

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA



**OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA RED  
DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE  
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

VICTOR MANUEL PAZ REYES

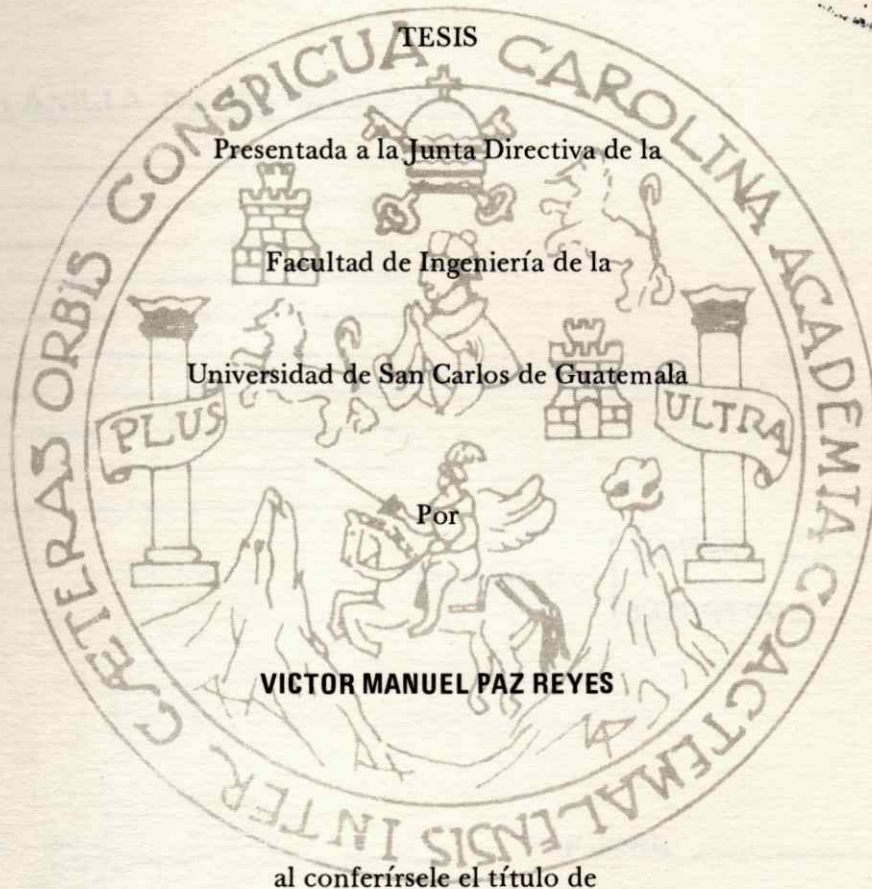
Guatemala, Agosto de 1976

087(401)C

MFN: 945

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA RED  
DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE  
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA



Presentada a la Junta Directiva de la  
Facultad de Ingeniería de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

**VICTOR MANUEL PAZ REYES**

al conferírsele el título de

**INGENIERO CIVIL**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Guatemala, Agosto de 1976

7(401)C

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano	Ing. Raul Molina M.
Vocal Primero	Ing. Julio Campos B.
Vocal Segundo	Ing. Roberto Barrios
Vocal Tercero	Ing. Leonel Aguilar
Vocal Cuarto	Br. Jorge Guzman
Vocal Quinto	Br. Felipe Berganza
Secretario	Ing. Carlos Cabrera

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano	Ing. Amando Vides Tobar
Examinador	Ing. Enrique Yurrita Anzueto
Examinador	Ing. Francisco Ubieto Bedoya
Examinador	Ing. Hector Ochoa Urraca
Secretario	Ing. Jorge Lazo Muñoz

**TESIS DE REFERENCIA**  
**NO**  
SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA  
BIBLIOTECA CENTRAL-USAC.

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con lo establecido por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de tesis, intitulado:

**OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA RED  
DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE  
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Tema que me fue asignado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería.

**DEDICO ESTE ACTO**

A toda mi familia y en especial:

A mis Padres:

Domingo Paz  
María F. Reyes de Paz

A mi esposa e hijos:

Elba  
Ana Luisa y Víctor Manuel

A mis compañeros de trabajo y  
amigos, en especial a:

Ing. Carlos Monterroso T.  
Ing. Ignacio Saravia V.  
Sr. Mauricio Rosemberg  
Sr. Francisco Polanco  
Sr. Luis Abularach

A la Facultad de Ingeniería

A la Empresa Municipal de Agua, sus autoridades y empleados en general.

## INDICE

	<b>Página</b>
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>CAPITULO I DESCRIPCION DE LA RED.</b>	3
I.1 Historia del abastecimiento de agua potable de la Ciudad de Guatemala	4
I.2 Sistemas actuales de abastecimiento de agua de la Ciudad de Guatemala.	6
<b>CAPITULO II SECTORES DEFICITARIOS Y CAUSAS DE LOS MISMOS.</b>	9
<b>CAPITULO III OPERACION DE LA RED DE DISTRIBUCION.</b>	15
III.1 Organización del Departamento de Sistemas de Distribución.	15
III.2 Atribuciones de las diferentes unidades del Departamento.	15
III.2.1 Jefatura y Sub-jefatura del Departamento de Sistemas de Distribución.	15
III.2.2 Sección de Redes Secundarias.	18
III.2.3 Sección de Redes Principales.	20
III.3 Reorganización del Departamento de Sistemas de Distribución.	23
III.4 Bodega y Suministros.	25
<b>CAPITULO IV MANTENIMIENTO</b>	29
IV.1 Tubería	30
IV.1.1 Tubería de hierro fundido (H.F.)	31
IV.1.2 Tubería de Asbesto-Cemento (A.C.)	32
IV.1.3 Tubería de acero.	32
IV.1.4 Tubería de Plástico (PVC).	32
IV.1.5 Limpieza de las tuberías	33
Depósitos de sedimentos	34
Tuberculación e incrustaciones	34
Desarrollo de Limos	34
Corrosión.	34
IV.2 Válvulas.	35
IV.2.1 Problemas en operación de válvulas	35
IV.2.2 Programa de mantenimiento.	36
IV.2.3 Programa de control.	38

	<b>Página</b>
IV.3 Hidrantes.	39
IV.3.1 Problemas en operación de hidrantes	39
IV.3.2 Programa de control.	39
IV.3.3 Programa de mantenimiento.	39
IV.4 Fugas.	41
IV.4.1 Factores que afectan la cantidad de agua no registrada.	41
IV.4.2 Métodos de localización de fugas.	42
IV.5 Puntos para control de presión.	49
<b>CAPITULO V NUEVAS CONEXIONES.</b>	<b>53</b>
V.1 Requisitos y procedimientos para nuevas conexiones.	53
V.2 Características de Materiales usados en las nuevas conexiones.	56
V.3 Pérdidas de carga en las líneas de servicios y métodos de acoplamiento a las tuberías principales según diámetro de estas.	57
V.4 Registro del las nuevas líneas de servicio.	59
<b>CAPITULO VI RESPONSABILIDAD EN LA OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCION</b>	<b>61</b>
VI.1 Relaciones Públicas.	61
<b>CAPITULO VII CONCLUSIONES.</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO GRAFICOS</b>	<b>67</b>

## INTRODUCCION

El presente trabajo, se presenta como una pequeña contribución, para el mejor desarrollo de las operaciones que deben efectuarse, en el mantenimiento de la red de distribución de la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala (EMPAGUA). Probablemente adolezca de ciertas fallas, las que podrán ser enmendadas, con la experiencia que el trabajo diario vaya dejando al personal que haga uso de la presente publicación.

El objetivo que persigue el trabajo que se realizó, es el de dar un lineamiento o un patrón de trabajo, pero como anteriormente dijera, sujeto a sufrir las correcciones necesarias que lo hagan más funcional, de acuerdo a los medios con que en realidad se cuentan ya en la práctica.

No está demás indicar, que algunos de los puntos que se mencionan en el presente trabajo no son nuevos, por ejemplo: la lectura diaria de los puntos de control de presión de la red de distribución, el registro de las válvulas del sistema etc. que han sido llevadas a la práctica por otras administraciones, pero se han tomado estas experiencias anteriores, para proponer algunos cambios que son necesarios efectuar, por la importancia que estos trabajos revisten para el buen funcionamiento de la red de agua potable de la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala, y un mantenimiento eficaz de la misma.



## CAPITULO I

### DESCRIPCION DE LA RED

Después de la recolección y tratamiento de un abastecimiento de agua, por el sistema de distribución debe ser entregada a los propios consumidores. Es obvia, la importancia del sistema de distribución, si se tiene en cuenta que más de la mitad de la inversión total en medios para el abastecimiento de agua, corresponde a la distribución del agua potabilizada.

Para ser adecuado, un sistema de distribución debe poder proporcionar un amplio suministro de agua, esteticamente de calidad satisfactoria y sanitaria, cuando y donde se requiera dentro de la zona de servicio. El servicio debe mantener presiones adecuadas para los usos residenciales, comerciales e industriales normales, al igual que ha de proporcionar el abastecimiento necesario para la protección contra incendios.

Por lo general, es necesario el agua a una altura suficiente, para que se disponga de las presiones necesarias para su distribución, por medio de las tuberías de conducción, a las líneas principales de servicio y de estas a los medidores de los consumidores. Las tuberías deben estar enlazadas entre sí para que ninguna zona importante tenga que depender de una sola línea de conducción. Es necesario, en muchos sistemas, el almacenamiento del agua tratada para su distribución, para poder manipular el agua disponible de acuerdo a las necesidades del servicio. A menudo, se requieren bombeos auxiliares para poder servir a las zonas más elevadas, o a los consumidores más remotos. El sistema de distribución incluye bombas, cuyo mantenimiento e instalación en EMPAGUA, corre a cargo del Departamento de Sistemas de Bombeo, tuberías, válvulas de regulación, hidrantes, almacenamiento para distribución (tanques de tratamiento y de distribución, cuyo buen manejo está a cargo del Departamento de Sistemas de Gravedad), conexiones domiciliarias, líneas principales y medidores.

Si se trata de proporcionar un buen servicio, cualquier sistema público de agua debe contar con medios adecuados de distribución. Sin embargo, no son suficientes tales medios en forma aislada, el personal responsable de la distribución, debe estar familiarizado con los medios y métodos apropiados para su diseño, construcción, operación y mantenimiento.

En el logro de la eficiencia del mantenimiento de la red de distribución, quedan involucrados muchos requisitos de personal, equipo y organización, pero ciertamente es una exigencia previa que los Jefes estén familiarizados con la estructura y forma de trabajo a desempeñar. Solamente ésta familiaridad, les puede permitir aprovechar todas las oportunidades que se les presenten, para adoptar medidas razonables y lógicas, en la resolución de los problemas que diariamente se presentan.

Es posible que por diversas circunstancias, el logro de la máxima eficiencia en el mantenimiento de la red progrese lentamente, pero hay suficientes ejemplos que demuestran que con buena voluntad, se puede alcanzar un progreso apreciable; siendo una de las obligaciones primordiales del Departamento de Sistemas de Distribución de EMPAGUA,

encontrar la forma de lograrlo, bajo las condiciones de diferente índole en los que hay que desenvolverse.

## 1.1 HISTORIA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

Al sobrevenir los terremotos de Santa Marta el 29 de Julio de 1973, el Capitán General Don Martín de Mayorga, ordena al maestro de Obras Públicas Don Bernardo Ramírez, que investigue el caudal y calidad de las aguas del Valle de la Virgen para trasladarla del Valle de Panchoy, el informe es afirmativo, ya que llena las condiciones especificadas en el punto 12 de las circunstancias y requisitos que previenen las Leyes, y conviene tengan los sitios en los que se han de asentar poblaciones y que dice, "Que haya mucha y buena agua para beber y regar" y se ordena su traslado.

Inicia el Maestro Ramírez en 1776, los trabajos de construcción de las presas y acueductos, después de un cuidadoso estudio de localización. En la 19 calle se construye una caja llamada de trompetas, y se inaugura el servicio en 1796 con el agua que viene de los 4 riachuelos de: Pansalique, Pancohá, Concepción y Belén. En seguida el Maestro Ramírez, lleva a cabo la captación del agua del río Pinula, construye la presa y el acueducto sostenido por arcos de mampostería que aún puede admirarse, y que sirve de límite a las zonas 14 y 13 de las zonas 10 y 9 respectivamente.

En la caja llamada de las trompetas, se reúnen los 2 acueductos, formando el sistema llamado de Mixco y Pinula, que fué el primero en abastecer a la ciudad de Guatemala. Para su distribución se usó cañería de barro, llevándose el agua a los Cantones de La Parroquia, Jocotenango, La Recolectión, Ciudad Vieja etc.

La mayor parte de el agua de este sistema no llega a la ciudad por el mal estado de los acueductos, a pesar de las continuas reparaciones que se hacen, por lo que en 1887 el Ingeniero José María Saravía hace la primera sugerencia que sean sustituidos por tubería de hierro, lamentablemente no es atendida esta proposición. Ante las justas demandas de los vecinos, la Municipalidad en 1889 acuerda la introducción del agua de "Las Limas" y "El Milagro".

En 1894, solamente las personas de clase más acomodada se surtían de agua más pura que la de las fuentes municipales, por medio del agua de "El Sauce" "El Administrador y El Ojo de Agua" localizado en los barrancos de la finca "Baños de Matamoros" (final de la 10 Calle Zona 1).

En el año de 1893, el Gobierno Progresista del General Reyna Barrios, con amplia visión compra la finca "Aceituno", y en 1897 queda terminada la introducción del agua del río Acatán, que se encuentra en dicha finca, en este mismo año, los usuarios empezaron a cambiar la tubería de greda (arcilla arenosa) por tubería de hierro.

En abril de 1905, se firma el contrato para la introducción a esta capital del agua del río "Las Minas". En agosto de 1915, se celebra el contrato para la introducción del agua de las vertientes "El Raicero", que darían abasto a los cantones: "Eden" y "La Recolectión", el 21 de noviembre de 1916 entra el agua del "Raicero" a la Ciudad. Un dato muy importante de señalar es que en 1918, se empieza a aplicar cloro a las aguas que surten a la capital.

En su período el presidente Orellana, acuerda el 9 de Enero de 1926, declarar de utilidad y necesidad pública, la introducción del arroyo Mariscal, a petición de los vecinos del Tívoli, La Paz y La Libertad y el 30 de marzo del mismo año acuerda: Declarar de utilidad y necesidad pública, la introducción de las aguas del río Teocinte y expropiar las áreas necesarias.

El 23 de agosto de 1928, el señor Carlos Dorión en concepto de Gerente de la "Compañía del Agua del Mariscal S.A." domiciliada en esta ciudad solicita, se aprueben sus estatutos y se les reconozca su personería Jurídica, y el 1o. de agosto de ese mismo año quedó constituida en sociedad anónima, inaugurándose el servicio del agua de Mariscal en 1930.

El 25 de julio de 1931, se declara oficialmente que una paja de agua rinde 2 metros cúbicos o sean 2,000 litros en 24 horas.

La primera planta Municipal de purificación de aguas es inaugurada el 15 de septiembre de 1933, por el Ingeniero Luis Schlesinger Carrera, y estaba situada en la 19 calle poniente entre 3a. y 2a. avenidas y se diseñó para tratar solo el agua de Mixco y Pinula, en 1934 se aumentó su capacidad para tratar de el agua de "Las Minas".

El 10 de marzo de 1934, se inició la obra de unificación de aguas que surten a la ciudad, construyendo un depósito general en el predio situado entre la 37 y 38 calle y 8a. y 9a. avenidas Guarda Viejo Zona 8. Comenzó a trabajar en 1938, siendo abastecido directamente por las aguas provenientes de Mixco y Pinula. En el año de 1936, se cambiaron las alcantarillas por el sistema de flauta. Actualmente las alcantarillas son consideradas monumentos nacionales.

El 10 de mayo de 1938 después de ardua labor, entregan las autoridades municipales el agua del Teocinte purificada en la planta de Santa Luisa, situada en Acatán.

En mayo de 1938, el Crédito Hipotecario Nacional de Guatemala, presta dinero a la Municipalidad para la compra de 2,000 contadores para instalarlos en sus servicios, ya que anteriormente el procedimiento era el siguiente: llegaba el personal de la municipalidad a instalar el agua colocando una válvula de parar emplomada, procedían a hacer un agujero en esta emplomadura, debiendo llenar un recipiente de 1 litro de capacidad en 43 segundos, que era lo que correspondía a un servicio de una paja de agua, según fuera necesario se abría más el agujero o se cerraba hasta alcanzar el volúmen de 1 litro en el tiempo requerido.

El 9 de julio de 1941, se unifica el régimen legal del servicio de agua que surte la capital y se ordena abrir el registro de aguas municipales.

