



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA REGIONAL DE INGENIERIA SANITARIA
Y DE RECURSOS HIDRAULICOS
-ERIS-

EVALUACION DE LOS HIPOCLORADORES EN EL AREA RURAL



WALTER OMAR CHUY VIDES

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1987

T-091
-IS-

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERIA SANITARIA
Y DE RECURSOS HIDRAULICOS
-ERIS-



EVALUACION DE LOS HIPOCLORADORES EN EL
AREA RURAL

ESTUDIO ESPECIAL

PRESENTADO A LA

ESCUELA REGIONAL DE INGENIERIA SANITARIA
Y DE RECURSOS HIDRAULICOS
-ERIS-

POR EL INGENIERO

WALTER OMAR CHUY VIDES

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR
AL GRADO ACADEMICO
DE

MAESTRO (MAGISTER SCIENTIFICAE EN
INGENIERIA SANITARIA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1987

INDICE GENERAL

C O N T E N I D O	Página
- RESUMEN	I
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	3
3. JUSTIFICACIONES	4
4. OBJETIVOS	5
4.1 General	5
4.2 Específicos	5
5. HIPOTESIS	6
6. DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE TRABAJO	6
6.1 Productos utilizados en la cloración	6
6.2 Conceptos relacionados a los hipocloradores	8
6.3 Tipos de hipocloradores	10
6.4 Diseño de los hipocloradores evaluados	12
6.5 Clases de Hipocloritos a emplearse en los Equipos	18
6.6 Preparación de soluciones •	19
6.7 Criterio para el punto de aplicación	20
6.8 Procedimientos para efectuar los análisis químicos	21
6.9 Pruebas de aforo de los hipocloradores	28
7. RESULTADOS	29
8. COSTOS	32
8.1 Costos para la fabricación de los hipocloradores	32

C O N T E N I D O	Página
8.2 Costos de las sustancias químicas	33
8.3 Costos análisis del agua	33
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
10. BIBLIOGRAFIA	41
11. ANEXO No. 1	42

RESUMEN

El presente estudio especial, tuvo como objetivo principal, evaluar varios hipocloradores, para llegar a determinar cuál es el que mejor se adapta a nuestra área rural y así también, que su funcionamiento sea aceptable.

Asimismo, que su costo de construcción sea bajo, así como su operación y mantenimiento se realice de una manera sencilla, de modo que un miembro de la comunidad pueda ejecutar dichas tareas.

En la primera parte, se hace un análisis de la grave situación en que se encuentra el área rural en el país (Guatemala), en cuanto al padecimiento de enfermedades gastrointestinales, principalmente en los niños, debido en su mayor parte al agua de mala calidad que consumen diariamente, pues la desinfección del agua en el área rural es prácticamente nula.

Posteriormente, se hace mención de los principales clorógenos que se conocen en el país, siendo el más usado el Hipoclorito de Calcio; algunos tipos de hipocloradores que se han implementado para el área rural, pero que aquí en Guatemala no se han usado.

Asimismo, se indica como preparar las soluciones del clorógeno, la cantidad a utilizar de hipoclorito, la cantidad de dosificar la solución al agua a tratar, su punto de aplicación, así como se describen y detallan los procedimientos para efec--

tuar los análisis de demanda de cloro y cloro residual.

Por último, y es lo que se considera más importante del estudio, es la evaluación que se efectuó de los dos hipocloradores que se pusieron a prueba: el Tipo "W" (Walter) y el tipo -- "EMPAGUA".

Al colocarlos y ponerlos a funcionar directamente en un -- proyecto del área rural, así como en el tinaco de pruebas, se -- pudo observar detenidamente y sacar las propias conclusiones -- del sustentante de este estudio de lo bueno y malo de cada uno de ellos y de lo cual en el estudio especial se explican en detalle.

En conclusión, se llegó a determinar con base a lo experimentado, que el Hipoclorador tipo "W" es el que mejor funciona para el área rural y es el que se recomendará para su uso en la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales -UNEPAR-.

También se da con mucho detalle, la integración del costo unitario de cada hipoclorador (de los evaluados), con lo cual -- se comprueba lo bajo de su costo, así como los costos de los análisis del agua y del hipoclorito de calcio.

En el Anexo No. 1, se muestran las pruebas que se efectuaron a cada hipoclorador, con el objeto de tener aforos de solución, dependiendo de la cantidad de agujeros, diámetro de los -- mismos y columna de agua. Los resultados se plasmaron resumi-- dos y en orden creciente en las tablas: I, II, III y IV.

1. INTRODUCCION

Guatemala es un país, en el cual la mayoría de sus habitantes o el mayor porcentaje de los mismos, vive en el área rural, lo que representa un serio problema, puesto que dicha población se encuentra dispersa en todo el país y en general carece de los servicios básicos fundamentales.

En cuanto a la introducción de agua "potable" a las comunidades del área rural, se tiene que tan solo en un bajo porcentaje de los mismos cuentan con este servicio (38.7%)

Actualmente, se hacen grandes esfuerzos para incrementar la cobertura de agua potable en el área rural, teniéndose a la fecha un aumento considerable en el porcentaje de servicios.

La desinfección del agua, especialmente en el área rural, era una actividad prácticamente olvidada en el pasado, debido principalmente a la poca cantidad de población existente y con cobertura; a la poca contaminación y a la existencia de fuentes de agua de buena calidad. Pero con el transcurrir de los años, la población ha aumentado a un ritmo acelerado y por ende la contaminación, las fuentes de buena calidad han escaseado, lo que ha traído como consecuencia que se utilicen fuentes con cierto grado de contaminación, con el consiguiente problema para -

los usuarios, que quedan a expensas de padecer muchas enfermedades de origen hídrico.

Es por lo anterior, que actualmente a la desinfección -- del agua en el área rural se le está dando la importan--cia debida, es decir, las instituciones que manejan pro--yectos de agua potable en Guatemala para el área rural, -- ya se preocupan por la desinfección del agua de los sis--temas que tienen a su cargo o los que están en construc--ción.

Para la desinfección del agua en el área rural, se está utilizando la tecnología apropiada, pues los sistemas -- convencionales, por muchas razones de índole económicas, como de Operación y Mantenimiento, por falta de personal calificado y de falta de energía eléctrica; no es posi--ble en la actualidad, utilizarlos en el área rural.

En lo que se refiere a la Tecnología Apropiada, se han desarrollado varios dosificadores de solución de hipo---clorito, a los cuales comunmente se les llama "HIPOCLO--RADORES".

En el presente estudio, se analizarán algunos modelos -- de hipocloradores, desarrollados, uno por EMPAGUA y o--tros por el sustentante; con el objeto de obtener los -- parámetros necesarios para evaluarlos y si su apli--cación proporcionó resultados adecuados.

2. ANTECEDENTES

La población de Guatemala, se distribuye en unas 18,000 localidades, de las cuales el 93% tienen menos de 2,000 habitantes y agrupan el 61% de la población rural. De estas comunidades, alrededor de 1,700 son mayores de 500 habitantes.

Del total de la población rural, aproximadamente el 40% tiene algún servicio de agua y de disposición de excretas y el resto se encuentra sin atender.

En cuanto a la tasa bruta de mortalidad tenemos que en 1950 fue de 20.5 por 1,000 habitantes y en 1985, descendió a 9.7 para el país, siendo mucho mayor en el sexo masculino que en el femenino.

La mortalidad rural es un 33% más elevada que la urbana.

Además el patrón general de la mortalidad en Guatemala, es típica de los países menos desarrollados con un predominio de enfermedades infecciosas y parasitarias. En 1982 fallecieron 77,000 guatemaltecos, de los cuales el 43% fueron niños menores de 5 años, en su mayoría causada por enfermedades infectocontagiosas.

Asi también, la mayor concentración de niños de bajo peso al nacer, es en áreas rurales, lo cual está condicionado por la baja cobertura de agua potable, mala nutri-

ción materna, hábitos higiénicos deficientes, etc.

De lo anterior, es notorio ver la importancia que tiene para el área rural el suministro de agua de buena calidad, por la incidencia que ésta tiene en la salud de los habitantes y principalmente en los niños. Es así, como la desinfección del agua que se sirve a las comunidades rurales, debe tener un papel prioritario, para brindarles a las mismas, agua de buena calidad, con el consiguiente bienestar para los usuarios y en general para el país.

3. JUSTIFICACIONES

Actualmente, la Desinfección del agua en el área rural, es una actividad que se está implantando a un ritmo cada vez mayor, con el objetivo principal de brindarles a los usuarios de estas comunidades, agua de buena calidad, lo cual incide directamente en una marcada disminución de las enfermedades gastrointestinales, etc.

Es por lo anterior, que el presente estudio tiene como objetivo central, el desarrollo y evaluación de distintos tipos de hipocloradores, en los cuales se ha tomado muy en cuenta, que sean de un costo bajo, de fácil construcción, una operación y mantenimiento fácil y que los materiales sean también de fácil adquisición en el mercado nacional.

Además, con este Estudio se pretende encontrar un hipoclorador que después de ser evaluado, tenga un funcionamiento desde todo punto de vista aceptable, así como también se adapte a las necesidades de nuestra área rural, para que el mismo sea fácilmente aceptado por la comunidad y de esta manera, lograr que los usuarios se interesen por su uso.

Se persigue con lo anteriormente dicho, lograr una cobertura cada día mayor en los sistemas de abastecimiento de agua del área rural en lo referente a Desinfección, para que con su aplicación y uso se logre servir a las comunidades agua de buena calidad.

4. OBJETIVOS

4.1 General: Realizar una evaluación de los hipocloradores en el área rural que se utilizan para mejorar los procesos de desinfección del agua.

4.2 Específicos: Evaluar los hipocloradores en los puntos de distribución y el Sistema en General.

- . Evaluar el proceso de desinfección que se realiza en el sistema.
- . Recomendar posibles medidas para la aplicación de estos equipos, para mejorar la

calidad del agua y por ende la salud pública de la comunidad.

5. HIPOTESIS

Debido a los antecedentes que hay al respecto de la dificultad de introducir en forma adecuada y económica el proceso de desinfección del agua, es que se evalúan los hipocloradores a bajo costo, como una solución al problema.

6. DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE TRABAJO

6.1 Productos utilizados en la Cloración

La selección de la forma en que el cloro es empleado para la desinfección de agua de un abastecimiento, - está relacionada con los propósitos para los cuales se desea su aplicación, teniendo en cuenta las características y limitaciones de las sustancias en consideración, su disponibilidad, seguridad, facilidad de manejo, control de operación y costos relativos.

6.1.1 Cloro gaseoso

A una temperatura y presión ordinarias, el cloro es un gas amarillo-verdoso, de olor sofocante. Su vuelve líquido por acción de la compresión y enfriamiento, siendo proporcionado a los consumidores bajo la forma de cloro líquido. El cloro húmero es altamente co

corrosivo, pues ataca casi todos los metales; en estado seco no es corrosivo el cloro. - Comercialmente se presenta en cilindros de 150 y 2000 libras de capacidad, equipados con fusibles de seguridad.

Se recomienda el uso de este producto para la desinfección del agua en sistemas de caudales arriba de los 12 L/S; otros recomiendan su uso en caudales mayores de 5 L/S --- (cinco).

6.1.2 Cal Clorada (CaO Cl₂)

Es conocida también como clorato de cal, se presenta como un polvo blanco con un 30% de cloro activo, soluble en agua, dejando residuos calcáreos.

6.1.3 Hipoclorito de sodio (NaO Cl) en solución

Se encuentra bajo la forma de solución al 10% de cloro activo, es un líquido levemente amarillento y denso.

Se descompone por la acción del calor y de la luz solar y por esta razón debe ser almacenado en locales fríos y al resguardo de los rayos solares.

6.1.4 Hipoclorito de calcio: Ca (OCL) 2

Se encuentra bajo la forma de polvo blanco-amarillento granulado y en tabletas, conteniendo aproximadamente entre un 65% y 70% - de cloro activo disponible en peso.

6.2 Conceptos relacionados a los Hipocloradores

Los Hipocloradores son en general aparatos de construcción sencilla, que se utilizan para la dosificación del hipoclorito en solución, con el objeto de desinfectar el agua que se sirve a los usuarios especialmente en el área rural así como también para la desinfección del agua en casos de desastre (terremotos, inundaciones, etc.).

Los otros componentes del hipoclorador lo constituyen en primer lugar, el "Tinaco", que es donde se deposita la solución de hipoclorito; la capacidad de éstos varía entre 500-600 L. a 1000 y 1200 L. y son éstos los más utilizados. El material de que son fabricados (en la República de Guatemala), puede ser Asbesto Cemento o fibra de vidrio. Seguidamente, tenemos la manguera plástica flexible que es por donde pasa la solución de hipoclorito y finalmente la salida hacia el agua que se va a desinfectar. El hipoclorador (de aquí en adelante llamaremos así

a todo el conjunto de desinfección) debe ser colocado estratégicamente en el sistema con el objeto de lograr una distribución uniforme así como una buena mezcla de la solución.

En los sistemas de abastecimiento de agua en el área rural, el hipoclorador es colocado sobre el tanque de distribución, cerca de la entrada al tanque, para que la salida de la solución coincida (o lo más cerca posible) con la entrada del agua de la línea de conducción, para lograr una buena mezcla en un corto período de tiempo. Esto no es aplicable a tanques metálicos elevados por incomodidad o porque no es posible colocar el tinaco y su operación y mantenimiento se dificulta.

En general, se puede considerar como bueno o eficiente un hipoclorador cuando cumple con las siguientes premisas básicas:

- a) Costo reducido
- b) Exactitud
- c) Fácil construcción
- d) Una operación y mantenimiento sencillo.

En el presente "estudio especial", se evaluarán únicamente los hipocloradores hidráulicos que funcionan a gravedad y con una carga constante.

6.3 Tipos de Hipocloradores

Actualmente existe una gran gama de dosificadores - de hipoclorito o comunmente llamados hipocloradores. Pueden ser utilizados en el área rural. Algunos de ellos, se describirán a continuación. Para el presente estudio, se evaluarán únicamente dos tipos, - uno desarrollado por EMPAGUA y el otro por el suscrito.

6.3.1 Hipoclorador hidráulico tipo botellón invertido.

Descripción:

Consiste en un recipiente de vidrio en forma de botellón el cual está montado en una estructura en posición invertida, el cual - entrega la solución a un recipiente de asbesto-cemento de una capacidad seleccionada y que conserva una altura constante respecto a la descarga y finalmente por tubería - PVC se lleva la solución al punto escogido de descarga, y que contiene además, una válvula de regulación. Ver gráfica No. 1

6.3.2 Hipoclorador hidráulico Venturi

Este tipo de Hipoclorador es usado principalmente, en sistemas por bombeo, pues exi-

ge condiciones mínimas de velocidad y presión.

