfermedad, feriados, pensiones, y seguro social, médico y de vida.

Los trabajos que deben realizar los operadores de una planta puede resumirse en:

- Limpieza de la bocatoma (puede llegar a ser diaria, dependiendo de la época del año).
- Limpieza de los desarenadores (cada semana).
- Limpieza y raspado de los filtros dinámicos (diarias o cada dos días).
- Limpieza y raspado de los filtros gruesos (cada semana).
- Lavado y raspado de arena de los filtros lentos (cada dos meses).
- Preparación y dosificación de la solución de cloro.
- Medición del caudal a la entrada y salida de la planta (diario).

Productos químicos

Este costo se refiere al valor de los insumos químicos empleados en el tratamiento del agua, los cuales dependen del nivel tecnológico de las plantas y de las condiciones económicas de la entidad a cargo. Los insumos químicos utilizados en las plantas de potabilización son los que cumplen con las siguientes funciones:

- Coagulante
- Acondicionador de pH
- Desinfectante

Para definir la cantidad y el costo de los insumos químicos, se identificaron los químicos más ampliamente usados en cada tecnología de tratamiento y se obtuvo información en campo, de los consumos. Estos

consumos fueron relacionados con los parámetros de turbiedad y color verdadero, básicamente porque son éstos los que más influyen en el proceso de coagulación y permiten una aproximación sencilla a la solución del problema.

La cantidad total anual de un insumo químico requerido por una planta de tratamiento, podrá ser estimada en función del caudal de tratamiento, el periodo de funcionamiento de la planta y la dosis suministrada del insumo químico en referencia.

Energía eléctrica

La demanda de energía es, por lo general, función del tipo de tecnología y del tamaño de las instalaciones, dado que se debe cubrir, en una primera instancia el consumo de los equipos necesarios en los procesos de tratamiento y en una segunda instancia los requerimientos para la vigilancia de las instalaciones, es decir, alumbrado exterior y del edificio de operaciones.

La cuantificación del consumo de energía por equipos se llevó a cabo con base en el número de unidades, la potencia de las mismas y las horas de funcionamiento por año. La estimación del consumo de energía en la vivienda y alumbrado exterior se realizó con base en la capacidad instalada en la vivienda y el alumbrado exterior de las instalaciones y la asignación de un factor de demanda según dicha capacidad.

Esta categoría incluye el costo de operar las bombas y cualquier otro equipo eléctrico (e.g. máquinas de oficina y de aire acondicionado) e iluminación. Los costos del consumo de energía están relacionados con el nivel de servicio que se ofrece y solo una mínima porción de estos costos son fijos.

Control de la calidad del agua y del proceso

Esta variable se refiere a los gastos incurridos en la elaboración de ensayos de laboratorio para el control de los parámetros físico - químicos y bacteriológicos, y así garantizar la calidad del agua. Pero además, se debe llevar en la planta un control de los procesos involucrados, con el propósito de confirmar que la tecnología remueva eficientemente los contaminantes físicos, químicos y microbiológicos.

En la estimación del costo de las actividades de control de la calidad del agua y del proceso se considera sólo el costo correspondiente a los reactivos, ya que el costo por persona se incluye en el ítem sobre mano de obra para O&M, el costo de energía está incluido en el ítem sobre requerimiento de energía eléctrica y el costo del equipo va en los costos de inversión para laboratorio y en las respectivas reposiciones. Así conocida una vez la cantidad de pruebas necesarias para el control y la cantidad de reactivos en cada prueba, se puede obtener el costo total, conocido el precio comercial de los reactivos.

Mantenimiento de equipos.

El mantenimiento es el grupo de actividades realizadas en las instalaciones o equipos del sistema de tratamiento para evitar o prevenir daños, u ocurrido una vez éste, realizar las reparaciones pertinentes, en otras palabras, existen dos tipos de mantenimiento:

Preventivo: El cual involucra las acciones encaminadas a la planificación y ejecución de labores de mantenimiento, para anticipar los daños, con el fin de prevenir cortes en la prestación del servicio.

Correctivo: Consiste en la atención inmediata y oportuna de cualquier daño que se produzca en las instalaciones o equipos. El mantenimiento correctivo es difícil de presupuestar debido a la variada naturaleza de los daños.

Por lo que sucede con el mantenimiento correctivo, se le debe dar mayor atención a la estimación de los costos del mantenimiento preventivo, ya que este puede ser fácilmente programado y costado. Adicionalmente, la ejecución de un acertado mantenimiento preventivo disminuye sobremanera la ocurrencia de daños y por ende las operaciones correctivas. Algunas de las labores de mantenimiento preventivo, como las de inspección, pueden ser realizadas por el personal considerado en los costos de mano de obra para O&M. Sin embargo, otras labores de mantenimiento preventivo deben ser realizadas por personal técnico especializado y como tal deben ser contratadas dichas labores.

El costo del personal se estima con base en el costo y el tiempo requerido para la reparación de determinado equipo, es decir, con base en un

inventario de equipos de cada tecnología. El costo de los repuestos, presenta diferencias menores al 20%, debido a la potencia de los equipos. Por lo tanto, para simplificar el cálculo se considera un ponderado por tipo de repuesto.

Costos de administración

Es común observar que la tendencia de las entidades encargadas de promover y financiar los sistemas de abastecimiento de agua, es dar mayor atención al aspecto de la construcción, dejando relegada la parte administrativa, lo cual trae como consecuencia que las instalaciones se van deteriorando, que el sistema se desorganiza, que la calidad del agua empeora, que el servicio se restringe, que no hay recaudos y que los gastos de sustitución y reparación se vuelven insostenibles para los entes locales encargados de la administración, operación y mantenimiento.

Por otra parte, generalmente se considera la labor administrativa como un trabajo rutinario que se limita a resolver incidencias diarias mientras que el sistema crece y se desarrolla por su propio impulso, pero esta idea no es cierta, ya que una buena administración debe comprender y apropiarse de una serie de tareas tales como:

- Conservación adecuada de las instalaciones
- Funcionamiento correcto y constante de las mismas
- Prestación de un servicio satisfactorio a los consumidores
- Organización de servicios eficaces de mantenimiento
- Aplicación de tarifas equitativas
- Establecimiento de una estructura orgánica y de procedimientos eficaces
- Estudio de planes técnicos y financieros para ampliaciones y mejoras
- Supervisión de personal
- Inspección de suministros y equipos

Como se observa, la administración debe ser competente y por lo tanto, debe incurrir en unos costos para su funcionamiento. Los costos que se deben involucrar en este aspecto son:

Personal administrativo.

El personal administrativo está asociado con: el tamaño de la población a servir - tamaño de la planta y la complejidad del sistema, tipo de tecnología⁶. Con base en esto, el personal administrativo fue asociado con el tamaño de la población a servir. Por este motivo, se asume una categorización según el número de habitantes beneficiados por el sistema. Esto permite estimar, de una forma aproximada, los requerimientos administrativos.

La dedicación del personal administrativo propuesta, para desarrollar las labores relacionadas con la administración del sistema de tratamiento de agua depende del tipo de tecnología adoptada. Labores tales como control de personal para operación y mantenimiento y pedidos de insumos químicos, demandan más tiempo en las tecnologías que utilizan la coagulación química. En la Tabla 2 se presentan los requerimientos estimados de personal en función de la tecnología.