En 1942, se inaugura el servicio de la planta llamada del "Cambray" que purifica el agua de las Minas y Pinula, sustituyendo a la planta de la 19 calle. En 1943, se sustituye el antiguo acueducto de Mixco con más de 150 años de servicio, por tubería de 12" en una longitud de 7,710 metros desde "La Brigada" hasta el tanque construido en la colina del Guarda Viejo. En este mismo año se incorpora parte de la cañería del Raicero al servicio general. En 1945, se pone al servicio público la planta de la Brigada que trata el agua de Mixco.

## 1.2 SISTEMAS ACTUALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA.

Se tomó como límite urbano, el que considera la municipalidad en su estudio sobre el Plan Regulador, (3) en este perímetro son 4 los sistemas que abastecen de agua a la Ciudad de Guatemala, siendo estos en orden de importancia los siguientes:

- Municipal (EMPAGUA)
- Mariscal
- BANVI (Banco Nacional de la Vivienda) Pozos
- Empresas particulares.

### SISTEMA MUNICIPAL EMPAGUA:

Actualmente la red de distribución de agua potable de EMPAGUA se abastece por los siguientes sistemas:

- a) **Sistema Santa Luisa:**  
Comprende: Teocinte, Río Acatán, Vertientes de Acatán, Canalitos (bombeo) y Santa Rosita (bombeo).
- b) **Sistema Cambray:**  
Comprende: Río Pinula, las Minas, Agua Bonita e Hincapié (bombeo).
- c) **Sistema La Brigada:**  
Comprende: Presa La Brigada (Río La Brigada), San Miguel, vertientes de San Miguel, Pancochá, vertientes de Pancochá, Las Limas, El Milagro, El Sifón y seis pozos (uno sin equipo).
- d) **Sistema Atlántico:**  
Lleva el agua de los ríos: Bijagüe, Ocotes y Teocinte.
- e) **Sistema Ojo de Agua:**  
Constituido por 4 pozos localizados en el lugar conocido como El Diamante, uno el Diamante Anexo y otro el Diamante VI, es decir que en total son seis pozos, y el Manantial.
- f) **Sistema Molino Belén:**  
Todo es mediante pozos, son 5 pozos en el Molino (2 sin equipo) y 3 pozos en Belén.
- g) **Sistema Bethania:**  
Unicamente surte a esta colonia.
- h) **Sistema de Pozos:**  
Se encuentran localizados en diferentes puntos de la ciudad, e inyectan el caudal directamente a la red de distribución, como tratamiento reciben unicamente cloración.

Son en total 9 localizándose en:

Ciudad Vieja	7a. Avenida y 3a. Calle "B" Zona 10
Diagonal 6	Diagonal 6 entre 10a. y 11 Calles Zona 10
Florida	12 Avenida y 6a. Calle Zona 19
Filtros Brigada I y II	Carretera San Juan Km. 12.
Parque Colón	9a. Calle entre 11 y 12 Avenida Zona 1
1a. y 1a.	1a. Avenida y 1a. Calle Zona 2
1a. y 3a.	1a. Calle y 3a. Avenida "A" Zona 2
Santo Domingo	Atrio de la Iglesia, 12 Av. entre 10a. y 11 Calles Zona 1.
Rosario	Colonia El Rosario en las Tapias

#### MARISCAL:

Propiedad de la Compañía del mismo nombre, consistente en galerías filtrantes y pozos.

#### BANCO NACIONAL DE LA VIVIENDA (BANVI):

Tiene su sistema de pozos en algunas colonias por ellos construidas (Primero de Julio, Jardines de San Juan, Justo Rufino Barrios Belén).

#### EMPRESAS PARTICULARES:

Las Empresas Particulares, se encuentran en determinadas colonias, que abastecen a su población por medio de agua subterránea (pozos).

Las colonias que gozan de este servicio son: Lomas del Portugal, Molino de las Flores, Urbanización González, Monte Verde, Monserrat I, Monserrat II y el Milagro, todas estas colonias se encuentran en lo que actualmente es considerado jurisdicción de Mixco.

Los porcentajes de cada uno de los sistemas del total de tubería instalada son los siguientes:

Municipal	o/o	77.98 (1)
Mariscal	o/o	16.19
BANVI	o/o	3.53
Particulares	o/o	2.30

Como podrá verse el porcentaje de red municipal, es elevado en comparación con los otros sistemas, por lo tanto indicativo de la importancia del mismo, así como también que los gastos de mantenimiento y demás problemas consecuentes son numerosos, lo que hace necesario pensar en una buena organización en los programas de mantenimiento para lograr la máxima eficiencia, y la máxima economía en el logro de las operaciones diarias que deben realizarse.

(1) Activo fijo (permanente) de Empagua (Valores a Diciembre de 1972) Tomo III.

## CAPITULO II

### SECTORES DEFICITARIOS Y CAUSAS DE LOS MISMOS

En el presente capítulo, serán contemplados unicamente los sectores que presentan problemas de servicio, tanto en verano como en invierno, es decir, sectores que a pesar de que las condiciones se presenten favorables en el servicio, por contar con el caudal necesario en las plantas de tratamiento, como es el caso que tenemos en tiempo de invierno, a pesar de eso adolecen de grandes deficiencias, las que pueden consistir en ausencia total de agua durante la mayor parte del día y aún de la noche bien presión muy baja que no permite que el agua llegue con regularidad a los diferentes servicios.

Actualmente en la División de Proyectos de la Empresa Municipal de Agua, específicamente en el Departamento de Cálculo y Diseño de Redes de Agua, se encuentran estudiando y proyectando la solución a este problema, de acuerdo a los factores que provocan las deficiencias del servicio.

Las áreas que por su comportamiento han sido consideradas deficitarias, se encuentran localizadas en el gráfico número 1 que se adjunta en la sección correspondiente.

A continuación se hace una breve descripción del tipo de problema existente en cada uno de ellos, denominándose a cada uno por un nombre que se relaciona a una calle o nombre conocido para su identificación:

#### **Sector No. 1. 13 Calle Final Zona 1.**

El sector en los últimos años ha tenido mucho crecimiento, existiendo una pequeña colonia al final de la 13 Calle y 20 Avenida, lo que ha provocado que por falta de conducción, el sector adolezca en ciertas horas de falta de agua, así como también presión baja (menos de 2 lbs./..2). Podría ser una solución a este problema cerrar un circuito con una tubería que se instalará saliendo de la 15 Calle y 17 Avenida en los linderos de la propiedad de la Tabacalera Nacional, a la tubería de 2" instalada sobre la 20 avenida del lado de la 13 calle y que muere en punta.

#### **Sector No. 2. Ciudad Nueva Zona 2.**

Este sector ya fué favorecido al construirse un ramal sobre la Calle Martí, que forma parte del proyecto de remodelación de la red de agua potable elaborado por la Compañía Francesa SEURECA, se ha mejorado notablemente el servicio a años anteriores, pero lamentablemente de esa mejoría no han gozado los usuarios pertenecientes a ese sector, ya que se hace necesario remodelar la red cerrando circuitos en las calles, ya que en algunas en las que existían servicios de flauta, (se hará una descripción de este sistema al finalizar de nombrar los sectores deficitarios) al cambiarse a grifo se han construido ramales que mueren en punta, no cerrando ningún circuito y como anteriormente mencionaba, un buen porcentaje de servicios

son de flauta y como son tan antiguos y de tubería de hierro galvanizado de 1/2", ya presentan mucho problema al encontrarse tuberculizados los mismos.

#### **Sector No. 3. Instituto Adrian Zapata Zona 2.**

En este sector, al igual que el anterior se necesita remodelar la red o bien por ser un poco pequeño cerrar todos los circuitos ya que existen varias tuberías que terminan en punta, existiendo también aquí servicios de flauta que es preciso eliminar.

#### **Sector No. 4 Avenida Elena Poniente Zona 3.**

Es necesario remodelar la red de distribución ya que existen tuberías de 1 1/4" y los circuitos no se encuentran cerrados, existiendo ramales que terminan en punta, la conducción se verá favorecida, ya que actualmente sobre la Avenida Elena hasta la 5a. Calle, cuadrillas de EMPAGUA se encuentran instalando tubería de 250 y 200 milímetros, el proyecto de remodelación de este sector ya se encuentra elaborado.

#### **Sector No. 5. El Gallito Zona 3.**

Debe remodelarse la red de distribución, ya que existe, mucha tubería de hierro galvanizado de 1 1/2" y 1 1/4", además se encuentran muchas tuberías que no cierran circuito, encontrándose muchos extremos que terminan en puntas; así como servicios de flauta, también este sector se verá favorecido en conducción con la tubería de 250 y 200 milímetros que se está instalando sobre la Avenida Elena, cabe hacer mención que el proyecto de remodelación de este sector, ya se encuentra elaborado.

#### **Sector No. 6. Zona 4.**

En este sector debe efectuarse un estudio completo, ya que los servicios que tenemos son de flauta no habiendo mayor cantidad de tubería instalada, esto ha provocado que cuando falla uno de estos se instalen ramales para poder ingerir el nuevo servicio, lo que se hace de acuerdo a lo indicado por el Departamento de Diseño y Cálculo de Redes de Agua, en base a los estudios que ellos llevan a cabo para remodelar el sector.

#### **Sector No. 7. De la 19 Avenida a la 26 Avenida y de la 26 Calle al Norte Zona 5.**

Debe remodelarse la red de distribución ya que existen aún tuberías de 1 1/2" de hierro galvanizado, existen además muchas tuberías que deben unirse para cerrar circuito, y muchos de los servicios domiciliarios son de flauta, ya se encuentra colocada sobre la 26 avenida de la 26 calle a las 22 calle una tubería de 200 milímetros que vendrá a favorecer grandemente la conducción a ese sector.

#### **Sector No. 8 (contiguo a Colonia Vivibien) Zona 5.**

Problemas similares al sector anterior, tuberías que no se encuentran cerrando circuitos, muchos servicios de flautas y falta de conducción lo que actualmente se está resolviendo al

encontrarse cuadrillas de EMPAGUA instalando tubería de 200 milímetros sobre la 30 calle desde la 23 avenida a la 33 avenida "A" y sobre esta hasta la 26 calle haciéndose 2 interconexiones al tubo de 24" que viene de Acatán. Deberán interconectarse todas las tuberías existentes, lo mismo chequear que sobre la 26 calle estén conectadas todas las tuberías existentes al tubo de 24". Es muy notoria la deficiencia de este sector por las causas mencionadas anteriormente, en donde la presión es de 2 ó 4 lsb/..2, ya que separado solo por la 26 calle de la colonia Vivibién en esta la presión promedio es de 60 lsb/.,2.

#### **Sector No. 9. Barrio San Antonio Zona 6.**

Problema fundamental es la conducción, en base al programa de remodelación de la red ya fué instalada una tubería de 250 y 200 milímetros que atraviesa toda la colonia, deberán hacerse a este tubo las interconexiones pertinentes para resolver el problema en forma definitiva.

#### **Sector No. 10. Landivar Zona 7.**

Es necesario remodelar la red de distribución de la Colonia Landivar, el proyecto de esta remodelación ya fué elaborado por el Departamento de Diseño y cálculo de Redes de Agua de EMPAGUA, el problema se originó al no efectuarse una urbanización completa de la colonia, los ramales se fueron extendiendo sin ningún estudio técnico sino que de acuerdo a las necesidades de los vecinos.

#### **Sector No. 11. Ciudad de Plata y Villa Linda II.**

Los problemas de este sector son provocados por la posición topográfica del tanque que sirve esa área. Actualmente se encuentra alimentado por el Tanque Elevado de la planta La Brigada, en el estudio hecho por la Compañía SEURECA se contempla la consideración de esa área como red alta, servida por un tanque a construirse, lo que vendría a ser la solución a los problemas de las deficiencias de servicios actuales.

#### **Sector No. 12. Rodeo Zona 7.**

Se ha considerado como sector deficitario, ya que debido a su posición topográfica, para prestar el servicio se hace necesario bombear sobre la línea de conducción, de la planta conocida como antiguos filtros de la Brigada, al fallar el sistema de bombeo las deficiencias se presentan en el sector.

#### **Sector No. 13. Colonia Valdez Zona 8.**

Es necesario remodelar la red de distribución, existen algunas tuberías de 1 1/2" de hierro galvanizado, los ramales no se encuentran formando circuitos existiendo muchos servicios de flauta lo que viene a aumentar el problema.

Actualmente se encuentra alimentado por el tanque de Acatán, lo que ya de por sí provoca ciertas deficiencias, lo aconsejable es que este sector trabaje con el tanque No. 2 del Guarda, pero debido a las deficiencias que actualmente se tienen en el sistema del tanque del Guarda, no es posible hacerlo.



**Sector No. 14. La Industria Zona 9.**

En este sector, es necesario cerrar circuitos en la red de distribución, y anular las flautas existentes, mejorarían las condiciones hidráulicas de la red de distribución del sector pero no se lograría el objetivo completamente, mientras se tenga el tanque de Acatán sirviendo a la zona 13, al limitarse su servicio hasta la 6a. calle y 1a. avenida zona 9 se lograría el objetivo perseguido, o sea eliminar las deficiencias que actualmente padecen.

**Sector No. 15. Cantón 21 Zona 14.**

En este sector es necesario realizar los trabajos completos de remodelación de la red, aunque por el porcentaje de tubería colocada actualmente, más bien sería el objetivo construir la red de distribución en base al proyecto ya elaborado por el Departamento de Diseño y Cálculo de Redes de Agua de EMPAGUA.

Para las nuevas instalaciones domiciliarias que se han solicitado ultimamente, donde no hay tubería se ha pedido la colaboración al Departamento de Diseño y Cálculo de Redes de Agua, para que se elabore el presupuesto respectivo en base al proyecto elaborado, para que en un futuro cuando se realice el trabajo en su totalidad, ya se cuente con la tubería proyectada ya instalada.

**Sector No. 16. Zona 7 y 11. Servidas por Tanques de Belén.**

Actualmente este sector es servido de las 4:00 horas para las 10:00 a 11:00 horas, en este período de tiempo como se dijo anteriormente se da el servicio, cerrándose a esa hora para que el tanque recupere su nivel para poder prestar un servicio similar al día siguiente.

En días pasados se alivió bastante la escasez al instalarse una nueva bomba en la planta de la Brigada, que bombea contra la red de ese sector, y de la tubería que de la Brigada llega al tanque de Belén, lamentablemente el equipo mecánico está sujeto a fallas y estamos actualmente en la situación descrita al principio.

**Sector No. 17. Guajitos Zona 12.**

Es necesario construir la red de distribución, ya que antiguamente se autorizó la instalación de una tubería de 2" para surtir de agua a una pila pública y 2 chorros públicos contiguos a la misma.

Posteriormente se fueron autorizando instalaciones domiciliarias sobre este tubo así como construyendo otros ramales, viendo que esto en el futuro podría hacernos caer en errores cometidos en otras colonias, ya no se autorizaron más instalaciones domiciliarias en lugares donde no hubiera tubería y se trasladó el problema al Departamento de Cálculo y Diseño de Redes de Agua de EMPAGUA, para que elaboraran el proyecto de la red de agua potable de ese sector, y ultimamente ya se han autorizado algunos ramales, elaborando el Departamento de Cálculo y Diseño de Redes de Agua el presupuesto respectivo en base al proyecto ya elaborado, pero debido a que la alimentación sigue siendo la original de 2", ya se han presentado muchas

deficiencias por lo que se ha sugerido ya no se autoricen nuevamente mas extensiones de ramales, aunque sean los indicados en el proyecto hasta que no se cambie la tubería de alimentación, de acuerdo al proyecto de remodelación de la red propuesto por la Compañía SEURECA.

Como se verá, de la breve descripción hecha de los sectores deficitarios, la mayoría de problemas que se presentan en ellos son de la misma naturaleza, principalmente es necesaria una remodelación de la red relacionando a esto el problema de las flautas.

