

TARIFAS PARA SISTEMAS
DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

ING. ANDRES KARP

CREA INTERNACIONAL DE EL SALVADOR

1o. DE DICIEMBRE DE 1993

Library
IRC International Water
and Sanitation Centre
Tel: +61 70 61 12 10
Fax: +61 70 61 12 11

BORRADOR PARA SER REVISADO POR
ANDA Y MINSAL

264.0-16793

CONTENIDO

	PREFACIO.....	3
I.	INTRODUCCION.....	4
II.	RESUMEN DE LAS TARIFAS.....	5
III.	DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS.....	6
IV.	MARGEN PARA VARIAR LOS COBROS.....	6
V.	CUANDO DEBEN COMENZAR A PAGAR LA TARIFA....	7
VI.	FONDOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO Y CUENTAS BANCARIAS PARA ESTE PROPOSITO.....	7
VII.	COMPONENTES DEL COSTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.....	8
VIII.	AUMENTOS REQUERIDOS EN EL FUTURO.....	12
IX.	OTRAS TECNOLOGIAS PARA PROVEER AGUA POTABLE.....	13
X.	CONCLUSION.....	15

ANEXO A: GRAFICAS

ANEXO B: ECUACIONES PARA CALCULAR TARIFAS

LIBRARY IRC
PO Box 93190, 2509 AD THE HAGUE
Tel.: +31 70 30 689 80
Fax: +31 70 35 899 64
BARCODE: 16793
LO:

P R E F A C I O

El presente documento fue preparado para servir como una guía a las comunidades donde se pretende construir nuevos sistemas de abastecimiento de agua potable. Está dirigido, tanto a los ingenieros como a los facilitadores y promotores del proyecto. Sin embargo, los últimos no deben preocuparse por las ecuaciones.

Una versión preliminar de este documento fue presentado a la unidad de ANDA-AID. El consultor de esta unidad, el Ing. David Douglas de la firma consultora Louis Berger International, Inc., además de proveer algunas sugerencias muy valiosas, dictó lo siguiente:

"Los resultados del análisis de costos realizados en ese documento son compatibles con los análisis elaborados por la unidad ANDA-AID".

A pesar de lo mencionado, debemos aclarar que este documento no goza de ninguna aprobación oficial por ninguna otra institución. Las opiniones, y hasta los errores contenidos en el presente, son responsabilidad única del autor y de Crea Internacional de El Salvador.

Es el sincero deseo del autor que este documento sirva para ayudar a las comunidades a prepararse para asegurar la buena operación y mantenimiento de sus sistemas de agua y así beneficiar a la población involucrada en el proyecto.

TARIFAS PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

I. INTRODUCCION

El propósito del presente documento es facilitar la estimación de la tarifa, antes de comenzar la construcción de un sistema de abastecimiento que requiera bombeo eléctrico.

Es importante que aún antes de hacer el compromiso de construir un sistema, la comunidad debe tener una idea clara de la tarifa necesaria para cubrir los gastos de operación y mantenimiento, y así asegurar el buen funcionamiento del sistema a largo plazo.

Más tarde, cuando el sistema ya esté funcionando, la comunidad puede evaluar los costos reales de su operación y mantenimiento, y luego podrá modificar esta tarifa, en caso que sea justificada. Sin embargo, se siente que las tarifas presentadas en este documento son buenas estimaciones o quizás son un poco conservadoras (es decir, un poco altas, pero no demasiado). Es probable que en la mayoría de los casos no será justificado variar las tarifas mucho en relación a las tarifas propuestas en este documento (con excepción del ajuste periódico como resultado de la inflación económica).

Es imprescindible que se lleve a cabo la tarea de fijar tarifas en una forma adecuada, porque los futuros usuarios del sistema tienen que acordarse de pagar esta tarifa. Fijar la tarifa demasiado alta puede resultar que esté fuera del alcance de muchas familias. En el caso contrario, si se fija la tarifa demasiado baja, puede resultar en un funcionamiento muy problemático por falta de suficientes fondos para cubrir los gastos de operación y mantenimiento requerido.

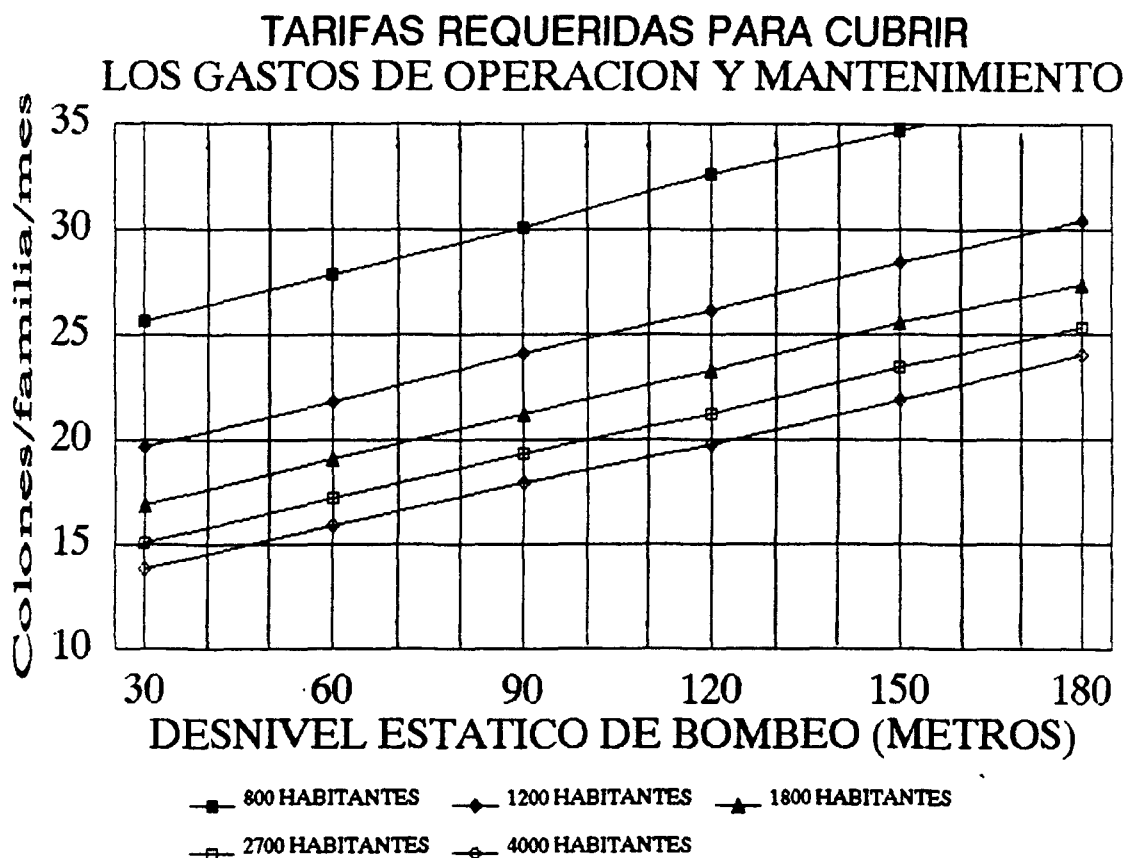
Se debe notar que casi todo el documento trata el caso de sistemas con bombeo electro-mecánico, y al respecto fue preparado con bastante cuidado (aunque no pretende ser perfecto). Además, toca el tema de tarifas para otras tecnologías de abastecimiento de agua, pero en una manera preliminar y sujeto a revisión.

II. RESUMEN DE LAS TARIFAS

La Gráfica No 1 adjunto titulada "TARIFAS REQUERIDAS PARA CUBRIR LOS GASTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO," da un resumen del tema. Se nota que las tarifas dependen de dos factores: (a) el desnivel de bombeo (ver la Gráfica No. 7 para la definición del concepto del desnivel de bombeo); y (b) el número de habitantes servidos por el sistema. Mas desnivel implica la necesidad de tarifas más altas, y mas habitantes implica tarifas mas bajas como resultado de poder compartir ciertos gastos entre mas familias. Además, obviamente las tarifas tienen que ser aumentadas en años futuros según la inflación económica.