La dosificación de la solución, se realiza directamente sobre la tubería, por lo que su ubicación es variable. Ver gráfica No.2

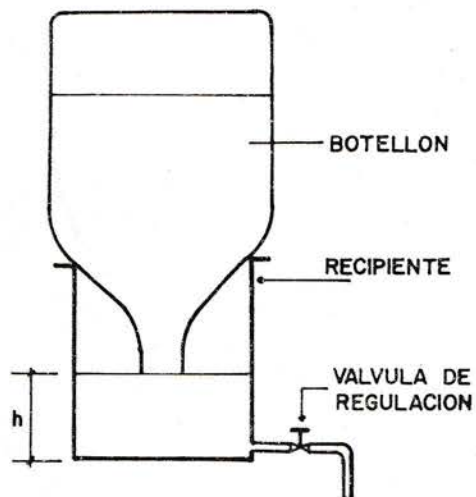
6.3.3 Hipoclorador hidráulico tipo "EMPAGUA"

Este modelo de hipoclorador, funciona a gravedad y con carga constante. Su diseño y construcción así como los materiales empleados, son sencillos y de fácil adquisición en el mercado local, así como sus costos son bajos. Su nombre se debe a que el primer hipoclorador de este tipo fue construido en la Empresa Municipal de Agua de Guatemala por el señor José Román, mejorándolo el señor Margarito Rosales, aunque no se estudió a fondo su funcionamiento. Más adelante, en el próximo tema se abordará más en detalle este tipo de hipoclorador.

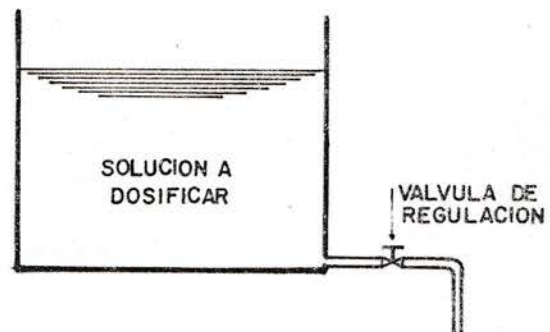
6.3.4 Hipoclorador hidráulico Tipo "W"

Este tipo de hipoclorador, funciona también a gravedad y con carga constante. Su diseño y construcción es de forma sencilla y los materiales empleados son baratos y de

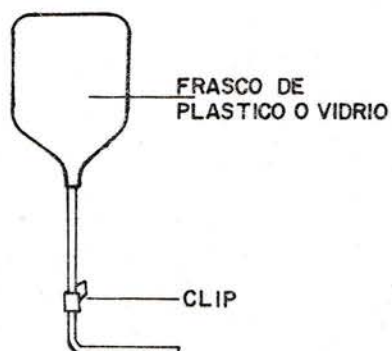
TIPO BOTELLON INVERTIDO



BOTELLON INVERTIDO

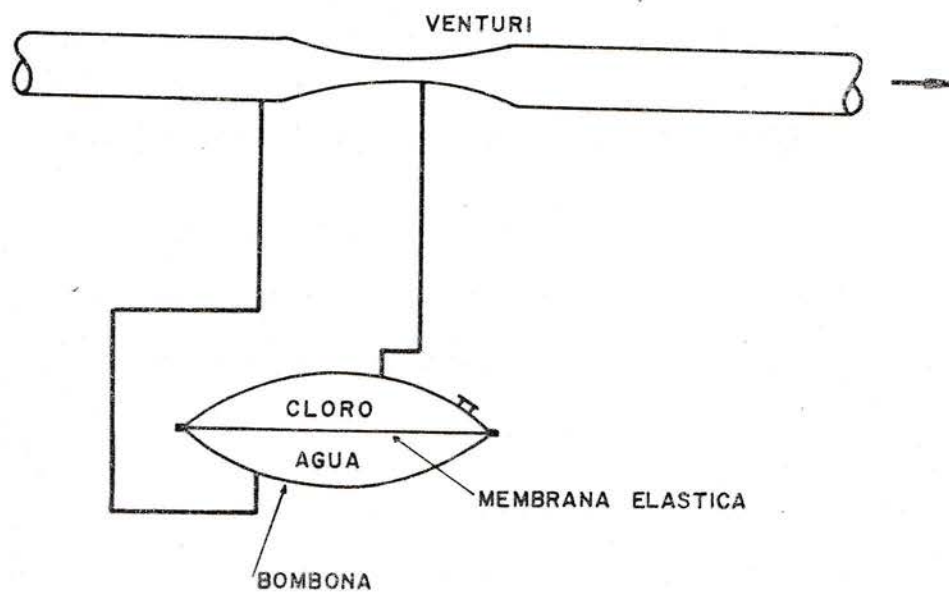


TANQUE Y REGULACION



RECIPIENTE AL VACIO

TIPO VENTURI



GRAFICA N.º 2

fácil adquisición en el mercado local. Su implementación o construcción y diseño es obra del sustentante. En el próximo capítulo se describirá más detalladamente su construcción así como su funcionamiento y las pruebas que se efectuaron.

6.4 Diseño de los Hipocloradores evaluados

Para el presente estudio, se evaluaron únicamente dos tipos de hipocloradores, los cuales son:

- a. Hipoclorador Hidráulico Tipo "EMPAGUA"
- b. Hipoclorador Hidráulico tipo "W"
- a. Hipoclorador Hidráulico Tipo "EMPAGUA"

Descripción:

- ✓ Básicamente consiste en un flotador que soporta un elemento de toma para la captación de la solución.

Seguidamente, a través de un elemento flexible dotado de un dispositivo de control, se suministra el hipoclorito en solución al punto de aplicación.

El conjunto va situado en el interior de un recipiente inmune al cloro, cuyo objetivo es el almacenamiento de la solución.

Su funcionamiento se basa en el principio de --
carga hidráulica constante.

Elementos de que consta:

1. Mezcla y alimentación de la solución:

Consiste en un recipiente, generalmente cilindrico de asbesto-cemento (u otro material resistente al cloro) cuya capacidad puede --
ser de 600 a 1200 litros, pues son éstos --
los que se encuentran en el mercado, cuya --
función es la mezcla y almacenamiento de la solución.

2. Dosificador:

Está formado por un niple de tubo PVC de 2" de diámetro, de 10 cms. de largo.

En cada extremo del niple de PVC, se coloca un tapón hembra PVC del mismo diámetro. Al tapón hembra de la parte superior, se le --
perfora un agujero en el centro de 1/4" de diámetro, que es por donde pasará el tornillo de plástico que sujetará el niple con --
el flotador. Al tapón hembra de la parte --
inferior, se le abre una ranura de 1 cm. de ancho por 2" aproximadamente de largo; así como también se le perfora un agujero en el

centro del diámetro de la manguera que se utilice para que pase la solución. Al niple en la parte inferior, se le perforan entre 2 - 4 agujeros del diámetro que se indique (generalmente de 1/4") a la altura que coincida con la ranura del tapón hembra y es por aquí por donde entra la solución que llega al agua. Para dosificar la solución basta con girar el tapón hembra, dejando libre uno, dos o los agujeros que se necesiten para dar el caudal indicado.

Los tapones hembra "no van pegados", sino que únicamente "a presión". Para lograr un buen funcionamiento de los tapones hembra, es necesario lijar un poco los extremos del niple con el objeto de que éstos entren con facilidad (pero que siempre queden un poco ajustados) y permitan el giro con suavidad para la dosificación requerida.

3. Flotador:

El flotador consiste en un plato hermético de plástico (de la marca comercial Plasty-met), de aproximadamente 24.5 cms. de diámetro (el mayor), al cual se le agregan dos círculos de duroport de 1/2" de espesor

o su equivalente para darle mayor flotabilidad. Además, se le perfora un agujero en el centro de 1/4" (o el diámetro equivalente) - para que pase el tornillo que viene del aparato dosificador. El tornillo de preferencia debe ser plástico u otro material resistente al cloro.

4. Lavado:

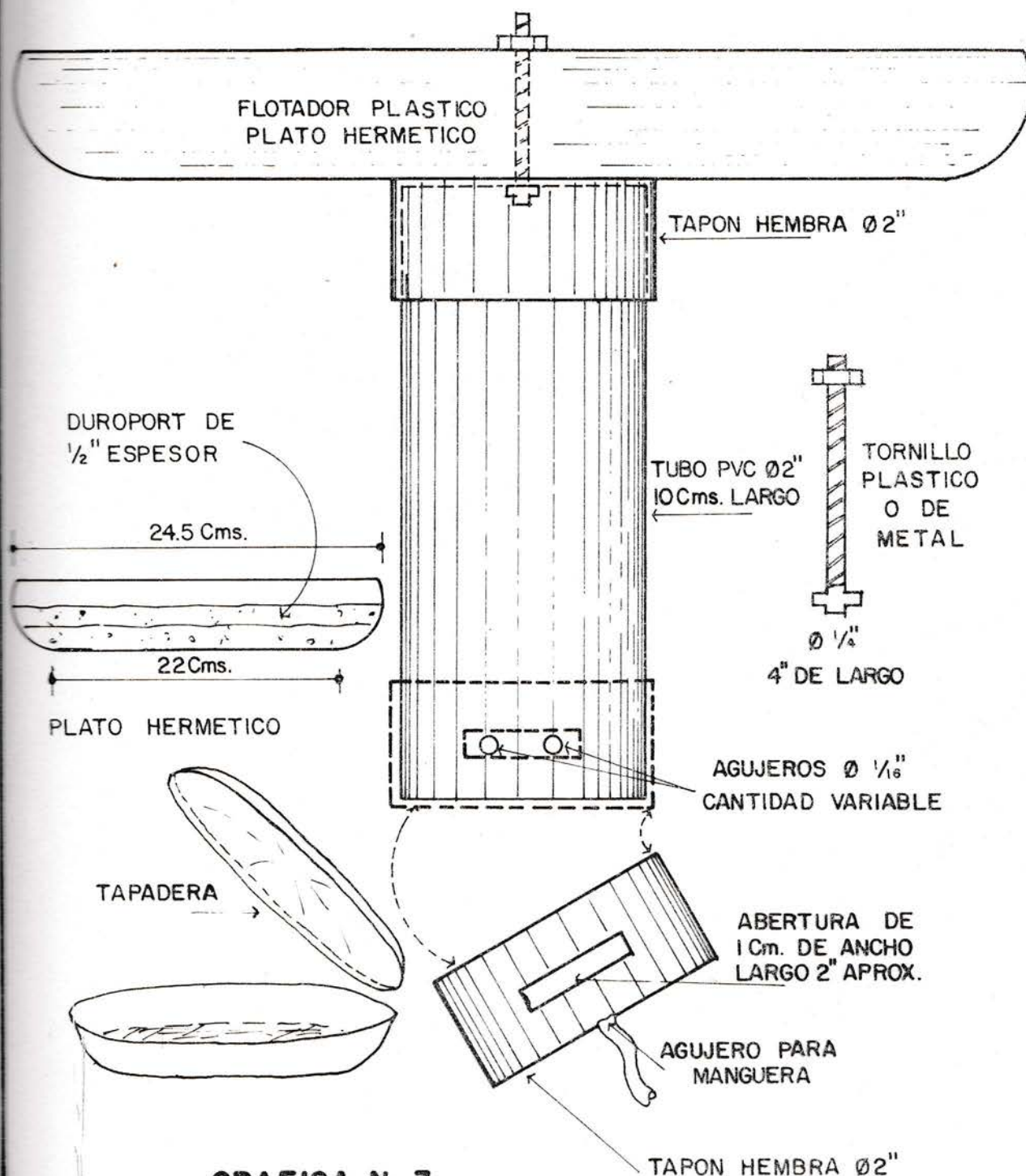
Para la limpieza del material sedimentado, al tinaco se le deja una salida, la cual se controla con una válvula de compuerta de -- plástico 1/2" o bien una válvula de bronce que se coloca en el fondo del depósito. --- Ver gráfica No. 3

b. Hipoclorador Hidráulico Tipo "W"

Descripción:

Es un Hipoclorador que funciona a gravedad, basado en el principio de la carga hidráulica --- constante. Se compone de un flotador plástico que soporta un elemento de toma para la captación de la solución. Seguidamente y después de un dispositivo de control de la solución, va una manguera flexible, que es por donde se suministra la solución en el punto de aplicación.

ESTUDIO ESPECIAL
 ING. WALTER OMAR CHUY VIDES
 DOSIFICADOR PARA SOLUCION DE HIPOCLORITO
 "HIPOCLORADOR"
 TIPO EMPAGUA



GRAFICA Nº 3

El conjunto va colocado en el interior de un recipiente inmune al cloro, cuyo objetivo es el almacenamiento de la solución. Consta de los siguientes elementos:

1. Mezcla y alimentación de la solución:

Consiste en un recipiente, generalmente cilíndrico de asbesto-cemento o fibra de vidrio, cuya capacidad es de 600 a 1200 litros (así se encuentran comercialmente) y cuya función es la mezcla y almacenamiento de la solución.

2. Dosificador:

El dosificador esta integrado por un niple de tubo PVC de 1", 1 1/2" ó 2" de diámetro y un largo de 20 cms.

En el extremo inferior del niple de PVC, se coloca un tapón hembra PVC del diámetro del niple. Previamente, al tapón hembra se le abre una ranura (dosificadora) de 1 cm. de ancho por 2" de largo aproximadamente, así como también se le perfora en el centro un agujero de 1/4" de diámetro para colocar la manguera (la manguera debe entrar a presión para evitar filtraciones).

Al niple se le perforan de 2 - 4 agujeros - del diámetro que se indique en la parte inferior, de manera que al colocar el tapón - hembra, los agujeros queden al centro de la ranura dosificadora, para que la solución - pase sin obstáculos.

El tapón hembra no va "pegado", sino que a presión, por lo que hay necesidad de lijar el extremo inferior del niple, para que el tapón entre con facilidad (pero que quede ajustado) y pueda girar con suavidad para - efecto de dosificar la solución.

3. Flotador:

El flotador consiste en un plato hermético de plástico (de la marca comercial Plasty--met), de aproximadamente 24.5 cms. de diámetro (el mayor), al cual se le introducen -- dos círculos de duroport de 1/2" de espesor o su equivalente para darle mayor flotabili--dad. Al conjunto descrito, se le perfora un agujero con un diámetro igual al del niple que se va a utilizar (el niple va pasado) - al centro, procurando que el niple quede -- bien ajustado y no se suelte con facilidad.

4. Lavado:

Para la limpieza del material sedimentado, al tinaco se le abre una salida al fondo o al lado, la cual se controla con una válvula de bronce o una válvula de compuerta de plástico de 1/2" respectivamente.

El Hipoclorador Tipo "W" fue diseñado por el sustentante y a eso es que se debe el nombre del aparato. Ver gráficas Nos. 4 y 5.