En el gráfico Número 2, se muestra un esquema de un sector de la ciudad en los alrededores de la Iglesia de la Recolectión, en el mismo se encuentran 2 flautas: una en la esquina Sur Poniente de la 3a. calle y 2a. avenida actual zona 1 y la otra en la esquina Norte-Poniente de la 4a. calle y 2a. avenida zona 1, la primera con 9 servicios en tubo de 1/2" Hierro Galvanizado y la segunda con 14 servicios de igual diámetro y tubería, como podrá apreciarse algunos de estos servicios recorren largas distancias (más o menos 250.00 a 300.00 metros), los planos en los cuales se encuentran localizados estos servicios son muy antiguos, por lo que en ellos se conserva aún la nomenclatura antigua de calles y direcciones de casas, lo que dificulta en la actualidad determinar el sitio exacto a que va una flauta, la tubería desde la flauta hasta el medidor es propiedad del propietario del inmueble, por lo que cualquier fuga que se suscitaba en ella era el afectado el encargado de arreglarla, corriendo por su cuenta los gastos de la reparación; actualmente la política seguida por EMPAGUA en los últimos años ha sido proceder a indicarle al interesado que debe efectuar su cambio de flauta a grifo, consistiendo la diferencia con este último; que se ingiere la tubería directamente de la red municipal que pasa enfrente del inmueble afectado (ver gráfico No.3), y cualquier fuga que se registre del barreno de la tubería municipal al contador, debe ser reparada por las cuadrillas de mantenimiento del Departamento de Sistemas de Distribución de EMPAGUA, absorbiendo la Empresa el valor de mano de obra y accesorios que sean necesarios, sin ningún desembolso para el usuario.

Los problemas más comunes que se presentan en un servicio de flauta son: que la tubería por su edad sufra fugas por picaduras, presentándose algunos casos, en que ya no es posible hacerle rosca al tubo porque ya no aguanta, o bien por la edad de la tubería esta sufre tuberculación lo que ya no permite el paso libre del agua, presentándose algunos casos en los cuales la presión es de 40 a 60 lbs./"2, pero el caudal es tan poco que no sube a los servicios que se encuentran a un nivel bajo (servicios sanitarios, etc.)

Otro problema que se presenta es cuando no se puede localizar la flauta, ya sea porque al hacer las banquetas no se han tomado los cuidados necesarios para no dejarlas bajo la fundición o bien cuando se encuentran sobre la pista tampoco se han tomado las medidas necesarias para no dejarlas cubiertas lo que hace difícil su localización.

En el gráfico Número 4, se encuentra enmarcada el área en la cual se hayan instalados servicios de flauta, como se podía ver dicha área es lo que hace muchos años correspondía al perímetro urbano de la Ciudad de Guatemala, ya en todas las nuevas colonias solamente se tienen servicios de Grifo.

Algunos sectores de las diferentes Zonas que poseen servicios de Flauta, cuando se urbanizaron se grifearon, facilitando en esta forma efectuar el cambio de sistema cuando se hace necesario, pero la mayoría de las veces es necesario efectuar el trabajo de construir el grifo en forma completa, se presentan casos también en que no hay tubería de servicio que pase enfrente del inmueble, por lo que es necesario construir previamente el ramal respectivo.

Como podrá apreciarse en el gráfico Número 5, el número de cambio de flauta a grifo ha ido creciendo en los últimos años, porque tal como se indicara anteriormente, se ha seguido la política en EMPAGUA de anular todos estos servicios, conforme vayan ofreciendo problemas, a fin de depurar la red de Distribución de Agua Potable de estos que por su antigüedad, producen pérdida de caudal por las múltiples fugas que se provocan, con las consiguientes molestias para el usuario, en el cuadro anteriormente mencionado podemos ver que del año 1971 a 1975, se ha ido incrementando el número de cambio de sistema efectuados.

Los problemas más comunes que se presentan en un servicio de flauta son que la tubería por su edad sufre fugas por picaduras, presentándose algunos casos en que ya no es posible hacer frente al tubo porque ya no aguantan, e incluso que la tubería esta sujeta tuberculada lo que ya no permite el paso libre del agua presentándose algunos casos en los cuales la presión es de 40 a 60 lbs. "2", pero el caudal es tan poco que no supe a los servicios que se consumen en el nivel bajo (servicios sanitarios, etc.).

Otro problema que se presenta es cuando no se puede localizar la flauta, ya sea porque al hacer las inspecciones no se han tomado los cuidados necesarios para no dejarla bajo la fundación o bien cuando se encuentran sobre la parte superior se han tomado las medidas necesarias para no dejarla cubiertas lo que hace difícil su localización.

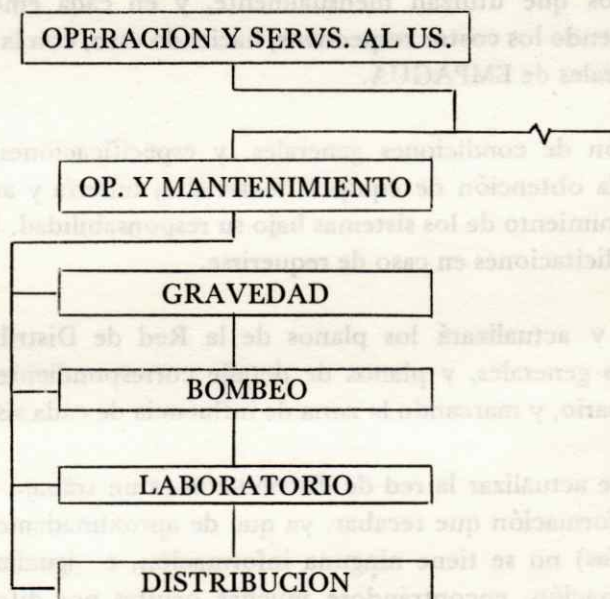
En el edificio número 4 se encuentran enmarcadas las áreas en las cuales se tienen instalados servicios de flauta, como se puede ver desde áreas en las cuales existen tuberías correspondientes al pavimento urbano de la Ciudad de Guatemala, ya en todas las nuevas construcciones solamente se tienen servicios de grifo.

## CAPITULO III

## OPERACION DE LA RED DE DISTRIBUCION

## III.1 ORGANIZACION DEL DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION

En el gráfico Número 6 se encuentra la organización actual de la Empresa Municipal de Agua. En el mismo puede verse que el Departamento de Sistemas de Distribución, encargado del control y mantenimiento de la red de agua potable de la Ciudad de Guatemala, depende de la Dirección de Operación y Servicios al Usuario, teniendo como Jefe inmediato al Jefe de la División de Operación y Mantenimiento, que junto con la División de Medición forman la dirección antes mencionada, a continuación se encuentran los Departamentos pertenecientes a la División de Operación y Mantenimiento, entre los cuales se mantiene mucha relación por el tipo de trabajo que cada uno debe desempeñar.



En el gráfico Número 7, se encuentran la actual organización del Departamento de Sistemas de Distribución, que tiene como principal objetivo cuidar ininterrumpidamente que el servicio de agua potable sea eficiente. Para ello planificará y programará la ampliación del mantenimiento de la red de distribución, conforme el desarrollo de la ciudad.

## III.2 ATRIBUCIONES DE LAS DIFERENTES UNIDADES DEL DEPARTAMENTO

## III.2.1 Jefatura y Sub-jefatura del Departamento de Sistemas de Distribución.

1. Programación, coordinación, supervisión y control de las secciones y personal del Departamento de Sistemas de Distribución.
2. Será responsable directamente ante la Jefatura de la División de Operación y Mantenimiento, de la operación y mantenimiento, de las partes constitutivas de los sistemas a su

cargo, (Operación de tanques de distribución, operación y mantenimiento de las redes de distribución, incluyendo redes matrices, secundarias, válvulas, etc.).

3. Levantar un inventario real de todas las instalaciones, equipos, vehículos, materiales y servidumbre a su cargo.
4. Será responsable del buen manejo y uso del equipo, vehículos, materiales y accesorios que tenga a su cargo.
5. Será responsable de mantener existencia necesaria de materiales, herramientas, tuberías y accesorios a utilizar en los sistemas a su cargo, recuperando los materiales que no se utilicen en el servicio, para lo cual los Almacenes Generales de EMPAGUA, deberán informar oportunamente de sus necesidades.
6. Será responsable de llevar actualizada, una información completa sobre los materiales, tubería y accesorios que utilizan mensualmente, y en cada emergencia que se suscite en particular, estableciendo los costos respectivos, haciendo esto, con la colaboración de la Jefatura de Almacenes Generales de EMPAGUA.
7. Elaboración de condiciones generales, y especificaciones técnicas de licitaciones y cotizaciones, para la obtención de equipos, materiales, tubería y accesorios necesarios para la operación, y mantenimiento de los sistemas bajo su responsabilidad. Formará parte de las Juntas Calificadoras de las licitaciones en caso de requerirse.
8. Ordenará y actualizará los planos de la Red de Distribución, y las ampliaciones realizadas en planos generales, y planos de detalle correspondientes, recabando datos para el efecto en caso necesario, y marcando la zona de influencia de cada sistema.

El trabajo de actualizar la red de distribución es un trabajo demasiado árduo, debido a que falta mucha información que recabar, ya que de aproximadamente, un 40o/o de la red de distribución (tuberías) no se tiene ninguna información, e igualmente de las válvulas, no se tiene mucha información, encontrándose muchas ocultas por diferentes motivos, lo que no permite una buena operación de la red de distribución. Uno de los motivos principales por los cuales se nos pierden las válvulas, es la falta de coordinación de labores, con otros Departamentos de la misma Municipalidad Ej. Dirección de Obras, ya que generalmente al trabajar en la pavimentación de las calles, no se toman las medidas necesarias y estas quedan bajo el sello del pavimento, haciendo difícil su localización, un ejemplo de esto se ilustra en el gráfico Número 8, que pertenece a la colonia Mariscal; de las válvulas que se encuentran marcadas, ninguna está visible, siendo necesario relocalizarlas, en total solo en ese sector son 37 válvulas; por lo tanto una de las atribuciones principales de la Sub-Jefatura del Departamento, es planificar todo el trabajo que hay que desarrollar en ese sentido.

9. Hará investigaciones y estudios concernientes al sistema: Tanque Red de Distribución, con el fin de procurar un sistema eficiente en todo momento, operando el sistema de acuerdo con la demanda, zonas de presión y otras características del mismo.

10. Deberá resolver en tiempo prudencial, los oficios y expedientes que se le envíen. Año con año el número de éstos va aumentando, así tenemos a continuación una tabla en donde se puede ver los expedientes tramitados en los últimos 5 años:

1971	—	353	expedientes
1972	—	359	expedientes
1973	—	512	expedientes
1974	—	680	expedientes
1975	—	725	expedientes.

El trabajo se ha incrementado como se podrá observar, y la mayoría de estos expedientes necesitan que se efectúe inspecciones de campo.

11. Determinará los costos mensuales de distribución, llevando al efecto cuadros estadísticos.

12. Orientará y supervisará, la construcción de conexiones entre las viviendas y la red de distribución. Programará los trabajos de interconexiones, instalaciones y reparaciones que se deben realizar, para reducir las molestias a los consumidores, organizando las distintas fases del trabajo.

13. Será responsable de la correcta operación y mantenimiento de la red de distribución, (tubería, válvulas, hidrantes, etc.) y de cualquier reparación en la misma. Instituirá un plan, para dividir la ciudad en zonas de operación, dotadas de equipos de trabajo y talleres ambulantes.

14. Operará los tanques de distribución, para mantener un servicio eficiente en todos los puntos de la red, llevando información sobre los niveles en los tanques de distribución de cada sistema.

15. Promover los avisos de prensa, de cortes en el suministro de agua a consumidores y usuarios, por motivos técnicos o sanitarios, (interconexiones en la red de distribución, lavado de tanques de sedimentación, de distribución, etc.)

16. Elaboración en forma conjunta de Programas de producción, con los departamentos de Sistemas de Gravedad y Bombeo, de acuerdo con las demandas en los distintos períodos del año.

17. Colaborará en la capacitación de personal de la División de Operación y Mantenimiento, o, según convenios entre la Municipalidad y otras instituciones, interviniendo en la elaboración de instructivos o manuales.

18. Asistirá a las reuniones periódicas, que la Jefatura de la División de Operación y Mantenimiento indique.

19. Deberá llevar una hoja de servicios con información objetiva de todo el personal a su cargo.
20. Velará por la superación técnica, económica y salud de su personal.
21. Hará las gestiones necesarias para las reparaciones, o compras para el buen funcionamiento de la red de distribución (elaboración de los pedidos).
22. Llevará un control de los materiales y servicios prestados, o recibidos de otras Divisiones o Departamentos de la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA) u otras dependencias municipales.
23. Verificar y sustituir, la existencia de interconexiones peligrosas o inadecuadas.
24. Preparación del presupuesto del Departamento.
25. Determinará los turnos rutinarios y de emergencia, que deberá cumplir el personal los sábados, domingos y días festivos, para atender: fugas, faltas de agua y demás problemas, que pueden presentarse en el funcionamiento de una red de distribución.
26. Estudio e interpretación de los manómetros, colocados en diferentes puntos de la red.

En el personal perteneciente al nivel de Sección tenemos a los siguientes:

**Secretaria:**

Se ocupa actualmente solo de los asuntos referentes a la Jefatura del Departamento.

**III.2.2 Sección de Redes Secundarias:**

Hay un Jefe en esta Sección que tiene bajo su mando 17 cuadrillas formadas por 71 personas, de este personal, 2 se encuentran designados para leer diariamente la red de manómetros, 2 que trabajan en cada uno de los vehículos que atienden las reparaciones de fugas, ya que auxilian en inspecciones que se deben realizar, para dictaminar en expedientes que lo ameritan, así como también ayudan a cargar el material, que las diferentes cuadrillas necesitan en las reparaciones que realizan. Una persona más, es la encargada de llevar día a día el trabajo que la Sección realiza, para pasar en limpio semana a semana el trabajo realizado. Es decir, que efectivamente se cuenta con 66 personas para integrar las 17 cuadrillas, que actualmente laboran en esta Sección. El déficit de personal es cubierto con personal perteneciente a la Sección de Redes Principales, ya que el promedio de personal por cuadrilla es de 4 personas.

Las 17 cuadrillas se encuentran divididas en la siguiente forma: una permanente en el taller, dedicada a la preparación de niples, abrazaderas, reparación de la herramienta y trabajos especiales de banco; otra cuadrilla fija, exclusiva para barrenos y cortes en la red municipal, en los trabajos de instalación efectuados por cuadrillas del Departamento de Sistemas de Distribución, y de plomeros particulares autorizados.

El Jefe de la Sección de Redes Secundarias tiene bajo su mando 2 Jefes de grupo: uno Encargado de Instalaciones Domiciliarias, con 6 cuadrillas para realizar sus labores, y el otro Jefe de grupo, juntamente con el Jefe de la Sección, se dedican a atender las reparaciones de fugas con 9 cuadrillas. Actualmente se tiene dividida físicamente la ciudad en 2 sectores denominados: Norte y Sur, siendo el límite de estos la 18 calle, hasta el momento está funcionando bastante bien, tomando en cuenta los medios de trabajo con que contamos actualmente, en el gráfico Número 9 se muestra esta sectorización, aparentemente es mas el área que debe cubrirse en el sector Sur, pero sucede que se equilibra el número con las fugas atendidas en el sector Norte, debido a que en este sector se presentan muchas fugas, por ser la red ya muy antigua.

El sector Sur, es atendido con 4 cuadrillas, y el sector Norte con 5 cuadrillas, siendo actualmente insuficiente.

La posición de estas cuadrillas no es rígida, ya que las mismas pueden servir: para reforzar un sector en el que haya muchos problemas, o bien reforzar a las cuadrillas dedicadas a instalaciones domiciliarias, si la situación así lo ameritara, y/o viceversa.

De las 6 cuadrillas dedicadas a instalaciones domiciliarias, una permanece continuamente en la colonia La Florida, se encarga de atender nuevas instalaciones reparación de fugas, reclamos por falta de agua, etc., se pensó en dejar permanente esa cuadrilla, debido a lo grande que es la colonia y lo alejado que se encuentra, y ocasionaría mucha pérdida de tiempo su traslado diario.

#### Principales actividades de la Sección de Redes Secundarias.

1. Reparación diaria de fugas en la red primaria de la ciudad, (tuberías de 2" de diámetro para abajo).
2. Efectuar los cambios de sistema de flauta a grifo, elaborando los presupuestos respectivos dándoles prioridad, ya que los afectados han gozado de servicio, y la suspensión de éste causa un serio problema a las actividades ordinarias de los usuarios.
3. Ejecutar las nuevas instalaciones domiciliarias de agua potable, que los usuarios solicitan las haga EMPAGUA.
4. Tramitación de expedientes en general, relacionados con el servicio.
5. Control y supervisión, de los plomeros particulares autorizados.
6. Control, de formularios de solicitudes para instalación de agua, tanto municipales, como de plomeros particulares autorizados.
7. Elaboración de presupuestos de nuevas instalaciones, que efectúa la Municipalidad a particulares.
8. Elaboración de presupuestos de extensiones de ramal, para habilitar nuevos servicios, en casos en que surge alguna duda, se solicita el asesoramiento del Departamento de Diseño y



Cálculo de Redes de Agua, quienes dictaminan al respecto, en caso afirmativo y se autorice la extensión solicitada, elaboran el presupuesto de mano de obra, materiales y accesorios que se necesitan para el mismo.