Las tarifas indicadas son suficientes para cubrir únicamente los gastos de operación y mantenimiento, incluyendo la capitalización de un Fondo para Mantenimiento Mayor (para reemplazar la bomba cada cierto número de años, etc). Según la metodología de nuestro proyecto, los beneficiarios no tienen que contribuir al costo financiero para la construcción del sistema.

GRAFICA NO. 1



1. En noviembre de 1994, US\$1.00 = ¢8.67 colones

2. Ver notas que corresponden a la Gráfica No. 1 en el Anexo A

III. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS:

La información a continuación se refiere principalmente a sistemas que proveen agua potable a partir de pozos equipados con bombas electro-mecánicas, con conexiones domiciliarias y una dotación promedio de 100 litros por habitante por día. Corresponden a un servicio excelente que funcionará 24 horas diarias. También el documento incluye algunos comentarios al respecto de otras tecnologías para el abastecimiento de agua potable, pero no pretende ser muy riguroso ni completo al respecto (ver Sección IX).

IV. MARGEN PARA VARIAR LOS COBROS

Las tarifas son necesarias para garantizar el buen funcionamiento del sistema a largo plazo, y por lo tanto, NO SON NEGOCIABLES. Sin embargo, si un número significativo de las familias en una comunidad no son capaces de pagar la tarifa requerida, se debe evaluar la posibilidad de ofrecer otro nivel de servicio que quizás podría ser implementado a un costo menor (por ejemplo, en algunos casos, el bombeo manual resulta más económico que un sistema con una bomba electromecánica).

A pesar de la necesidad de fijar las tarifas, los beneficiarios pueden definir otros cobros, tales como:

- Multas por el pago con retraso, y también por abusos del sistema.
- Cobros por nuevas conexiones, para quienes no participaron en la construcción del sistema.
- Subsidios para la gente mas pobre.
- Cobros por el uso de agua para propósitos diferentes al de uso doméstico (por ejemplo, para una fábrica de bloques, para micro-riego, etc.). Se debe poner énfasis que solamente se puede permitir este tipo de uso si hay más agua que la necesaria para propósitos domésticos, y si la comunidad está de acuerdo a quien se le permitirá usar el agua de esta manera.
- Cobros para familias quienes están abastecidas con agua a través del sistema, aunque no tienen conexiones propias. Esto aplica a familias que llevan agua desde las conexiones de sus vecinos o desde piletas públicas. El autor del presente documento sugiere que se cobre media tarifa a estas familias, porque probablemente usan alrededor de la mitad de agua que usan las familias con conexiones propias. Sin embargo, la comunidad puede variar esta tarifa, siempre que sean

concientes del costo de bombear más agua cuando proveen agua para más familias.

V. CUANDO DEBEN COMENZAR A PAGAR LA TARIFA

Los usuarios deben pagar sus tarifas por primera vez ANTES del primer día de funcionamiento del nuevo sistema. Así se podrán capitalizar los fondos para operación y mantenimiento, y pagar los gastos que se involucren durante el transcurso del primer mes de funcionamiento. Luego se deben pagar las tarifas al COMIENZO de cada mes.

Por el momento dejamos pendiente la decisión de cuando precisamente se debe pagar la primera tarifa, aunque siempre será ANTES del primer día de funcionamiento del sistema. Veamos dos opciones:

- A. Se puede requerir que todos los usuarios paguen su primer tarifa antes que se firme el convenio para colaborar con la construcción del sistema. Así los usuarios tendrán que pensar en serio y mostrar que entienden sus compromisos desde el principio.
- B. Se puede requerir que cada usuario pague su primer tarifa antes de permitirle usar el sistema.

Una observación es que generalmente el primer día de funcionamiento del sistema no será el primer día de un mes calendario. Por lo tanto, la tarifa para el primer mes deberá ser en proporción al número de días de funcionamiento del sistema en ese mes. Por ejemplo, si la tarifa mensual es de ¢24.00 y el sistema comienza a funcionar el día 20 de marzo, lo cual implica que funcionará para solamente la tercera parte del mes de marzo, entonces la tarifa para marzo deberá ser $\text{¢}24.00/3 = \text{¢}8.00$. Si los usuarios ya hubieran pagado más de ¢8.00, entonces se debe tratar el excedente como un pago parcial para el próximo mes, es decir para el mes de abril.

VI. FONDOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO Y CUENTAS BANCARIAS PARA ESTE PROPOSITO

Alrededor del 16% del cobro total de las tarifas debe ser depositado en un "Fondo para mantenimiento mayor" (este porcentaje varía un poco, según las condiciones y se representa en la Gráfica No. 2). El propósito principal de este Fondo es pagar la limpieza del pozo cada cinco (5) años, y el reemplazo de la bomba aproximadamente cada siete a diez años. Así, la suma de este Fondo puede llegar a un nivel bastante alto antes de la fecha cuando sea necesario gastar una parte significativa.

Por ejemplo: en una comunidad con 1800 habitantes y un desnivel de bombeo de 100 metros, se debe depositar \$1,000.00 por mes (ver Gráfica No. 3). Así, durante el primer año, se deben depositar un total de \$12,000.00. Si se aumentara la tarifa en un 10% para cubrir la inflación cada año y si también el depósito bancario gana intereses; en cinco años el total de este Fondo puede llegar a alcanzar unos \$100,000.00.

El consejo del autor es que la comunidad debe abrir DOS cuentas bancarias para la operación y mantenimiento de su sistema (aunque la comunidad tiene el derecho de rechazar este consejo):

- A. Cuenta para el "Fondo de Mantenimiento Mayor" y
- B. Cuenta para el "Fondo de Operación y Mantenimiento Rutinario"

En la primera cuenta, los fondos deben seguirse acumulando durante varios años, hasta que llega el momento cuando hay que realizar una reparación o un mantenimiento mayor, tal como la limpieza del pozo o el reemplazo de la bomba. En el primer año, se deben hacer depósitos a esta cuenta al ritmo indicado en la Gráfica No. 3 y en años siguientes se debe aumentar según la inflación económica.

En la segunda cuenta, normalmente se gastan los fondos a un ritmo casi igual al ritmo del ingreso de fondos. Si se nota una acumulación significativa en este fondo al final del año, se puede postergar el aumento anual de la tarifa, hasta que se vea una disminución del balance. De otra manera, si el balance tiene una tendencia por abajo, indica que es hora de aumentar la tarifa. **NO SE DEBEN SACAR FONDOS DE LA PRIMERA CUENTA PARA PAGAR GASTOS QUE CORRESPONDEN A LA SEGUNDA CUENTA.**

VII. COMPONENTES DEL COSTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO:

Los cinco componentes del costo de operación son los siguientes: (1) Sueldos; (2) Energía Eléctrica; (3) Un Fondo para Mantenimiento Mayor; (4) Mantenimiento Rutinario y Gastos varios; y (5) Cloro y otros químicos. Las ecuaciones para calcular estos cinco componentes están presentadas en el Anexo B. A continuación explicamos algo al respecto.

A pesar de la variación que existe en los componentes según varios factores, es interesante observar: Para un sistema que sirve entre 1200 y 1800 personas con un desnivel de bombeo, alrededor de 90 metros.

- i) El componente de sueldos representan aproximadamente la mitad de la tarifa total.

- ii) El componente de energía eléctrica representa alrededor del 30% del total;
- iii) El fondo para mantenimiento mayor representa alrededor del 16% del total, y;
- iv) El cloro representa alrededor del 5% del total.