CUADRO 1.2: REQUERIMIENTOS DE PERSONAL Y TIEMPO DE DEDICACION PARA ADMINISTRACION DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO SEGÚN TECNOLOGIA Y RANGOS DE POBLACION⁷

Población (habitantes)	Personal	Tecnología					
		CC	PC	FD	RHM	FIME	CT
<2500	Administrador	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10	0.15
2501 - 7000	Administrador	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.20
7001 - 12500	Administrador	0.35	0.35	0.35	0.25	0.25	0.35
	Secretaria	0.25	0.25	0.25	0.15	0.15	0.25
12501 - 20000	Gerente	0.20	0.20	0.20	0.15	0.10	0.20
	Jefe Técnico Operativo	0.25	0.25	0.25	0.15	0.15	0.25
	Jefe Financiero	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.20
	Secretaria	0.20	0.20	0.20	0.15	0.10	0.20
	Auxiliar						
20001- 30000	Gerente	0.20	0.20	0.20	0.25	-	-
	Jefe Técnico Operativo	0.30	0.30	0.30	0.20	-	-
	Jefe Financiero	0.25	0.25	0.25	0.15		
	Secretaria	0.20	0.20	0.20	0.15	-	-
	Auxiliar	0.25	0.25	0.25	0.20	-	-

CC : Ciclo completo. RHM : Remoción de hierro y manganeso.

PC : Plantas compactas. FIME : Filtración en múltiples etapas.

FD : Filtración directa. CT : Combinación de tecnologías (filtración gruesa y filtración directa).

⁶ Findeter, 1993

⁷ FINDETER, 1993; Acuavalle, 1991 y Hurtado, 1996.

Gastos generales.

Estos gastos hacen referencia a la papelería, servicios públicos, arrendamientos y dotación de elementos de trabajo al personal operativo. Para estimar los gastos generales se puede adoptar lo propuesto por Findeter (1993), en donde se ha definido que estos costos representan aproximadamente el 20% del total de los gastos de personal administrativo.

CAPITULO II

CONCEPTOS DE TARIFA

La tarifa de los servicios de agua, es el precio adecuado que el usuario espera pagar, puede tener varios objetivos: recuperación de costos y financiamiento sustentable, asignación eficiente de los escasos recursos del sector, distribución del ingreso y viabilidad fiscal

2.1.- ASPECTOS OPERACIONALES

- Costos incluidos en la tarifa
- Clases de usuarios
- Eficiencia de la operación
- Voluntad y capacidad de pago

2.1.1.- Costos incluidos en la tarifa

El principio subyacente de los cobros directos por los servicios públicos es que el costo de estos servicios debe ser recuperado de los beneficiarios. Las tarifas se convierten así en el mecanismo establecido para esta recuperación.

Existe un amplio debate sobre los costos que deben incluirse en las tarifas. Se discuten algunas combinaciones que pueden aplicarse en la mayoría de las empresas. Si se recupera el total de los costos de proveer el servicio, la empresa puede funcionar como una entidad completamente auto sustentable.

A. Costos de operación y mantenimiento

Lo mínimo que se espera de la mayoría de las tarifas es la recuperación completa de los costos de Operación y Mantenimiento (O&M), los cuales pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- Planilla de sueldos
- Consumo de energía
- Combustibles, lubricantes y compuestos químicos
- Misceláneos

B. Costos de capital

El costo de las inversiones en bienes de capital a largo plazo debe incluirse en el planeamiento financiero y en la recuperación del costo. Los bienes de capital son las bombas, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento que tienen una vida útil de varios años. Los activos no físicos tales como los derechos sobre el agua y el terreno, cuya vida útil no tiene límite, también representan inversiones. Las convenciones contables usan dos métodos para estimar los requerimientos de capital para el financiamiento: el enfoque del flujo de caja (basado en la caja) y el enfoque de la valoración de activos (basado en costos).

En el enfoque del flujo de caja, las facturas y gastos se muestran a medida que ocurren, seguidos de flujos de salida de acuerdo con el cronograma de amortización del préstamo (neto y con intereses). Los costos de capital están sujetos a las tasas de interés, períodos de gracia, etc.

En el enfoque de la valoración de activos, los costos de capital se estiman usando técnicas de depreciación y estableciendo la tasa de retomo requerida en los activos. La depreciación es el valor de los activos fijos consumido durante un período contable. Usualmente se calcula tomando como base cuentas anteriores. Por ejemplo, si se espera que un activo tenga una vida útil de 40 años, $1/40$ de su costo se asigna a cada año durante 40 años. Otra forma de calcular la depreciación es aplicando un porcentaje fijo a una escala de amortización. El costo de retomo de los activos es el porcentaje del valor del activo fijo depreciado (capitalización total representando el costo de capital) igual al monto requerido para cubrir los costos de capital. La tasa de retomo esperada por las autoridades públicas puede ser vista como un parámetro del desempeño.

Mientras más alta es la tasa, más alto es el requerimiento del costo. El superávit creado por la tasa de retomo puede o no ser suficiente para activos futuros. Esto dependerá de la estructura del capital existente y del flujo de caja. Ambos enfoques pueden involucrar políticas de decisión por encima de la empresa pública. La tasa de retomo de los bienes de capital puede basarse en comparaciones con otras empresas públicas en el país o en el extranjero. Frecuentemente, los préstamos los negocia el gobierno mediante acuerdos

bilaterales y multilaterales y los detalles de las tasas de interés y cronograma de pago se transfieren luego a la empresa pública involucrada.

La selección del método para calcular los costos de capital dependerá de la sofisticación del sistema de contabilidad de la organización. Será difícil hacer una correcta valoración de activos si sus archivos no están actualizados o no reflejan el valor real de los bienes de capital depreciados.

Otro punto que debe ser considerado en el cálculo de tarifas es que los bienes de capital de corta vida (por ejemplo, automóviles) deben ser cubiertos por una política que los defina ya sea como capital o como un gasto de O&M.

C. Gastos por intereses de operación

El interés de operación es el costo de préstamos de corto plazo para cubrir déficits del flujo de caja que resultan de operaciones comerciales deficientes (e.g. facturación y cobranza) o de fallas al definir los límites correctos de los fondos de operación o por mala administración de estos fondos. El interés de operación es un costo legítimo que se debe recuperar con la tarifa. Sin embargo, si es un costo históricamente alto o ascendente, puede ser más prudente establecer fondos especiales (véase el siguiente párrafo) que continuar con los préstamos.

Pedir préstamos para financiar todo o gran parte de los costos de O&M es una mala práctica que debe evitarse. Algunas empresas ponen todos los gastos por intereses en un ítem de una sola línea sin diferenciar entre el interés de operaciones y el interés de gastos de capital. Si el interés debe recuperarse mediante la tarifa, es necesario tener cuidado de clasificar el tipo de interés correctamente.

D. Reservas de fondos

Muchas estructuras tarifarias permiten que los ingresos se depositen en fondos especiales. Ejemplo de ello son los fondos para gastos de O&M (fondos de capital de trabajo para cubrir diferencias en el flujo de caja) y fondos de reserva para emergencias o contingencias (para cubrir reparaciones de emergencia u otros gastos impredecibles, e.g., un incremento en el costo de la electricidad).