9. Reparación y construcción de herramientas, para el personal de campo del Departamento de Sistemas de Distribución, proporcionándole la ayuda que solicitan otras dependencias de EMPAGUA y que se puedan efectuar en el taller.
10. Relación con la Compañía Mariscal, cuando surjan problemas que puedan dar lugar a duda, con respecto a quien corresponde una fuga determinada.
11. Trabajos, en colaboración con la Sección de Mantenimiento de Calles, de la Dirección de Obras de la Municipalidad de Guatemala.
12. Ejecutar todo trabajo que indique la Jefatura del Departamento, de acuerdo a su plan de trabajo, y atribuciones que le corresponden.

### **III.2.3 Sección de Redes Principales:**

Hay un Jefe en la Sección de Redes Principales, es recomendable que la persona asignada, tenga años de trabajar en el Departamento de Sistemas de distribución para que posea un amplio conocimiento de la red de distribución. Esta Sección cuenta con 13 cuadrillas, con un total de 89 hombres, las cuadrillas se encuentran divididas en la siguiente forma: 3 cuadrillas de zanjeros, que se emplean en remodelaciones de la red, y extensiones de ramales que debe ejecutar el Departamento. 1 cuadrilla de pilotos y sus ayudantes; 1 cuadrilla de albañiles; 1 cuadrilla de guardianes, que se encargan de la vigilancia, de las instalaciones que ocupan los almacenes generales de EMPAGUA en la zona 4, incluyendo en ésta, al personal que se ocupa de la limpieza de las mismas instalaciones y 7 cuadrillas de plomeros, estas cuentan entre ellas al personal especializado en la reparación e instalación, de tubería de gran diámetro, (diámetro de 100 m.m. a 700 m.m.) que posee EMPAGUA en su red de distribución.

#### **Actividades que debe desarrollar la Sección de Redes Principales:**

1. Función principal de esta Sección, por ser un trabajo que diariamente debe realizarse es subsanar las deficiencias de servicio, que afectan profundamente y en forma inesperada a los usuarios, aproximadamente se recibe un promedio de dieciocho reclamos diarios de este tipo; la razón del reclamo de la falta de agua puede ser por: contador obstruido, que no permite el paso libre del agua; que la conexión domiciliar externa, (tubería que va de la tubería municipal al contador) se encuentre obstruida, problema que puede ser que tenga fácil solución, mediante el proceso de bombear la tubería con agua, a presiones que oscilan entre 350 y 400 lbs..2, presión que da la bomba que actualmente se usa para esos menesteres, o bien si el problema no se soluciona, se manda una cuadrilla a cambiar la tubería de la conexión domiciliar externa.

2. Reparación de tuberías de 4" de diámetro en adelante, líneas de la red de distribución y líneas de conducción; la reparación de estas cobran caracteres de emergencia, por afectar su desperfecto, a un fuerte sector de la población.
3. Proceder a la sustitución de instalaciones antiguas, en la red de distribución, cambio de válvulas, reparación de hidrantes etc. así como un mantenimiento preventivo de las mismas.
4. Ejecutar pequeñas ampliaciones, en la red de agua potable.
5. Recuperar la tubería obsoleta, en los lugares en donde se remodela la red, instalando tubería nueva.
6. Supervisar por instrucciones de la Jefatura, los trabajos que otras dependencias de la Empresa, realizan sobre la red de distribución, (usual, supervisar las interconexiones realizadas por el Departamento de Construcción de Redes de EMPAGUA, Departamento que está llevando a cabo, los trabajos de remodelación de la red). Así como coordinar con los mismos, el sector o sectores a aislar, mediante la manipulación de las válvulas correspondientes, a fin de poder ejecutar con más facilidad los trabajos de interconexión, u otro tipo de trabajo al hacerse con la tubería en seco, (esto actualmente presenta problemas ya que algunas válvulas, que seccionan ciertos circuitos, se encuentran en malas condiciones y dejan pasar el caudal, no cerrando completamente).
7. Efectuar las interconexiones a la red de distribución, solicitadas por las nuevas colonias, debiendo estas proporcionar los materiales y accesorios que se necesiten, cobrando EMPAGUA la mano de obra del trabajo realizado.
8. Instalación de monómetros, en la red de distribución, que necesita la Jefatura, para mantener un control sobre la misma.
9. Reparación de los filtros, de las diferentes plantas de tratamiento de EMPAGUA, y mantenimiento de las válvulas localizadas en los mismos.
10. Construcción, reparación y localización, de las cajas de válvulas de la red de distribución.
11. Reparación de banquetas dañadas, al efectuar trabajos en la red: por fugas en las tuberías, instalaciones domiciliarias, reinstalaciones reparación de grifos tapados.  
Relleno de túneles, que se hacen para nuevas instalaciones, cambios de flauta a grifo etc..  
Traslado de material selecto, para relleno de zanjas, por trabajos efectuados en la vía pública, y recolección de materiales sobrantes.
12. Mantenimiento de equipo, para prevenir los golpes de ariete, en las líneas de bombeo; este mantenimiento es periódico, haciéndose cada 15 días, ó después que se repara una fuga sobre alguna de estas líneas.

### Presupuesto de Instalaciones.

Este personal, trabaja directamente bajo las ordenes del Jefe de la Sección de Redes Secundarias, el personal que constituye esta Sección es específicamente de oficina, siendo el siguiente.

Un oficial tramitador, para la atención al público y a los Plomeros Particulares Autorizados; dos ayudantes para la elaboración de los presupuestos, de las instalaciones de agua, extensiones de ramal, legalizaciones de servicio, cambios de servicio de flauta de grifo, presupuestos por rescisión de contratos, cambios físicos de medidor solicitado por las usuarios etc., hasta el año pasado solamente había un ayudante, pero debido al aumento de trabajo, el que se puede ver en el gráfico número 10, registrado en los últimos años, se reforzó el personal con otro ayudante en dicha oficina.

Además, hay un inspector para revisión, y control, de los trabajos que realizan los Plomeros Particulares Autorizados, actualmente sólo se limita a chequear que el medidor esté bien instalado, que corresponda al número indicado en el expediente, y a verificar que los diámetros de los accesorios sean los exigidos por EMPAGUA, en caso contrario el plomero es reportado a fin de que cumpla con los requisitos exigidos.

Descrita las actividades que desarrollan las personas que componen las diferentes Secciones del Departamento, paso a continuación, a detallar los vehículos y las actividades desarrolladas por los mismos.

Actualmente, se cuenta con 9 unidades de transporte en el Departamento de Sistemas de Distribución; de estos 8 son Pick Ups (2 de ellos utilitarios, modelos que en su carrocería llevan incorporadas cajuelas con llave, para la colocación en ellas de accesorios y herramientas) y 1 camión.

De los Pick-Ups, 2 se encuentran dedicados a la atención de fugas; 2 para atender los reclamos por falta de agua; uno moviliza la cuadrilla que se encarga de efectuar los barrenos (perforación en la tubería Municipal) para las instalaciones domiciliarias; uno moviliza las cuadrillas que efectúan el trabajo propiamente de la construcción de la conexión domiciliar externa; uno que se ocupa del movimiento del personal de albañilería, y proveerlos de los materiales que necesitan en sus diferentes fuentes de trabajo, (reparación de banquetas, reparación de pistas, construcción de cajas etc.). Este vehículo además está acondicionada con su winch para ser utilizado como grua y nos sirve en las emergencias para transportar accesorios pesados, mover tuberías de diámetro grande, que por su peso, dificulta su manipuleo unicamente con el personal.

El camión se ocupa del transporte de personal, transporta material para el relleno de zanjas, recolecta materiales sobrantes etc.

Y por último un Pick-Up que se encuentra al servicio de la Jefatura del Departamento, utilizado para la supervisión de los múltiples trabajos que diariamente se realizan.

### III.3 PROPUESTA DE REORGANIZACION DEL DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION.

Por todo lo indicado anteriormente y atribuciones que tienen las diferentes secciones del Departamento, principiando por la Jefatura, se propone una pequeña modificación para salir adelante con éxito en las labores a desarrollar, porque como es sabido, un buen mantenimiento de la red de distribución, repercute en un buen servicio al usuario, ya que constituye un servicio público por excelencia, de máxima importancia, por lo que debe dársele mayor impulso, para que pueda cumplir a cabalidad la misión encomendada.

Los cambios propuestos, en sí consisten en reorganizar el personal, para poder realizar con mayor rapidez los trabajos encomendados, pero fundamentalmente, responsabilizar a cada uno de lo que debe ejecutar dentro del engranaje del Departamento, para que este funcione lo más eficientemente posible, ya que cuando dos o más personas se dedican al cumplimiento de una misión, la coordinación de sus esfuerzos requiere una buena organización, ya que al aumentar el número de actividades y el número de personas ocupadas en ellas, se multiplican los problemas de coordinación y es más importante una buena organización. Para una administración sana es necesario un plan definido de organización, pues solamente cuando comprenden integralmente sus respectivos papales, pueden los individuos y los oficinistas dedicar sus energías íntegras al cumplimiento de sus propias funciones, evitando la duplicación de esfuerzos y las confusiones, fricciones e interferencias que son invariablemente el resultado de la ausencia de una organización definida.

a). Principiando por la Jefatura y Sub-Jefatura del Departamento esta última tendrá como misión principal, mantener actualizados los planos de la red de distribución, localización y relocalización de válvulas, hidrantes y en general, de todos los accesorios importantes, este es un trabajo arduo, debido a que la información con la que se cuenta actualmente es escasa, deberá el Sub-Jefe del Departamento, elaborar un proyecto del trabajo que realizará, y la forma en que lo llevará a cabo para someterlo a consideración de la Jefatura para su aprobación. Nombrar 2 cuadrillas en la Sección de Redes Principales, para emplearlas en la localización de las válvulas, formándose otra de 3 albañiles con sus respectivos ayudantes, que se dedicarán exclusivamente a reconstrucción y construcción según lo amerite la situación, de las cajas de las válvulas. Considero que será necesario más personal, pero se iniciará con este, hasta tener ya elaborado el proyecto, que podrá contar con la experiencia que se tenga con el trabajo que realice este grupo. Para poder llevar a cabo esto, es necesario contar con un vehículo (Pick-Up), que esté dedicado exclusivamente, a la actualización de los planos de la red.

Los 2 encargados de la lectura de los manómetros, por la importancia que reviste este dato, dependerán exclusivamente del Sub-Jefe del Departamento, quien además deberá realizar una inspección periódica de la red de manómetros para constatar su buen funcionamiento, y considerar si es necesario instalar nuevos manómetros.

b) Actualmente, la Sección de Presupuestos de Instalaciones reciben sus expedientes, considerando mejor que se centralice en la Secretaría de la Jefatura del Departamento, todo este movimiento, y de ahí se distribuyan los expedientes para donde corresponda, redundando en un mejor control de los mismos.

c) En la Sección de Presupuestos de Instalaciones, hay un Jefe que por su experiencia, podría ser utilizado, medio día para efectuar presupuestos, que necesiten inspección en el campo, ya sean de nuevas instalaciones, reinstalaciones, legalizaciones de servicios, cambios de flauta a grifo, etc., expedientes que muchas veces se atrasan, porque la persona encargada de hacer las inspecciones, por ser su función principal atender fugas va atrasando este trabajo, y con esto se lograría tener al día lo más posible la papelería correspondiente.

El inspector que revisa, y controla los trabajos que efectúan los plomeros particulares, ya no se limitará a chequear el trabajo del plomero y después que se ha realizado, sino que su misión será más completa, debiendo el plomero avisar que ya construyó completamente el grifo, e instalado el medidor, dejando descubierta la zanja, para chequear que el material sea del diámetro y calidad exigido por EMPAGUA, como también verificar la calidad del trabajo ejecutado, hasta entonces cerrará la zanja. Para esto se enviará una circular a los plomeros particulares autorizados, indicándoles la forma, en que se harán las revisiones en el futuro, de acuerdo al número de instalaciones que ejecutan los plomeros particulares, se ha considerado que con medio día de trabajo, se podrían realizar estas inspecciones.

Por esto es necesario un vehículo, que podría ser utilizado medio día por el Jefe de la Sección de Presupuestos de Instalaciones y medio día por el Inspector, encargado de revisar el trabajo de las instalaciones domiciliarias.

d) Las cuadrillas de la Sección de Redes Secundarias, se uniformizarán todas, en número de personas que las integren, determinándose por experiencia, que estas sean 4 personas.

Se proponen 2 nuevas cuadrillas para instalaciones domiciliarias, ya que el trabajo se incrementa cada año, pues además de las instalaciones de agua potable, que los usuarios solicitan a la Empresa, deben hacerse las instalaciones por legalizaciones de servicio, cambio de medidores por inservibles, que el personal de la División de Medición no puede hacer por falta de la herramienta apropiada.

Se solicitan además, 2 nuevas cuadrillas que serán dedicadas únicamente, a trabajar en los cambios de sistema de flauta a grifo, que como puede verse en el gráfico número 5, han aumentado notablemente en los últimos años, y la ejecución del trabajo se atrasa por falta de personal, con las consiguientes molestias para el usuario. Es necesario también reforzar con 2 nuevas cuadrillas la Sección de Redes Secundarias, para atender fugas.

e) En la Sección de Redes Principales, se reorganizarán las cuadrillas, ocupando cada quien el lugar que le corresponde de acuerdo al trabajo realizado. Se formará una nueva cuadrilla que se encargará del mantenimiento de válvulas e hidrantes. En el capítulo correspondiente, se detallará la importancia de este mantenimiento, por lo que se solicita también un vehículo, que será utilizado por esta cuadrilla.

Los caporales, (plomeros) de las nuevas cuadrillas que se formen, serán promocionados del personal ya existente, y que de acuerdo a su experiencia y capacidad de trabajo, pueden desempeñarse en tal cargo,

Posteriormente se hará un estudio de salarios del personal, ya que con los aumentos que se han efectuado últimamente, han ocurrido casos en que peones y ayudantes, han alcanzado el salario devengado por el encargado de la cuadrilla, lo que a todas luces es injusto, ya que la responsabilidad del trabajo ha realizar recae sobre éste.

Las vacaciones del personal, tendrá que ser objeto de un detenido estudio, para organizarlos de tal manera, que salga la cuadrilla completa, ya que actualmente salen en forma desordenada, provocando que se den casos en los cuales una cuadrilla se queda solamente con 2 hombres, y a veces solo con uno, lo cual naturalmente la hace inoperante.

#### III.4 BODEGA Y SUMINISTROS

Para sacar estos vales, se utilizaron los vales de bodega, en los que aparecen los precios de los materiales que se utilizan, se tienen unicamente del año 1972 a la fecha, ya que anteriormente no se anotaban estos datos. Auditoría de EMPAGUA empezó en ese año, a exigir que aparecieran esos datos, en los vales respectivos, se ha construido el gráfico Número 11 en la que aparece la curva costo meses en la misma, se puede observar que los costos de mantenimiento han ido aumentando, consecuencia esto no solo del envejecimiento de la tubería, sino que también por el alza inmoderada, que ha venido sufriendo todos los accesorios, y materiales que se utilizan.

La gráfica, representa unicamente los costos de los materiales utilizados, no tomándose en cuenta los costos de mano de obra, y de administración, los cuales pueden considerarse constantes.

De la gráfica número 11, puede determinarse que el costo de mantenimiento de la red de distribución aumenta, al tenerse en la misma mejores condiciones de presión, como sucede en invierno, ya que como anteriormente indicáramos, la edad de la tubería, ayuda a que esto se verifique.

Los costos de los materiales en los 2 últimos años, han subido enormemente, lo que ha encarecido el valor de la reparación de cada fuga; por otro lado, los combustibles, necesarios para la movilidad de las diferentes unidades, que son imprescindibles mantener para la mejor atención del servicio, se ha incrementado enormemente, ya que por ejemplo, la gasolina regular se adquiría antes a Q. 0.17, y en la actualidad su valor es de Q. 0.733.

Por la importancia que tiene, el tener una mejor información, con respecto al costo del mantenimiento de la red de distribución, se usará el formato del gráfico número 12 y en esta se anotará, las horas de trabajo utilizadas en una reparación determinada, debiendo anotarse el material utilizado, se sacará un informe mensual con este dato, lo que servirá de base, para la elaboración de la memoria de trabajo del Departamento de Sistemas de Distribución. Además esta información, será de mucha importancia para la elaboración del presupuesto, para el siguiente año, así como también, nos podía dar idea de la demanda de materiales, y en que época del año se incrementan, para que de esta forma se tomen las medidas del caso, y se elaboren los pedidos necesarios, para no sufrir carestía de accesorios y materiales, cuando las circunstancias lo



requieran. Siempre que para que esto funcione, es necesario que se cuente con una buena organización en los Almacenes Generales, ya que es extremadamente importante para un servicio público, que disponga de procedimientos adecuados, para el manejo y contabilidad de materiales. Debe tenerse, un sistema centralizado de almacén para: a) evitar duplicaciones y reservas excesivas de los suministros, b) establecer mejores medios de almacenamientos y c) ejercer una mejor fiscalización sobre la recuperación entrega y traslado de materiales.