1. SUELDOS

A. Operador

Esta previsto que se pague un operador a tiempo completo. Los sueldos pueden variar según las condiciones locales. Sin embargo, para el propósito de una estimación preliminar, proponemos lo siguiente:

- Para sistemas que sirvan a menos de 2000 habitantes, se propone un sueldo igual al sueldo mínimo legal, lo cual actualmente es de ₡930.00 colones por mes.
- Para sistemas que sirvan entre 2000 y 3000 personas, se propone un solo operador con un sueldo de ₡1,350.00 colones por mes, igual al sueldo pagado para este propósito por PLAN SABAR.
- Para sistemas que sirvan entre 3000 y 5000 personas, se propone un operador de tiempo completo con un sueldo de ₡1,350.00 y también un ayudante de tiempo parcial con un sueldo de ₡675.00 colones por mes.

B. Tesorero/cobrador:

También esta previsto que se pague al tesorero/cobrador.

- Se propone un sueldo mensual en proporción al número de usuarios del sistema, de aproximadamente ₡2.20 colones por mes para cada usuario.

Así, una comunidad con aproximadamente 400 a 450 conexiones, pagará al tesorero/cobrador ₡930.00 colones por mes, lo cual corresponde al sueldo mínimo. Un sistema que sirva a menos usuarios, pueda pagar un sueldo menor al tesorero/cobrador, pero proponemos que

siempre debe pagarse alrededor de ¢2.20 colones por mes para cada usuario (conexión).

C. Mano de obra especializada:

Se tiene previsto el uso de mano de obra especializada en momentos cuando el mantenimiento lo requiere. Se estima que el costo por año (sin incluir el mantenimiento mayor cada varios años -- ver punto 3 abajo) será aproximadamente así:

- Para sistemas que sirven alrededor de 800 habitantes: ¢6,000.00 por año.
- Para sistemas que sirven alrededor de 1,200 habitantes: ¢7,200.00 por año.
- Para sistemas que sirven alrededor de 1,800 habitantes: ¢8,400.00 por año.
- Para sistemas que sirven alrededor de 2,700 habitantes: ¢9,600.00 por año.

2. ENERGIA ELECTRICA

El costo de la energía eléctrica depende principalmente de tres factores: la cantidad de agua bombeada por mes, el desnivel de bombeo y el precio por KW-hora.

Por ejemplo, el costo de energía para cada familia será aproximadamente ¢5.00 por mes. si cada familia usa un promedio de 19,000 litros por mes (o sea 100 litros/persona/día, con 6.35 personas promedio por cada casa) y si el desnivel de bombeo es de 60 metros y si se pierde 15% del agua que se bombea. Sin embargo, si el desnivel de bombeo es la mitad de eso, o sea solamente 30 metros, entonces el costo de energía sería solamente unos ¢3.00 colones por mes.

Obviamente el costo de energía para el bombeo también depende de un factor que está fuera de nuestro control: la tarifa por kilovatio-hora de energía. Al momento de escribir el presente documento, el costo fue de ¢0.545 colones por kilovatio-hora (energía trifásica) y hemos contemplado un aumento por inflación del 20%.

3. FONDO PARA MANTENIMIENTO MAYOR (REEMPLAZAR LA BOMBA Y LIMPIAR EL POZO PERIODICAMENTE)

Se propone que las comunidades creen un FONDO PARA MANTENIMIENTO MAYOR. Se debe abrir una cuenta bancaria (que gane intereses), y depositar una suma adecuada cada mes en esta cuenta.

Los dos costos principales de mantenimiento mayor son:

- Limpieza del pozo y el desmontaje y montaje de la bomba, aproximadamente una vez cada cinco años.

La comunidad tendrá que buscar y contratar un equipo de especialistas para este propósito. Actualmente, el costo de este trabajo es alrededor de ₡16,000.00 colones, aunque obviamente va a aumentarse en el futuro como resultado de la inflación económica. Para acumular suficientes fondos para este propósito, se puede dividir esta suma en 60 meses, y así depositar alrededor de ₡270.00 colones por mes en el fondo durante el primer año. Se debe incrementar esto por un factor inflacionario en los siguientes años (por ejemplo, si hay un 10 % de inflación, se debe aumentar esto a aproximadamente ₡300.00 colones por mes en el segundo año, y a ₡330.00 en el tercer año).

- Reemplazo de la bomba alrededor de una vez cada 6 a 9 años.

Es imposible predecir con precisión la vida útil de una bomba electro-mecánica. Con mucha suerte, puede funcionar de 10 a 15 años. Sin embargo, es aconsejable que la comunidad debe acumular suficientes fondos para reemplazarla después de 8 años (si se usa un promedio de 10 a 11 horas por día), en caso de que sea necesario. Si se usa un poco más que 12 horas por día, se debe estar preparado para reemplazarla después de solamente 6 años. Si la usa menos, quizás se puede confiar en su funcionamiento de 10 años o más.

El costo para reemplazar la bomba depende de su tamaño (caballos de fuerza). Este costo se puede definir cuando ya conocen el tipo de bomba que se va a instalar. Sin embargo, hemos hecho un análisis preliminar para poder fijar una tarifa adecuada para reemplazar la bomba.

Así una bomba con suficiente fuerza para bombear desde una profundidad de 100 metros, puede tener un valor alrededor del 60 % más alto que una bomba

que sirve solamente desde 50 metros. También, una bomba que pueda bombear un caudal suficiente para abastecer una población de 1,800 personas, puede tener un valor alrededor de 33 % mayor que una bomba que es suficiente para solamente 1,200 personas.

Para cubrir estos gastos de mantenimiento mayor, se debe depositar en el fondo la suma indicada en la Gráfica No. 3 adjunto.

4. MANTENIMIENTO RUTINARIO Y GASTOS MISCELANEOS

Los dos aspectos de este componente del costo de operación y mantenimiento son:

(a) La mano de obra especializada:

Esto se paga según lo explicado anteriormente en punto (1).

(b) Repuestos.

Esto se paga con el FONDO PARA MANTENIMIENTO MAYOR (ver punto (3)).

5. CLORO Y OTROS QUIMICOS

Tentativamente el Ministerio de Salud y/o ANDA van a proveer el cloro requerido para garantizar la calidad bacteriológica del agua, solamente durante el año 1994. Sin embargo, hemos incluido este costo en el análisis porque a largo plazo las comunidades tendrán que cubrir este pago.

Por lo general no será necesario otros químicos. En caso contrario, se debe analizar cada caso por separado.

VIII. AUMENTOS REQUERIDOS EN EL FUTURO:

Las tarifas indicadas en este documento, deben ser adecuadas durante el año 1,994. Sin embargo, para responder al impacto de la inflación constante, las comunidades deben comprender que será necesario aumentar sus tarifas por lo menos una vez por año.

IX. OTRAS TECNOLOGIAS PARA PROVEER AGUA POTABLE

A pesar de que el presente documento es principalmente dirigido a sistemas que proveen agua a través de pozos equipados con bombas electro-mecánicas, se puede hacer los siguientes comentarios al respecto de otras tecnologías.

A. Sistema por gravedad con cloración

El costo de operación y mantenimiento de este tipo de sistema es mucho menor que lo de sistemas que involucran el bombeo electro-mecánico y, por lo tanto, las tarifas también pueden ser mucho menor. Sin embargo, es difícil determinar una tarifa adecuada, porque uno de los costos principales es la reparación de daños impredecibles, tales como derrumbes (especialmente como resultado de temblores).

Los gastos principales de operación y mantenimiento son:

- i) Compra de cloro (aproximadamente ₡1.00 por familia por mes).
- ii) Pago a un operador de tiempo parcial para mantener el sistema de cloración, para hacer una inspección periódica del sistema, y para llevar a cabo las reparaciones menores y rutinarias.
- iii) Pago para reparaciones mayores, como el resultado de derrumbes, etc.
- iv) Pago a un tesorero-cobrador de tiempo parcial.

La experiencia en algunas comunidades en El Salvador es que una tarifa de ₡10.00/Familia/mes ha sido adecuada. Sin embargo, nos falta un estudio que indique si esto ha sido suficiente a largo plazo y bajo cuales condiciones (población, distancia a la fuente, etc.)'