Otros fondos son las reservas que usualmente se estipulan en los préstamos a largo plazo. Uno de estos fondos es la reserva para deudas, la que se establece con una cantidad igual al pago anual amortizado que se requiere para cubrir la deuda. Podría fijarse con parte del monto inicial del préstamo o con una cantidad acumulada proveniente del ingreso de algunos años.

Cualquiera sea el modo como se haya establecido la reserva, su fondo sólo debe usarse para pagos de la deuda. Es decir, si la empresa no puede cubrir los pagos de la deuda, se debe recurrir al fondo y crear nuevamente la reserva. Si el fondo permanece intacto durante la mayor parte de la deuda, puede usarse para pagar la deuda antes de lo establecido.

Otro fondo es aquel para pagar inversiones de capitales rutinarias pero difíciles de predecir. Las extensiones de tuberías troncales o de los sistemas de alcantarillado y las modificaciones o mejoras de las estructuras son ejemplos de lo que cubren tales fondos.

El nivel de los fondos de reserva puede determinarse de acuerdo a datos anteriores y por el proceso de planeación del presupuesto. Es importante limitar tales fondos a proyectos que puedan concluir (o que la inversión se gaste) durante el presupuesto anual.

E. Costos de medición y conexiones

Las conexiones domiciliarias y la compra e instalación de medidores pueden originar considerables gastos de capital para las empresas. En general, se considera que los costos de las conexiones individuales son responsabilidad del usuario. Los costos de medición y otros costos de la conexión pueden ser asumidos por el usuario o por la empresa que puede recuperarlos a través de la tarifa. Al asumir estos costos, la empresa ejerce mayor control al instalar productos estandarizados que reducen el costo inicial de los consumidores y por lo tanto, atraen más clientes. El problema es que estos costos podrían ser altos y representar una carga para la empresa.

F. Retorno de la inversión

Los sistemas de recuperación de costos se han diseñado para incluir un retomo de la inversión (RI) mayor que los requerimientos de costo de capital para crear un superávit (costos de capital) que las empresas usan frecuentemente como contingencia ante costos inesperados. Si se produce un superávit, puede usarse para estabilizar las tarifas de los próximos años a fin de financiar gastos de capital o para pagar deudas.

En teoría, el RI debería recuperar sólo el costo de oportunidad del capital. Se debe defender la recuperación sin ningún superávit; la mayoría de las empresas brinda servicios sin procurar superávit. El objetivo de considerar el RI al calcular las tarifas es el de comparar el retomo con la inversión en otros sectores.

2.1.2 Clases de usuarios

Las clases de usuarios son categorías que emplean las empresas para agrupar a sus clientes. Estas categorías se determinan por características, tales como variaciones en la facturación, pagos, capacidad de los medidores y por la necesidad de controlar y regular el servicio. Cada empresa decide el número y designación de sus usuarios, pero la mayoría tiene las siguientes categorías :

- Residencial
- Comercial
- Industrial
- Institucional
- Gubernamental
- Mayoristas

El cuadro 1 presenta combinaciones de clases de usuarios dentro de las categorías identificadas anteriormente.

CUADRO 2.1: DIVERSAS CLASES DE USUARIOS

<p><u>Designación primaria de clases de usuario o cliente</u></p> <p>Residencial, comercial, industrial, institucional, gubernamental y mayorista</p> <p><u>Designación secundaria dentro de la clase</u></p> <p>Predio unifamiliar o multifamiliar</p> <p>Conexión directa dentro de la vivienda o establecimiento</p> <p>Servido directamente mediante conexión externa (e.g. instalación en el patio)</p> <p>Servido mediante tanque vertical o tanque de ruta</p> <p>Servido mediante camión cisterna o vendedores</p> <p>Usuarios de bajo nivel (i.e., servicio mínimo)</p> <p>Usuarios con fuente propia</p> <p><u>Designación terciaria dentro de la clase</u></p> <p>Cuentas medidas o de cobro fijo</p> <p>Cuentas de servicio libre</p> <p>Cuentas privadas</p>
--

La designación de la clase de usuario dependerá de la complejidad del servicio y de cualquier otro requerimiento administrativo o legal. Por ejemplo, la clase de clientes individuales será suficiente para un sistema que sirve a clientes con un mismo patrón de uso. Por el contrario, se necesitarán diversas designaciones de usuarios para los clientes que tienen variaciones significativas en el uso o cuando los servicios se brindan a otras empresas e industrias.

La variación de las designaciones se indica en el cuadro 2.1. Las designaciones secundarias y terciarias indican las posibles subdivisiones basadas en el nivel de servicio y en requerimientos legales y administrativos. Los usuarios residenciales, los que representan el mayor número de cuentas en casi todos los sistemas, pueden subdividirse en una o más designaciones secundarias o terciarias tales como cuentas medidas o de cobro fijo.

Un grupo más complejo de clases de usuarios resultaría de dividir la designación primaria en una o más designaciones secundarias, indicando cuál

de estos podría describirse como cliente con medición, de cobro fijo, o con cuenta libre.

Generalmente, las empresas industriales y comerciales son los mayores usuarios del servicio y constituyen una clase separada de usuarios.

Las empresas de saneamiento con sistemas tarifarios formales usualmente usan el tamaño del medidor para definir estas cuentas; si no se utiliza un sistema de medición, se asigna una cuenta con código especial.

Las cuentas institucionales (colegios, hospitales, templos e instituciones de caridad) y las cuentas del gobierno (oficinas públicas y locales de propiedad estatal) por lo general muestran el mismo patrón de uso que las cuentas residenciales, comerciales o industriales. Reciben una designación separada por la forma como se les cobra, monitorea y regula el servicio. Lo mismo ocurre con los clientes mayoristas o grandes usuarios que tienen un contrato especial con la empresa de agua. A menudo, ellos a su vez son empresas de agua que se abastecen mediante un servicio masivo, pero es usual que las empresas tengan muy pocos clientes clasificados como mayoristas.

La designación de clases de usuarios depende del tamaño y mezcla de clientes, complejidad del servicio, variaciones de la demanda, requerimientos legales o acuerdos especiales y del método que se emplee para la recuperación de costos.

2.1.3 Eficiencia de la operación

Una consideración importante que frecuentemente se pasa por alto al establecer el sistema tarifario es la eficiencia de la operación. Los clientes reaccionan favorablemente ante un buen servicio y desean pagar por él. Por el contrario, un servicio deficiente genera una oposición general al establecimiento o revisión de la tarifa.

Las empresas deben ser honestas al evaluar su posición con respecto a las poblaciones servidas, ya sea mediante encuestas a muestras de usuarios o auditorias hechas por ellos mismos o por consultores externos. Si se descubren

deficiencias, deben rectificarse, si es necesario con fondos adicionales como parte de un nuevo plan de financiamiento o estructura tarifaria.

2.1.4 Voluntad y capacidad de pago

Un tema que subyace al diseño de tarifas es la voluntad de los clientes por pagar lo que les corresponde por un buen servicio. La clave son las expectativas del consumidor y la práctica aceptada. Las expectativas difieren; lo que es aceptable para los usuarios de un área puede no ser totalmente aceptado en otra. Las prácticas del pasado frecuentemente influyen en las expectativas del cliente. Por ejemplo, si antes los servicios de agua y alcantarillado se ofrecían por un costo simbólico o libre de costo, los planificadores no pueden esperar que los usuarios acepten fácilmente la idea de pagar por estos servicios.