Debido a que EMPAGUA a crecido en importancia, con el crecimiento desordenado que ha experimentado la ciudad de Guatemala, al extremo como se menciona en otro capítulo de este trabajo, que permanentemente se tiene una cuadrilla en la Colonia "La Florida", se tiene en mente, el establecimiento de sub-almacenes, en lugares estratégicos, para facilitar las operaciones, y reduciendo los costos de transporte, y tiempo de entrega, de los materiales que se necesiten, logrando con esto mayor eficiencia.

Pero estos sub-almacenes, se han de encontrar, bajo la fiscalización de un solo departamento de almacenes, responsable de todo ellos, y con informes completos sobre los mismos.

Entre los elementos adecuados de fiscalización y contabilidad de almacenes se tienen los siguientes:

1. Clasificación apropiada, de los materiales de almacén.
2. Procedimientos adecuados de compra.
3. Procedimientos adecuados, para la verificación de los materiales, y para el registro de las recepciones.
4. Manejo y almacenamiento adecuados de los materiales.
5. Procedimientos adecuados, para la entrega de materiales a las obras, y para el traspaso entre obras o sub-almacenes.
6. Inventarios físicos frecuentes, para comprobar que los registros, reflejan adecuadamente, la situación de los materiales en almacenamiento.

Lo primero que debe hacerse, en el establecimiento de un sistema adecuado de fiscalización de almacenes, es decidir cuales materiales se tienen que llevar en existencia. Estos materiales se han de identificar, y clasificar en debida forma. Pero las decisiones sobre los que se han de llevar en existencia, dependerá de las operaciones del servicio, y se deben basar entre otros casos, en la frecuencia de su uso, y en la ventaja de contar con los materiales para disposición inmediata.

Se deben clasificar en una forma lógica, para que los que sean idénticos, se encuentren en una misma categoría. Por ejemplo tuberías, se han de clasificar por clase y diámetro, escogiendo además, las unidades aplicables para su manejo (ejemplo: metros de tubería).

El departamento de compras, ha de ser responsable de todas las adquisiciones de materiales para almacenes. El primer paso en la adquisición, es definir la necesidad de los materiales, tomando en cuenta las requisiciones, las que deberán ser efectuadas de común acuerdo entre la Jefatura del Departamento de Sistemas de Distribución, y la Jefatura de Almacenes Generales. Será conveniente contar con una existencia mínima, la que indicará la necesidad de una nueva requisición, esto por lo tanto, sera responsabilidad exclusiva del personal de almacenes. En cualquier caso, antes de seleccionar al vendedor, el Departamento de Compras ha de obtener, todos los informes que sean posibles sobre precios y calidades del material, o herramienta a comprarse, cuando se haga alguna anotación en el pedido, considero que sería muy importante que se tomara en cuenta la opinión de la Jefatura del Departamento de Sistemas de Distribución, ya que algunas veces se ponen marcas de algunos accesorios, pero esto se hace, porque para habilitar el equipo, se necesita precisamente de los accesorios correspondientes, ya que de otra forma sería una compra inútil, y el equipo seguiría sin poderse reparar. Lo mismo sucede con otros equipos que se solicitan, (ejemplo: llaves de tubo, arcos para sierra etc.) ya que el trabajo que se efectúa es un trabajo de tipo pesado, ya que no se trata, de los trabajos sencillos de plomería de una instalación interna de una casa, y si no se compra de la calidad que se necesite, por una mala política de economía, resulta a la larga más onerosa, lamentablemente, ejemplos de esta situación abundan, por lo que se necesita un mejor entendimiento, para lograr una mejor inversión.

Al recibirse los materiales, se deben inspeccionar, contar y registrar por el almacén, el que debe tener a mano una copia del pedido, y compararlo con la factura, para que puedan comprobar que se ha cumplido con las especificaciones, y demás términos exigidos. Considero sumamente importante, que la Jefatura de Almacenes Generales, informe por escrito al Departamento correspondiente, el material que se recibió, así como la fecha de recepción.

En relación con el almacenamiento de materiales, se deben tomar en cuenta varias consideraciones: deben guardarse en lugar seguro, es decir que deben protegerse de pérdidas por robo, o efectos de la interperie. También se debe impedir, que dispongan de ellos los empleados no autorizados, ya que los materiales solo se deben retirar del almacén, mediante la debida autorización.

La accesibilidad del material, dependerá de la frecuencia de su uso y por ende, mientras mayor sea el consumo de un material, más a mano debe encontrarse. Aconsejable es, que todos los materiales se almacenen en tal forma, que faciliten su movimiento y sean facilmente identificables.

Actualmente, el procedimiento que se sigue en la requisición de materiales de bodega, es que en el momento de solicitar el material el encargado de la cuadrilla, se elabora el vale respectivo, y en una copia el caporal firma en el campo el haber recibido el material por el solicitado y revisado por el encargado, que debe verificar, que sea lo que realmente se necesita, para proceder a la reparación que se encuentra efectuando.



## CAPITULO IV

### MANTENIMIENTO

El mantenimiento es uno de los factores fundamentales, para la operación eficiente de un sistema público de agua. Una de las principales obligaciones, de la Jefatura del Departamento de Sistemas de Distribución, es supervisar la operación y mantenimiento del sistema, y redes de tubería. También debe llevar, un registro adecuado de órdenes de trabajo, y un sistema de retiro de las tuberías obsoletas, y sustitución de las que se encuentran en mal estado. Se debe supervisar la preparación de los levantamientos, y planos donde van las líneas de tuberías y, asimismo, la preparación y conservación al día, de los planos y dibujos del sistema de distribución, y de los registros de localización de válvulas e hidrantes. Será necesario además que estudie, recomiende y supervise, las operaciones de limpieza y revestimiento de las tuberías, lo mismo, que efectuar reconocimientos a las líneas de conducción principales. En ocasiones, finalmente, puede ser necesario que estudie los fenómenos de corrosión, tuberculación y electrólisis de las tuberías, proyectando los métodos convenientes en cada caso, para reducir o eliminar sus defectos. Cinco son las características básicas, de una buena política de mantenimiento:

1. La responsabilidad por el mantenimiento, se ha de definir claramente, y se ha de otorgar a personal competente.
2. La Jefatura debe precisar sus objetivos de mantenimiento.
3. Se han de proporcionar herramientas adecuadas, piezas de repuestos y taller de mantenimiento.
4. Las acciones o trabajos preventivos se han de planear y programar.
5. Se ha de usar un sistema adecuado de registrar escritos, e informes, para permitir el manejo del programa de mantenimiento.

Posiblemente, porque la necesidad de mantenimiento es algo que no se muestra, por lo general, es de suma importancia, asignar la responsabilidad en una forma clara y definida. La asignación de la responsabilidad de mantenimiento, debe recaer en una persona capacitada para la tarea, y con tiempo adecuado para el trabajo, persona a la que se le ha de prestar la ayuda necesaria, según lo indique el tipo, y cantidad de trabajo de mantenimiento, y la importancia de la operación. Para administrar y llevar a cabo de manera efectiva, un programa de mantenimiento, se necesita un número mínimo de registros, los que son muy importantes para tener éxito en esa labor. Por lo tanto, el mantenimiento planeado, se debe tabular y fechar. El mantenimiento preventivo de válvulas e hidrantes, es numeroso, aún en el sistema de distribución más pequeño, para que se tenga que depender de la memoria de uno o más individuos, pues esta práctica

recordar dónde se encuentran las válvulas, tuberías etc. del sistema de distribución. En segundo lugar, la planeación del mantenimiento, es mucho más completa, cuando se fija por escrito, quedando además historia de fecha, persona y tipo de trabajo, que se realizó en cada trabajo en particular.

No se pueden predecir los daños al sistema de distribución, debidos a emergencias y desastres. La Jefatura del Departamento de Sistemas de Distribución debe tener preparado a su personal, para que en caso necesario, ponga en acción un plan inmediato de reparaciones. Los daños no predecibles pueden ser ocasionados por: deslizamiento o asentamientos de tierras, incendios, terremotos, etc., y los problemas usuales, como la ruptura de las tuberías fallas en las juntas, y roturas de válvulas e hidrantes.

Siempre debe encontrarse listo y disponible, el equipo para las reparaciones de emergencia, tales como equipos de excavación, rompedoras de pavimentos, corta tubos, bombas achicadoras, generadores, equipo de soldadura, etc., así como debe tenerse existencia suficiente en accesorios de tubería, necesarios en las reparaciones, teniendo unidades completas de repuesto.

Las cuadrillas de trabajo, deben estar adiestradas para hallarse alertas, y conocer la forma de atacar en cualquier momento, las diversas emergencias normales que experimenta el sistema. La rapidez con que se verifiquen las reparaciones, es un elemento importante en la reducción de los daños.

En este capítulo que se refiere al mantenimiento de la red de distribución haremos mención del mantenimiento de:

- IV.1 Tuberías
- IV.2 Válvulas
- IV.3 Hidrantes
- IV.4 Fugas
- IV.5 Puntos para control de presión

#### **IV.1 TUBERIAS:**

Se han empleado, numerosos materiales de construcción, para conducir el agua, primero por gravedad, posteriormente a presión.

Se ha usado piedra, barro vitrificado, madera, plomo, cobre, hierro fundido, hierro forjado, acero, tubo de concreto y aún bambú, dependiendo del país, y dependiendo de la facilidad de encontrar en el mismo, cualquiera de los materiales anteriores.

En la red de distribución de agua potable, de la Ciudad de Guatemala, se usaron inicialmente tuberías de barro, que conducían el agua a las alcantarillas, las que servían para distribuir el agua a los usuarios, usando también tubería de diámetro pequeño del mismo material. Algunas de estas tuberías, se han localizado accidentalmente, al estar reparando fugas que han sido reportadas, estas tuberías se han encontrado en diámetros de 4" más o menos,

perfectamente construido, el tubo interiormente se encontraba limpio, y sin incrustaciones en sus paredes interiores. Vale la pena tener ciertos conocimientos, sobre los materiales de uso más antiguo para tuberías, porque algunas de las que se usan poco en la actualidad, aún se encuentran en servicio en muchos de los sistemas antiguos de agua.

En EMPAGUA se encuentra reglamento el diámetro de tubería a usar, siendo de 2", 4", 6", 12", 14", 18", 20" y 24", ultimamente se ha flexibilizado este punto, habiéndose instalado ya tuberías de 3" y 10", según lo indique el diseño, ya que la diferencia de precio con el diámetro superior, se ha hecho considerable por el aumento del precio de los materiales. Esto es necesario que se encuentre reglamentado, por razones de mantenimiento, y ya que son los diámetros que usualmente hacen los fabricantes de tuberías. En la red, todavía se tienen tuberías antiguas que se encuentran en servicio de 1", 1 1/4", 1 1/2" de diámetro de hierro galvanizado, estas poco a poco han ido sustituyéndose por la tubería correspondiente, según diseños de la División de Proyectos, ya que el mismo Reglamento para la instalación de agua potable en su artículo No.23, inciso 2, indica que todo servicio domiciliario, deberá ser ingerido de una tubería de 2" de diámetro como mínimo. En algunos sistemas, la conducción del agua a tratar en las plantas, es conducida en tubería de cemento, ejemplo: agua de las minas Acatán y otras.

Los tipos modernos de tuberías, que comúnmente se usan para conducir el agua a presión, comprenden: hierro fundido, hierro dúctil, asbesto-cemento, acero y tubería de plástico (PVC). En diámetros pequeños, para construir la instalación domiciliar externa de los usuarios, son de uso común tuberías de cobre y plástico, permitiéndose solo en raras ocasiones, que se instale hierro galvanizado, por la poca vida útil que tiene. Cabe mencionar en esta oportunidad, que todos los accesorios de las tuberías de hierro fundido (HF). y asbesto-cemento (A.C.) tales como cruces, tees, codos, reductores son de hierro fundido.

#### **IV.1.1 Tuberías de Hierro Fundido (H.F.)**

Existen 2 tipos en esta clase de tubería: la tubería de fundición de hierro gris, el primer uso que se registra de este tipo de tubería, se remonta al año 1455 en Alemania. Y la tubería de hierro fundido dúctil, que entre las ventajas que tiene con respecto a la anterior, es su peso menor por ser más pequeño el espesor de sus paredes, y soportar en estas condiciones presiones mayores. El material es altamente resistente a la corrosión, y tiene otras propiedades recomendables. La experiencia a mostrado que, con excepción de la tubería tendida en lugares corrosivos, pocas tuberías se han deteriorado en su condición física, en un grado suficiente, para que se pueda establecer una medida de su vida real. La tubería de hierro fundido, se usó originalmente sin recubrimiento o revestimiento. Posteriormente se sumergía en un baño, para revestirla con barniz o esmalte de brea de alquitrán de hulla. Tales revestimientos, no protegían por un tiempo suficiente, la superficie interior de la tubería, contra la acción de ciertas aguas y, con posterioridad se formaban puntuaciones o formaciones conocidas como tubérculos, que aumentaban en forma importante la fricción, y reducían la capacidad de conducción del agua. En 1920, se introdujo un método de revestimiento con mortero de concreto. Este revestimiento, unido al recubrimiento bituminoso más grueso, aplicado centrífugamente, protege al interior de la tubería contra la tuberculación, conservando así su capacidad de conducción. Las pérdidas por fricción, en las tuberías no revestidas más antiguas, pueden ser y con frecuencia lo son, de más del doble de las que se observan en tuberías revestidas.

#### **IV.1.2 Tuberías de Asbesto-Cemento (A.C.)**

Esta tubería, fue utilizada en Europa antes de la primera Guerra Mundial, en los años siguientes de servicio, en las obras hidráulicas, se reconocieron las características de resistencia a la corrosión, de esta tubería. La tubería A.C., que actualmente utiliza EMPAGUA en sus diferentes trabajos, es la curada en agua, que consiste de cemento portland y fibra de asbestos, la tubería es sacada de su molde, y a las 24 horas es curada en baños de agua durante 28 días, posteriormente es sometida a pruebas de presión de 300 libras por pulgada cuadrada.

Las características de la tubería de asbesto-cemento, incluye su facilidad de manejo, instalación y perforación. Los diversos tipos de juntas con anillos de hule o caucho, proporcionan flexibilidad a la junta, y facilidad de montaje. La resistencia a la corrosión, más la inmunidad a la tuberculación, hacen que esta tubería, tenga una alta capacidad de conducción y una larga vida. Lo que se ha experimentado en el Departamento de Sistemas de Distribución, es el problema que los accesorios como coplas Gibauld, y abrazaderas para derivaciones, ofrecen en terrenos corrosivos, ya que los pernos y tornillos que usan son atacados, provocándose fugas. Para una buena instalación, es necesario observar la recomendación de los fabricantes de proporcionar a la tubería, un lecho adecuado de arena de 10 a 20 centímetros, para reducir los esfuerzos flexionantes.

#### **IV.1.3 Tubería de Acero.**

La tubería de acero, se ha usado desde hace largo tiempo, en la distribución de agua. El mejoramiento de las técnicas de soldadura, ha aumentado el uso de la tubería de acero, particularmente en los diámetros más grandes. Es más ligera en peso que la tubería de hierro fundido y se corta, suelda e instala con facilidad, tiene cierta flexibilidad para su colocación y se puede diseñar en espesores y en resistencia para que cumpla con las condiciones más severas. Sin embargo es menos durable, porque es fácil presa de la corrosión, siendo necesario aplicarle revestimientos o recubrimientos, para aumentar su durabilidad y su vida de servicio. En la red de agua potable de EMPAGUA, se cuenta relativamente con poca tubería de acero, existiendo solamente un tramo de aproximadamente 3 Kms., de tubería de 8" de diámetro, que es una de las 3 líneas de la planta de bombeo "Ojo de Agua", las otras 2 líneas, son de 18" de hierro fundido dúctil, esta línea de acero fue instalada hace 17 años, y en este tiempo su mantenimiento puede considerarse nulo, ya que las fugas que se han experimentado sumarán unas 3, y generalmente es en la unión de los servicios a particulares que se presta sobre ella. Más experiencia sobre este tipo de tubería se tendrá cuando entre en servicio el proyecto Xaya-Pixcayyá, ya que ellos instalaron tubería de acero con recubrimiento bituminoso de 36" de diámetro. Se debe evitar su uso en diámetros pequeños.