Como conclusión y en forma tentativa y sujeto a revisión, proponemos una tarifa según lo siguiente:

De 800 a 2,700 habitantes:

Tarifa (colones/familia/mes) = ₡11.80-0.001 x población

El resultado de esta ecuación es la siguiente:

<u>Población</u>	<u>Tarifa</u>
800	¢11.00
1200	¢10.60
1800	¢10.00
2700	¢ 9.10

B. Sistemas por gravedad con plantas de tratamiento del agua

Este tipo de sistema, con desarenadores, tanque de sedimentación, filtro de arena y cloración requiere tanto trabajo para su operación y mantenimiento como un sistema con bombeo electro-mecánico. Esto tiene que incluir por lo menos un operador de tiempo completo.

En forma tentativa y sujeto a cambio, proponemos que se calcule la tarifa apropiada utilizando las mismas ecuaciones como para el caso de bombeo electro-mecánico, pero utilizando un "desnivel de bombeo" de cero metros. Por ejemplo, se puede aplicar la nota 3 de la Gráfica No. 1 y estimar las siguientes tarifas:

<u>Población</u>	<u>Tarifa</u>
800	¢23.40
1200	¢17.50
1800	¢14.80
2700	¢13.00
4000	¢11.80

Además, las comunidades deben estar concientes que queda la posibilidad de tener que pagar, muy de vez en cuando, cuotas extraordinarias en casos de emergencias, si los fondos acumulados no alcanzan a cubrir el costo de la reparación.

C. Bombeo manual desde desniveles de bombeo menores de 12 metros

Las bombas para desniveles menores no tienen muchos costos de operación y mantenimiento. No están sujetos a fuerzas mayores como es el caso de bombas para desniveles grandes, y por lo general cada bomba es utilizada por menos familias que una bomba para desniveles mayores. Por norma 10 familias es el número máximo para desniveles menores de 12 metros.

A pesar de los gastos mínimos y sin un estudio cuidadoso al respecto, proponemos en una manera tentativa y sujeto a revisión, la siguiente tarifa:

Tarifa = ¢3.00 colones/familia/mes

Para cubrir costos para la compra de cloro, mantenimiento preventivo menor y acumular fondos para la reposición de la bomba.

D. Bombeo manual desde desniveles de bombeo mayores que 12 metros.

Estas bombas están sujetas a más fuerzas y mas horas de uso que las bombas que funcionan donde el desnivel es menor. Como consecuencia, requieren más mantenimiento. A la vez el mantenimiento es más complicado, debido al peso de los componentes bajo el nivel del suelo.

En una manera tentativa y sujeta a revisión, proponemos la siguiente tarifa:

Tarifa = ¢5.00 colones/familia/mes

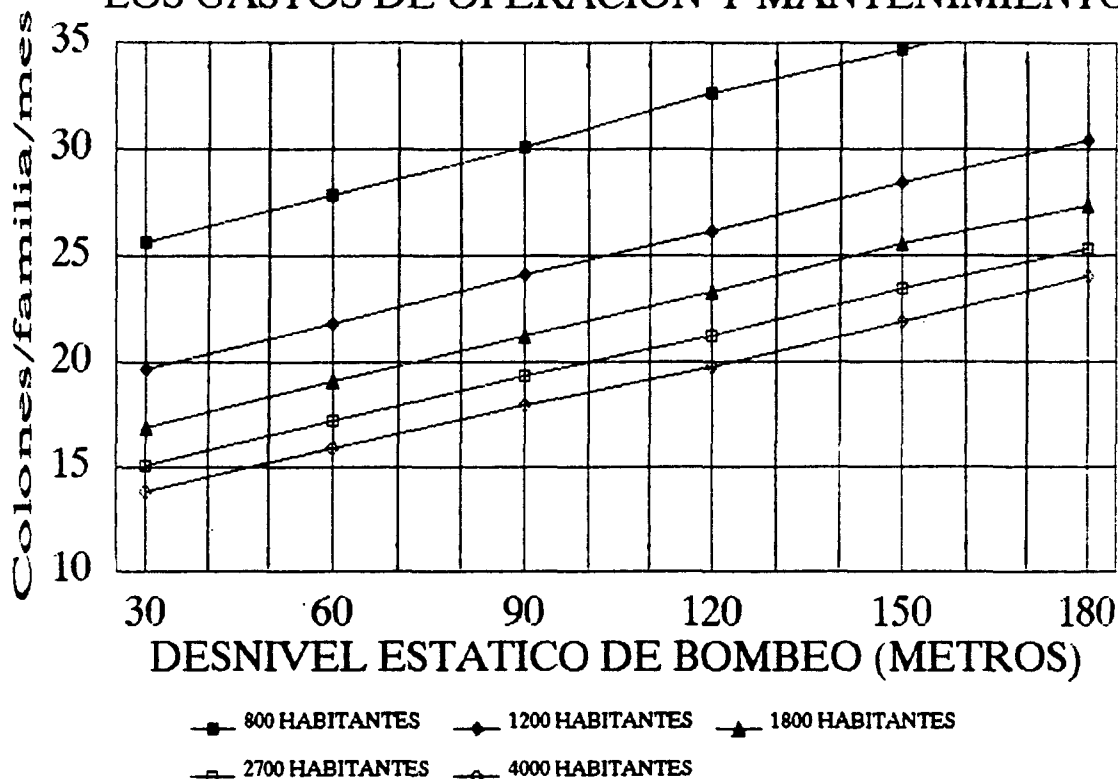
Cuota que permitirá cubrir costos para el suministro de cloro, mantenimiento preventivo y acumular fondos para la reparación de la bomba en un futuro.

X. CONCLUSION

La determinación de una tarifa apropiada es un poco complicada, pero se puede calcularla utilizando los consejos presentados en el presente documento. Es importante que la comunidad sea conciente del propósito de la tarifa y los factores principales que lo influyen, además le toca al ingeniero y al facilitador o promotor dar asesoría a la comunidad al respecto de este tema.

A N E X O A : G R A F I C A S

TARIFAS REQUERIDAS PARA CUBRIR LOS GASTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO



NOTAS:

1. Estas tarifas fueron calculadas en noviembre de 1,993, y se aplican al año 1,994. Se asume que los costos de operacion y mantenimiento en 1,994 seran 15 % mayor que los costos en noviembre de 1,993.
2. Estas tarifas son para sistemas por bombeo electro, con un nivel de servicio excelente durante 24 horas por dia, a traves de grifos en el patio.
3. Las lineas presentadas en la grafica corresponden a las siguientes ecuaciones:

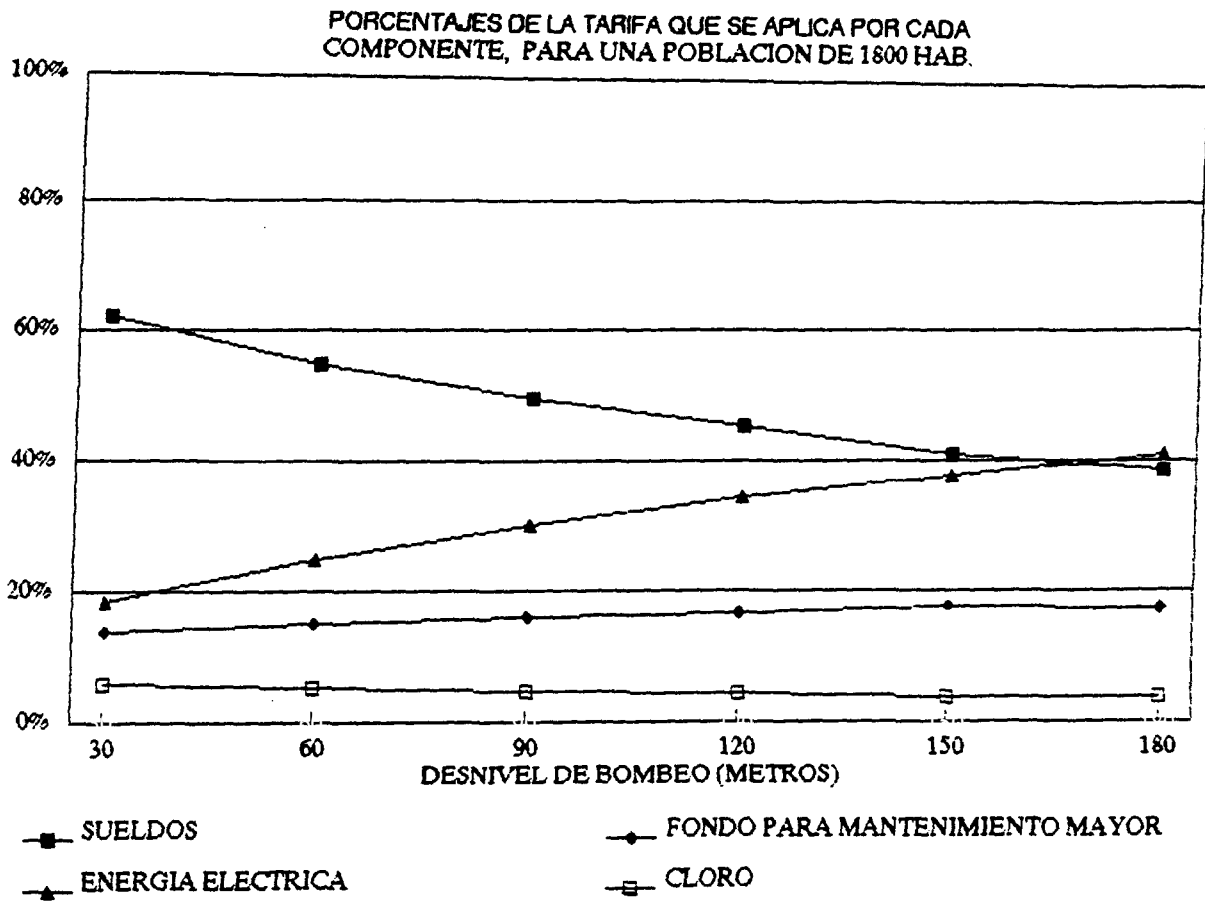
Para 800 habitantes: Tarifa = 23.40 + 0.073 x Desnivel
 Para 1200 habitantes: Tarifa = 17.50 + 0.072 x Desnivel
 Para 1800 habitantes: Tarifa = 14.80 + 0.070 x Desnivel
 Para 2700 habitantes: Tarifa = 13.00 + 0.069 x Desnivel
 Para 4000 habitantes: Tarifa = 11.80 + 0.068 x Desnivel

4. En el caso de tener cloro proveido sin necesidad de pagarlo, las tarifas serian 1.00 Colon/familia/mes menos de lo indicado en la grafica.
5. Se asume que el costo por KW-Hora de energia electrica sera 20 % mayor que el costo actual de 0.545 colones. Sin embargo, si el costo por KW-Hora seria 50 % mayor que el costo actual (ver Grafica No. 4), entonces todas las tarifas en la grafica se aumentarían por los siguientes montos:

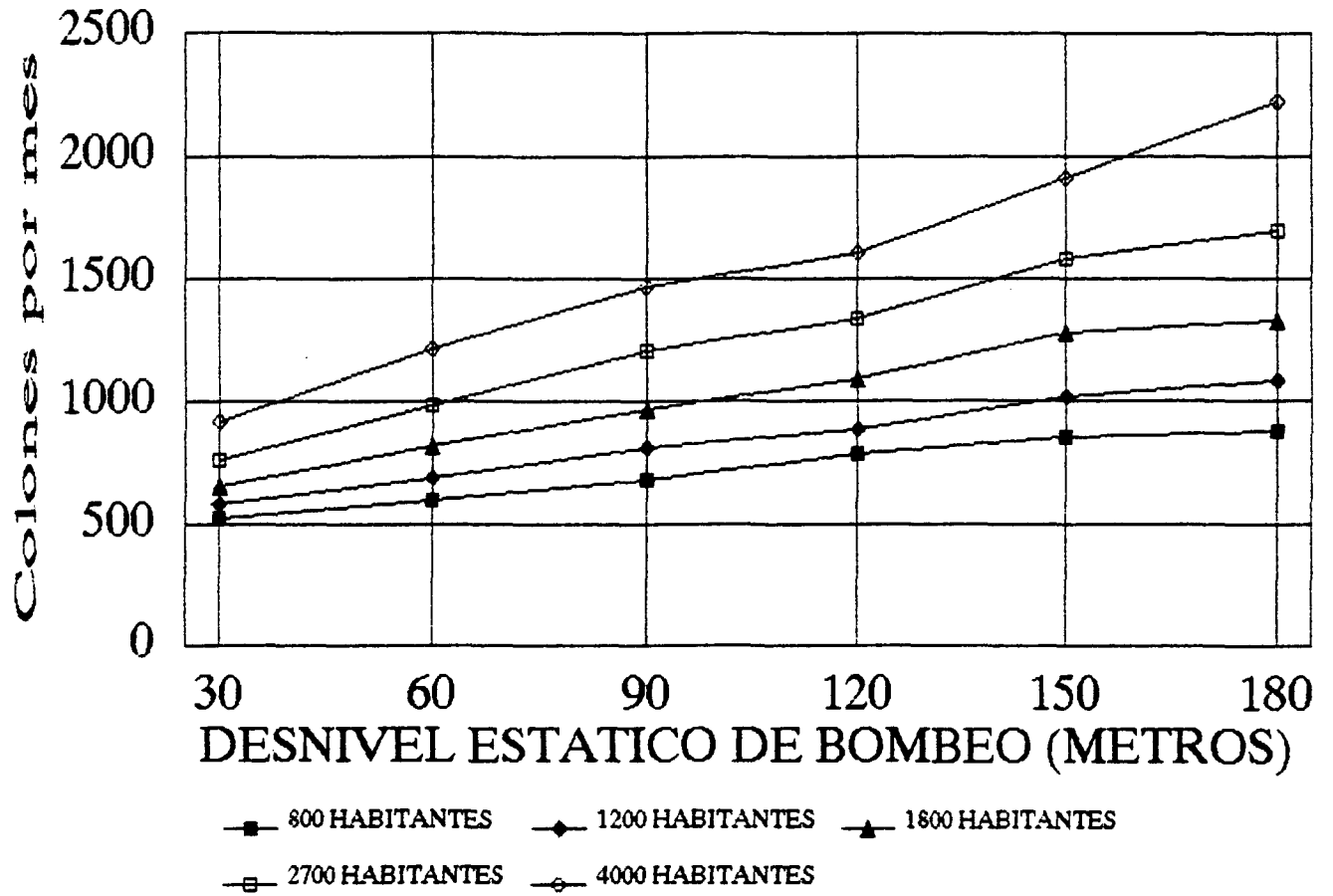
<u>DESNIVEL (METROS)</u>	<u>AUMENTO EN LA TARIFA</u>
30	0.80 colones
60	1.20 colones
90	1.60 colones
120	2.00 colones
150	2.40 colones
180	2.80 colones