6.5 Clases de Hipocloritos a emplearse en los equipos.

Los hipocloritos más comunmente usados para la desinfección del agua son:

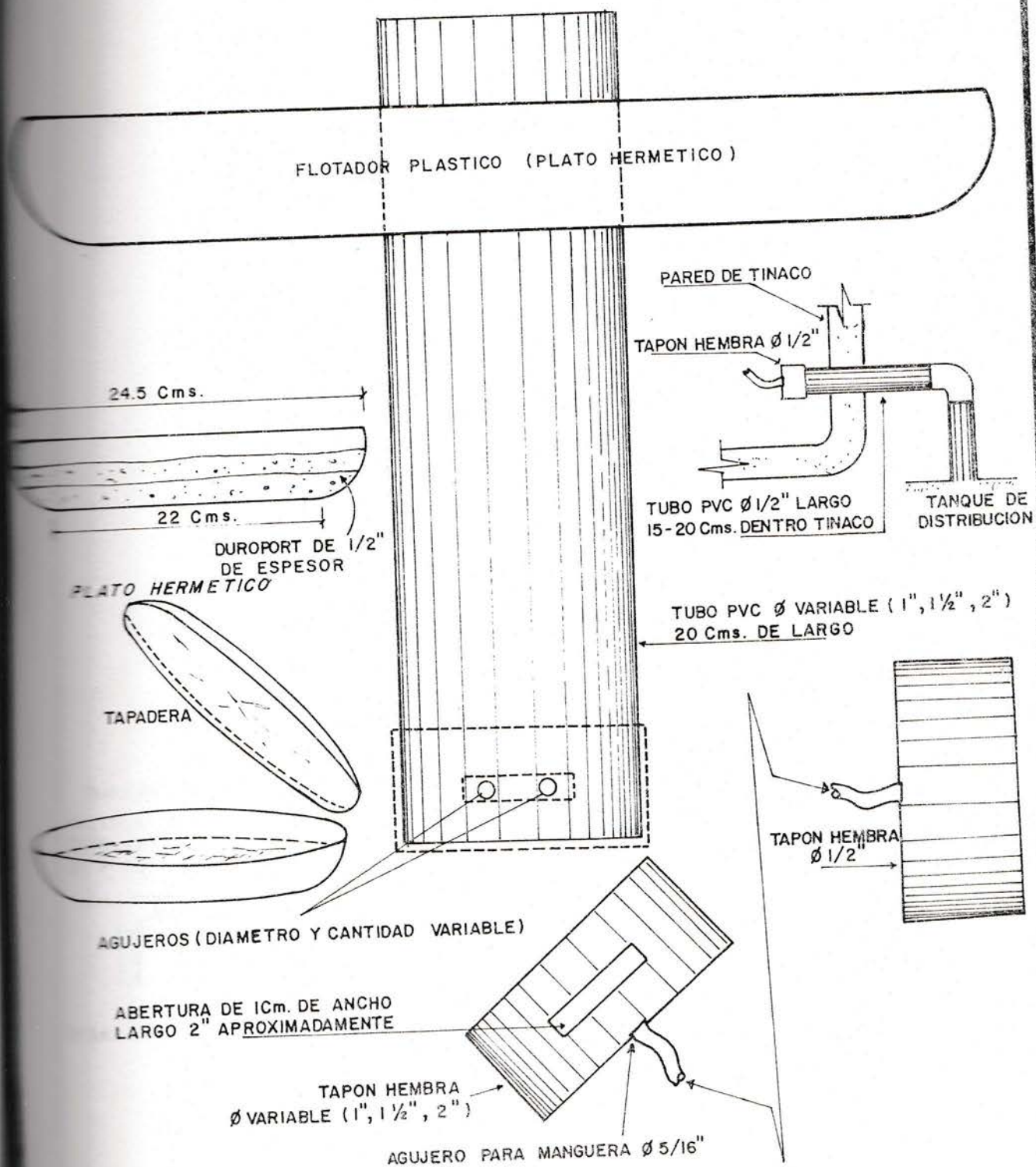
- a) Hipoclorito de Calcio $\text{Ca}(\text{OCI})_2$
- b) Hipoclorito de Sodio Na OCL

De los dos, el hipoclorito de calcio es el que más se utiliza en nuestro medio para la desinfección -- del agua en el área rural. Aunque se deja claro, que el porcentaje de cobertura en cuanto a desinfección en el área rural es bajísimo, casi nulo, debido principalmente al poco interés mostrado por las autoridades de turno que tienen relación directa - con el problema.

ESTUDIO ESPECIAL

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

DOSIFICADOR PARA SOLUCION DE HIPOCLORITO "HIPOCLORADOR" TIPO "W"

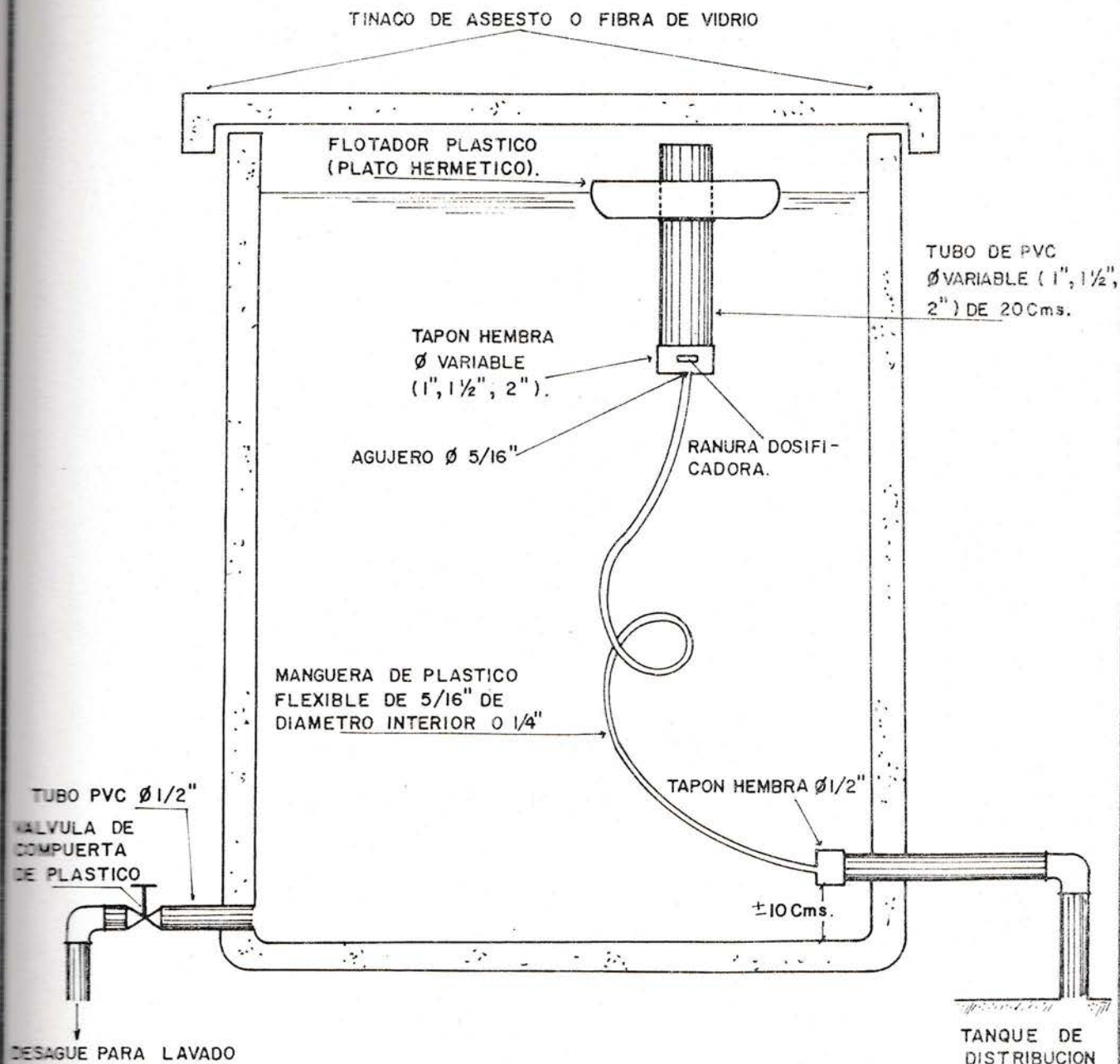


GRAFICA No 4

ESTUDIO ESPECIAL

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

DOSIFICADOR PARA SOLUCION DE HIPOCLORITO "HIPOCLORADOR" TIPO "W"



GRAFICA N.º 5

6.6 Preparación de soluciones

La preparación de las soluciones de hipoclorito de calcio o de sodio, debe hacerse en forma separada, utilizando para ello un tambo de 5 galones de capacidad preferiblemente, u otro recipiente similar.

El tambo o recipiente, se llena de agua y se le agrega la cantidad de hipoclorito requerida.

Seguidamente, con una paleta, se procede a remover la solución, con el objeto de que ésta se diluya bien. Posteriormente se deja en reposo por espacio de una hora más o menos, para que sedimente la parte inerte que puede causar obstrucciones en el dosificador. Así, la solución clorificada, se vacía en el tinaco, el cual está también lleno de agua para posteriormente alimentar al dosificador de solución de hipoclorito.

La solución debe estar en contacto con el agua un tiempo mínimo de una hora, para lograr los efectos esperados. Ver cuadro No.I

6.6.1 Preparación de selecciones diluídas de cloro de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$g = \frac{C \times L}{\% \text{ Cloro}} \times 10$$

Donde:

g = gramos de hipoclorito

C = mgs. por litro deseados

L = Litros de agua

Ejemplo:

Se desean preparar 1 litro de una solución que tenga 1000 mg/L (5 p.p.m.). El hipoclorito tiene 70% de cloro.

Entonces:

$$C = 1000 \text{ mg/L}$$

$$L = 1 \text{ litro}$$

$$g = \frac{1000 \times 1}{70 \times 10} = \underline{\underline{1,4285}}$$

6.7 Criterio para el Punto de Aplicación

La aplicación de la solución de hipoclorito en un sistema de abastecimiento de agua, se puede realizar en diferentes puntos.

Ahora bien, en los sistemas de agua en el área rural, que es el caso que nos compete, el punto de aplicación de la solución se hace siempre en el tanque de distribución. La caída de la solución de hipoclorito al tanque, debe ser sobre o lo más cercano posible de la entrada de agua de la conducción, con el objeto de lograr una buena mezcla en un tiempo -

relativamente corto.

El punto de aplicación escogido, se debe a varios - motivos, entre los que se pueden mencionar: fácil - operación y mantenimiento, accesibilidad, etc. Ver gráfica No. 6

6.8 Procedimientos para efectuar los análisis químicos

6.8.1 Demanda de Cloro

a) Propósito de la prueba:

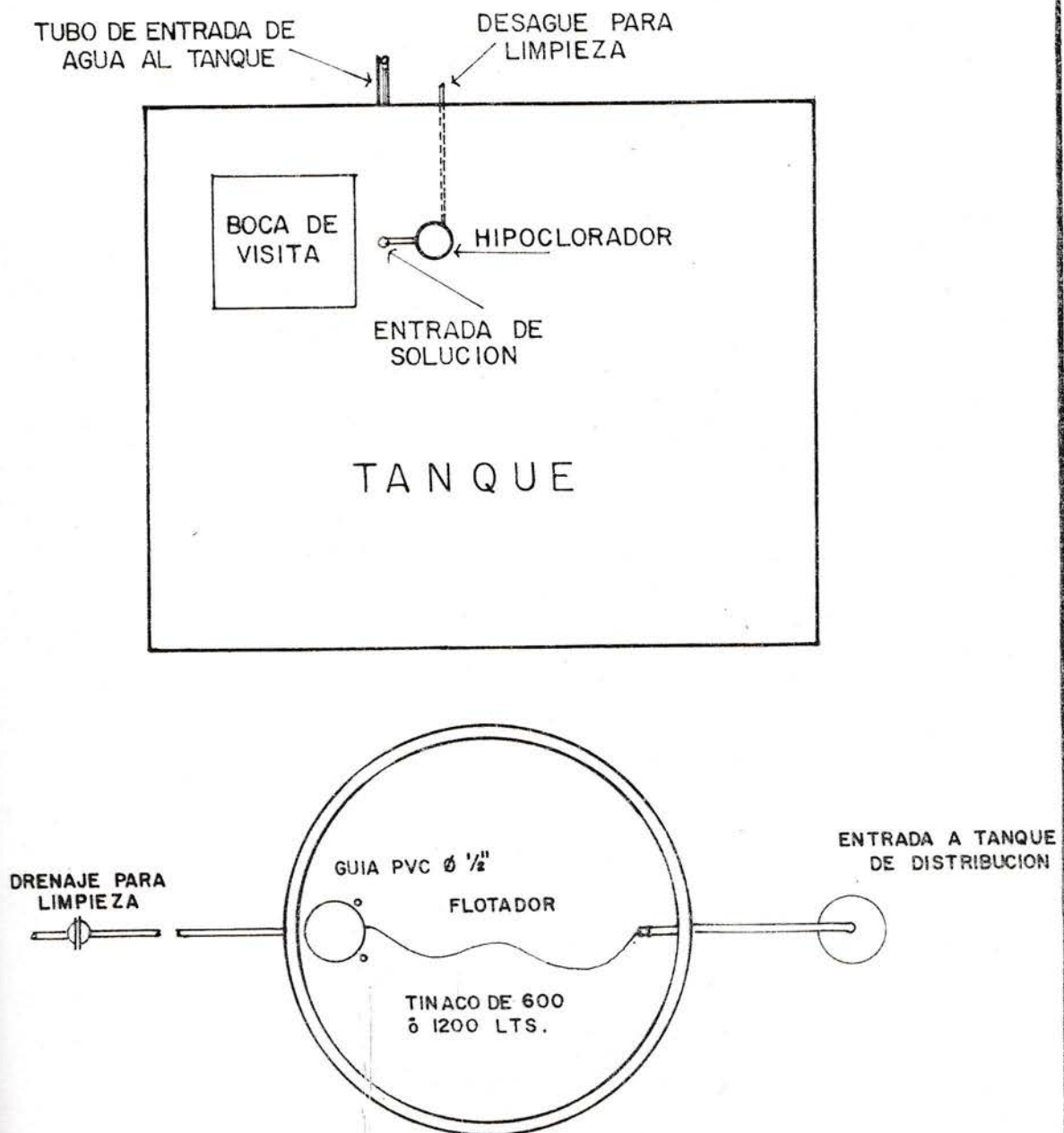
La prueba de la demanda de cloro, tiene por objeto establecer la cantidad de -- cloro que una determinada agua necesita para que reaccione con las sustancias - orgánicas y con otras que contenga el agua.

La demanda de cloro, no es más que la diferencia que existe entre la cantidad de cloro que se agrega y la que permanece como residual, después de un determinado tiempo de contacto. Para cada agua, la demanda de cloro varía, según - sea la cantidad de cloro agregada, la - clase de cloro residual que se desee, el tiempo de contacto y la temperatura del

ESTUDIO ESPECIAL

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PLANTA DE LOCALIZACION DEL HIPOCLORADOR



GRAFICA N.º 6

agua. A mayor cantidad de cloro requerido, mayor será la demanda de cloro en el agua.

b) Muestreo:

Se deberá recolectar una muestra más o menos grande (como mínimo dos litros) - de agua sin clorar, en un recipiente -- limpio.

Interpretación: La prueba de la demanda de cloro indica la cantidad de cloro -- que será necesaria para producir determinados cloros residuales después de un período de contacto definido.