#### **IV.1.4 Tubería de Plástico (P.V.C.)**

La introducción de los plásticos, como material para tuberías durante los últimos años, ha creado un interés creciente en este material, para su uso en los sistemas de agua. En diámetros pequeños, se viene usando con mayor frecuencia cada día, por ejemplo en las líneas de servicio. Es de peso ligero, fácil instalación resistente a la corrosión y tiene una elevada capacidad de conducción. Se ha resuelto satisfactoriamente el problema de las juntas o uniones, en diámetros

hasta 4", pero en diámetro mayor, se ha tenido una experiencia muy costosa, con una tubería de 6" instalada en la zona 7, en la 30 Avenida entre la 3a. y la 7a. Calles; presentan fugas, y son localizadas precisamente en las uniones, que son hechas a base de solvente para tubería P.V.C., se optó sustituir este tipo de unión por una copla Gibauld para la tubería de asbesto-cemento. Sin duda, la tubería de plástico se llegará a usar con mayor frecuencia, al progresar los refinamientos en materiales, manufactura e instalación.

#### IV.1.5 Limpieza de las tuberías.

Se recurre a la limpieza, para aumentar la eficiencia de conducción, reduciendo la pérdida por fricción. La tubería de hierro fundido sin revestimiento cuando es nueva, tiene un coeficiente "C" de Haze-Williams, entre 120 y 130. En el transcurso de los años, la rugosidad interior de la tubería, y la reducción de su sección transversal producida por la oxidación, tuberculación y deposición, llega a tal grado, que se requiere una carga doble para conducir un determinado caudal de agua a través de la tubería. La limpieza tiende a dejar la tubería, en condiciones iguales a la de la tubería nueva. La experiencia en otros países, ha demostrado que la limpieza solo es una solución muy temporal, si no se revestían al mismo tiempo con una capa protectora, ya que la tuberculación ocurre con mayor velocidad, volviéndose a las condiciones anteriores, en muy pocos años.

Por lo tanto, es conveniente planificar la determinación del coeficiente de una tubería, cuando se observe que ocurren pérdidas indebidas de presión, para determinar si es necesaria la limpieza, por lo tanto debe hacerse la prueba después, para determinar la efectividad de la operación.

Los métodos de limpieza, significarían un fuerte desembolso inicial para EMPAGUA, ya que se tendría que hacer un estudio preliminar de las líneas a limpiar, el que incluiría todos los materiales, equipos y accesorios necesarios para cada una de ellas. Posteriormente ya sería solamente de trabajar, ya que se dejarían previstos los tramos aunados de tal manera, que se simplifique el trabajo, mediante el uso de mangas, lo que facilitaría la rapidez del trabajo a efectuar; ya que se tiene que aislar primero el tramo de tubería. En un extremo se inserta el instrumento limpiador, y en el opuesto se purga el material extraído, en este extremo deberá instalarse un codo y tubería, que alcance el nivel de la calle, para disponer del agua con el sedimento, deberán tomarse los cuidados necesarios, con los servicios domiciliarios que se encuentren en este tramo.

Se han desarrollado métodos prácticos, para revestir tuberías desunidas de hierro fundido en su propio sitio, para que se tenga la seguridad, que retienen las características mejoradas de escurrimiento. Hay firmas que se especializan en la limpieza, y revestimiento de las tuberías en su propio sitio. En muchos casos, el costo de la limpieza y del revestimiento, es menor, que la erogación que significaría la instalación de una nueva, en particular, si se tiene que destruir y reconstruir pavimento.

A continuación, se detallará la limpieza que se debe efectuar en las tuberías, y que hasta ahora no se ha realizado, en ninguna tubería de la red de distribución de EMPAGUA, y que

deberá tomarse en cuenta para que en un futuro, pueda irse efectuando en forma planificada, de acuerdo a los medios con que se cuenten para tal operación.

#### **Depósito de Sedimentos:**

En muchos sistemas de distribución de agua, es necesario eliminar la arena, los depósitos de sólidos y sustancias similares, que se sedimentan en las tuberías, cuando la velocidad de escurrimiento no es suficiente, para mantenerlas en suspensión. Un buen lavado a chorro con una alta velocidad inducida, realizado una o dos veces al año elimina generalmente, la parte principal de tales sedimentos. Sin embargo, como en nuestro caso no se ha hecho nunca, son necesarios métodos más enérgicos de limpieza, entre ellos se aconseja un instrumento limpiador de tuberías, que tiene raspadores de acero actuados por resortes. El instrumento se forza a lo largo de la tubería, por la presión del agua, y raspa el material depositado, para que se pueda limpiar por la acción del agua.

Por otra parte, también los extremos muertos del sistema de distribución se ha de purgar a intervalos frecuentes, para eliminar los estancamientos. Cuando sea necesario, se han de tomar las medidas adecuadas para tales maniobras, y se han de conservar los registros o informes, de todas las purgas que se verifiquen, con indicaciones sobre fecha, lugar y duración de la operación.

#### **Tuberculación e Incrustaciones:**

Otro tipo de limpieza que se requiere a menudo, en las tuberías de hierro fundido más antiguas sin revestimiento, es la eliminación de tuberculaciones, y depósitos que se producen, por la acción corrosiva del agua sobre el metal desnudo de la tubería, y por la acumulación de carbonato de calcio. En el transcurso de los años, estas tuberculaciones pueden crecer por aumentos sucesivos, hasta casi obstruir la tubería. Se pueden combinar las tuberculaciones, con incrustaciones de compuestos químicos presentes en las aguas, tales como carbonato de calcio, o depósitos de óxidos de hierro y manganeso. La eliminación de esos crecimientos y depósitos, exige equipo mecánico de limpieza, provisto con raspadores.

#### **Desarrollo de Limos:**

El tercer tipo de depósitos en las tuberías, que se deben eliminar periódicamente, es el resultado del desarrollo de bacterias o limos ferruginosos. Aunque a veces se perciben con dificultad, estos desarrollos producen sin embargo, grandes aumentos en las pérdidas por fricción en las tuberías. Generalmente son más comunes, en las tuberías que conducen agua cruda. Los depósitos de hierro y manganeso se presentan con frecuencia, en tuberías de hierro fundido revestidas con cemento, y de asbesto-cemento de los sistemas de distribución, en estos casos, ocasionalmente es necesario usar raspadores..

#### **C orrosión:**

La corrosión de las tuberías, es por lo general una forma de deterioración química. Hay diversas teorías acerca de las causas de la corrosión, y se pueden clasificar en: galvánicas, electrolíticas, químicas, biológicas y por fatigas del material.

La galvánica, se produce cuando 2 materiales metálicos de símbolos eléctricos diferentes se ponen en presencia de humedad. La corriente se debe, a la diferencia de potencial entre los metales; al formarse la pila galvánica se produce un circuito, que genera un paso de electricidad entre el ánodo y el cátodo.

Según la posición de los 2 metales en ese paso, se pierde metal en uno que se acumula en el otro.

La electrolítica es similar a la galvánica, solo que cambia el origen de la corriente, ya que esta proviene de corrientes de conexiones a tierra, o de circuitos eléctricos defectuosos, el suelo húmedo y el agua actúan como electrolito. La tubería puede en forma alternada, constituirse en ánodo o en cátodo, dependiendo de las diferencias de potencial, y se tiene como resultado la corrosión del hierro. Este caso se presenta muchas veces, cuando ciertos aparatos eléctricos, médicos, industriales, etc., son conectados a tierra por un tubo de agua, y generalmente esta misma recomendación, viene en los mismos manuales de instalación. Las otras formas de corrosión son también electroquímicas. La corrosión química, es un proceso de oxidación-reducción. La corrosión biológica, es el resultado de la acción de las sustancias, producidas por las bacterias del suelo, tales como bacterias sulfosas o ferruginosas.

Visto lo anterior, y lo dañino que es el efecto de la corrosión en las tuberías, es necesario retardar la corrosión, recurriendo a varios métodos, siendo el recubrimiento y el revestimiento los más comunes, para establecer el control de la corrosión, estos consisten en:

- 1) Cemento
- 2) Materiales bituminosos
- 3) Resinas y Lacas
- 4) Pinturas

## IV.2 VALVULAS:

El tipo de válvulas que se ha utilizado siempre, en la red de distribución en Guatemala ha sido la de compuerta; de globo se usaron y existen algunas en las ingeridas domiciliarias, pero paulatinamente se han ido sustituyendo por válvulas de compuerta.

### IV.2.1 Problemas en Operación:

Para una operación apropiada, es esencial un programa bien organizado de inspección de válvulas. En un sistema grande como lo es el de EMPAGUA, esta inspección debe formar parte de los deberes de una cuadrilla especial, que se dedique continuamente a este trabajo. Lamentablemente en EMPAGUA, a la fecha no se ha hecho nada al respecto, por lo que en cuanto se cuente con el personal y equipo necesario, se pondrá en marcha un programa tan interesante e importante, como lo es el mantenimiento de las válvulas del sistema de distribución, ya que la práctica ha demostrado la serie de problemas que actualmente se afrontan al reparar la mayoría de fugas. Los problemas son originados por desconocimiento de las válvulas ya que un gran porcentaje de estas se encuentran desaparecidas, y otras que se tienen a la vista ,pero ya no funcionan bien por falta de mantenimiento, encontrándose algunas que ya

ni cierran ni abren, ya que por falta de operación, han llegado a formar una sola pieza, el cuerpo de la válvula y la compuerta de la misma; el número de estas últimas es bastante grande, sobre todo en líneas de diámetro grande (6" para arriba), lo que dificulta trabajar las fugas, o interconexiones, que deben realizarse sobre esas líneas. Otro problema que se origina, es porque las cuadrillas de mantenimiento encargadas de fugas, en algunas oportunidades por descuido, ya no abren las válvulas que han cerrado para hacer una reparación, y como la mayoría de válvulas no tiene caja las entierran de nuevo, posteriormente sale el reclamo de falta de agua, y por no tener un registro adecuado de válvulas, así como tampoco estas tienen sus cajas correspondientes, la cuadrilla encargada de estos reclamos pierde mucho tiempo en resolver el problema, lo que se ahorraría con un buen registro y mantenimiento de válvulas. Otro problema es que existen válvulas que operan abriendo a la derecha no siendo esta la forma normal ya que lo corriente es que abran a la izquierda, y en ciertas oportunidades las cuadrillas al chequearlas, acostumbrados a las válvulas que operan abriendo a la izquierda, que son más o menos el 98o/o del total, sufren equivocaciones creyendo que se encuentran abiertas o viceversa.

Por lo tanto a continuación, se detallará la importancia, necesidad y forma, en que debe llevarse un buen mantenimiento de las válvulas de un sistema, que se tratará de llevar a cabo en el Departamento de Sistemas de Distribución de EMPAGUA.

Las normas exigen que un sistema, se encuentre equipado con un número adecuado de válvulas, apropiadamente localizadas, para aislar secciones pequeñas de tubería en los casos de interconexiones en la red o fugas. Por falta de mantenimiento la mayor parte de las válvulas de distribución, sufren deterioro más bien por falta de operación, que por excesivo desgaste, no se pueden establecer reglas invariables, sobre la frecuencia con la que se deben operar las válvulas, para propósitos de mantenimiento en las diferentes partes del sistema.

#### **IV.2.2 Programa de Mantenimiento:**

Por lo tanto, para que las válvulas se puedan usar de modo efectivo durante una emergencia, su mantenimiento debe ser adecuado, lo que obliga a un programa de inspecciones regulares anuales, de todas las válvulas, y de inspecciones más frecuentes, para las válvulas más grandes e importantes, incluyendo aquellas de las plantas de bombeo, plantas de tratamiento y tanques de distribución (almacenamiento). En el curso de estas inspecciones se han de operar las válvulas, y se les han de hacer las reparaciones necesarias, aunque los mecanismos de las válvulas se encuentren en buenas condiciones de operación. Las inspecciones regulares, ponen de manifiesto con frecuencia, diversas alteraciones en sus registros o cajas como, desplazamientos, recubrimientos con pavimento, o rellenos con basura, o tierra, que impiden que se puedan insertar los vástagos o llaves, para su operación durante una emergencia; influyen en dar una idea de la organización e importancia, que se imparte al servicio. De experiencias de mantenimiento llevado en otros países, se ha puesto de manifiesto que las válvulas, que se suponen que debieran encontrarse abiertas, realmente se hallan cerradas, impidiendo que se utilice la capacidad íntegra de las tuberías del sistema.

En el programa de inspección de las válvulas, se debe seguir el siguiente procedimiento:



- a) Se debe comprobar su localización y si es posible, cota con relación a puntos de referencia, previamente precisados.
- b) Las válvulas se deben operar en los 2 sentidos, esto es hasta que se encuentren completamente cerradas y completamente abiertas, contándole las vueltas, ya que algunas se encuentran parcialmente restringidas por razones de servicio, (por aparte se registrará también el número de vueltas de cada una). Se debe tener particular cuidado, en identificar las válvulas que trabajan en dirección opuesta a la que es normal en el sistema.
- c) Normalmente, las válvulas se deben dejar en posición abierta, pero se ha de observar con todo cuidado, si alguna válvula debe quedar cerrada.
- d) Las válvulas seriamente corroídas, se deben hacer funcionar varias veces.
- e) Se debe observar el estado del estopero, del vástago, tuerca del vástago, etc.
- f) Se debe comprobar el estado de las cajas o bóvedas, procediendo a su limpieza y elevándolas, bajándolas o sustituyéndolas, según sea necesario. De acuerdo a lo indicado anteriormente, los pasos a seguir en el Departamento de Sistemas de Distribución, será en primer término, proceder a la localización de todas las válvulas existentes, fijándose un programa intensivo de trabajo, ya que un 60o/o del total de válvulas de la red no, se encuentran localizadas, para esto el personal de campo que se utilice, hará uso de un plano escala 1:1,000 de la Ciudad, que es una escala lo suficientemente grande para poder localizar en este la válvula. El procedimiento a seguir, será identificar cada válvula por un número en este plano. El personal portará una hoja de trabajo adicional como la mostrada en el gráfico número 13, en la cual se pondrá el número correspondiente, a la válvula localizada en el plano anteriormente mencionado, llenándose la hoja con todos los datos que en la misma se pide de la válvula, identificada con su número correspondiente. La idea de usar los planos 1:1000, es para anotar en este también las tuberías instaladas, con datos de diámetros y material (hierro fundido, asbesto-cemento etc.) aprovechándose de esta manera al máximo, la información de campo que se obtenga. Una vez lleno el plano, con la información de válvulas y tuberías en el área que el mismo abarca, se enviará al gabinete para proceder a pasar a hojas finales la información recibida.

Las válvulas se encuentran entre los registros de un sistema de distribución, que son difíciles de situar en planos, con todas las referencias que de la misma se necesitan, solamente se pueden marcar en estos para saber su existencia, por lo tanto lo conveniente es anotarlas en tarjetas. En estas es recomendable conservar datos sobre la localización, y otros datos de carácter descriptivo o histórico, que se consideren necesarios para cada una. Es preciso agregar un espacio, en donde se pueda anotar en forma somera, el trabajo de mantenimiento que sea necesario efectuarle en cada visita periódica. Es necesario emplear el tiempo conveniente, en anotar todos los datos que se consideren necesarios, lo que significará poco tiempo de trabajo, que si se pone una información escueta, que años más tarde necesitaría horas de investigación, para obtener los datos omitidos. Por lo tanto cada tarjeta, debe estar provista de espacios, para anotar todos los datos pertinentes.

### IV.3 HIDRANTES:

Por lo general los sistemas públicos de abastecimiento de agua, suministran este líquido para la protección contra incendios, por lo tanto en el diseño de los diversos elementos del sistema, se deben tener en cuenta las demandas del servicio contra incendios. Los requisitos para la protección contra incendios, tienen una influencia muy importante en el diseño y operación de muchos de los sistemas. La protección contra incendios que EMPAGUA presta abarca 2 grupos principales:

1. La protección pública, que se dispone a través de hidrantes, alimentados directamente por el sistema público de distribución y
2. La protección privada, principalmente en fábricas, que se proporciona a través de la misma acometida domiciliar, que en el interior tienen sus conexiones especiales, que alimentan líneas de hidrantes.