6. Ver Grafica No. 7 para aclarar la definicion del "desnivel estatico de bombeo."

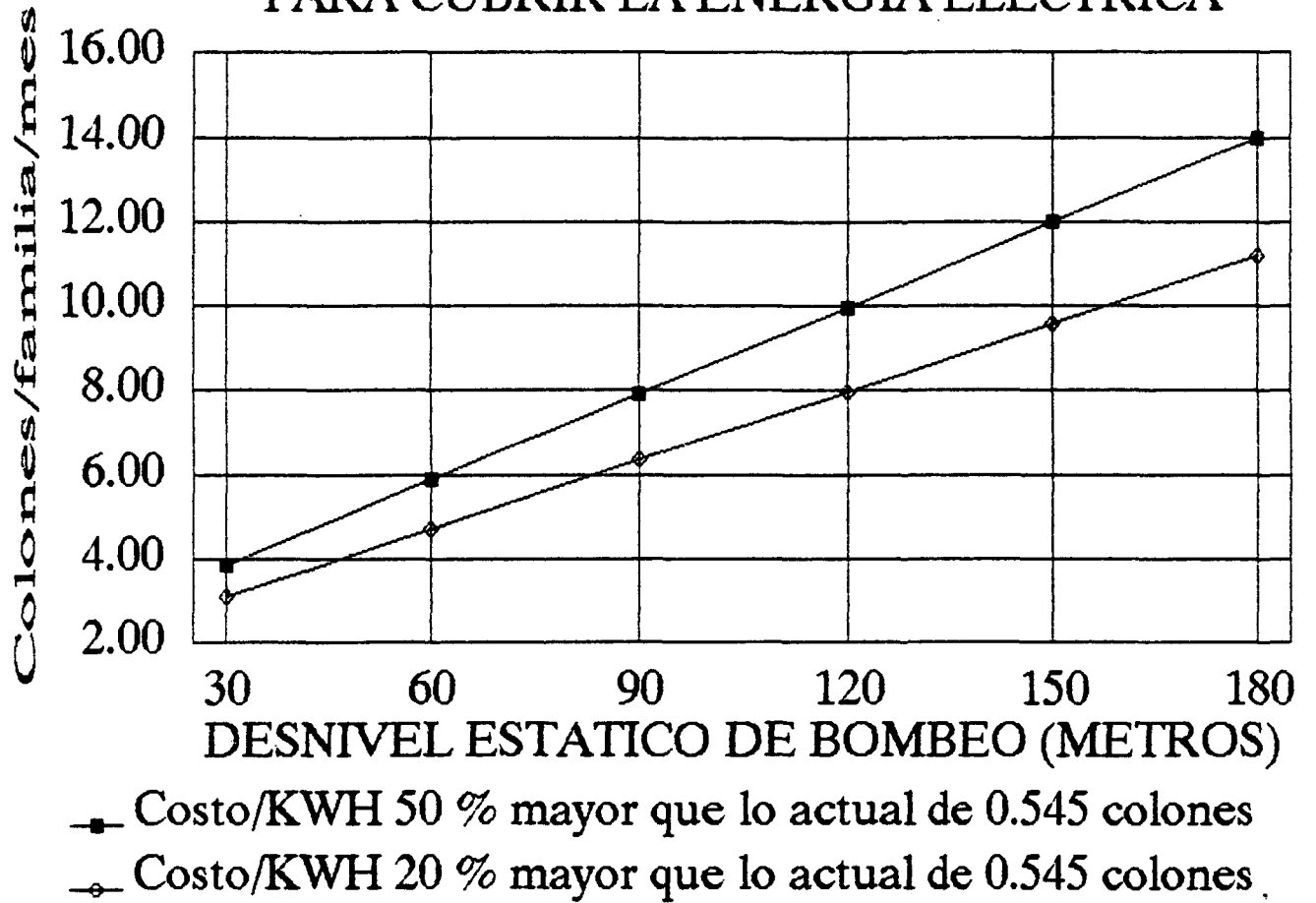
GRAFICA NO. 2



DEPOSITO MENSUAL AL FONDO PARA MANTENIMIENTO MAYOR

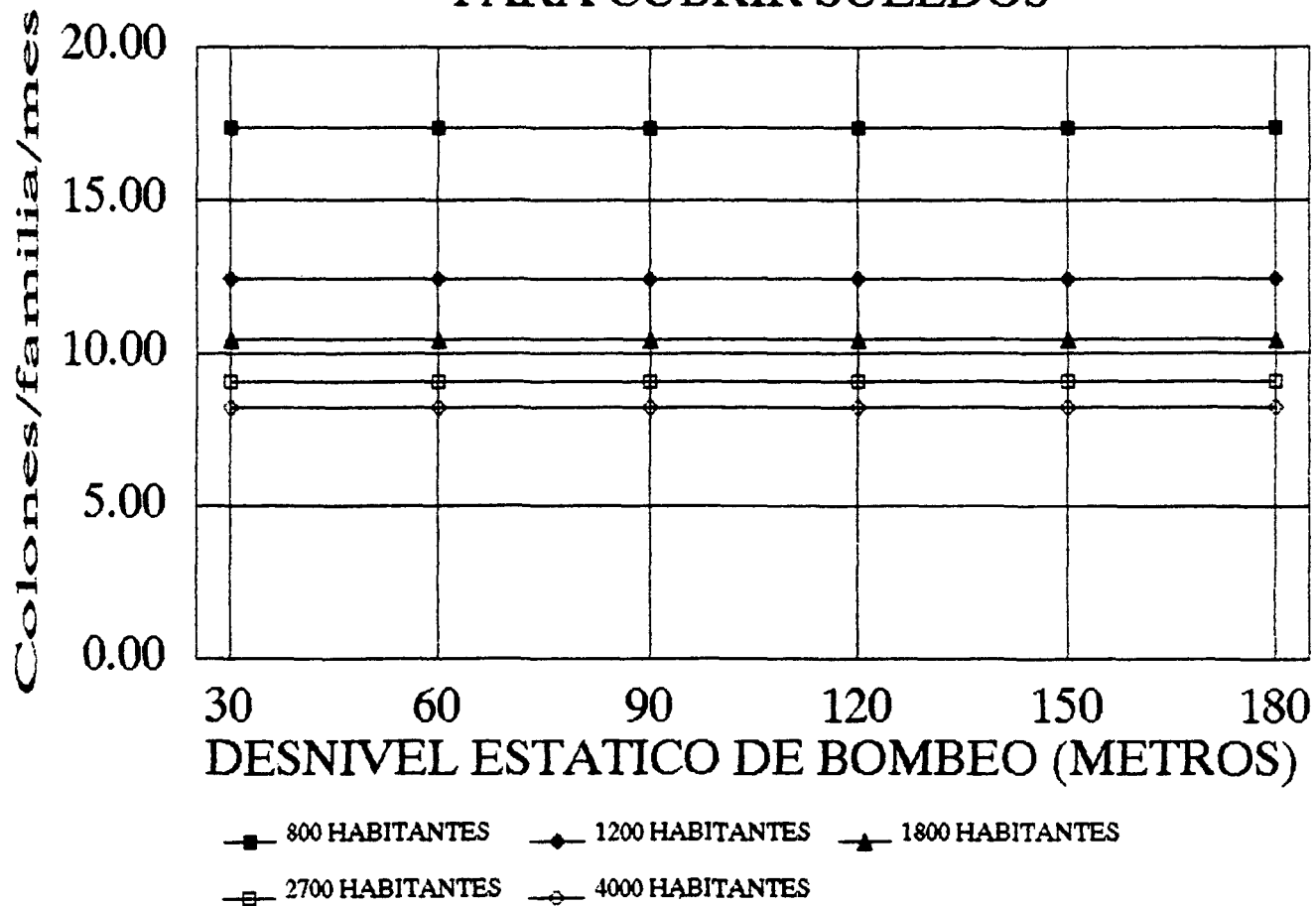


COMPONENTE DE LA TARIFA REQUERIDO PARA CUBRIR LA ENERGIA ELECTRICA



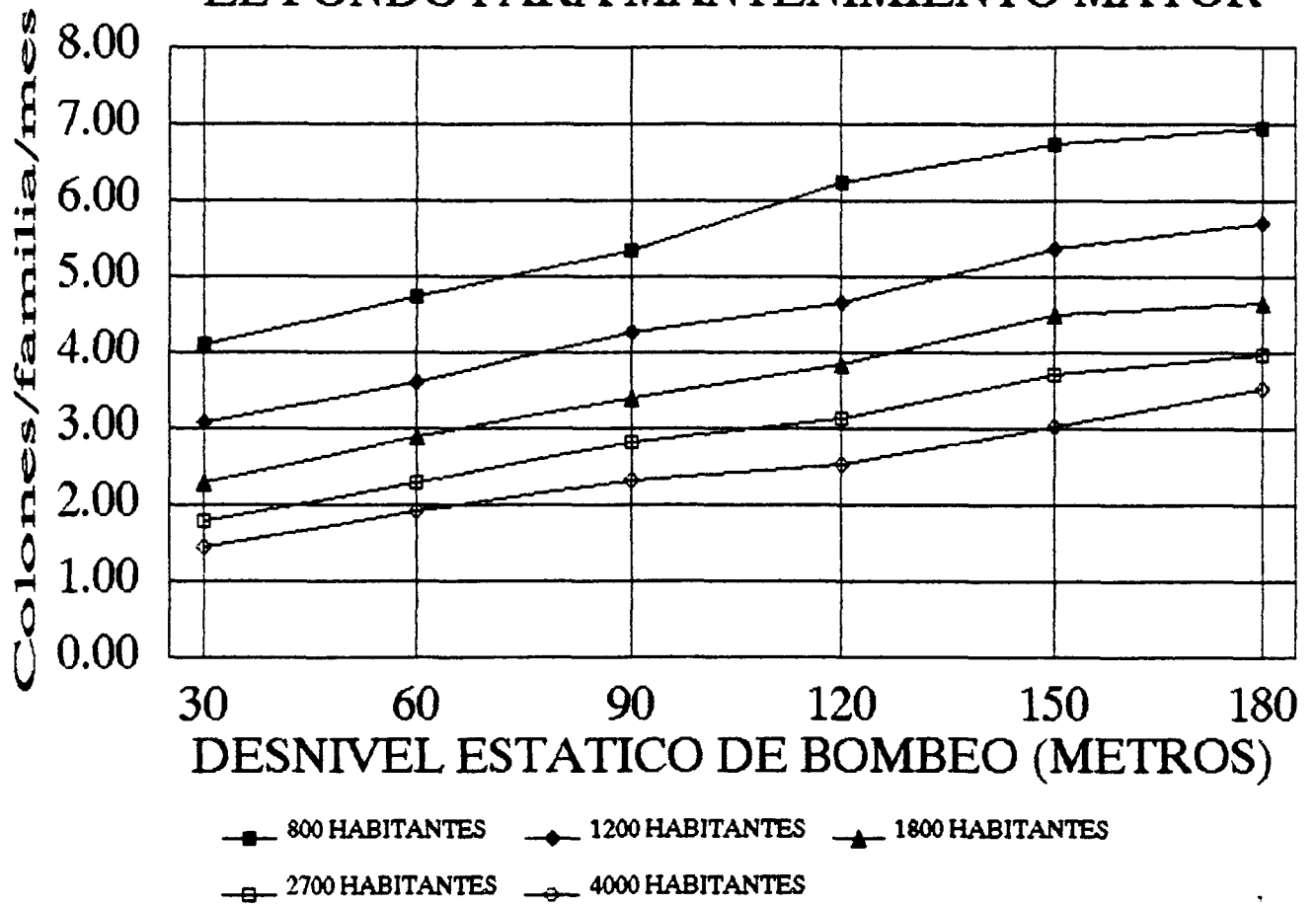
GRAFICA NO. 5

COMPONENTE DE LA TARIFA REQUERIDO PARA CUBRIR SUELDOS

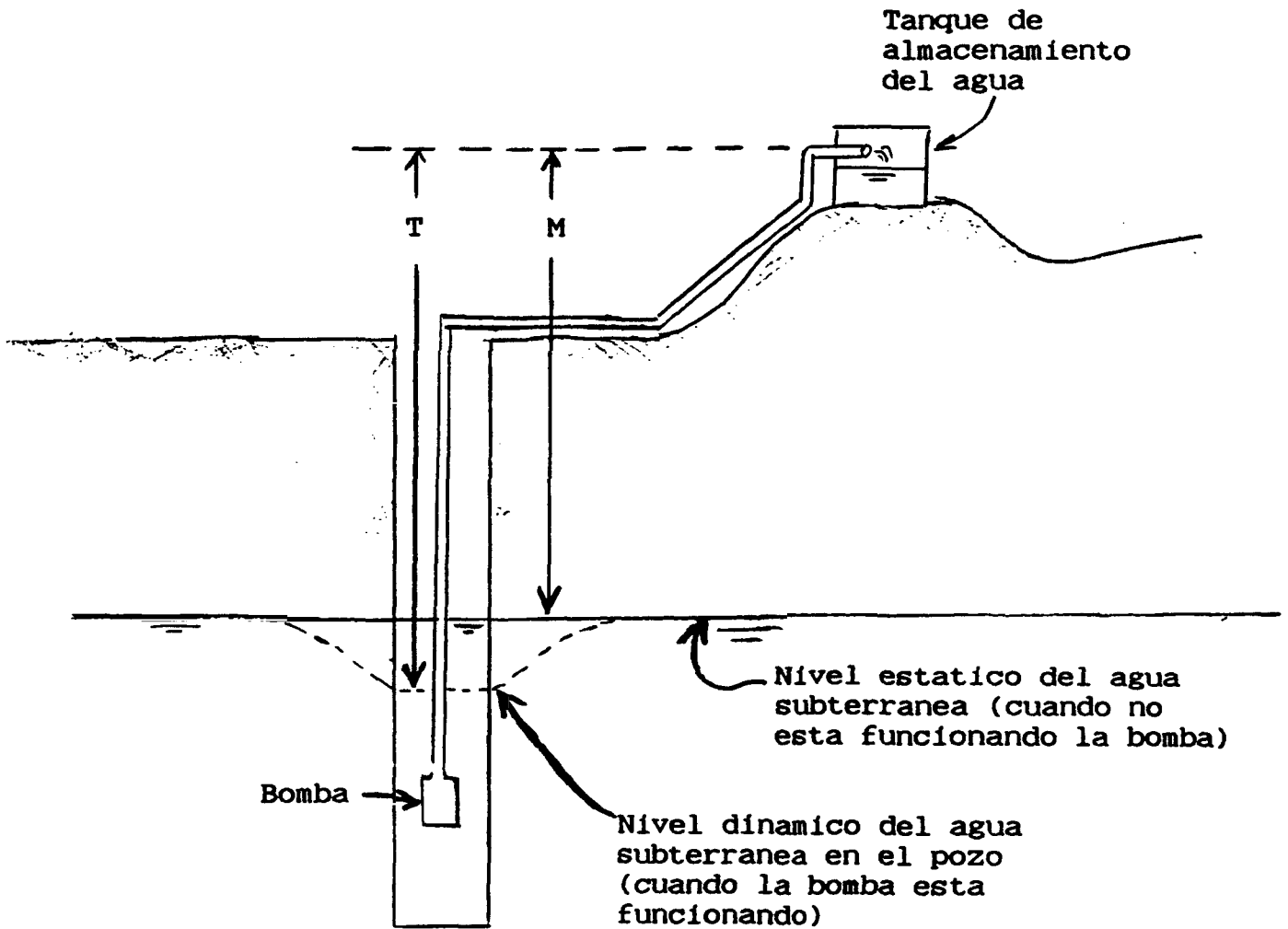


GRAFICA NO. 6

COMPONENTE DE LA TARIFA REQUERIDO PARA EL FONDO PARA MANTENIMIENTO MAYOR



GRAFICA NO. 7: DEFINICIONES DE DESNIVELES DE BOMBEO



DEFINICIONES:

M = Metros de DESNIVEL ESTÁTICO de bombeo (es decir, el desnivel antes de comenzar el bombeo)

T = Metros de DESNIVEL DINÁMICO de bombeo (es decir, el desnivel cuando la bomba está en marcha)

Notas: Estas definiciones son importantes porque el costo del bombeo depende del desnivel de bombeo.

Se debe evitar confusión y entender que el costo del bombeo NO tiene relación a la ubicación de la bomba, sino al nivel del agua en el pozo. Eso es porque el agua entra a la bomba con suficiente presión para subir al nivel del agua en el pozo, sin necesidad de ser bombeada.