Como la materia orgánica que contenga - el agua consume cloro, las aguas que -- tengan color o turbiedad intensos, tendrán una demanda alta de cloro.

c) Material y Equipo:

- Solución de cloro a una concentración - de 100 mg/L, obtenida diluyendo y norma lizando la solución.
- Reactivo Ortotoluidina
- Solución de Arsenito de sodio
- Frascos o botellas limpios, con capaci-

dad de unos 250 cm³

- Unidad comparadora de Ortotoluidina-arsenito para determinar cloro con patrones permanentes de cristal.
- Celdas adicionales para el comparador.

d) Procedimiento:

1. En cada uno de los seis (6) frascos viértase porciones de 100 ml. de la muestra.
2. Al primer frasco agréguese 0.5 ó -- 0.3 cm³ de la solución de cloro que tiene una concentración de 100 mg/Lt, o sea 0.5 ó 0.3 mg/L, al segundo 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 y 3.0 sucesivamente a los otros frascos agitándoles.
3. Déjense reposar durante 10 minutos o un tiempo igual al período de contacto correspondiente al punto de control.
4. Al concluir el tiempo de reposo o - contacto, determínese la clase y -- concentración del cloro residual de cada frasco, mediante la prueba Ortotoluidina. La dosis menor no deberá mostrar ninguna clase de cloro residual y la dosis mayor

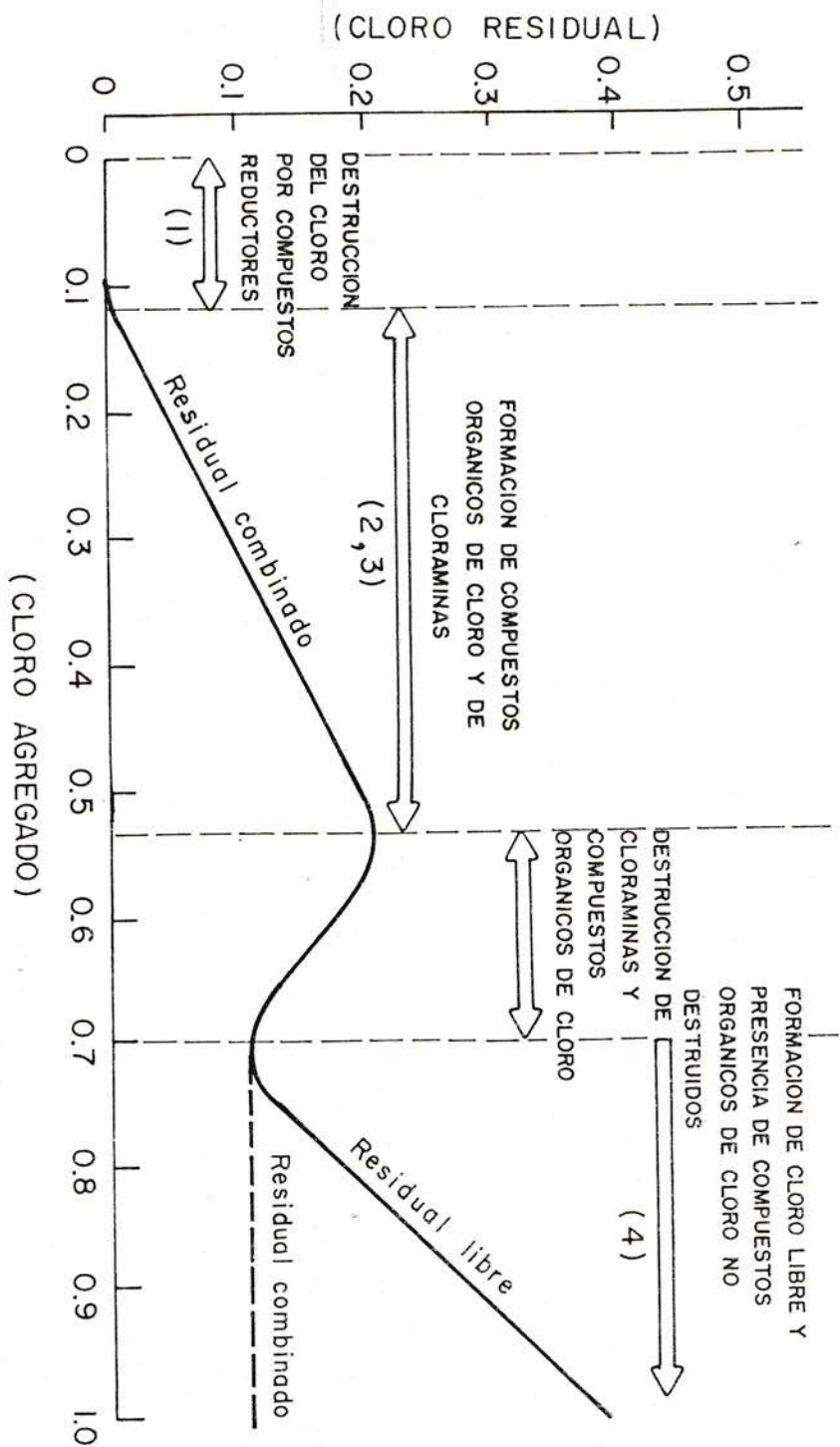
debe arrojar resultados mucho mayores - que los que se requieren en la operación en la planta. Véase la gráfica No. 7 en donde se muestra la curva de "cloro agregado" vrs cloro residual.

5. Si las cantidades de solución de cloro que se usaron no producen los resultados para obtener una curva similar a la de la gráfica No. 7, entonces deben escogerse diferentes proporciones y agregarse a nuevas porciones de agua de muestra reciente, hasta que se logren los resultados deseados.

e) Método de campo

Procedimiento:

1. Prepárese un poco de solución que contenga 1 gr/Lt (1 mg por cm^3) de cloro. Seguidamente colóquense en hilera 10 botellas iguales, de capacidad conocida y transparentes. Generalmente se usan botellas de agua gaseosa, que contienen aproximadamente 350 ml, después llénense con el agua por investigar, filtrandola antes si está turbia. Déjese un pequeño espacio para la solución clorada que se añadirá a cada una, en la forma siguiente:



GRAFICA N.º 7

- 10 gotas en la primera botella; 20 a la segunda; 30 a la tercera; y así sucesivamente. Los goteros dan 1 ml por cada 20 gotas. Agítense las botellas suavemente y dejéanse reposar media hora.

- Pasado este tiempo a cada botella se le agrega 2 ó 3 cristales de yoduro de potasio (se compra en las farmacias) y se agita hasta disolverlos. Seguidamente agreguénse -- cuatro (4) gotas de vinagre y un poco de solución de almidón, como la empleada para la ropa.

- Agítense las botellas nuevamente. Se notará que el agua toma un color azul cuya intensidad está en relación directa con el -- cloro que contiene. La botella con coloración azul más ténue, nos indica la demanda de cloro. Esta se calcula de la manera siguiente:

Supongamos que se emplearon botellas conteniendo más o menos 200 cms^3 , y la segunda -- fue la que presentó la coloración más ténue. En esta se pusieron 20 gotas o sea 2 cms^3 -- de la solución clorada. Como ésta se prepara de manera que cada cm^3 contenga 1 mili--gramo de cloro, entonces para saber la can-

tividad que debe agregarse a cada litro de agua, se hace la siguiente proporción:

$$1 \text{ mg de cloro} : 200 \text{ cms}^3 \text{ de agua} = x : 1000 \text{ cms}^3 \text{ de agua}$$

$$x = \frac{1 \times 1000}{200} = 5 \text{ mg/Lt}$$

6.8.2 Cloro Residual

Es muy importante en todo abastecimiento de agua, garantizarse que cualquier contaminación que sufriere el agua posteriormente a la salida del sitio de producción sea contrarrestada por el efecto residual que ofrece el cloro como desinfectante.

Los principales motivos de esas contaminaciones son las conexiones cruzadas en las redes de distribución del agua; los tanques de almacenamiento, etc.

El hecho que exista en cualquiera punto analizado de la red, alguna cantidad de cloro residual, es señal inequívoca de seguridad en cuanto al estado microbiológico del agua.

Control del Cloro Residual:

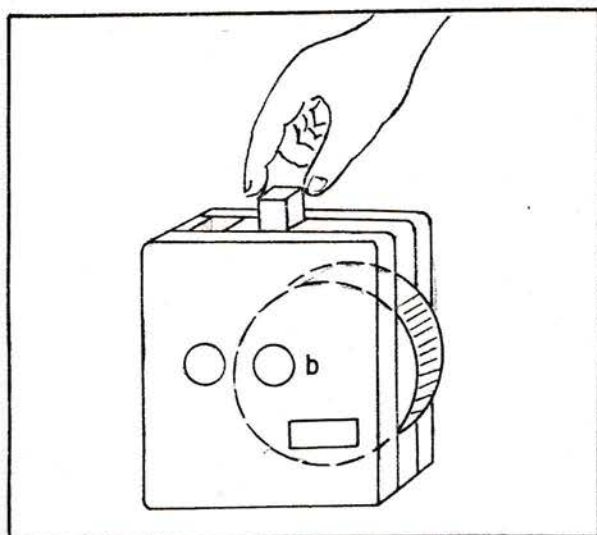
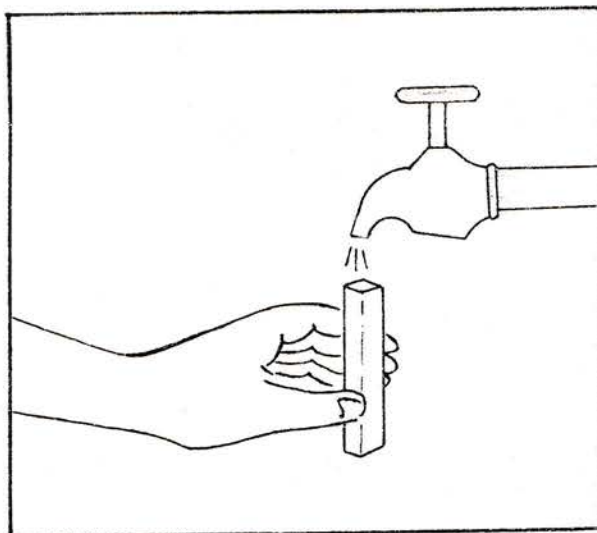
Para la determinación del cloro residual en el agua, existen actualmente en el mercado varias clases de aparatos, a los cuales se les denomina "Comparadores de cloro". El procedimiento para su determinación, se describe detalladamente en las gráficas Nos. 8, 9 y 10

Si no se cuenta con estos comparadores, puede usarse el siguiente método práctico para determinar si existe o no cloro residual en el agua.

1. En una taza póngase el agua, a la cual se le quiere determinar el cloro residual.
2. Agreguénse tres (3) cristales de yoduro de potasio, agitando la solución hasta que se disuelvan.
3. Añádanse cinco (5) gotas de vinagre y agítase.
4. Pónganse unas gotas de solución de almidón.
5. Si aparece un color azul-morado, eso nos indica que si hay cloro residual. Si no aparece este color, el agua no tiene cloro residual. La intensidad del color es proporcional a la cantidad de cloro presente; mientras más intenso es el color azul-morado, más cloro tiene el agua.

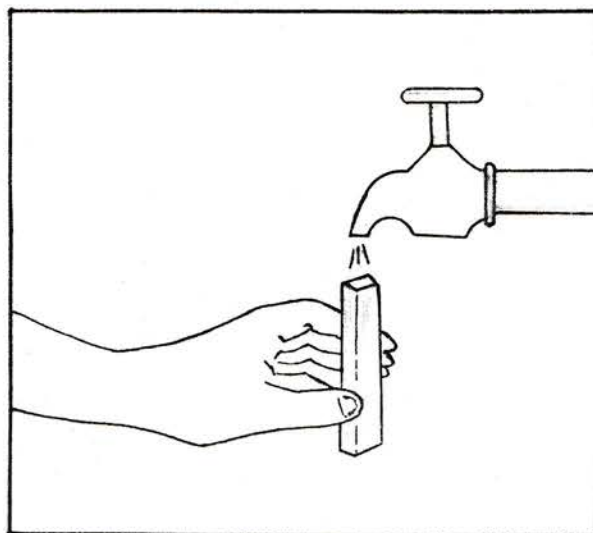
DETERMINACION DE CLORO LIBRE

A. ENJUAGUAR DOS O TRES VECES Y LLENAR UNA CUBETA DEL COMPARADOR CON LA MUESTRA DE AGUA HASTA LA MARCA EN LA MISMA.



B. COLOCAR ESTA CUBETA EN EL PORTA CUBETAS DEL COMPARADOR, QUE ESTA EN LINEA CON LOS PATRONES COLOREADOS (b).

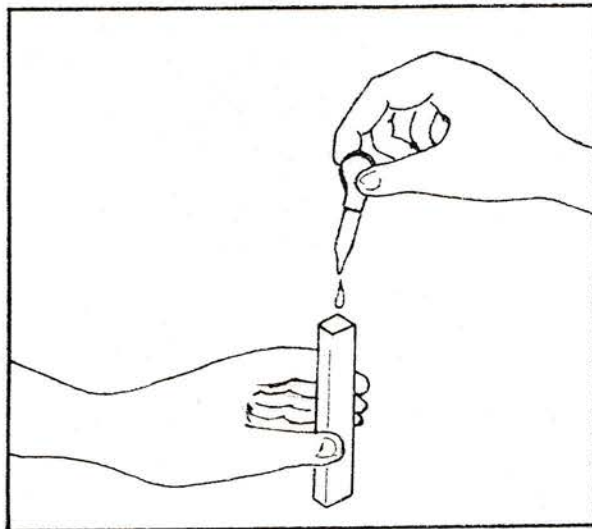
C. ENJAGUAR Y LLENAR CON LA MISMA AGUA LA SEGUNDA CUBETA.



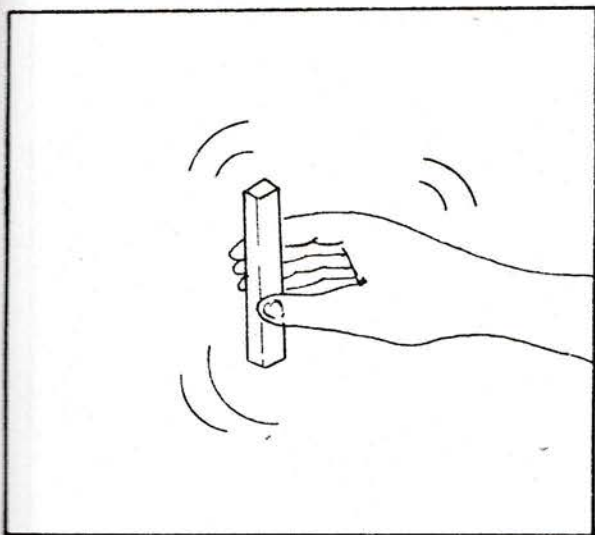
GRAFICA N.º 8

DETERMINACION DE CLORO LIBRE

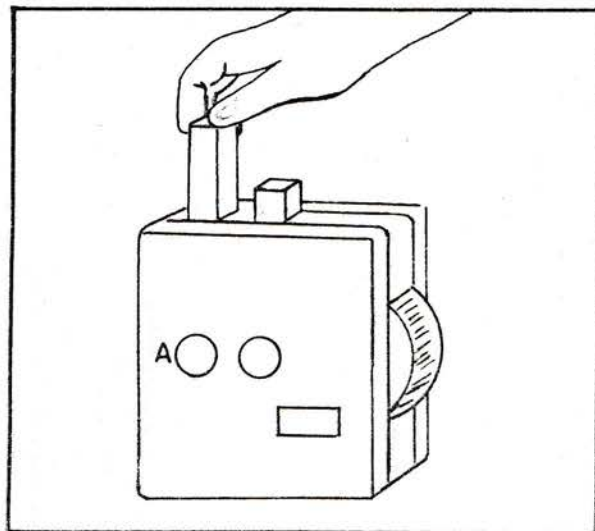
D. AGREGAR A LA SEGUNDA CUBETA EL REACTIVO EN LA CANTIDAD QUE ACONSEJEN LAS INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE.