#### IV.3.1 Problemas en operación.

Es conveniente mantener buenas presiones en la red, para el buen funcionamiento de los hidrantes, y como toda el agua que se use para protección contra incendios, se ha de entregar a través de hidrantes, es importante que se cuente con un número suficiente de ellos, en el sistema de distribución. En el sistema de distribución de EMPAGUA, los hidrantes se encuentran la mayoría en intersecciones de calles, pues son los mejores sitios para su instalación, ya que en caso necesario la manguera puede llevarse en cualquiera de las 4 direcciones. Los hidrantes que EMPAGUA tiene instalados en la red de distribución, son de 4" y 6" de diámetro nominal con 2 salidas de 2 1/2" roscados; el diámetro se refiere al diámetro de la válvula principal de apertura. Lamentablemente, la mayoría de hidrantes que se encuentran instalados no poseen esta válvula, por lo que su mantenimiento se complica grandemente, ya que muchas veces es necesario cortar el servicio en un área muy grande, para efectuar cualquier trabajo de reparación, o sustitución del hidrante.

#### IV.3.2 Programa de Control.

Se elaborará una tarjeta de registro, para cada uno de los hidrantes, en un formato como el que muestra en el gráfico No.16.

Los datos a anotar como podrá verse, son claros en su contenido, aunque algunos no será posible poner, se deberá hacer la investigación necesaria, entre estas están los renglones correspondientes a la casa que vendió el hidrante, así como también a la fecha de su colocación; se deberá anotar en el renglón correspondiente, si tiene válvula principal de apertura, o sea la que lo separa de la red de distribución, así como también el estado de esta, en salidas se pondrá el número de éstas y sus respectivos diámetros. En observaciones se pondrá fecha de inspecciones y resultados de las mismas.

#### IV.3.3 Programa de Mantenimiento:

Como las válvulas, los hidrantes contra incendio se instalan esencialmente para usos de emergencia, y deben tener un programa regular de inspección y comprobación, para mantenerlos

en buen estado, ya que por su frecuente uso son particularmente vulnerables a daños y fallas, sobre todo en Guatemala donde no se hace buen uso de los mismos, ya que instituciones ajenas a los bomberos como son: Ejército, Unidades de Caminos, Compañías Constructoras y aún personas particulares, los utilizan para extraer agua sin la autorización correspondiente, y sin la herramienta adecuada, provocando graves daños en los hidrantes. Es decir que estos no llegan a cumplir la función, para la que han sido instalados, ante las depredaciones que hacen las instituciones anteriormente mencionadas, del vital líquido como lo es el agua, lamentablemente lo anterior viene a repercutir en otros Departamentos de EMPAGUA, al no poder tener un dato más refinado del agua servida.

Se deberán efectuar 2 inspecciones anuales, y aconsejable sería después de cada uso, pero lamentablemente esto no es posible por los problemas enumerados anteriormente. Un procedimiento correcto de inspección puede ser el siguiente:

1. Operar el hidrante para comprobar su hermeticidad, corrigiendo cualquier parte desgastada o suelta.
2. Operar la válvula principal de cierre, para observar su estado.
3. Observar el estado de la tuerca de operación y de las bocas de salida.
4. Si el caso lo ameritara, se procederá a lubricar el hidrante.
5. Pudiera ser que se colocaran obstáculos cerca, como podría ser un poste del alumbrado público, etc., lo que debe hacerse notar para corregir estos inconvenientes, si el caso lo ameritara.

En el gráfico No.17, se encuentra un proyecto de reporte de inspección, de mantenimiento de hidrantes. Las 3 primeras columnas serán llenadas en la oficina, en la columna de accesibilidad se anotará si hay o no, elementos físicos que estorben la circulación, para el uso del mismo al momento de necesitarse, y la última columna se chequeará en la oficina, hasta que la información haya sido pasada a la tarjeta correspondiente del hidrante inspeccionado, o si hay necesidad de efectuar algún trabajo, este haya sido realizado, y anotado en la tarjeta correspondiente.

En ciertos puntos de la ciudad, no son exactamente Hidrantes los que se encuentran instalados, sino que salidas directas de la red de distribución de 2".

Es de hacer notar además, que lamentablemente algunos han sido removidos, ya que la presión de los vecinos ha sido determinante para esto, en vista que indican que sufren innumerables molestias con los mismos, ya que les humedecen las paredes, pero esto es consecuencia de lo que anteriormente se indicara, del mal uso que de los mismos hacen instituciones ajenas a EMPAGUA y Bomberos, al no emplear los accesorios necesarios para extraer el agua del hidrante.

#### IV.4 FUGAS.

Al instalarse una nueva línea, se hace la primera prueba del estado en que queda trabajando, se usa generalmente una bomba y un manómetro de prueba. Se prueba a una presión de 200 lbs./..2 durante 1/2 hora, se acepta que baje la presión en ese tiempo  $1\text{kg}/\text{cm}^2$  equivalente a 14.2 lbs./..2, las uniones de los tubos deben dejarse al descubierto, para comprobar que no tengan ninguna fuga. Es decir que esta prueba, garantiza que las nuevas tuberías que se han instalado, no adolecerán de fugas al ponerse en servicio.

##### IV.4.1 Factores que afectan la cantidad de agua no registrada:

Algunas veces son ventajosos los reconocimientos de fugas, en el sistema de distribución, por ejemplo si el agua no registrada aumenta sin razón aparente, para esto el Departamento de Sistemas de Distribución, deberá tener a mano los controles de caudales; solicitando al Departamento de Sistemas de Gravedad, los datos de el agua producida por las diferentes plantas. En la División de Medición, proporcionarán los datos del consumo de los usuarios, (aunque hay muchos medidores en mal estado, que no miden los consumos. La División de Medición, está desarrollando un vasto plan para eliminarlos, sustituyéndolos por nuevos medidores).

Por otra parte, se hará una estimación lógica y racional, de los caudales consumidos en servicios públicos, (pilas públicas, chorros públicos, hidrantes, etc.), así como estimar un porcentaje en servicios fraudulentos, que serán naturalmente en menor número. Es decir que la cantidad de agua no registrada, que pudiera ser considerada aceptable, depende en gran parte de las condiciones existentes en cada sistema. Es decir que esto último nos indica por ejemplo, que en un sistema, el agua no registrada puede ser un 25 por ciento, mientras que en otro sistema, un 10 por ciento puede indicar fugas excesivas, o un gran defecto en los registros de los medidores.

Por agua no registrada, se entiende cualquier volúmen de agua que se entrega al sistema, pero que no se mide o incluye, en una estimación razonable del consumo de los clientes a tarifa fija.

Se enumerarán a continuación, las condiciones que afectan la cantidad de agua no registrada: las presiones elevadas, y las variaciones de presiones que se presentan en el sistema; la longitud, condición y edad, del sistema de tuberías principales (líneas de conducción) y de las líneas de servicio (conexiones domiciliarias externas); la eficiencia en el mantenimiento de los medidores; la relación del consumo de los grandes usuarios con el servicio total; las condiciones del suelo la atención que se preste a la reducción de fugas y a los usos subrepticios (fraudulentos) del agua. Es decir que una presión por ejemplo de 100 lbs./..2, producirá muchas más fugas que una presión menor, un problema de este tipo, que estuvo latente durante mucho tiempo en el Sistema de Distribución de EMPAGUA, fue a las redes de la colonia Uatlán II, sobre todo en la parte baja y en la colonia Country Club; aquí, la mayoría de fugas se presentaban por fallas de ruptura en la tubería, debido a la alta presión (120 y 140 lbs./..2) y causaban grandes estragos; por otra parte las presiones elevadas, tienden también a incrementar, el registro deficiente de los medidores.

La longitud, condición, tipo y edad del sistema de tuberías de líneas de servicio, influyen en las pérdidas que tienen lugar, en tuberías rotas o corroídas, o fugas en las juntas; un ejemplo de esto, aunado a una elevación de la presión, con la introducción del Proyecto Atlántico, se tiene en la red de EMPAGUA en la zona 6; la presión promedio por la 20 Avenida y calzada José Milla y Vidaurre es de 90 lbs./..2, esta zona es una que se ve afectada, por un gran número de fugas mensualmente, por los factores de estado de la tubería anteriormente mencionados. Las condiciones del subsuelo, pueden facilitar o dificultar, la localización de las fugas; en algunos subsuelos, pueden facilitar o dificultar, la localización de las fugas; en algunos subsuelos, los escapes de agua de las fugas desaparecen, sin llegar a la superficie, haciendo extremadamente difícil su localización. Los registros defectuosos de los medidores, se deben a un mantenimiento inapropiado de los mismos. Si un sistema, tiene una alta proporción de usos industriales o comerciales, la proporción de agua no registrada, tiende a reducirse, porque el agua total vendida, se cuantifica en grandes cantidades.

#### **IV.4.2 Métodos de Localización de Fugas:**

Los reconocimientos de fugas se llevan a cabo en varias formas, entre ellas tenemos el uso de geófonos, y existen métodos más modernos (sistemas electrónicos) percibiendo así las fugas en el sistema de distribución.

En el año de 1974, la Consultora V.T.N., que trabajó para la unidad Ejecutora del Xayá-Pixcayá, efectuó un estudio sobre fugas, en varios sectores de la red de distribución de EMPAGUA se colocó un aparato con registro gráfico, que proporciona el gasto instantáneo a cualquier hora del día, a mi criterio esta prueba no logró los fines que se esperaban, ya que lamentablemente no se conocía la cantidad exacta de agua, que los usuarios consumían las 24 horas del día, asumiéndose este valor.

Hablando en términos generales, cuando se habla de "reconocimiento de fugas" se refiere a un reconocimiento amplio, que se efectúa subdividiendo el sistema en distritos, y regulando y midiendo el gasto en tales distritos, cuando menos por 24 horas. Si la tasa nocturna, indica un consumo elevado que no se pueda explicar satisfactoriamente, es probable que existan fugas. Y por un proceso continuado de subdivisiones, se puede descubrir el origen del elevado gasto noturno.

Los aforos del gasto, se realizan por lecturas del medidor Pitot, durante un período de 24 horas. Generalmente, se contrata con Empresas responsables, para que verifiquen estos reconocimientos, pues el trabajo es bastante técnico, y un sistema normal no cuenta por lo general, con personal especializado para esto. Se deben verificar reconocimientos de fugas en los sistemas, cuando la proporción de agua no registrada, exceda el porcentaje, hechas todas las consideraciones del caso.

— A continuación se describirá un "método práctico para determinar consumos y fugas en un sistema de distribución" (2).

(2) Tomado del informe sobre Operación y Mantenimiento de Servicios. SNAA, Costa Rica, Junio 1971.

Vamos a suponer que queremos determinar las "consumos y las "fugas" en un sector de la red de distribución que es la que aparece en el gráfico No. 18. Para esto, previamente, debemos verificar los siguientes:

- Que todas las válvulas del Sector se encuentren en buenas condiciones.
- Que el diámetro y demás condiciones hidráulicas del tramo de tubería por el que ingresará el agua al Sector, una vez que éste se aisle totalmente del resto del sistema, sean suficientes para abastecerlo con exceso. (En este caso, el tramo de tubería de 12").

A continuación, verificado lo anterior, se procederá a instalar el pitómetro en el punto que aparece indicado en el gráfico No. 18. Estamos ya en condiciones de iniciar el estudio programado, para lo que tendremos en cuenta la siguiente información básica preliminar:

- 1) Se trata de una población que tiene un acueducto de las siguientes características:

Población a la que sirve .....	500,000 hab.
Total agua producida .....	150,000 m <sup>3</sup> / DIA.
Dotación promedio .....	300 Lt/hab/DIA
Longitud total de tubería en el acueducto .....	500 Kmt.
Consumo promedio esperado por m.l. tubería .....	0.3 m <sup>3</sup> / DIA.

- 2) Cada cuadra tiene 100 metros de longitud y, por lo tanto, cada manzana es una hectárea.
- 3) Número total de manzanas en la ciudad = 2,500.
- 4) Consumo esperado, promedio, por manzana = 60 m<sup>3</sup>/DIA.

De acuerdo con los datos anteriores, el consumo total esperado en el Sector en estudio, que tiene 12 manzanas, será:  $12 \times 60 = 720 \text{ m}^3/\text{DIA}$ .

#### PROCEDIMIENTO:

Es recomendable efectuar el trabajo en horas de la noche para causar menos molestias a los usuarios con motivo del cierre de válvulas. Procedemos en la forma siguiente:

1. Cerramos todas las válvulas por las que pueda entrar o salir agua al Sector, excepto la o las que permitan ingreso por la tubería en la que se ha instalado el pitómetro, que será el único punto de entrada. En este caso, cerramos las válvulas números 2, 3, 4, 5... hasta la número 20. Dejamos abiertas todas las demás incluyendo la número 1. Todas las válvulas cerradas se unen entre sí con una línea punteada.

2. Leemos luego el pitómetro y efectuamos los cálculos necesarios para determinar el consumo total en el sector. Supongamos que, efectuados los ajustes de hora, nos resulta que el sector está acusando un consumo total de  $1,245 \text{ m}^3/\text{día}$ . De acuerdo con las características del sistema y con el consumo esperado en las 12 manzanas, el obtenido es apreciablemente elevado.

Resulta entonces necesario continuar investigando por sectores parciales, procediendo en la forma siguiente:

a. Cerramos, una a una, las válvulas 25, 26 y 31, de modo de aislar el Sector que hemos denominado "A" en el gráfico No. 18.

b. En un Cuadro como el que denominamos "Cuadro A" (Adjunto) anotamos los cierres efectuados consignando los datos que figuran en dicho Cuadro. Ejemplo: Para la válvula 25, ubicada sobre la Calle, al Este de la Avenida "A", que es de 3" de diámetro, que se cierra (o abre) totalmente con 25 vueltas y que la hemos cerrado a las 10 y 10 de la noche, anotaremos tal como figura en la primera línea del "Cuadro A".

Hacemos lo mismo para las válvulas 26 y 31, consignando en el Cuadro A los datos mencionados.

c. Cuando hayamos cerrado la válvula 31 y, por lo tanto, aislado el Sector A, procedemos a tomar lectura en el pitómetro a fin de determinar el consumo total que ahora se registra.

d. A continuación, procederemos a cerrar las válvulas 24, 27 y 32, a fin de hacer el aislamiento del Sector B. Procedemos en la misma forma indicada para el Sector A, tomando igualmente, al finalizar el cierre de la válvula 32, la lectura del bitómetro y el cálculo del consumo total que, como es lógico, ya no incluirá a los Sectores cerrados A y B.

e. En seguida continuamos en la misma forma con los Sectores C y D. Al cerrar la válvula 34 y efectuar luego la lectura del pitómetro, podemos en seguida proceder a ordenar la apertura de aquellas válvulas correspondientes a Sectores ya estudiados y cuya apertura no afecte la prosecución de la operación. En este caso, las válvulas 3, 4, 5...15, 23... 28, 31, 32 y 33 (Anotados en el Cuadro A). Esto se hace con el objeto de no tener mucho tiempo sin servicio a los Sectores cerrados. Se anotará la hora en que se hace la apertura de cada válvula.

f. Luego procedemos a aislar el Sector E. y al terminar el cierre de la válvula 35 y leer el pitómetro, el consumo que se obtenga corresponderá exclusivamente al Sector F.

g. Enseguida se procede a realizar la apertura del resto de válvulas cerradas, anotando las correspondientes horas de apertura.

Es conveniente aclarar que la anotación de las horas de cierre y de apertura tiene, principalmente, el objeto de controlar y asegurarse de la ejecución de tales operaciones.

3. Con los datos de consumo obtenidos al leer el pitómetro después de aislar cada Sector, procedemos a dibujar el Gráfico de consumos que aparece en la figura No. 21. Para este caso, suponemos que los datos obtenidos han sido los siguientes.

- Consumo total al iniciar la operación, según se indicó – 1245 m<sup>3</sup>/DIA
- Consumo al cerrar válvula 31 – 1180 m<sup>3</sup>/DIA.  
Consumo del Sector A = 1245 – 1180 = 65 m<sup>3</sup>/DIA
- Consumo al cerrar válvula 32 = 880 m<sup>3</sup>/DIA  
Consumo del Sector B = 1180 – 880 = 300 m<sup>3</sup>/DIA
- Consumo al cerrar válvula 33 = 620 m<sup>3</sup>/DIA  
Consumo del Sector C = 880 – 620 = 260 m<sup>3</sup>/DIA
- Consumo al cerrar válvula 34 = 420 m<sup>3</sup>/DIA  
Consumo del Sector D = 620 – 420 = 200 m<sup>3</sup>/DIA
- Consumo al cerrar válvula 35 = 180 m<sup>3</sup>/DIA  
Consumo del Sector E = 420 – 180 = 240 m<sup>3</sup>/DIA  
Consumo del Sector F = 180 m<sup>3</sup>/DIA

Estos datos y las horas en que efectuaron los cierres nos sirven para dibujar el gráfico de la FIGURA No. 21, de donde se obtienen los datos siguientes:

SECTOR	LONGITUD DE TUBERIA EN EL SECTOR (m. l.)	CONSUMO EN EL SECTOR (m <sup>3</sup> / DIA)	CONSUMO POR METRO LINEAL DE TUBERIA (m <sup>3</sup> / ml / DIA)
A	200	65	0.32
B	1000	300	0.30
C	800	260	0.33
D	200	200	1.00
E	800	240	0.30
F	200	180	0.90
TOTAL	3200	1245	

Observamos que los consumos que aparecen para los Sectores “D” y “F” son muy elevados en relación con los de los otros tramos cuyos consumos están en el orden de los previstos.