A N E X O B

ECUACIONES PARA CALCULAR TARIFAS

I. INTRODUCCION

El proposito de este anexo es proveer las ecuaciones utilizadas en el presente documento, que sirva al ingeniero o calculista quien quiera revisarlos y posiblemente adaptarlos a contextos que varian del contexto de nuestro proyecto. Ademas, le da la oportunidad al lector para ofrecer un consejo al autor al respecto de la posibilidad de calcular tarifas de una manera aun mas precisa. Este anexo aplica al calculo de las tarifas de los sistemas que requieren bombeo electrico.

II. ECUACION QUE RESUME LOS COMPONENTES DE LA TARIFA

$$\text{TARIFA (COLONES/FAMILIA/MES)} = E + S + F + C$$

DEFINICIONES DE LOS TERMINOS QUE CORRESPONDEN
A LOS CUATRO COMPONENTES DE LA TARIFA:

- E = Componente para el pago de ENERGIA ELECTRICA
- S = Componente para el pago de SUELDOS
- F = Componente para contribuir al FONDO DE MANTENIMIENTO MAYOR
- C = Componente para comprar CLORO y otros quimicos

III. OTRAS DEFINICIONES:

- A = Costo por kg de cloro
- B = Sub-componente de la contribucion (colones/familia/mes) al FONDO DE MANTENIMIENTO MAYOR para cubrir la necesidad de acumular fondos para reemplazar la BOMBA cada cierto numero de años.
- CF = Caballos de Fuerza de la bomba
- D = Dotacion (litros/habitante/día)
- Ef = Eficiencia de la bomba
- I = Inflacion prevista para el periodo entre el calculo de la tarifa y su implementacion. Tambien, se puede aumentar este factor para cubrir gastos imprevistos en lo demas del analisis (en este documento hemos utilizado un valor de $I = 20\%$, lo cual compensa para un factor de inflacion de 15% y un factor para imprevistos de 5%).

- K = Costo por Kilowatio-hora de energia electrica
- L = Sub-componente de la contribucion (colones/familia/mes) al FONDO DE MANTENIMIENTO MAYOR para cubrir la necesidad de acumular fondos para la LIMPIEZA del pozo cada cinco anos.
- M = Metros del desnivel estatico de bombeo (es decir, el desnivel antes de comenzar el bombeo) -- ver Grafica No. 7.
- N = Numero promedio de miembros por familia

Nota importante: En el presente documento, asumimos que $N = 6.35$. Sin embargo, si una encuesta preliminar indica que la realidad de una comunidad especifica varia en una manera significativa de este valor, se puede variar la tarifa en proporcion. Por ejemplo, si el valor real sea $N = 5.7$, se puede cobrar tarifas 10 % menores que las tarifas indicadas en la Grafica No. 1.

- P = Poblacion actual
- P/N = Cantidad de familias
- T = Metros de desnivel dinamico de bombeo (es decir, el desnivel cuando la bomba esta en marcha) -- ver Grafica No. 7.
- Z = Porcentaje del agua perdida (por fugas, y por conexiones que no pagan tarifas, tales como escuelas)

IV. ECUACION PARA DETERMINAR EL VALOR DEL COMPONENTE DE LA TARIFA PARA ENERGIA ELECTIRCA:

$$E = \{ 0.0000815 \times T \times D \times (1 + Z) \times N \times K / E_f \} \times (1 + I)$$

- Notas:
1. E_f puede variar entre 0.60 y 0.80. Para tener un resultado conservador (es decir, una tarifa suficientemente alta para condiciones desfavorables), en calculos preliminares, se debe usar un valor de $E_f = 0.60$
 2. El valor de K en noviembre de 1,993 para energia trifasica es 0.545 Colones/kilowatio-hora.
 3. Hemos asumido que el desnivel dinamico de bombeo, T, es igual a $(M + 5)$.
 4. Hemos asumido que el factor de perdidas, Z, es igual a 15 %.

V. ECUACION PARA DETERMINAR EL VALOR DEL COMPONENTE DE LA TARIFA PARA SUELDOS:

$$S = (\text{total de sueldos mensuales}) / (P/N) \times (1 + I)$$

Nota: El calculista puede determinar el total de sueldos mensuales de la manera que le parezca mas apropiado. La manera utilizada para estimar este costo para los propositos del presente documento, se explica a continuación:

El total de sueldos mensuales =

$$S_{\text{operador(es)}} + S_{\text{tesorero-cobrador}} + S_{\text{especialistas}}$$

Para poblaciones hasta 1200 personas:

$$S_{\text{operador(es)}} = (\text{sueldo minimo legal})$$

Nota: En nov. de 1993 esta valor fue de 930 colones

Para poblaciones mayores de 1200 personas:

$$S_{\text{operador(es)}} = (\text{sueldo minimo legal}) + 0.40 \times (P - 1200)$$

$$S_{\text{tesorero-cobrador}} = 2.20 \times (P/N)$$

Para poblaciones hasta 1200 personas:

$$S_{\text{especialistas}} = (2/3) \times (\text{sueldo minimo legal}).$$

Para poblaciones mayores de 1200 personas:

$$S_{\text{especialistas}} = (2/3) \times (\text{sueldo minimo legal}) \\ + 0.10 \times (P-1200)$$

VI. ECUACIONES PARA DETERMINAR EL VALOR DEL COMPONENTE DE LA TARIFA DESTINADO AL FONDO PARA MANTENIMIENTO MAYOR:

$$F = (B + L) \times (1 + I)$$

$$B = (\text{Valor actual de la bomba}) \times 2.10 / (\text{meses de vida útil}) / (P/N)$$

$$\text{Valor actual de la bomba} = 4625 \times (CF)^{0.684} \times (1.07)$$

$$CF = 0.000607 \times P \times (1+Z) \times T / (\text{horas por día de bombeo})$$

Notas:

1. El valor de la bomba es el costo para reemplazarla en el mercado nacional. El factor de (1.07) en la ecuación es para cubrir el impuesto de IVA.
2. Usamos el valor ACTUAL, y no lo previsto para unos ocho años en el futuro (lo cual obviamente será mucho mas alto), para evitar la necesidad de un cobro exagerado. Compensamos para el aumento inevitable en el futuro, a través del interés bancario y un aumento en la tarifa cada año.
3. La sugerencia del autor es asumir que:

Horas por día de bombeo = menos que 10 horas

Este numero de 10 horas, es para la población actual. En el futuro será necesario bombear mas horas en proporción al aumento de la población.
4. El factor de 2.10 en la ecuación es para cubrir los costos de mano de obra especializada para el reemplazo de la bomba, y accesorios. Es una estimación que el calculista pueda decidir variar, según la información que este disponible.
5. Hemos estimado que los meses de vida útil de la bomba serán aproximadamente 96 si se comienza a usar la bomba para 9 horas diarias, y se aumenta su uso progresivamente hasta llegar a 12 horas diarias después de ocho años.
6. Hemos asumido igual como lo indicado en notas 3 y 4 de la sección IV del presente anexo.

$$L = (\text{Costo actual de la limpieza del pozo}) / 60 \text{ meses} / (P/N)$$

Nota: En noviembre de 1,993 se puede estimar que:

Costo actual de la limpieza del pozo = 16,000 Colones

Este costo incluye el desmontaje y montaje de la bomba, la limpieza en sí, y gastos varios. Se estima que será necesario cada 5 años (es decir, cada 60 meses).

VII. ECUACIONES PARA DETERMINAR EL VALOR DEL COMPONENTE DE LA TARIFA PARA EL CLORO Y OTROS QUIMICOS:

$$C = \left(\frac{1.5 \text{ mg/litro}}{1,000,000 \text{ mg/kg}} \right) \times A \times D \times (1+Z) \times N \times 30 \times (1+I)$$

Para los valores utilizados en este análisis, con A = ₡ 25.00/kg de cloro, podemos calcular:

$$C = ₡ 1.00 \text{ por familia por mes.}$$