E. AGITAR LA CUBETA PARA MEZCLAR EL REACTIVO (NO DEMORAR MAS DE 3 A 5 SEGUNDOS).



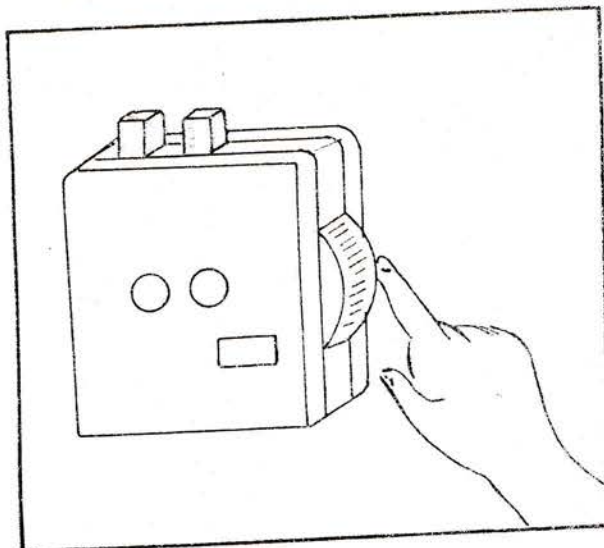
F. PONER LA CUBETA EN EL COMPARADOR (A).



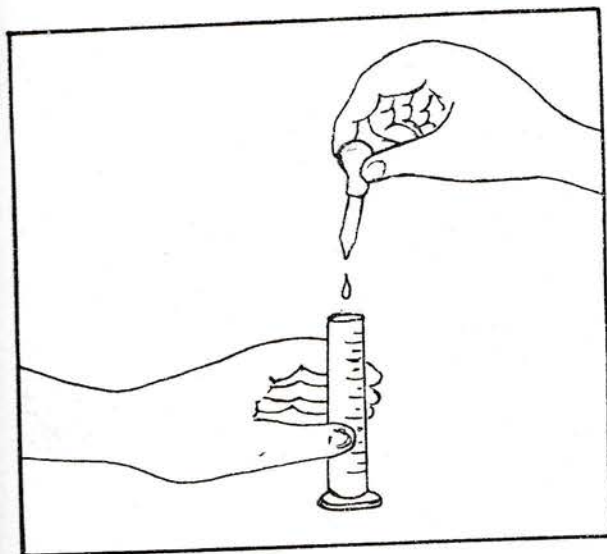
DETERMINACION DE CLORO LIBRE

G. MANTENIENDO EL COMPARADOR FRENTE A BUENA LUZ NATURAL, ROTAR EL DISCO HASTA QUE EL COLOR DE UN PATRON (B) SEA IGUAL AL DESARROLLADO POR EL REACTIVO (A). INMEDIATAMENTE (ESTO ES ANTES DE 20 SEGUNDOS) LEER EN (C) EL VALOR DEL CLORO LIBRE EN mg/l.

NOTA: EL ENFRIADO DE LA MUESTRA TAMBIEN ES CONVENIENTE TAL COMO SE INDICA EN EL PUNTO SIGUIENTE.



DETERMINACION DE CLORO RESIDUAL

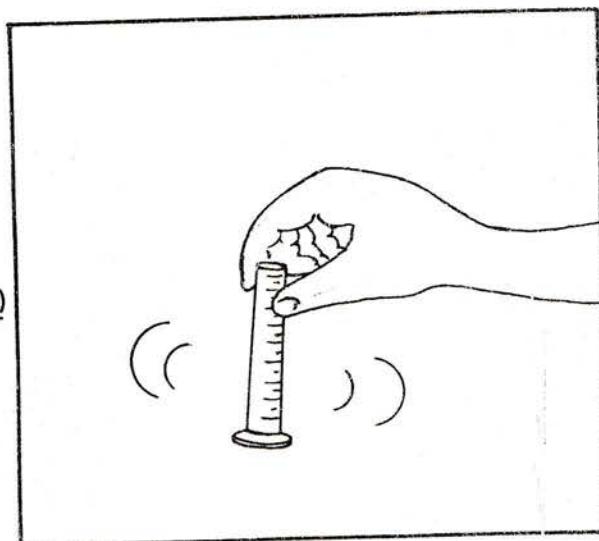


A. A 100 ml. DE MUESTRA DE AGUA, COLOCADA EN UNA PROBETA, AGREGAR 5-6 GOTAS DE LA SOLUCION DE ALMIDON- IK.

B. MESCLAR LA SOLUCION. LA SIGUIENTE GUIA INDICA EL CONTENIDO DE CLORO RESIDUAL EN LA MUESTRA:

<u>COLOR</u>	<u>CLORO RESIDUAL (mg/l)</u>
INCOLORO	0.0
CELESTE	0.1 — 0.3
AZUL OSCURO	MENOR QUE 0.3

GRAFICA No 10



6.9 Pruebas de aforo de los hipocloradores

Las pruebas de aforo, se realizaron para el hipoclorador tipo "W", así como para el tipo "EMPAGUA", con el objeto de calibrar los mismos.

En las tablas siguientes, se detalla el resumen de los resultados de aforo obtenidos en las pruebas que se realizaron a los hipocloradores antes mencionados de la siguiente forma:

a) Para Hipoclorador tipo "W"

TABLA I: Muestra el resumen de aforos promedio obtenidos al utilizar un "niple de tubo PVC de 2" de diámetro", a diferentes alturas y cantidad de agujeros variable.

TABLA II: Muestra el resumen de aforos promedio obtenidos al utilizar un "niple de tubo de 1 1/2" de diámetro, a distintas alturas y cantidad de agujeros variable.

TABLA III: Muestra el resumen de aforos promedio obtenidos al utilizar un "niple de tubo PVC de 1" de diámetro", a distintas alturas y cantidad de agujeros variable.

b) Para Hipoclorador tipo "EMPAGUA"

TABLA IV: Muestra el resumen de aforos promedio,

obtenidos utilizando "niples de tubo PVC de 2" de diámetro", de distinto largo y cantidad de agujero variable.

NOTA: Estos resultados no son confiables, por el problema que presenta este tipo de hipoclorador.

En el Anexo No. 1, se muestra con detalle, las pruebas que se realizaron para el Hipoclorador Tipo --- EMPAGUA, como para el Hipoclorador Tipo "W"

7. RESULTADOS

El Hipoclorador Tipo "W", así como el Tipo "EMPAGUA", -- fueron evaluados en tres proyectos del área rural, siendo los siguientes:

- a) San Lorenzo el Cubo, Sacatepéquez
- b) El Junquillo, Santa Rosa
- c) Shusho Abajo, Chiquimula.

Desde el punto de vista hidráulico, los dos tipos funcionan bien.

Con respecto al Hipoclorador tipo EMPAGUA, observamos -- que al iniciar su funcionamiento, al mismo tiempo se comenzaba a formar un vacío en la parte superior del niple, lo que origina que se produzca en el aparato lo que comúnmente se conoce como "efecto de manguera" (succión de a-

ESTUDIO ESPECIAL

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

TABLA I

RESUMEN DE CAUDALES DE SOLUCION DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO W

DIAMETRO MANGUERA	5/16"
DIAMETRO NIPLE	2"

ALTO	NIPLE	DIAMETRO AGUJERO	NUMERO AGUJEROS	LITROS/HORA	LITROS/DIA
0	cms.	5/64"	1	3.4	82
1	cms.	5/64"	1	5.2	125
2	cms.	5/64"	1	6.3	150
0	cms.	7/64"	1	7.7	185
0	cms.	5/64"	2	7.8	187
5	cms.	5/64"	1	9.2	220
1	cms.	5/64"	2	11.5	275
0	cms.	5/64"	3	11.7	280
1	cms.	7/64"	1	11.9	285
0	cms.	1/8"	1	12.8	207
2	cms.	7/64"	1	13.0	311
2	cms.	5/64"	2	14.3	344
0	cms.	7/64"	2	14.4	346
1	cms.	5/64"	3	16.1	387
2	cms.	1/8"	1	16.7	402
1	cms.	7/64"	2	17.1	411
1	cms.	1/8"	1	17.2	413
5	cms.	7/64"	1	17.4	417
5	cms.	5/64"	2	18.2	436
2	cms.	5/64"	3	21.4	515
0	cms.	7/64"	3	23.8	572
0	cms.	1/8"	2	24.2	580
5	cms.	5/64"	3	25.4	608
2	cms.	7/64"	2	25.4	608
5	cms.	1/8"	1	25.4	608
1	cms.	7/64"	3	30.0	720
1	cms.	1/8"	2	31.9	765
0	cms.	1/8"	3	32.4	778
2	cms.	1/8"	2	34.3	823
5	cms.	7/64"	2	37.1	891
1	cms.	1/8"	3	37.9	909
2	cms.	7/64"	3	38.3	919
5	cms.	1/8"	2	45.6	1094
2	cms.	1/8"	3	53.7	1290
5	cms.	7/64"	3	54.6	1309
5	cms.	1/8"	3	67.9	1630

ESTUDIO ESPECIAL

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

TABLA II

RESUMEN DE CAUDALES DE SOLUCION DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

DIAMETRO MANGUERA	5/16"
DIAMETRO NIPLE	1 1/2"

ALTO NIPLE	DIAMETRO AGUJERO	NUMERO AGUJEROS	LITROS/HORA	LITROS/DIA
Ø cms.	5/64"	1	2.5	60
1 cms.	5/64"	1	3.9	95
Ø cms.	5/64"	2	4.6	110
2 cms.	5/64"	1	5.9	141
Ø cms.	7/64"	1	6.5	156
Ø cms.	5/64"	3	6.9	165
1 cms.	5/64"	2	7.4	176
5 cms.	5/64"	1	8.0	191
1 cms.	7/64"	1	8.4	200
Ø cms.	1/8"	1	9.1	218
2 cms.	5/64"	2	9.5	230
1 cms.	5/64"	3	10.9	262
Ø cms.	7/64"	2	11.7	281
2 cms.	7/64"	1	12.0	287
1 cms.	1/8"	1	13.1	315
2 cms.	5/64"	3	13.9	334
5 cms.	5/64"	2	14.5	348
2 cms.	1/8"	1	15.5	371
Ø cms.	7/64"	3	17.0	407
5 cms.	7/64"	1	17.7	424
1 cms.	7/64"	2	18.6	445
Ø cms.	1/8"	2	19.0	455
5 cms.	1/8"	1	20.2	485
5 cms.	5/64"	3	21.4	514
2 cms.	7/64"	2	24.0	576
1 cms.	1/8"	2	26.9	645
Ø cms.	1/8"	3	29.0	697
2 cms.	1/8"	2	29.0	697
1 cms.	7/64"	3	29.3	702
5 cms.	7/64"	2	34.6	831
2 cms.	7/64"	3	35.3	847
1 cms.	1/8"	3	35.6	855
2 cms.	1/8"	3	42.4	1016
5 cms.	1/8"	2	43.4	1041
5 cms.	7/64"	3	51.4	1234
5 cms.	1/8"	3	53.7	1290

ING.WALTER OMAR CHUY VIDES

ING.WALTER OMAR CHUY VIDES

RESUMEN DE CAUDALES DE SOLUCION DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

DIAMETRO MANGUERA	5/16
DIAMETRO NIPLE	1"

[illegible]

ESTUDIO ESPECIAL

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

TABLA IV

RESUMEN DE CAUDALES DE SOLUCION DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "EMPAGUA"

DIAMETRO MANGUERA	5/16
DIAMETRO NIPLE	2"

ALTO	NIPLE	DIAMETRO AGUJERO	NUMERO AGUJEROS	LITROS/HORA	LITROS/DIA
7	cms.	5/64"	1	27	655
7.5	cms.	5/64"	1	30	720
8	cms.	5/64"	1	32	778
10	cms.	5/64"	1	34	823
7	cms.	5/64"	2	52	1252
7.5	cms.	5/64"	2	56	1350
8	cms.	7/64"	1	57	1371
10	cms.	7/64"	1	59	1446
8	cms.	5/64"	2	60	1440
7	cms.	7/64"	1	65	1570
10	cms.	5/64"	2	67	1600
7.5	cms.	7/64"	1	68	1630
7	cms.	5/64"	3	73	1763
7.5	cms.	5/64"	3	75	1800
8	cms.	1/8"	1	75	1800
10	cms.	1/8"	1	77	1838
8	cms.	5/64"	3	86	2057
10	cms.	5/64"	3	88	2107
7.5	cms.	1/8"	1	90	2160
7	cms.	1/8"	1	92	2215
8	cms.	7/64"	2	95	2275
7.5	cms.	7/64"	2	100	2400
7	cms.	7/64"	2	106	2541
10	cms.	7/64"	2	106	2541
8	cms.	1/8"	2	113	2700
10	cms.	1/8"	2	120	2880
8	cms.	7/64"	3	124	2980
10	cms.	7/64"	3	124	2980
7.5	cms.	7/64"	3	129	3085
7	cms.	1/8"	2	129	3085
7.5	cms.	1/8"	2	129	3085
7	cms.	7/64"	3	133	3200
10	cms.	1/8"	3	138	3323
8	cms.	1/8"	3	144	3456
7.5	cms.	1/8"	3	150	3600
7	cms.	1/8"	3	150	3600

gua), con lo cual, la manguera plástica siempre trabaja a sección llena, lo que en cierta medida dificulta poder dosificar determinada cantidad de solución, lo que implica, que se tenga que utilizar una llave plástica de 1/2" de diámetro para poder dosificar la cantidad de solución que se requiere, con lo cual el aparato ya tiene otro aditamento que lo complica un poco más, pues es necesario aforar hasta dejar la cantidad necesaria.

En cuanto al tornillo que se utiliza, en el mercado local no se pudo conseguir de plástico, por lo que se tuvo que recurrir al de metal, el cual, por lo altamente corrosivo del cloro, se deteriora rápidamente ($\pm$ una semana), lo cual hace que se tenga que cambiar constantemente, lo que implica gastos a la comunidad, pues recordemos que se trabaja para el área rural.

El Hipoclorador tipo "W", sí arrojó muy buenos resultados en cuanto al funcionamiento en los distintos proyectos en que se evaluó. Por su diseño, este tipo de Hipoclorador no lleva ninguna clase de tornillo y además no se produce el "efecto de manguera".