La voluntad de pagar debe evaluarse cuidadosamente cuando se diseñan tarifas basadas en la recuperación del costo. Se debe evaluar la práctica anterior, el nivel del servicio que se va a brindar, el ingreso familiar y el monto y tipos de costos que se van a recuperar.

CAPITULO III

ESTRATEGIAS Y METODOS PARA LA RECUPERACION DE COSTOS

3.1 Estrategias para la recuperación del costo

Una estrategia para recuperación del costo incluye tanto los sistemas y las prácticas usadas para medir el servicio, como el cálculo y cobro de los pagos. En un extremo del espectro están los servicios gratuitos de muchos sistemas rurales subsidiados por el gobierno. En el otro extremo están los sistemas que recuperan la totalidad o gran parte de sus costos mediante las tarifas.

Existen algunos axiomas sobre la recuperación del costo y el diseño de tarifas que es importante revisar:

Si los servicios de agua y alcantarillado se han proporcionado por un precio muy bajo o nulo, la imposición de la tarifas no será aceptada fácilmente al inicio. Por lo general, se necesita realizar campañas educativas y mejoras en la calidad del servicio para ganar aceptación y asegurar el pago oportuno.

Ningún servicio es realmente gratuito. Si se proporciona sin ningún cobro, el proveedor del servicio debe tener el apoyo de fondos externos. Para las entidades gubernamentales, esto implica negociaciones entre sectores competitivos de la infraestructura, los que son necesarios para alentar los objetivos del desarrollo nacional, regional o local.

Selección de estrategias

Existen sólo dos formas de recuperar el costo directa e indirectamente. La recuperación directa se basa en la cuantificación de las unidades del servicio provisto y su cobro correspondiente.

La recuperación indirecta se basa en el concepto de que todos los consumidores tienen derecho a beneficiarse de los servicios de agua y alcantarillado, sin considerar el costo.

Algunas estrategias claves para recuperar los costos son:

- Las bases para imponer cobros deben ser fáciles de explicar y el nivel de tarifas debe ser equitativa y de fácil entender.

- Los métodos de cobranza deben estar basados en prácticas aceptadas y en métodos ampliamente conocidos.
- Antes de implementar la tarifa, la entidad responsable de su diseño y cobranza debe explicar el objetivo y las razones del cambio en las tarifas.
- La entidad debe reconocer que después de la implementación surgirán reclamos justificables, por ello, establecerá mecanismos para manejarlos eficientemente.

La recuperación directa del costo en los sistemas de agua puede basarse en cantidad, presión, elevación, disponibilidad, ubicación y pureza del agua. Generalmente, si los niveles de servicio pueden definirse fácilmente por clase de usuario, la cantidad representa la medida más conveniente. Para los sistemas de alcantarillado, se tendrán en cuenta los niveles de cantidad, y la calidad biológica, química y tóxica de la descarga.

La recuperación indirecta del costo tanto para agua como para aguas residuales, puede basarse en los ingresos del gobierno, en varias formas de impuestos, servicios privatizados, valores estimados o inclusive en el trueque. Los métodos de recuperación del costo que tienen éxito presentan las siguientes características:

- Son adecuados al tamaño y complejidad de la empresa y al contexto socioeconómico en el que se provee el servicio.
- Son fáciles de entender por aquellos que pagan los costos.
- Son aceptados por las entidades gubernamentales y están dentro de su capacidad institucional.
- Son implementados sin problemas y se administran fácilmente.
- Muestran una relación equitativa entre la asignación de costos del servicio y las diversas clases de usuarios.
- Poseen un mecanismo interno que compensa las variaciones del servicio.

3.2 Métodos de recuperación de costos

A. La medición basada en el consumo real

Los medidores tienen muchas ventajas. Entre las principales está el hecho de que medir la cantidad del servicio implica imparcialidad, y que los costos de

capital y de O&M de los medidores no son tan elevados en comparación con otros costos de la empresa. Los medidores de agua están disponibles en una amplia gama de precios, son relativamente simples de instalar y requieren un mantenimiento periódico mínimo. El consumo que registran aparece en un recibo, lo que permite a los usuarios entender rápidamente la analogía con una caja registradora. Otra ventaja es que la empresa ejerce control alentando la venta de agua mediante el uso de tasas decrecientes por bloques (cobrando menos por unidad a medida que el total del consumo se incrementa). Promueve la conservación incrementando la tasa por bloques y regula las demandas picos (por lo general con base estacional) mediante políticas de precios. La empresa también puede imponer cobros más altos a los usuarios grandes. La principal desventaja con los medidores de agua es que el mantenimiento mínimo por lo general deviene en ningún mantenimiento. La empresa debe tener una unidad de mantenimiento para instalar, probar, reparar y reemplazar medidores; también debe tener un almacén de medidores nuevos; un sistema de registro para controlar la instalación, reparación y prueba; y vehículos especiales para el trabajo de campo. Algunas empresas evitan el mantenimiento usando medidores descartables. Generalmente son de muy bajo costo, no pueden ser calibrados ni reparados y se usan con el conocimiento de que serán desechados una vez que dejen de funcionar. Además del personal de mantenimiento, la empresa debe contar con lectores de los medidores y con un sistema para transferir la lectura de los mismos al centro de facturación y para notificar a la unidad de mantenimiento qué medidores necesitan reparación o reemplazo. Para responder a las quejas de los usuarios, la empresa debe estar lista para releer los medidores y rectificar los recibos si los reclamos resultan válidos. La duda sobre la exactitud de los medidores puede generar resistencia en los usuarios hacia el mecanismo de recuperación del costo y si no se resuelve con rapidez puede motivar daños intencionales a los medidores y conexiones ilegales.

La medición del desagüe del usuario residencial, comercial o de la pequeña industria por lo general ha sido insatisfactoria. Los sólidos, grasas y demás componentes del desagüe suelen obstruir los medidores y causan fallas de registro o simplemente dejan de funcionar. La recuperación del costo se basa en la premisa de que un porcentaje del agua medida que se entrega a los usuarios es devuelta como desagüe. Para la mayoría de los usuarios, estos

porcentajes generalmente se calculan mediante estudios de ingeniería. Para los usuarios industriales especializados o muy grandes, la medición será adecuada y, en algunos casos, necesaria no sólo para medir la cantidad de la descarga, sino también la tasa del flujo.

Las agencias de préstamo internacional favorecen la medición del consumo, especialmente para el servicio de abastecimiento en ciudades medianas y grandes. La instalación de medidores ha sido un requisito de muchos proyectos de asistencia técnica internacional porque se considera que es una herramienta para controlar el consumo a través del precio. Los medidores hacen que los usuarios participen en el mercado del agua, donde los costos del servicio se hacen explícitos a través de las tarifas.