Vale la pena mencionar la experiencia que se tuvo en el proyecto de Shusho Abajo, Chiquimula. Aquí según el caudal que entra al tanque ($\pm$ 5 L/S), se necesitaba una cantidad de solución de más o menos 432 L/día y basado en las tablas que se elaboraron para el Hipoclorador tipo -

"W", se escogió el diámetro de niple y número de agujeros de determinado diámetro que se necesitaba para que dosificara lo requerido. Sucedió que por las características tan particulares que presenta el agua, así como la altura de la comunidad con respecto al nivel del mar, el caudal de solución que dosificaba el Hipoclorador resultó ser mayor que el obtenido en las pruebas que se realizaron en la Ciudad de Guatemala. La temperatura del agua en este proyecto es de 36° Celsius y la comunidad está a $\pm$ 425 msnm. Como repito, este es un caso muy especial, pues el agua entra al tanque con una temperatura alta (36° Celsius) en relación a otros proyectos de la misma zona, por lo que para estos casos especiales habrá que determinar un factor de corrección, que se sale del alcance de este estudio.

Asimismo, en los proyectos San Lorenzo El Cubo y El Junquillo, el agua se bombea por determinado número de horas hacia la parte alta donde se localiza el tanque de distribución (no tanque elevado), por lo que allí pudimos observar que se debe desinfectar el agua únicamente durante las horas en que el agua es bombeada y distribuida a la red, pues de lo contrario, se produce una saturación de cloro en el agua que se queda en el tanque, que hace que al poner nuevamente a funcionar el sistema, esta agua se sienta con bastante sabor y olor a cloro y lo cual repercute directamente en los alimentos que se preparen con --

ESTUDIO ESPECIAL

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

CUADRO No. I

HIPOCLORITO NECESARIO PARA PREPARAR SOLUCION AL 0.1%						
VOLUMEN DE SOLUCION REQUERIDA	CANTIDAD DE HIPOCLORITO					
	65 %	66 %	67 %	68 %	69 %	70 %
LITROS	GRAMOS	GRAMOS	GRAMOS	GRAMOS	GRAMOS	GRAMOS
1	1.54	1.52	1.49	1.47	1.45	1.43
2	3.08	3.03	2.99	2.94	2.90	2.86
10	15.38	15.15	14.93	14.71	14.49	14.29
25	38.46	37.88	37.31	36.76	36.23	35.71
50	76.92	75.76	74.63	73.53	72.46	71.43
75	115.38	113.64	111.94	110.29	108.70	107.14
100	153.85	151.52	149.25	147.06	144.93	142.86
300	461.54	454.55	447.76	441.18	434.78	428.57
500	769.23	757.58	746.27	735.29	724.64	714.29
600	923.08	909.09	895.52	882.35	869.57	857.14
1000	1538.46	1515.15	1492.54	1470.59	1449.28	1428.57

1 Lb. = 460 gramos

VOLUMEN DEL TINACO A UTILIZARSE

PARA CAUDALES ≤ 2 L/S. $\Rightarrow$ 600 LITROS

PARA CAUDALES > 2 L/S. $\Rightarrow$ 1200 LITROS

ESTUDIO ESPECIAL

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

CUADRO No. II

VOLUMEN DE SOLUCION AL 0.1% QUE TIENE QUE
INGRESAR AL TANQUE PARA DOSIFICAR 1Mg./L.

CAUDAL DEL SISTEMA	CANTIDAD NECESARIA DE SOLUCION	
	L / HORA	L / DIA
0.5	1.80	43.20
0.6	2.16	51.84
0.7	2.52	60.48
0.8	2.88	69.12
0.9	3.24	77.76
1.0	3.60	86.40
1.1	3.96	95.04
1.2	4.32	103.68
1.3	4.68	112.32
1.4	5.04	120.96
1.5	5.40	129.60
1.6	5.76	138.24
1.7	6.12	146.88
1.8	6.48	155.52
1.9	6.84	164.16
2.0	7.20	172.80
2.1	7.56	181.44
2.2	7.92	190.08
2.3	8.28	198.72
2.4	8.64	207.36
2.5	9.00	216.00
2.6	9.36	224.64
2.7	9.72	233.28
2.8	10.08	241.92
2.9	10.44	250.56
3.0	10.80	259.20
3.3	11.88	285.12
3.5	12.60	302.40
3.8	13.68	328.32
4.0	14.40	345.60
4.5	16.20	388.80
5.0	18.00	432.00
5.5	19.80	475.20
6.0	21.60	518.40

ESTUDIO ESPECIAL

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PREPARACION DE LA SOLUCION DE HIPOCLORITO

INSTRUCCIONES

- 1.- PREPARAR LA SOLUCION CONCENTRADA DE HIPOCLORITO EN OTRO TANQUE O DEPOSITO, MEZCLANDOLA PERFECTAMENTE.
LA TABLA I INDICA LA CANTIDAD DE CLOROGENO NECESARIO PARA PREPARAR UNA SOLUCION AL 0.1% (1000 p.p.m.).
- 2.- DEJAR SEDIMENTAR LA SOLUCION. EL LIQUIDO CLARO PASARLO AL TINACO DEL HIPOCLORADOR. EL SEDIMENTO DESECHARLO, YA QUE ES INACTIVO Y PRODUCE TAPONAMIENTOS EN LA TUBERIA
- 3.- LA TABLA II INDICA EL VOLUMEN DE SOLUCION AL 0.1% RESPECTIVAMENTE, NECESARIA PARA APLICAR DURANTE DOS DIAS COMO MINIMO, PARA DIFERENTES CAUDALES DE DISEÑO. TAMBIEN INDICAN EL TAMAÑO DEL TINACO QUE DEBE USARSE.
- 4.- PARA VARIAR LA DOSIFICACION GRADUAR EL CAUDAL CON LOS ORIFICIOS QUE APARECEN EN LA RANURA DOSIFICADORA.
- 5.- LA CAIDA DE LA SOLUCION DE HIPOCLORITO AL TANQUE DEBERA SER NORMAL A LA ENTRADA DE AGUA PROCEDENTE DE LA CONDUCCION. O EN OTRAS PALABRAS, DEBERA CAER LA SOLUCION DE HIPOCLORITO SOBRE EL CHORRO DE AGUA QUE ENTRA AL TANQUE PROCEDENTE DE LA CONDUCCION, CON EL OBJETO DE LOGRAR UNA BUENA MEZCLA EN UN TIEMPO RELATIVAMENTE CORTO.
- 6.- EL PERIODO DE CONTACTO EN EL TANQUE DE DISTRIBUCION, SERA COMO MINIMO DE DOS HORAS, TIEMPO DURANTE EL CUAL EL AGUA NO PASARA A LA RED DE DISTRIBUCION. ESTO SOLO SE HACE CUANDO SE INICIA EL PROCESO DE CLORACION.

esta agua.

Aunque insistimos, esto no provoca ningún problema entre los usuarios, a no ser lo que anteriormente indicamos.

En cuanto al cloro residual, procedí en los proyectos evaluados, a su determinación en la parte más alejada de la red, encontrándose el mismo dentro de los límites permisibles. Para los tres proyectos, el cloro residual es tuvo siempre entre 0.3 y 0.5 mg/L.

La solución al 0.1% fue preparada de acuerdo a la Tabla No. I y la dosificación requerida de acuerdo a la Tabla No. II, que se muestran a continuación. Asimismo, se -- muestran las indicaciones que se deben seguir para preparar la solución de Hipoclorito en el campo.

8. COSTOS

8.1 Costos para la fabricación de los Hipocloradores

El costo de los hipocloradores evaluados, es barato, pues los materiales son sencillos y de fácil adquisición en el mercado local.

Al final de este Capítulo, se describe por separado y con detalle, el costo unitario del hipoclorador - tipo "W" así como el tipo "EMPAGUA".

8.2 Costos de las sustancias químicas

Como ya se mencionó, la sustancia química que más se utiliza en Guatemala para la desinfección del agua en el área rural, es el hipoclorito de calcio, el cual tiene un costo de Q 315.00 por Quintal

8.3 Costo Análisis del agua

Actualmente, sólo en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería se realizan, el examen bacteriológico y el análisis químico sanitario, para determinar la calidad del agua.

Los costos para cada uno de ellos es el siguiente:

- a) Examen bacteriológico Q 50.00
- b) Análisis químico sanitario 70.00

INTEGRACION DEL COSTO UNITARIO DEL
HIPOCLORADOR
TIPO "W"

<u>MATERIALES Y ACCESORIOS</u>		<u>COSTO</u>
a) Plato hermético de plástico (flotador) Plastymet	Q	2.50
b) Niple de tubo PVC Ø 1 1/2" de 20 cms. de largo	Q	0.70 (+)
c) Un círculo de duroport de 1" x 24 cms. de diámetro	Q	0.50
d) Un tapón hembra PVC Ø 1 1/2"	Q	1.70
e) Manguera plástica flexible de 5/16" ó 1/4" de diámetro interior y 1.50 de largo	Q	0.75
f) Un tapón hembra de PVC Ø 1/2"	Q	0.54
g) Una válvula de plástico Ø 1/2" para desa- gue de limpieza	Q	10.00
h) Niple de 4 m. de tubo PVC Ø 1/2" para instalación de entrada y salida	Q	4.80
i) Un codo de PVC Ø 1/2" de 90°	Q	0.55
TOTAL	Q	22.04

A este costo, habría que incrementar el valor del tinaco, que dependerá si se usa de 600 a 1200 litros de capacidad

<u>Capacidad tinaco</u>	<u>Caudal L/S</u>		<u>Costo</u>
600 litros	0.5 - 2.0 inclusive	Q	195.44
1200 litros	mayor de 2.0	Q	333.36

Asimismo, se tendrá que incrementar el IVA respectivo que a la fecha es del 7%

Guatemala, octubre de 1987

INTEGRACION DEL COSTO UNITARIO DEL
HIPOCLORADOR
TIPO "EMPAGUA"

<u>MATERIALES Y ACCESORIOS:</u>	<u>COSTO</u>
a) Plato hermético de plástico (flotador), Plastymet	Q 2.50
b) Niple de tubo PVC de Ø 2" de 10 cms. de largo	Q 0.50 (+)
c) Dos tapones hembra PVC Ø 2" (C/u. Q. 1.97)	Q 3.94
d) Manguera plástica flexible de 5/6" ó 1/4" de diámetro interior y 1.50 m. de largo	Q 0.75
e) Un tornillo de plástico de 1/4" x 3" de largo	Q 0.40
f) Un círculo de duroport de 1" x 24 cms. de diámetro	Q 0.50
g) Un tapón hembra de PVC Ø 1/2"	Q 0.55
h) Una válvula de plástico Ø 1/2" para desagüe de limpieza	Q 10.00
i) Niple de tubo PVC Ø 1/2" para instalación de entrada y salida	Q 4.80
TOTAL	Q 23.94

A este costo, habrá que incrementar el valor del tinaco, que dependerá si se usa de 600 ó 1200 litros de capacidad.

<u>CAPACIDAD TINACO</u>	<u>COSTO</u>
600 litros	Q 195.44
1200 litros	Q 333.36

Asimismo, se tendrá que incrementar el IVA respectivo que a la fecha es del 7%.

Guatemala, octubre de 1987

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Con respecto al hipoclorador tipo EMPAGUA, al estar funcionando se produce el "efecto de manguera" (succión del agua), por el vacío que se forma en la parte superior (en el niple de PVC), lo cual hace que la manguera trabaje a sección llena. Es por esto, que los resultados de aforo que se obtuvieron en las pruebas que se realizaron, no son confiables y además, por el mismo efecto, el caudal aumenta en proporción directa con el diámetro de la manguera.
2. Para eliminar el "efecto de manguera", en el hipoclorador tipo EMPAGUA habrá necesidad de conectar otra manguera u otro dispositivo, en la parte superior del niple, de manera que éste salga en contacto con la presión atmosférica, de manera de romper el vacío que se forma. Con esto, este equipo se complica un poco, lo cual incide directamente en su funcionamiento.
3. Otro problema que se encontró con el hipoclorador tipo EMPAGUA, se relaciona con el tornillo que sujeta el niple de PVC con el flotador, pues en el mercado nacional no se encuentran tornillos de plástico, con las características requeridas, lo cual hace que se tengan que utilizar tornillos de metal, pero éstos debido a lo corrosivo del cloro tienen -

poca vida.

4. El hipoclorador tipo "W", es el que mejores resultados dio durante las pruebas que se realizaron y por lo mismo, sus resultados de aforo son más confiables. Es por lo anterior, que este hipoclorador fue el --- que se usó en las pruebas que se efectuaron en la co--munidad evaluada y así mismo, el que se recomendará para ser utilizado por la Unidad Ejecutora del Pro--grama de Acueductos Rurales (UNEPAR), así como a o--tras Instituciones que hacen agua potable en el área rural.
5. Se observó también, que la cantidad de solución que pasa a través de los orificios, depende de la temperatura del agua y de la altura con respecto al nivel del mar, que tenga la comunidad en donde se instalará. A mayor temperatura del agua y menor altura sobre el nivel del mar, el caudal será mayor y viceversa. Las pruebas que se efectuaron con los hipocloradores, se realizaron en la ciudad de Guatemala, que está más o menos a 1500 msnm y el agua con una temperatura que oscila entre los 21-23 grados celsius.
6. Al haber poca solución en el tinaco ($\pm 1/3$), se observó que el caudal de solución que tiene que ingresar al tanque disminuye, ésto se debe principalmente

a la curvatura que forma la manguera de plástico -- flexible, al haber poca solución. Para evitar ésto, habrá que colocar el dosificador en el extremo o--- puesto en donde se encuentra la entrada de la solución. Para lograr que el hipoclorador se mantenga en esa posición, se le colocará una guía hecha de tubo de 1/2", la cual deberá estar sujeta en el fondo del tinaco.

7. Los materiales que se utilizaron para la construcción de el hipoclorador tipo "W" (y también el de EMPAGUA, con excepción del tornillo) son de bajo costo.
8. Lo sencillo de su construcción, hace que su operación y mantenimiento también sea fácil de realizar, por lo cual, se adapta perfectamente al área rural.
9. Para realizar la Operación y Mantenimiento, no se necesita personal calificado, pues estas tareas las puede realizar algún miembro de la comunidad, con unas pocas y sencillas instrucciones.
10. Para preparar la solución que se utilizó en las pruebas que se realizaron, se utilizó hipoclorito de calcio al 70%.
11. Es importante, dejarle al recipiente que se utilice para almacenar la solución de hipoclorito de calcio,

su desague para limpieza, pues por más cuidado que se tenga en dejar sedimentar la parte inerte del hipoclorito, siempre pasa un porcentaje del mismo al recipiente, el cual con el tiempo sedimenta.

12. En los sistemas por bombeo, en donde el agua se bombea por determinado número de horas a la parte alta en donde se localiza el Tanque de Distribución (No tanque elevado), la desinfección se debe realizar - mientras dure el tiempo de bombeo y distribución a la red o hasta que el tanque se llene si este fuera el caso, pues en caso contrario se satura el agua - que queda en el tanque de cloro, lo cual causa mo--lestias al usuario por el sabor y olor que guarda - el agua. Por lo demás, no causó la saturación de - cloro ningún otro tipo de problema. Se recuerda a--quí el período de contacto, que debe ser como míni--mo de dos horas.
13. Para los sistemas por bombeo, en los cuales el agua es distribuída directamente a la red o enviada a un tanque elevado, este tipo de hipoclorador no funciona.
14. Por lo elevado del costo del hipoclorito de calcio en Guatemala, se recomienda que al preparar la so--lución, se utilice, después de efectuadas varias --

pruebas con la cantidad de gramos que indica la Tabla I; lo mínimo necesario, de manera que resulte lo más económico posible para la comunidad y manteniendo como mínimo 0.4 mg/L de cloro residual en la parte más alejada de la red.