B. Tarifas únicas

La recuperación del costo mediante la tarifa única es fácil de implementar, administrar, alterar y explicar a los consumidores, además proporciona flujos de caja predecibles. Es adecuada para empresas con una sola clase de usuarios (o de pocos usuarios) y sin capacidad de medición. Toda el agua se vende a una tasa fija que por lo general se ajusta al tamaño de las conexiones. La principal desventaja de la tarifa única es la falta de responsabilidad ante el desperdicio de agua. Esto no es tan problemático cuando la mayoría de los consumidores tienen necesidades uniformes y limitadas. Se pueden incorporar pagos adicionales a la tarifa única por uso extra, como por ejemplo, el riego de jardines. Las tarifas únicas son más apropiadas para desagües que para agua si el servicio de abastecimiento de agua no es medido. En los sistemas donde existe medición, se cobra un porcentaje de la tarifa única por el servicio de alcantarillado.

C. Accesorios sanitarios

La recuperación del costo basada en el número de accesorios sanitarios (e.g. lavatorios, duchas, calentadores de agua) es una práctica aceptada, especialmente cuando no existe medición. Tiene la ventaja de parecer equitativa, ya que se asume que los accesorios de un local usarán

aproximadamente la misma cantidad de agua en otro. La mayor desventaja es el tiempo y el costo necesarios para realizar el inventario inicial de accesorios y establecer cobros a los usuarios relacionando la cantidad de aparatos con las unidades de flujo. Más aún, una vez que tal sistema se establezca, es difícil actualizar la base de datos a intervalos regulares. Esto origina que muchas empresas no cumplan con este requisito.

D. Impuestos/fondos del gobierno

La entidad gubernamental que opera la empresa podría tener una política que establezca que todos los costos del servicio de abastecimiento de agua y alcantarillado se obtengan de impuestos generales u otras fuentes de ingreso. Es frecuente la existencia de impuestos especiales para los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado en muchas ciudades de los Estados Unidos. Durante décadas el Reino Unido ha usado una sobrecarga al impuesto a la propiedad conocida como tasa de agua. La autoridad en impuestos cobra los impuestos distritales mediante las entidades gubernamentales correspondientes. Existe poca documentación sobre esta práctica en países en desarrollo, pero tampoco hay evidencia de que se prohíban impuestos sociales para proveer servicios básicos.

Los fondos del gobierno liberan a las empresas de servicio del costo administrativo de la recolección de los ingresos, pero las priva de influenciar sobre los usuarios mediante los mecanismos del precio y de motivarlos para realizar sus operaciones eficientemente. Una desventaja de los países en desarrollo es que los organismos gubernamentales no efectúan sus pagos unos a otros con rapidez; rara vez transfieren los ingresos por impuestos. Adicionalmente, bajo condiciones económicas difíciles, las restricciones del gobierno podrían llevar a una falta de fondos para O&M y, en consecuencia, al deterioro de los sistemas. En tales épocas, las empresas que controlan sus finanzas estarán en mejor posición para reaccionar a las necesidades del sistema y planificar posibles disminuciones de sus fondos.

E. Impuestos sobre otros cobros

Uno de los métodos menos comunes de recuperación del costo es el de combinar la facturación de los servicios de agua y alcantarillado con otra empresa, la mayoría de las veces con la que brinda servicio eléctrico. Esto puede ser tanto un pago directo o un sobreimpuesto en la facturación de la empresa primaria.

El problema es que muchos usuarios que reciben servicio de agua y alcantarillado pueden consumir muy poco o nada de electricidad. Efectivamente, los grandes consumidores de electricidad pagan su consumo más parte del consumo de los usuarios pequeños del servicio de abastecimiento de agua y alcantarillado. Esta práctica representa un impuesto a los usuarios de mayores ingresos.

Esto puede producir ingresos adecuados pero es difícil justificarlo si se considera la equidad, ya que muchos usuarios de bajos ingresos recibirán prácticamente servicios gratis de agua potable y alcantarillado. Este método de recuperación del costo es válido solo con el argumento de la capacidad de pago y requiere estudios cuidadosos.

F. Servicio privatizado

Se usan muchos métodos para abastecer agua a los usuarios que no tienen conexión directa al sistema de distribución de agua. Estos van desde captación de agua de lluvia, captación de pozos profundos y superficiales, bombas manuales, desviaciones de corrientes de agua y tanques verticales, hasta camiones cisterna e instalaciones de almacenamiento comunal. El servicio se provee a un costo muy bajo o gratuitamente. Muchas empresas perciben rápidamente que a medida que la demanda aumenta con el crecimiento poblacional, el proveer un servicio gratuito excede los límites de su capacidad. Generalmente las empresas encuentran una solución incentivando la distribución mediante franquicias o vendedores privados. Los costos se recuperan de las licencias de los vendedores y de las franquicias. El pago de la franquicia cubre todo o parte del costo de proveer agua; quien adquiere la franquicia es responsable por la O&M de la instalación, usualmente un tanque vertical público.

A pesar de que los ingresos por ventas en surtidores en cierta medida recuperan costos, es difícil controlar la cantidad de agua que retiran los vendedores.

La empresa debe asegurarse que se distribuye agua de calidad aceptable y que no hay ganancia a expensas de los usuarios. También se debe reconocer que cobrar por servicios que antes brindaban gratuitamente puede provocar reacciones adversas.

G. Cobros por conexión

Los cobros por conexión es un método para sufragar los costos de capital. Los cobros por conexión se gravan por unidad de capacidad, usualmente una vivienda estándar. Un sistema de abastecimiento de agua construido a un costo de \$500 000 que sirve a 2 000 viviendas cobrará \$250 por vivienda. El pago podría ser al contado o en cuotas. Si se permite que los consumidores financien sus conexiones no existirán ahorros adelantados de los requerimientos de capital; estos costos se recuperarán en la tarifa general.

Una variación sería cobrar a cada vivienda una tarifa única y financiar el balance con un préstamo. Otra alternativa podría ser que cada usuario compense un porcentaje del costo de capital en trabajo o materiales en vez de dinero efectivo. Los avalúos son cobros que reflejan el valor añadido a la propiedad por las instalaciones de agua y desagüe. Se establecen de acuerdo al área de la propiedad o la longitud del frente a la calle. Los cobros se efectúan en un solo pago, en cuotas o en contribuciones de trabajo y materiales.

CAPITULO IV

CALCULO DE COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA SUBTERRANEA

Una de las alternativas a considerar es la extracción de las aguas subterráneas la cual es una buena solución tomada por la Universidad, por ser una fuente que no necesita ningún tipo de tratamiento salvo su cloración para evitar cualquier tipo de contaminación bacteriológica.

Existen pruebas realizadas donde se determinaron rendimientos específicos comprendidos entre 7,70 lt/s/m y 18.80 lt/s/m para los caudales de 58 lt/s y 18.8 lt/s respectivamente. Estos valores permiten calificar como excelente la producción del pozo.

El pozo tubular existente en la actualidad nos da una oferta de 20 lt/s. En nuestro proyecto consideramos que el rendimiento específico se relaciona con el caudal de extracción por metro de abatimiento del acuífero. El cuadro 4.1 muestra que para un caudal de explotación de 25.32 lt/s, el pozo tiene un rendimiento específico de 14.50 lt/s por metro de abatimiento con una eficiencia de 72%.

Cuadro 4.1: Oferta del Pozo tubular

Año	Demanda Máxima Diaria	Pozo Tubular			
		Oferta		Balance Oferta - Demanda	
		Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
1	23.20	20.00	25.32	-3.20	2.12
2	23.44	20.00	25.32	-3.44	1.88
3	23.67	20.00	25.32	-3.67	1.65
4	23.91	20.00	25.32	-3.91	1.41
5	24.14	20.00	25.32	-4.14	1.18
6	24.38	20.00	25.32	-4.38	0.94
7	24.61	20.00	25.32	-4.61	0.71
8	24.85	20.00	25.32	-4.85	0.47
9	25.08	20.00	25.32	-5.08	0.24
10	25.32	20.00	25.32	-5.32	0.00

Esta alternativa tiene proyectado la profundización del pozo tubular ya existente, debido al posible descenso de la napa freática, esto último a consecuencia de la

explotación del recurso hídrico subterráneo en los últimos diez años. Verificando y rediseñando de ser necesario, cada uno de sus componentes principales del sistema actual y que estos se encuentren en capacidad de brindar la dotación de agua actual y futura.

Para calcular los costos, se hace referencia a la figura 1.1, de donde consideramos lo siguiente:

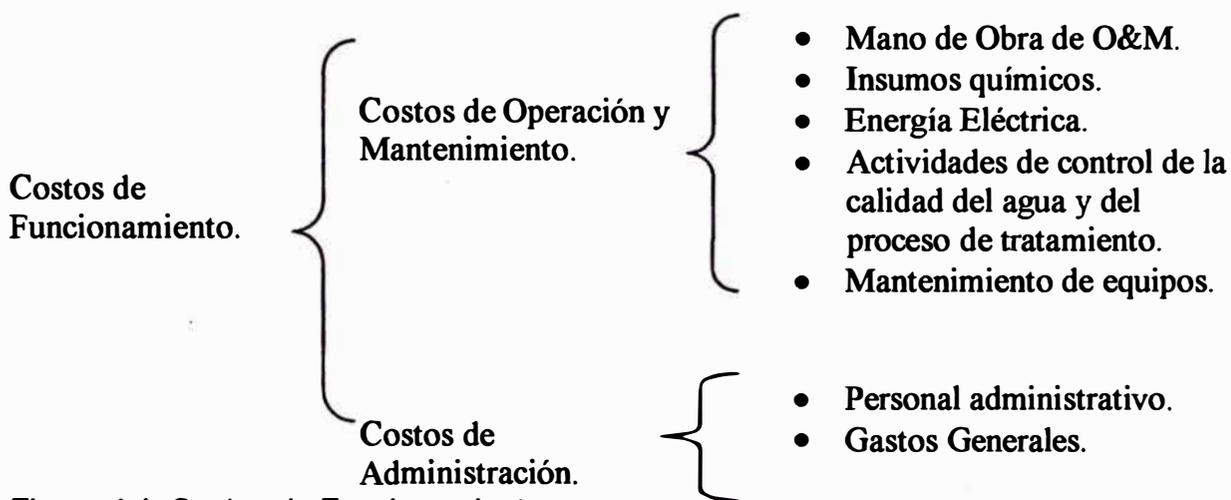


Figura 4.1: Costos de Funcionamiento.

4.1.- CALCULO DEL COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SIN PROYECTO

Cuadro 4.2

COSTO DE MANO DE OBRA (PLANILLA DE SUELDOS)				
TRABAJADOR	UNIDAD	CANTIDAD	PAGO MENSUAL (S/.)	PAGO ANUAL (S/)*
Tecnico	dh	0.50	1,200.00	9 000.00
Operador	dh	1.00	1,000.00	15,000.00
Ayudante	dh	2.00	800.00	24,000.00
TOTAL				48,000.00

* Se considera 13 sueldos mas dos sueldos por gratificación

Cuadro 4.3

COSTO DE INSUMOS QUIMICOS					
INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	VOL. ANUAL (Litros)	Precio Un. (S/. / Kg)	COSTO ANUAL(S/.)
Hipoclorito de Calcio	mg/lt	1.50	473,040,000	4.48	3,178.83
TOTAL					3,178.83

Cuadro 4.4

COSTO DE ENERGIA ELECTRICA						
EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	POTENCIA (watt)	POTENCIA CONS. (KW)	P.U. (KWH)	COSTO ANUAL(S/.)
Electrobomba Sumergible 40 HP	und	1.00	29,828.00	29.83	0.304	79,511.55
TOTAL						79,511.55

Cuadro 4.5

COSTO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL PROCESO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	COSTO ANUAL(S/.)
Ensayos de Laboratorio	und	6.00	600.00	3,600.00
TOTAL				3,600.00

Cuadro 4.6

COSTO MANTENIMIENTO DE EQUIPOS					
EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	MANTENIM. (2%)
Electrobomba + accesorios	und	1.00	39,000.00	39,000.00	780.00
TOTAL					780.00

Cuadro 4.7

COSTO DE ADMINISTRACION Y GASTOS GENERALES				
TRABAJADOR	UNIDAD	CANTIDAD	GASTO MENSUAL (S/.)	PAGO ANUAL (S/.) *
Administrador	dh	0.50	2,000.00	15,000.00
Secretaria	dh	0.50	800.00	6,000.00
Gastos Generales (20%)	glb	1.00	350.00	4,200.00
TOTAL				25,200.00

* Se considera 13 sueldos mas dos sueldos por gratificacion

4.2.- CALCULO DEL COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CON PROYECTO

Cuadro 4.8

COSTO DE MANO DE OBRA (PLANILLA DE SUELDOS)				
TRABAJADOR	UNIDAD	CANTIDAD	PAGO MENSUAL (S/.)	PAGO ANUAL (S/.) *
Ingeniero	dh	0.50	3,000.00	1,500.00
Tecnico	dh	0.50	1,200.00	9,000.00
Operador	dh	1.00	1,000.00	15,000.00
Ayudante	dh	2.00	800.00	24,000.00
TOTAL				49,500.00

* Se considera 13 sueldos mas dos sueldos por gratificacion

Cuadro 4.9

COSTO DE INSUMOS QUIMICOS					
INSUMO	AÑO	CANTIDAD	VOLUMEN ANUAL (Litros)	P.U. (S/. / Kg)	COSTO ANUAL (S/.)
Hipoclorito de Calcio (mg/lit)	1	1.50	562,796,308	4.48	3,782
	2	1.50	568,618,338	4.48	3,821
	3	1.50	574,197,785	4.48	3,859
	4	1.50	580,019,815	4.48	3,898
	5	1.50	585,599,262	4.48	3,935
	6	1.50	591,421,292	4.48	3,974
	7	1.50	597,000,738	4.48	4,012
	8	1.50	602,822,769	4.48	4,051
	9	1.50	608,402,215	4.48	4,088
	10	1.50	614,224,246	4.48	4,128

Cuadro 4.10

COSTO DE ENERGIA ELECTRICA						
EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	POTENCIA (watt)	POTENCIA CONS. (KW)	P.U. (KW/H)	COSTO ANUAL(S/.)
Electrobomba 50 hp	und	1.00	37,285	37.29	0.30	99,291.45
TOTAL						99,291.45

Cuadro 4.11

COSTO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL PROCESO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	COSTO ANUAL(S/.)
Ensayos de Laboratorio	und	6.00	600.00	3,600.00
TOTAL				3,600.00

Cuadro 4.12

COSTO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS					
EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	MANTENIM. (2%)
Electrobomba 50 HP + accesorios	und	1.00	60,000	60,000	1,200.00
TOTAL					1,200.00