BIBLIOGRAFIA

- 1) CENTRO AMERICA Y PANAMA
Situación de Salud, 1984
OPS/OMS.
- 2) Investigación sobre "DESINFECCION DE AGUA
EN ABASTECIMIENTOS RURALES"
CEPIS/OPS
- 3) Manual del "CURSO CORTO DESINFECCION DE AGUA
EN ACUEDUCTOS"
Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y
Recursos Hidráulicos -ERIS-
OPS/OMS, Guatemala, junio de 1986
- 4) Guía para la CALIDAD DEL AGUA DE BEBIDA
Volumen III
Control de Calidad del Agua Bebida
en Suministros de Pequeñas Comunidades.
Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y
Recursos Hidráulicos -ERIS-;
OPS/OMS.

ANEXO No. 1

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO N.º 1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES
DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "EMPAGUA"

1

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	7 cms.
Ø AGUJERO	5/64"
Ø MANGUERA	5/16"

No. AGUJEROS	TIEMPO	No. PRUEBAS					PROMEDIO
		1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	2:13	2:12	2:12	2:12	2:12	2:12
	SEGUNDOS	133	132	132	132	132	132
2	MINUTOS	1:09	1:11	1:10	1:09	1:08	1:09
	SEGUNDOS	69	71	70	69	68	69
3	MINUTOS						
	SEGUNDOS	50	49	49	49	50	49

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0076	0.455	27.27	654.5
2 Agujeros	0.0145	0.870	52.17	1252.17
3 Agujeros	0.0204	1.224	73.47	1763.37

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	7.5 cms.
Ø AGUJERO	5/64"
Ø MANGUERA	5/16"

No. AGUJEROS	TIEMPO	No. PRUEBAS					PROMEDIO
		1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	2:01	2:00	2:00	2:00	2:00	2:00
	SEGUNDOS	121	120	120	120	120	120
2	MINUTOS	1:04	1:04	1:04	1:04	1:04	1:04
	SEGUNDOS	64	64	64	64	64	64
3	MINUTOS						
	SEGUNDOS	48	48	48	48	48	48

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0083	0.500	30.00	720.00
2 Agujeros	0.0156	0.938	56.25	1350.00
3 Agujeros	0.0208	1.250	15.00	1800.00

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO N.º 1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES
DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "EMPAGUA"

2

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	8 cms.
Ø AGUJERO	7/64"
Ø MANGUERA	5/16"

No. AGUJEROS	TIEMPO	No. PRUEBAS					PROMEDIO
		1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	1:03	1:03	1:03	1:03	1:03	1:03
	SEGUNDOS	63	63	63	63	63	63
2	MINUTOS						
	SEGUNDOS	38	38	38	38	38	38
3	MINUTOS						
	SEGUNDOS	29	29	29	29	29	29

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L/min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0159	0.952	51.14	1,371.43
2 Agujeros	0.0263	1.579	94.74	2,273.68
3 Agujeros	0.0345	2.069	124.14	2,979.31

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	10 cms.
Ø AGUJERO	7/64"
Ø MANGUERA	5/16"

No. AGUJEROS	TIEMPO	No. PRUEBAS					PROMEDIO
		1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	1:01	1:01	1:01	1:01	1:01	1:01
	SEGUNDOS	61	61	61	61	61	61
2	MINUTOS						
	SEGUNDOS	34	34	34	34	34	34
3	MINUTOS						
	SEGUNDOS	29	29	29	29	29	29

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0164	0.984	59.92	1,416.39
2 Agujeros	0.0294	1.165	105.88	2,541.18
3 Agujeros	0.0345	2.069	124.14	2,979.31

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T = ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO No. 1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "EMPAGUA"

3

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	8 cms.
Ø AGUJERO	5/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	1:52	1:51	1:51	1:50	1:51	1:51
	SEGUNDOS	112	111	111	110	111	111
2	MINUTOS	1:01	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00
	SEGUNDOS	61	60	60	60	60	60
3	MINUTOS						
	SEGUNDOS	42	42	41	42	41	42

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.009	0.541	32.43	778.38
2 Agujeros	0.0167	1.000	60.00	1440.00
3 Agujeros	0.0238	1.429	85.71	2057.14

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	10 Cms.
Ø AGUJERO	5/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	1:45	1:45	1:45	1:44	1:45	1:45
	SEGUNDOS	105	105	105	104	105	105
2	MINUTOS						
	SEGUNDOS	54	54	54	54	54	54
3	MINUTOS						
	SEGUNDOS	41	41	41	42	41	41

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0095	0.571	34.29	822.86
2 Agujeros	0.0185	1.111	66.67	1600.00
3 Agujeros	0.0244	1.463	87.81	2107.32

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO N.º I

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "EMPAGUA"

4

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	7 cms.
Ø AGUJERO	7/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS						
	SEGUNDOS	55	54	55	55	55	55
2	MINUTOS						
	SEGUNDOS	34	34	34	35	34	34
3	MINUTOS						
	SEGUNDOS	27	27	27	27	27	27

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0182	1.091	65.46	1,570.91
2 Agujeros	0.0294	1.765	105.88	2,541.18
3 Agujeros	0.0370	2.222	133.33	3,200.00

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	7.5 cm
Ø AGUJERO	7/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS						
	SEGUNDOS	53	53	53	54	53	53
2	MINUTOS						
	SEGUNDOS	35	35	36	36	36	36
3	MINUTOS						
	SEGUNDOS	28	28	28	28	28	28

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0189	1.132	67.93	1,630.19
2 Agujeros	0.0278	1.667	100.00	2,400.00
3 Agujeros	0.0357	2.143	128.57	3,085.71

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 2° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO N.º I

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES
DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "EMPAGUA"

5

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	7 cms.
Ø AGUJERO	1/8"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS						
	SEGUNDOS	38	39	39	39	39	39
2	MINUTOS						
	SEGUNDOS	28	28	28	28	28	28
3	MINUTOS						
	SEGUNDOS	24	24	24	24	24	24

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0256	1.538	92.31	2,215.38
2 Agujeros	0.0357	2.143	128.57	3,085.71
3 Agujeros	0.0417	2,500	150.00	3,600.00

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	7.5 cms
Ø AGUJERO	1/8"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS						
	SEGUNDOS	40	40	40	40	40	40
2	MINUTOS						
	SEGUNDOS	28	28	28	28	28	28
3	MINUTOS						
	SEGUNDOS	24	24	24	24	24	24

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0250	1.500	90.00	2.160.00
2 Agujeros	0.0357	2.143	128.57	3,085.79
3 Agujeros	0.0417	2.500	150.00	3,600.00

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO No.1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "EMPAGUA"

6

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	8 cms.
Ø AGUJERO	1/8"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS						
	SEGUNDOS	48	48	48	48	49	48
2	MINUTOS						
	SEGUNDOS	31	31	32	32	32	32
3	MINUTOS						
	SEGUNDOS	25	25	25	25	25	25

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0208	1.250	75.00	1,800.00
2 Agujeros	0.0313	1.875	112.50	2,700.00
3 Agujeros	0.0400	2.4	144.00	3,456.00

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	10 cms.
Ø AGUJERO	1/8"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS						
	SEGUNDOS	47	47	47	47	47	47
2	MINUTOS						
	SEGUNDOS	30	30	30	30	30	30
3	MINUTOS						
	SEGUNDOS	26	26	26	26	26	26

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0213	1.277	76.60	1,838.30
2 Agujeros	0.0333	2.000	120.00	2,880.00
3 Agujeros	0.0385	2.308	138.46	3,323.08

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO No.1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

7

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	CERO
Ø AGUJERO	5/64"
Ø MANGUERA	5/16"

No. AGUJEROS	TIEMPO	No. PRUEBAS					PROMEDIO
		1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	17.44	17.47	17.52	17.12	17.38	17.39
	SEGUNDOS	1064	1067	1072	1032	1058	1059
2	MINUTOS	7.38	7.35	7.45	7.41	7.58	7.43
	SEGUNDOS	458	455	465	461	478	463
3	MINUTOS	5:06	5:08	5:11	5:06	5:14	5:09
	SEGUNDOS	306	308	311	306	314	309

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0009	0.057	3.4	81.59
2 Agujeros	0.0022	0.130	7.78	186.61
3 Agujeros	0.0032	0.194	11.65	279.61

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	1 cm.
Ø AGUJERO	5/64"
Ø MANGUERA	5/16"

No. AGUJEROS	TIEMPO	No. PRUEBAS					PROMEDIO
		1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	12:00	11:27	11:34	11:46"	11:06"	11:27"
	SEGUNDOS	720	687	694	670	666	687
2	MINUTOS	5'20"	5:20	5:22	5:10	5:00	5:14
	SEGUNDOS	320	320	322	310	300	314
3	MINUTOS	3'33"	3:53	3:45	3:48	3:46	3:43
	SEGUNDOS	213	233	225	218	226	223

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0015	0.087	5.24	125.76
2 Agujeros	0.0032	0.191	11.46	275.16
3 Agujeros	0.0045	0.269	16.14	387.44

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO No.1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES
DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

8

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	Alt. 2 cms.
Ø AGUJERO	5/64"
Ø MANGUERA	5/16"

No. AGUJEROS	TIEMPO	No. PRUEBAS					PROMEDIO
		1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	9:10	9:13	9:51	9:52	9:39	9:33
	SEGUNDOS	550	553	591	592	579	573
2	MINUTOS	4:25	4:12	4:08	4:13	3:58	4:11
	SEGUNDOS	265	252	248	253	238	251
3	MINUTOS	2:43	2:55	2:47	2:51	2:44	2:48
	SEGUNDOS	163	175	167	171	164	168

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0017	0.105	6.28	150.79
2 Agujeros	0.0040	0.239	14.34	344.22
3 Agujeros	0.006	0.357	21.43	514.29

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	Alt. 5 cms
Ø AGUJERO	5/64"
Ø MANGUERA	5/16"

No. AGUJEROS	TIEMPO	No. PRUEBAS					PROMEDIO
		1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	6:52	6:40	6:22	6:16	6:33	6:33
	SEGUNDOS	412	400	382	376	393	393
2	MINUTOS	3:23	3:18	3:15	3:18	3:15	3:18
	SEGUNDOS	203	198	195	198	195	198
3	MINUTOS	2:21	2:27	2:23	2:21	2:20	2:22
	SEGUNDOS	141	147	143	141	140	142

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujeto	0.0025	0.153	9.16	219.85
2 Agujeros	0.0051	0.303	18.18	436.36
3 Agujeros	0.0070	0.423	25.35	608.45

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO No.1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

9

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	Alt. cero
Ø AGUJERO	7/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	7:30	7:49	7:57	7:52	7:54	7:48
	SEGUNDOS	450	469	477	472	474	468
2	MINUTOS	4:18	4:17	4:08	4:00	4:08	4:10
	SEGUNDOS	258	257	248	240	248	250
3	MINUTOS	2:25	2:49	2:29	2:24	2:28	2:31
	SEGUNDOS	145	169	149	144	148	151

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0021	0.128	7.69	184.62
2 Agujeros	0.0040	0.24	14.40	345.60
3 Agujeros	0.0066	0.397	23.84	572.19

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	Alt. 1 cm.
Ø AGUJERO	7/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	5:00	5:09	5:07	5:01	4:58	5:03
	SEGUNDOS	300	309	307	301	298	303
2	MINUTOS	3:31	3:38	3:30	3:20	3:31	3:30
	SEGUNDOS	211	218	210	200	211	210
3	MINUTOS	1:59	2:00	2:00	2:00	1:59	2:00
	SEGUNDOS	119	120	120	120	119	120

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0033	0.198	11.88	285.15
2 Agujeros	0.0048	0.286	17.14	411.43
3 Agujeros	0.0083	0.500	30.00	720.00

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS.

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO N.º 1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

10

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	Alt. 2 cms.
Ø AGUJERO	7/64
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	4:46	4:45	4:38	4:31	4:32	4:38
	SEGUNDOS	286	285	278	271	272	278
2	MINUTOS	2:21	2:24	2:21	2:24	2:22	2:22
	SEGUNDOS	141	144	141	144	142	142
3	MINUTOS	1:36	1:34	1:34	1:33	1:33	1:34
	SEGUNDOS	96	94	94	93	93	94

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0036	0.216	12.95	310.79
2 Agujeros	0.0070	0.423	25.35	608.45
3 Agujeros	0.0106	0.638	38.30	919.15

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	5cms.
Ø AGUJERO	7/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	3:29	3:28	3:26	3:26	3:28	3:27
	SEGUNDOS	209	208	206	206	208	207
2	MINUTOS	1:38	1:37	1:37	1:38	1:36	1:37
	SEGUNDOS	98	97	97	98	96	97
3	MINUTOS	1:07	1:04	1:07	1:06	1:06	1:06
	SEGUNDOS	67	64	67	66	66	66

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0048	0.290	17.39	417.39
2 Agujeros	0.0103	0.619	37.11	890.72
3 Agujeros	0.0152	0.909	54.55	1309.09

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO No. 1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

11

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	CERO
Ø AGUJERO	1/8"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	4:31	4:47	5:16	4:47	4:24	4:41
	SEGUNDOS						
2	MINUTOS	2:11	2:18	2:33	2:39	2:45	
	SEGUNDOS	2:35	2:24	2:32	2:33	2:29	2:29
3	MINUTOS	1:46	1:52	1:52	1:54	1:52	1:51
	SEGUNDOS						

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0036	0.214	12.81	307.47
2 Agujeros	0.0067	0.403	24.16	519.87
3 Agujeros	0.0090	0.541	32.43	778.38

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	1 cm.
Ø AGUJERO	1/8"
Ø MANGUERA	5/16

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	3:35	3:28	3:28	3:25	3:28	3:28
	SEGUNDOS	215	208	208	205	208	208.8
2	MINUTOS	1:53	1:52	1:54	1:54	1:51	1:53
	SEGUNDOS	113	112	114	114	111	112.8
3	MINUTOS	1:35	1:36	1:31	1:35	1:34	1:35
	SEGUNDOS	95	96	91	95	94	95.4

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0048	0.287	17.22	413.4
2 Agujeros	0.0088	0.531	31.86	764.6
3 Agujeros	0.0105	0.632	31.89	909.47

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS.