Cuadro 4.13

COSTO ADMINISTRACION Y GASTOS GENERALES				
TRABAJADOR	UNIDAD	CANTIDAD	GASTO MENSUAL (S/.)	PAGO ANUAL (S/.)*
Administrador	dh	0.50	2,000.00	15,000.00
Secretaria	dh	0.50	800.00	6,000.00
Gastos Generales (20%)	glb	1.00	350.00	4,200.00
TOTAL				25,200.00

* Se considera 13 sueldos mas dos sueldos por gratificacion

Cuadro 4.14

COSTOS DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN PARA EL ABASTECIMIENTO SUBTERRANEO		
DESCRIPCION	COSTO SIN PROYECTO (*)	COSTO CON PROYECTO
1. COSTO DE MANO DE OBRA	48,000.00	49,500.00
2. COSTO DE INSUMOS QUIMICOS	3,178.83	4,127.59
3. COSTO DE ENERGIA ELECTRICA	79,511.55	99,291.45
4. COSTO DE CONTROL DE CALIDAD Y DEL PROCESO	3,600.00	3,600.00
5. COSTO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	780.00	1,200.00
6. COSTO DE ADMINISTRACION Y GASTOS GENERALES	25,200.00	25,200.00
TOTAL	160,270.37	182,919.03

Para las dos alternativas consideramos: 75% a la operación y 25% restante al mantenimiento correctivo. El resumen de los costos se detalla a continuación:

Los costos sin proyecto se refieren a costos cuando hay una administración y mantenimiento deficiente.

CAPITULO V

CALCULO DE COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA SUPERFICIAL

Se realiza el diseño de la planta de tratamiento, aplicando la Norma OS.020 – “Planta de tratamiento de agua para consumo humano” correspondiente al Reglamento Nacional de Edificaciones y consideraciones, manuales de diseño y proyectos realizado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS), estudio del agua, determinación del grado de tratamiento, selección de los procesos de tratamiento que se adecuen a la calidad de la fuente, distribución de las diversas unidades para que el resultado sea óptimo.

Se seleccionará los procesos a ser construidos y mantenidos sin mayor dificultad reduciendo al mínimo la mecanización y automatización, verificando y tratando de mantener en lo posible cada unidad existente de la planta actual.

Los procesos correspondientes a la planta de tratamiento de filtración rápida completa en este caso son: sedimentación de partículas discretas, coagulación, floculación, sedimentación de partículas floculentas, filtración rápida completa y cloración.

Una vez seleccionados los procesos de tratamiento para el agua cruda, se procederá el predimensionamiento de las alternativas, utilizando los parámetros de diseño específicos para la calidad de agua a tratar con aplicación de las normas, para la eliminación de partículas por medios físicos, se emplearan las siguientes unidades de tratamiento, desarenadores, tanques dosificadores, canal de mezcla rápida, floculadores, decantadores, filtros rápidos, caseta de cloración.

5.1.- CALCULO DEL COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SIN PROYECTO

Cuadro 5.1

COSTO DE MANO DE OBRA (PLANILLA DE SUELDOS)				
TRABAJADOR	UNIDAD	CANTIDAD	PAGO MENSUAL (S/.)	PAGO ANUAL (S/)
Tecnico	dh	0.50	1,200.00	9,000.00
Operador	dh	1.00	1,000.00	15,000.00
Ayudante	dh	2.00	800.00	24,000.00
TOTAL				48,000.00

* Se considera 13 sueldos mas dos sueldos por gratificacion

Cuadro 5.2

COSTO DE INSUMOS QUIMICOS					
INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	VOL. ANUAL (Litros)	Precio Un. (S/./ Kg)	COSTO ANUAL(S/.)
Hipoclorito de Calcio	mg/lt	1.50	473,040,000	4.48	3,178.83
Sulfato de Aluminio	mg/lt	50.00	473,040,000	1.00	23,652.00
TOTAL					26,830.83

Cuadro 5.3

COSTO DE ENERGIA ELECTRICA						
EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	POTENCIA (watt)	POTENCIA CONS. (KW)	P.U. (KW/H))	COSTO ANUAL(S/.)
Bomba 2HP, (Filtro rapido)	und	2.00	1,491.40	2.98	0.304	7,943.32
TOTAL						7,943.32

Cuadro 5.4

COSTO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL PROCESO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	COSTO ANUAL(S/.)
Ensayos de Laboratorio	und	12	600.00	7,200.00
TOTAL				7,200.00

Cuadro 5.5

COSTO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS					
EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	MANTEN. (2%)
Bomba 2HP, (Filtro rapido)	und	2.00	900.00	1,800.00	36.00
Filtros Mecanico+ Accesorios	und	5.00	3,600.00	18,000.00	360.00
TOTAL					396.00

Cuadro 5.6

COSTO ADMINISTRACION Y GASTOS GENERALES				
TRABAJADOR	UNIDAD	CANTIDAD	GASTO MENSUAL (S/.)	PAGO ANUAL (S/.) *
Administrador	dh	0.50	2,000.00	15,000.00
Secretaria	dh	0.50	800.00	6,000.00
Gastos Generales (20%)	glb	1.00	350.00	4,200.00
TOTAL				25,200.00

* Se considera 13 sueldos mas dos sueldos por gratificacion

5.2.- CALCULO DEL COSTO DE OPERACIÓN CON PROYECTO

Cuadro 5.7

COSTO DE MANO DE OBRA (PLANILLA DE SUELDOS)				
TRABAJADOR	UNIDAD	CANTIDAD	PAGO MENSUAL (S/.)	PAGO ANUAL (S/.) *
Ingeniero	dh	0.50	3,000.00	22,500.00
Tecnico	dh	0.50	1,200.00	9,000.00
Operador	dh	1.00	1,000.00	15,000.00
Ayudante	dh	2.00	800.00	24,000.00
TOTAL				70,500.00

* Se considera 13 sueldos mas dos sueldos por gratificacion

Cuadro 5.8

COSTO DE INSUMOS QUIMICOS						
INSUMO	AÑO	CANTIDAD	VOLUMEN ANUAL (Litros)	P.U. (S/./ Kg)	COSTO ANUAL(S/.)	TOTAL (A + B)
Hipoclorito de Calcio (mg/lt) (A)	1	1.50	562,796,308	4.48	3,782	
	2	1.50	568,618,338	4.48	3,821	
	3	1.50	574,197,785	4.48	3,859	
	4	1.50	580,019,815	4.48	3,898	
	5	1.50	585,599,262	4.48	3,935	
	6	1.50	591,421,292	4.48	3,974	
	7	1.50	597,000,738	4.48	4,012	
	8	1.50	602,822,769	4.48	4,051	
	9	1.50	608,402,215	4.48	4,088	
	10	1.50	614,224,246	4.48	4,128	
Sulfato de Aluminio (mg/lt) (B)	1	50.00	562,796,308	1.00	28,140	31,922
	2	50.00	568,618,338	1.00	28,431	32,252
	3	50.00	574,197,785	1.00	28,710	32,568
	4	50.00	580,019,815	1.00	29,001	32,899
	5	50.00	585,599,262	1.00	29,280	33,215
	6	50.00	591,421,292	1.00	29,571	33,545
	7	50.00	597,000,738	1.00	29,850	33,862
	8	50.00	602,822,769	1.00	30,141	34,192
	9	50.00	608,402,215	1.00	30,420	34,509
	10	50.00	614,224,246	1.00	30,711	34,839