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO No. 1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

12

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	2 CMS.
Ø AGUJERO	1/8"
Ø MANGUERA	5/16

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	3:36	3:38	3:32	3:34	3:34	3:35
	SEGUNDOS	216	218	212	214	214	215
2	MINUTOS	1:48	1:45	1:44	1:44	1:43	1:45
	SEGUNDOS	108	105	104	104	103	105
3	MINUTOS	1:10	1:09	1:06	1:05	1:05	1:07
	SEGUNDOS	70	69	66	65	65	67

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0047	0.279	16.74	401.86
2 Agujeros	0.0095	0.571	34.29	822.86
3 Agujeros	0.0149	0.896	53.73	1289.55

Ø NIPLE	2"
ALTO NIPLE	5 cms.
Ø AGUJERO	1/8"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	2:24	2:23	2:21	2:20	2:21	2:22
	SEGUNDOS	144	143	141	140	141	142
2	MINUTOS	1:20	1:20	1:19	1:19	1:19	1:19
	SEGUNDOS	80	80	79	79	79	79
3	MINUTOS						
	SEGUNDOS	54	53	53	52	52	53

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0070	0.423	25.35	608.45
2 Agujeros	0.0127	0.759	45.57	1093.67
3 Agujeros	0.0189	1.132	67.92	1630.19

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T = ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO No. 1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

13

Ø NIPLE	1 1/2"
ALTO NIPLE	CERO
Ø AGUJERO	5/64"
Ø MANGUERA	5/16"

* Con 40 cms. de agua en el tinaco

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	25:50	23:59	24:32	22:30	23:30	24:04
	SEGUNDOS	1550	1439	1472	1350	1410	1444
2	MINUTOS	13:32	12:07	12:38	14:05	13:07	13:06
	SEGUNDOS	812	727	758	845	787	786
3	MINUTOS	8:02	9:02	8:24	9:30	8:36	8:43
	SEGUNDOS	482	542	504	570	516	523

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0007	0.042	2.49	59.83
2 Agujeros	0.0013	0.076	4.58	109.90
3 Agujeros	0.0019	0.115	6.88	165.20

Ø NIPLE	1 1/2"
ALTO NIPLE	1 Cm.
Ø AGUJERO	5/64"
Ø MANGUERA	5/16"

* Con 40 cms. de agua en el tinaco

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	15:09	15:00	15:25	14:55	15:40	15:44
	SEGUNDOS	909	900	925	895	940	914
2	MINUTOS	8:31	8:01	8:16	8:01	8:04	8:10
	SEGUNDOS	511	481	496	481	484	490
3	MINUTOS	6:28	5:26	5:22	5:23	4:50	5:30
	SEGUNDOS	388	326	322	323	290	330

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0011	0.066	3.94	94.53
2 Agujeros	0.0020	0.122	7.35	176.33
3 Agujeros	0.0030	0.182	10.91	261.82

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO No. I

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

14

Ø NIPLE	1 1/2"
ALTO NIPLE	2 cms.
Ø AGUJERO	5/64"
Ø MANGUERA	5/16"

Aprox. 40 cms. de agua

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	10:29	10:07	10:00	10:08	10:25	10:14
	SEGUNDOS	629	607	600	608	625	614
2	MINUTOS	6:02	6:18	6:19	6:28	6:21	6:18
	SEGUNDOS	362	378	379	388	381	378
3	MINUTOS	4:29	4:32	4:06	4:20	4:08	4:19
	SEGUNDOS	269	272	246	260	248	259

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0016	0.098	5.86	140.72
2 Agujeros	0.0026	0.159	9.52	229.57
3 Agujeros	0.0039	0.232	13.90	333.59

Ø NIPLE	1 1/2"
ALTO NIPLE	5 cms.
Ø AGUJERO	5/64"
Ø MANGUERA	5/16"

Aprox. 40 Cms. de agua

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	7:33	7:31	7:30	7:34	7:32	7:32
	SEGUNDOS	453	451	450	454	452	452
2	MINUTOS	4:22	4:08	4:00	4:01	4:08	4:08
	SEGUNDOS	262	248	240	241	248	248
3	MINUTOS	2:51	2:48	2:49	2:41	2:53	2:48
	SEGUNDOS	171	168	169	161	173	168

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0022	0.133	7.96	191.15
2 Agujeros	0.0040	0.242	14.52	348.39
3 Agujeros	0.0060	0.357	21.43	514.29

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO No. 1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

15

Ø NIPLE	1 1/2"
ALTO NIPLE	CERO
Ø AGUJERO	7/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	8:36	9:48	9:37	9:07	9:07	9:15
	SEGUNDOS	516	588	577	547	547	555
2	MINUTOS	5:25	5:17	4:59	4:42	5:12	5:07
	SEGUNDOS	325	317	299	282	312	307
3	MINUTOS	3:35	3:46	3:30	3:11	3:38	3:32
	SEGUNDOS	215	226	210	191	218	212

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0018	0.108	6.49	155.68
2 Agujeros	0.0033	0.195	11.73	281.43
3 Agujeros	0.0047	0.283	16.98	407.55

Ø NIPLE	1 1/2"
ALTO NIPLE	1 Cm.
Ø AGUJERO	7/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	7:19	7:05	7:08	7:15	7:08	7:11
	SEGUNDOS	439	425	428	435	428	431
2	MINUTOS	3:15	3:09	3:19	3:08	3:19	3:14
	SEGUNDOS	195	189	199	188	199	194
3	MINUTOS	2:03	2:02	2:02	1:59	2:09	2:03
	SEGUNDOS	123	122	122	119	129	123

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0023	0.139	8.35	200.46
2 Agujeros	0.0052	0.309	18.56	445.36
3 Agujeros	0.0081	0.488	29.27	702.44

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T = ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES
DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

16

Ø NIPLE	1 1/2"
ALTO NIPLE	2 cms.
Ø AGUJERO	7/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	5:04	4:56	5:02	4:53	5:12	5:01
	SEGUNDOS	304	296	302	293	312	301
2	MINUTOS	2:32	2:31	2:31	2:30	2:27	2:30
	SEGUNDOS	152	151	151	150	147	150
3	MINUTOS	1:45	1:43	1:41	1:40	1:40	1:42
	SEGUNDOS	105	103	101	100	100	102

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0033	0.199	11.96	287.04
2 Agujeros	0.0067	0.400	24.00	576.00
3 Agujeros	0.0098	0.588	35.29	847.06

Ø NIPLE	1 1/2"
ALTO NIPLE	5 cms.
Ø AGUJERO	7/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	
1	MINUTOS	3:27	3:25	3:22	3:21	3:24	3:24
	SEGUNDOS	207	205	202	201	204	204
2	MINUTOS	1:48	1:45	1:42	1:43	1:42	1:44
	SEGUNDOS	108	105	102	103	102	104
3	MINUTOS	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10
	SEGUNDOS	70	70	70	70	70	70

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0049	0.294	17.65	423.53
2 Agujeros	0.0096	0.577	34.62	830.71
3 Agujeros	0.0143	0.857	51.43	1234.29

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO No.1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

17

Ø NIPLE	1 1/2"
ALTO NIPLE	CERO
Ø AGUJERO	1/8"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	PROMEDIO
1	MINUTOS	6:38	6:35	6:31	6:29	6:48	6:36
	SEGUNDOS	398	395	391	389	408	396
2	MINUTOS	3:04	3:12	3:12	3:13	3:08	3:10
	SEGUNDOS	184	192	192	193	188	190
3	MINUTOS	2:05	2:07	2:04	1:59	2:05	2:04
	SEGUNDOS	125	127	124	119	125	124

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0025	0.152	9.09	218.18
2 Agujeros	0.0053	0.316	18.95	454.74
3 Agujeros	0.0081	0.484	29.03	696.77

Ø NIPLE	1 1/2"
ALTO NIPLE	1 Cm.
Ø AGUJERO	1/8"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	PROMEDIO
1	MINUTOS	4:30	4:38	4:37	4:27	4:40	4:34
	SEGUNDOS	270	278	277	267	280	274
2	MINUTOS	2:14	2:13	2:14	2:16	2:13	2:14
	SEGUNDOS	134	133	134	136	133	134
3	MINUTOS	1:41	1:39	1:42	1:41	1:41	1:41
	SEGUNDOS	101	99	102	101	101	101

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0036	0.219	13.14	315.33
2 Agujeros	0.0075	0.448	26.87	644.78
3 Agujeros	0.0099	0.594	35.64	855.45

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO No.1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

18

Ø NIPLE	1 1/2"
ALTO NIPLE	2 cms.
Ø AGUJERO	1/8"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	PROMEDIO
1	MINUTOS	3:49	3:52	3:58	3:58	3:49	3:53
	SEGUNDOS	229	232	238	238	229	233
2	MINUTOS	2:07	2:04	2:03	2:03	2:04	2:04
	SEGUNDOS	127	124	123	123	124	124
3	MINUTOS	1:24	1:27	1:33	1:25	1:26	1:25
	SEGUNDOS	84	87	83	85	86	85

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0045	0.258	15.45	370.82
2 Agujeros	0.0081	0.484	29.03	696.77
3 Agujeros	0.0118	0.706	42.35	1016.47

Ø NIPLE	1 1/2"
ALTO NIPLE	5 Cms.
Ø AGUJERO	1/8"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					
No. AGUJEROS	TIEMPO	1	2	3	4	5	PROMEDIO
1	MINUTOS	2:56	3:00	2:56	3:00	3:00	2.58
	SEGUNDOS	176	180	176	180	180	178
2	MINUTOS	1:24	1:23	1:23	1:23	1:21	1:23
	SEGUNDOS	84	83	83	83	81	83
3	MINUTOS	1:07	1:06	1:07	1:07	1:07	1:07
	SEGUNDOS	67	66	67	67	67	67

CUADRO RESUMEN DE AFORO

No. AGUJEROS	L / S	L / min	L / H	L / DIA
1 Agujero	0.0056	0.337	20.22	485.39
2 Agujeros	0.0120	0.723	43.37	1040.96
3 Agujeros	0.0149	0.896	53.73	1289.55

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO No. I

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

19

Ø NIPLE	1"
ALTO NIPLE	
Ø AGUJERO	5/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
ALTURA	TIEMPO	1	2	3	4	5	
0	MINUTOS	11:54	13:07	12:78	13:50	14:01	13:06
	SEGUNDOS	744	787	728	830	841	780
1	MINUTOS	9:15	10:13	10:03	10:40	10:44	10:15
	SEGUNDOS	555	613	623	640	644	615
2	MINUTOS	7:40	8:09	8:19	8:24	8:31	8:13
	SEGUNDOS	460	489	499	504	511	493

CUADRO RESUMEN DE AFORO

ALTURA NIPLE	L / S	L / min	L / H	L / DIA
0 CMS.	0.0013	0.017	4.62	110.77
1 CMS.	0.0016	0.098	5.85	140.49
2 CMS.	0.0020	0.122	7.30	175.25

Ø NIPLE	1"
ALTO NIPLE	--
Ø AGUJERO	5/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
ALTURA	TIEMPO	1	2	3	4	5	
3	MINUTOS	6:38	7:14	7:33	7:38	7:36	7:16
	SEGUNDOS	398	434	443	448	456	436
4	MINUTOS	5:38	6:31	6:40	6:47	6:54	6:30
	SEGUNDOS	338	391	400	407	414	390
5	MINUTOS	5:10	6:03	6:10	6:18	6:23	6:01
	SEGUNDOS	310	363	372	378	383	361

CUADRO RESUMEN DE AFORO

ALTURA NIPLE	L / S	L / min	L / H	L / DIA
3 CMS.	0.0023	0.138	8.26	198.17
4 CMS.	0.0026	0.154	9.23	221.54
5 CMS.	0.0028	0.166	9.97	239.34

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS.

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO N.º I

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

20

Ø NIPLE	1"
ALTO NIPLE	---
Ø AGUJERO	7/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
ALTURA	TIEMPO	1	2	3	4	5	
0	MINUTOS	8:20	8:04	8:15	8:08	8:17	8:13
	SEGUNDOS	500	484	495	488	497	493
1	MINUTOS	7:03	6:50	6:50	6:46	6:49	6:53
	SEGUNDOS	423	410	410	406	409	418
2	MINUTOS	5:19	5:41	5:31	5:46	5:35	5:40
	SEGUNDOS	349	341	331	346	335	340

CUADRO RESUMEN DE AFORO

ALTURA NIPLE	L / S	L / min	L / H	L / DIA
0 CMS.	0.002	0.122	7.3	175.25
1 CM.	0.0024	0.146	8.74	209.71
2 CMS.	0.0039	0.176	10.59	254.12

Ø NIPLE	1"
ALTO NIPLE	
Ø AGUJERO	7/64"
Ø MANGUERA	5/16"

		No. PRUEBAS					PROMEDIO
ALTURA	TIEMPO	1	2	3	4	5	
3	MINUTOS	4:55	4:58	4:59	4:59	4:57	4:58
	SEGUNDOS	295	298	299	299	297	298
4	MINUTOS	4.40	4:36	4:38	4:34	4:35	4:37
	SEGUNDOS	280	276	278	274	275	277
5	MINUTOS	4:11	4:05	4:05	4:02	4:02	4.05
	SEGUNDOS	351	245	245	242	242	245

CUADRO RESUMEN DE AFORO

ALTURA NIPLE	L / S	L / min	L / H	L / DIA
3 CMS.	0.0034	0.201	12.08	289.93
4 CMS.	0.0036	0.217	13.00	311.91
5 CMS.	0.0041	0.345	14.69	352.65

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS

ESTUDIO ESPECIAL

ANEXO No.1

ING. WALTER OMAR CHUY VIDES

PRUEBA DE AFORO DE LOS DOSIFICADORES DE HIPOCLORITO

HIPOCLORADOR TIPO "W"

21

Ø NIPLE	1"
ALTO NIPLE	
Ø AGUJERO	1/8"
Ø MANGUERA	5/16"

ALTURA	TIEMPO	No. PRUEBAS					PROMEDIO
		1	2	3	4	5	
0	MINUTOS	5:22	5:12	3:16	5:14	5:21	5:17
	SEGUNDOS	322	312	316	314	321	317
1	MINUTOS	4:14	4:17	4:08	4:09	4:08	4:11
	SEGUNDOS	354	257	248	349	248	351
2	MINUTOS	3:30	3:34	3:35	3:43	3:31	3:34
	SEGUNDOS	210	214	215	322	211	314

CUADRO RESUMEN DE AFORO

ALTURA NIPLE	L / S	L / min	L / H	L / DIA
0 CMS	0.0032	0.189	11.63	272.56
1 CMS	0.0040	0.237	14.34	344.22
2 CMS	0.0047	0.380	16.82	403.74

Ø NIPLE	1"
ALTO NIPLE	
Ø AGUJERO	1/8"
Ø MANGUERA	5/16"

ALTURA	TIEMPO	No. PRUEBAS					PROMEDIO
		1	2	3	4	5	
3	MINUTOS	2:56	2:56	3:13	2:58	2:56	3:00
	SEGUNDOS	176	176	192	178	176	180
4	MINUTOS	2:40	2:40	3:48	3:44	3:44	2:43
	SEGUNDOS	160	160	168	164	164	163
5	MINUTOS	2:38	2:34	2:38	2:28	2:28	2:29
	SEGUNDOS	148	154	148	148	148	149

CUADRO RESUMEN DE AFORO

ALTURA NIPLE	L / S	L / min	L / H	L / DIA
3 CMS	0.0056	0.353	20	480
4 CMS	0.0061	0.368	22.09	530
5 CMS	0.0067	0.403	24.16	580

NOTA: LAS PRUEBAS DE AFORO SE HICIERON PARA UN VOLUMEN DE UN LITRO. Y FUERON REALIZADAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (1500 msnm). T: ± 21° CELSIUS