Cuadro 5.9

COSTO DE ENERGIA ELECTRICA						
EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	POTENCIA (watt)	POTENCIA CONS. (KW)	P.U. (KW/H))	COSTO ANUAL(S/.)
Difusor 0.5 hp	und	2.00	372.85	0.75	0.304	1,987.79
Bomba 2HP (Filtro rapido)	und	2.00	1,491.40	2.98	0.304	7,943.32
Bomba 1 HP (Cloracion)	und	2.00	745.70	1.49	0.304	3,971.66
TOTAL						13,902.76

Cuadro 5.10

COSTO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL PROCESO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	COSTO ANUAL(S/.)
Ensayos de Laboratorio	und	12	600.00	7,200.00
TOTAL				7,200.00

Cuadro 5.11

COSTO MANTENIMIENTO DE EQUIPOS					
EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	MANTENIM. (2%)
Difusor 0.5 hp	und	2.00	471.00	942	18.84
Bomba 2HP (Filtro rapido)	und	2.00	900.00	1,800	36.00
Equipo Cloracion (Eq. Clor.+Bomba)	und	2.00	3,500.00	7,000	140.00
Filtros Mecanico + Accesorios	und	7.00	3,600.00	25,200	504.00
TOTAL					698.84

Cuadro 5.12

COSTO DE ADMINISTRACION Y GASTOS GENERALES				
TRABAJADOR	UNIDAD	CANTIDAD	GASTO MENSUAL (S/.)	PAGO ANUAL (S/.) *
Administrador	dh	0.50	2,000.00	15,000.00
Secretaria	dh	0.50	800.00	6,000.00
Auxiliar	dh	1.00	1,000.00	15,000.00
Gastos Generales (20%)	glb	1.00	600.00	7,200.00
TOTAL				43,200.00

* Se considera 13 sueldos mas dos sueldos por gratificacion

Cuadro 5.13

COSTOS DE MANTENIMIENTO Y OPERACION PARA EL ABASTECIMIENTO SUPERFICIAL		
DESCRIPCION	COSTO SIN PROYECTO	COSTO CON PROYECTO
1. COSTO DE MANO DE OBRA	48,000.00	70,500.00
2. COSTO DE INSUMOS QUIMICOS	26,830.83	34,838.80
3. COSTO DE ENERGIA ELECTRICA	7,943.32	13,902.76
4. COSTO DE CONTROL DE CALIDAD Y DEL PROCESO	7,200.00	7,200.00
5. COSTO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	396.00	698.84
6. COSTO DE ADMINISTRACION Y GASTOS GENERALES	25,200.00	43,200.00
TOTAL	115,570.14	170,340.40

Los costos sin proyecto se refieren a costos cuando hay una administración y mantenimiento deficiente.

CONCLUSIONES

- Para el Abastecimiento de Agua Subterráneo, el costo de Operación y Mantenimiento aumenta por el proyecto en un 12.4% aproximadamente, lo cual demuestra que con algo de implementación se podría mejorar notablemente el Sistema de Abastecimiento.
- Para el Abastecimiento de Agua Superficial, el costo de Mantenimiento y Operación por el proyecto aumenta en un 32.15%, esto significa una inversión sustancial que deberá evaluarse posteriormente.
- Se debe dejar claro que los costos de Operación y Mantenimiento no son Definitivos para el análisis de Factibilidad, solo son una parte de los costos a analizar, así, una alternativa con mayor costo de Operación y Mantenimiento podría ser la opción más óptima.
- Actualmente los métodos mas difundidos para recuperación de costos son la medición y los cobros en un solo pago o una combinación de ambos.
- El método a utilizar por una empresa será el que se adapte a sus necesidades.
- Una consideración que se puede asumir para evaluar costos de Operación y Mantenimiento, a un nivel de perfil son los porcentajes, los cuales se obtienen de proyectos similares o en base a la experiencia.

RECOMENDACIONES.

- Cada Facultad de la Universidad Nacional de Educación “Enrique Guzmán Valle”, debería tener un medidor para poder controlar el consumo y poder identificar las zonas de fugas o pérdidas.
- Se debería dar más énfasis para tecnologías actuales (uso de PLC), para reducir los costos de operación.
- Se debería concientizar a la población estudiantil, para un mejor uso y conservación de los servicios de agua.

BIBLIOGRAFIA

1. Arocha Ravelo, Simón; Abastecimiento de Agua, Teoría y Diseño; Edición N° 1, Ediciones Vega s.r.l.; Caracas, Venezuela, 1980.
2. BLASA; Expediente Técnico – Estudio Integral de la Red de Agua y Desagüe de la Universidad Nacional de Educación; Lima, Perú, 1997.
3. Blume Roberto; Proyecto de la Planta de Agua Potable de El Imperial Cañete; Dirección General de Obras Sanitarias – Ministerio de Vivienda Perú; Lima, Perú, 1998.
4. CAPECO; Reglamento Nacional de Edificaciones, Editorial Grupo Universitaria; Lima, Perú, 2006.
5. Custodio, Emilio / Ramón Llamas Manuel; Hidrología Subterránea; Edición N°2, Editorial Omega S.A.; Barcelona, Espana, 1996.
6. ESAPI E.I.R.L.; Estudio Integral del Servicio de Agua Potable de la Universidad Nacional de Educación “Enrique Guzmán y Valle”; Lima, Perú, 1997.
7. León Ruiz, Gilberto; “Construc Soft” Software para la Elaboración de Presupuestos; Versión Omega; Lima, Perú, 2003.
8. Ministerio de Economía y Finanzas; Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública; Resolución Directoral N° 002-2007-EF/68.01”; Lima, Perú, 2007.
9. Ministerio de Economía y Finanzas, Paredes Kuriyama, José Manuel; Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Saneamiento Básico en el Ámbito de Pequeñas Ciudades, a nivel de Perfil; Edición N°1, Ministerio de Economía y Finanzas; Lima, Perú, 2007.
10. Reza García, Clemente; Válvulas y Accesorios en tuberías; Edición N°2, Editorial Mc Graw-Hill; Madrid, España, 1986.
11. Rodrigo Mújica, Mónica; Análisis Económico de tarificación de Agua Potable mediante un modelo de simulación; Edición N°2, Pontificia Universidad Católica de Chile; Santiago, Chile, 1981
12. Romero Rojas, Jairo Alberto; Potabilización del Agua; Edición N°3 Alfaomega Grupo Editor, México-1999
13. Sapag Chain, Nassir; Preparación y Evaluación de Proyectos; Edición N°4, Editorial Mc. Graw - Hill Interamericana S.A.; Santiago, Chile, 2000.

14. SEDAPAL; Especificaciones Técnicas; Lima, Perú, 2006.
15. Vargas de Cánepa, Lidia; Plantas de Tratamiento de Filtración Rápida; Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente - CEPIS/OPS; Lima, Perú, 2004.
16. Viejo Zubicaray, Manuel; Bombas, Teoría y Aplicaciones; Edición N°2, Editorial Limusa S.A.; Acapulco, México, 2000.