En esta situación, será necesario, antes de calificar dichos consumos como “desperdicios”, realizar la correspondiente revisión para “justificarlos” o nó.

Con este fin, deberá inspeccionarse las zonas correspondientes para constatar si existen o nó instalaciones industriales, asistenciales, o si no fuera así, deberá aún investigarse e inspeccionarse debidamente para determinar si se trata de “desperdicios” en los domicilios o de “fugas” en las redes.



La determinación de "desperdicios" en los domicilios se facilitará si el Sector cuenta con medidores instalados cuyos registros deberán justificarse de acuerdo con las características del domicilio al que sirven. De no contar con tales aparatos será preciso efectuar inspecciones periódicas de las instalaciones interiores.

La determinación de "fugas" en las redes, una vez determinados los Sectores de Alto Consumo en la forma descrita, se hará empleando los métodos y aparatos existentes, como los Geófonos.

El plan general, los datos recopilados, los controles necesarios y, en general, todo el programa del acueducto para este tipo de verificación de consumos y de fugas y desperdicios, deberá seguir un planeamiento cuyo cumplimiento se considera como uno de los aspectos y funciones más importantes dentro de la Operación, Mantenimiento y Control de los sistemas de Distribución de los Servicios.

La FIGURA No. 21, de donde se obtienen los datos siguientes:

SECTOR	LONGITUD DE TUBERIA EN EL SECTOR (en l.)	CONSUMO EN EL SECTOR (en $l^3$ / dia)	CONSUMO POR METRO LINEAL DE TUBERIA (en $l^3$ / ml / dia)
A	200	80	0.40
B	1000	200	0.20
C	800	250	0.31
D	200	200	1.00
E	800	240	0.30
F	200	180	0.90
TOTAL	3200	1340	

Observamos que los consumos que aparecen por los sectores "B" y "F" son muy chicos en relación con los de los otros sectores, estos consumos están en el orden de los litros.

En esta situación, será necesario, antes de calcular dichos consumos como "desperdicios", revisar la correspondiente red para "fugas" y "desperdicios".

Con este fin, deberá inspeccionarse las zonas correspondientes para constatar si existen o no instalaciones industriales, residenciales, etc. si no fuera así, deberá ser investigado e inspeccionado debidamente para determinar si se trata de "desperdicios" en los domicilios o de "fugas" en las redes.

VALVULA No.	UBICACION	DIAMETRO	NUMERO DE - VUELTAS	HORA DE CIERRE	HORA DE APERTURA	OBSERVA- CIONES	SECTOR
25	CL.A-E-Av.A	3"	25	22-10	01-21		A
26	CL.B-E-Av.A	4"	30	22-18	01-28		A
31	CL.C-E-Av.A	12"	50	22-25	01-35		A
24	CL.A-E-Av.C	3"	25	22-35	01-42		B
27	CL.B-E-Av.C	4"	30	22-41	01-50		B
32	CL.C-E-Av.C	12"	50	22-50	01-55		B
23	CL.A-O-Av.E	3"	25	23-00	02-02		C
28	CL.B-O-Av.E	4"	30	23-08	03-09		C
33	CL.C-O-Av.E	12"	50	23-15	02-15		C
22	CL.A-E-Av.E	3"	25	23-25	02-56		D
29	CL.B-E-Av.E	4"	30	23-30	03-05		D
34	CL.C-E-Av.E	12"	50	23-36	03-10		D
ABRIR: 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,25,26,31,24,27,32,23,28,33, y 15							
21	CL.A-E-Av.G	3"	25	02-30			E
30	CL.B-E-Av.G	4"	30	02-36			E
35	CL.C-E-Av.G	12"	50	02-42			E
ABRIR: 22,29,34,21,30,35,2,16,17,18,19,20 y 1							
I	Av.G-N.CL.A			04-05	04-10		

CUADRO No. A

De acuerdo a lo descrito en el método anterior, será conveniente para facilidad en el futuro, hacer un plano de reconocimiento de fugas, en el distrito o sector, cuando se realicen con regularidad los reconocimientos de fugas; se mostrará con claridad en un mapa de conjunto, las válvulas que se deben cerrar, y las zonas que se aíslan. Deben quedar bien localizados los puntos donde se hacen las conexiones para los medidores Pitot.

En el gráfico número 20, se muestra el número total de fugas que se han reparado en los últimos años, como se puede ver en esta figura, el número de fugas a aumentado en los últimos años, consecuencia como anteriormente se indicara de la edad de la tubería; ya que el 70o/o de fugas reparadas, ha sido en la tubería de hierro galvanizado en mal estado. Lamentablemente, no se tienen los datos completos de las fugas por zonas, de los años 71 a la fecha, ya que por movimientos físicos del personal, y de la papelería en la oficina, no fué posible localizarla, pero en los datos recabados se puede ver en el gráfico No. 23, que las zonas 1, 5 y 6 se ven más afectados por el mal estado de la tubería solo estas zonas representan el 50o/o del total de fugas, confirmándose lo indicado anteriormente de la relación que existe, entre la edad de la tubería con el número de fugas, ya que estas zonas constituyeron practicamente, el perímetro urbano de la ciudad, en su asentamiento inicial, y por consiguiente las primeras favorecidas con los servicios públicos.

Un servicio público puede trabajar, sin llevar muchos registros de las obras de mantenimiento que se ejecuten, pero es necesario informar sobre los trabajos de mantenimiento que se realizan, para que la Jefatura del Departamento de Sistemas de Distribución de EMPAGUA, pueda justificar tanto el presupuesto que se solicita, como las erogaciones que se han hecho bajo su supervisión.

#### **IV.4.3 Métodos de Control y Reparación de Fugas:**

Los informes de fugas son de vital importancia en la operación a largo plazo de un sistema de distribución; tales registros permiten que se conozca si se están usando los materiales apropiados, en las reparaciones efectuadas en el sistema; o si ciertas líneas de distribución se han deteriorado, hasta el punto que amerita su sustitución, y finalmente si las roturas se deben a fenómenos de electrólisis, corrosión, mantenimiento defectuoso, instalación impropia, agentes externos, golpes de ariete, aumentos en la presión o algún otro factor.

Anteriormente se reportaba el trabajo de reparación de fugas, en un formato igual al del gráfico No. 21, a partir de marzo de 1974, se lleva el control en un formato como el del gráfico número 22. Analizando el mismo, se ve que falta información que anotar, y que puede dar el costo de reparación de cada una, por lo que se recomienda usar un formato como el que se presenta en el gráfico No. 12.

De los datos obtenidos con el formato, iniciado a partir del mes de marzo de 1974, ha permitido elaborar los cuadros de los años 74 y 75 como el que se presenta en el gráfico número 23, anotándose en este cuadro la causa de las fugas, que se clasificaron en tres tipos: P= picadura, R= rotura y V= varios, en este último renglón, se anotan las fugas provocadas por agentes externos, como podría ser el paso de un vehículo pesado, trabajos efectuados por otros servicios públicos (drenajes, teléfonos, Empresa Eléctrica etc.) esto se deberá anotar también.

Se llevará un plano de fugas, para que se tenga un registro visual de ellas, se usará como plano básico un plano escala 1:12,500 de la Ciudad, y se colocará convenientemente en la pared. En la localización de todas las fugas, se buscarán alfileres con cabezas de distintos colores, para indicar causas y tipos de fugas.

El registro constituye un registro positivo y necesario, de las circunstancias que rodean a cada fuga. Este informe es esencial, para defender apropiadamente el servicio público, contra las demandas por daños debidos a fugas, puesto que las demandas, se pueden presentar meses después de que haya ocurrido la fuga.

Se recabará la información que se pueda, sobre reparaciones efectuadas en líneas principales, por ejemplo: Las líneas de impulsión del ojo de agua (18"), las líneas de conducción de la presa del Teocinte, a la Planta de tratamiento de Santa Luisa (18" y 20"), la línea de impulsión de 14", de la planta de Hincapié a la planta de tratamiento del Cambray.

Al llevar un record de reparaciones efectuadas, podrán analizarse para determinar las causas de las mismas, para así ver la posibilidad de prevenirlos. Un caso típico de lo anteriormente indicado, lo podemos ver en las líneas del Teocinte (18" y 20"), la mayoría de fugas, se presentan en un sector de la línea que se conoce con el nombre de "El Convento", es una zona de mucho problema. La deforestación a provocado en esa parte muchos deslaves del terreno, lo que pone en peligro la tubería, además el mismo ha sufrido asentamientos y grietas, que en el año 1974 provocaron al mismo tiempo, roturas en las líneas de 18" y 20" (2 roturas en cada una de las líneas).

Por lo tanto, teniendo todos los antecedentes o historia, de las fugas que se provocan en cada línea, nos permite ver la posibilidad de que, mediante un mantenimiento preventivo adecuado se pueda reducir el número de fugas, así como una cosa similar, puede hacerse en cualquiera de las otras líneas principales. Por lo tanto en cada fuga, se pondrá en el registro correspondiente: fecha de la misma, material usado, personal que trabajó, causas de la rotura, costo de la reparación, y recomendaciones si el caso lo amerita, para prevenir futuras fugas por causas que pueden preverse.

#### **IV.5 PUNTOS PARA CONTROL DE PRESION.**

Actualmente se tiene una red de manómetros, que cuenta con 55 puntos de observación; estos son leídos diariamente por las 2 personas, que se mencionaron en el capítulo correspondiente a la organización; para efectuar su trabajo se les facilitaron bicicletas, y lograr así mayor movilidad, uno lee 25 manómetros y el otro 30, escogidos más o menos convenientemente para facilitar su recorrido, para su identificación se les llaman sector Norte y sector Sur.

La red de manómetros es necesaria, para un mejor conocimiento de funcionamiento de la red de agua potable, es necesario este trabajo, ya que aporta una serie de datos, que se hacen indispensables y básicos, para cualquier estudio o proyecto que se plantee, con el fin de remodelar o solucionar, problemas relativos al funcionamiento de la red.

A continuación se anotan las direcciones, donde se localizan los puntos de la red de manómetros.

#### LADO NORTE:

1. Entrada a Lomas del Norte
2. 21 Av. y 8a. Calle Zona 6
3. 18 Av. y 4a. Calle Zona 6
4. 15 Av. "A" y 15 Calle Zona 6
5. 15 Av. y 25 Calle Zona 6
6. Avenida Independencia 9-37 Zona 2
7. 7a. Avenida y 5a. Calle Zona 2
8. 1a. Avenida y 1a. Calle Zona 1
9. 10a. Calle y 1a. Avenida Zona 1
10. Av. Elena y 11 Calle Zona 1
11. 5a. Avenida y 16 Calle "A" Zona 3
12. 11 Calle 2-38 Zona 1
- 13.<sup>s</sup> 7a. Calle 1-09 Zona 3
14. Avenida Elena "C" 14-25 Zona 3
15. 5a. Avenida y 15 Calle Zona 3
16. 1a. Avenida y 26 Calle "A" Zona 1
17. 6a. Avenida y 32 Calle Zona 3
18. 18 Calle y 8a. Avenida Zona 1
19. 11 Avenida y 11 Calle Zona 1
20. 17 Avenida y 12 Calle Zona 1
21. Boulevard Los Cipresales y 11 Calle Zona 5
22. 13 Avenida y 23 Calle Zona 5
23. 27 Avenida y 28 Calle Zona 5
24. 2a. Avenida y 2a. Calle Zona 15
25. 18 Avenida y 2a. Calle Zona 15

#### LADO SUR:

26. Calle San Juan, Colonia Monte Verde Zona 7
27. Carretera Roosevelt Km. 14 1/2 Col. Molino Zona 7
28. Carretera Roosevelt y 34 Avenida Zona 11
- 29.<sup>s</sup> Carretera Roosevelt y 33 Avenida Zona 11
30. Calle San Juan y 37 Avenida Zona 7
31. Calle San Juan y 37 Avenida "A" Zona 7
32. Calle San Juan y 32 Avenida Zona 7
- 33.<sup>s</sup> Calle San Juan y 23 Avenida Zona 7
34. 7a. Calle y 7a. Avenida Zona 7
35. 13 Calle y 29 Avenida "A" Zona 7
36. 11 Avenida y 3a. Calle Zona 7
37. Calle de la Verbena, entrada al Hospital Sn. Vicente.
38. 13 Calle entre 12 y 13 Avenida Zona 11

- 39.s Calle Mariscal, Diagonal 20 Zona 11
40. Avenida Amatitlán y 35 Calle Zona 11
41. Avenida Petapa y 23 Calle Zona 12
42. Avenida Petapa y 16 Calle Zona 12
43. 1a. Calle y 4a. Avenida Zona 13
44. 0 Avenida y 6a. Calle Zona 9
45. 6a. Avenida y 14 Calle Zona 9
46. Avenida Las Américas y 16 Calle Zona 14
47. Avenida Hincapié y 70 Calle Zona 13
48. Avenida Hincapié y 25 Calle Zona 13
49. 24 Calle y 15 Avenida "A" Zona 13
50. 19 Avenida y 20 Calle Zona 10
51. 19 Avenida "B" y 20 Calle Zona 10
52. 11 Avenida y Diagonal 6 Zona 10
53. 6a. Avenida y 10a. Calle Zona 10
54. 10a. Calle y 1a. Avenida Zona 10
55. Avenida La Reforma y 6a. Calle Zona 10

Actualmente para el registro de las presiones, se utiliza un formato muy antiguo, donde solo aparecen para anotar, las direcciones hora y presión, se recomienda el uso de un nuevo formato como el que se encuentra en el gráfico número 24.

## CAPITULO V

### NUEVAS CONEXIONES

Otra de las actividades desarrolladas por el Departamento de Sistemas de Distribución, es la construcción de las nuevas instalaciones domiciliarias, y la supervisión de las efectuadas por los plomeros particulares.

Hasta el año de 1974, existía un listado de 82 plomeros autorizados, en 1975 se depuró esta lista, ya que por diferentes circunstancias muchos han dejado de trabajar, quedando actualmente 68 de éstos, para 1976 únicamente 56 han solicitado su carnet correspondiente, que los habilita para poder ejercer en su profesión.

Por lo tanto los reglamentos estipulan, que solo se permitirá que instalen las conexiones domiciliarias el personal correspondiente de EMPAGUA y los plomeros autorizados por ésta. Se ha considerado que sería aconsejable, pensar en un estudio detenido, para que sea solo el personal de EMPAGUA, el encargado de las conexiones domiciliarias externas porque la instalación comprende su inserción en la línea de distribución, trabajos en vías públicas, e intersecciones con otras líneas de servicios públicos, y pueden requerir permisos para excavaciones en calles, derechos de vía etc.. En el caso de los plomeros particulares, deberá estudiarse la posibilidad de que se les exija una fianza de garantía de cumplimiento en los trabajos que efectúan, a los usuarios que solicitan sus servicios, para garantía de los mismos, ya que la experiencia ha demostrado, que se han dado casos en que reciben el dinero, y no efectúan el trabajo, creando con esto problemas administrativos.

Por lo tanto es lógico que tal responsabilidad, recaiga en un organismo idóneo, en lugar de recaer en muchas personas.

#### V.1 REQUISITOS Y PROCEDIMIENTOS PARA NUEVAS CONEXIONES.

El costo de la instalación de la parte del servicio, desde la línea de distribución a la válvula de parar (conexión domiciliar externa), se puede o no cargar al usuario, según lo establecido en las normas. Ya que por ejemplo, en el caso especial de las colonias, estas al tender sus redes de distribución, construyen a la vez las conexiones domiciliarias externas, y según el Artículo 22 de las "Normas a seguir para la introducción de agua potable, a lotificaciones que ya hayan sido autorizadas por la Sección de Urbanismo" nos dice: "Todas las lotificaciones, que cumplan con instalar debidamente su sistema de distribución de agua, y que por lo menos el 30o/o de la tubería total instalada, sea de un diámetro interior de 4" o mayor, quedan exonerados del arbitrio de grifo, lo que debe hacerse constar en el acta de recepción". Salvo las subdivisiones posteriores de los lotes originales, en los cuales, la parte del lote que resulta sin acometida domiciliar, tendrá que pagar el derecho de grifo. En caso de estar comprendida la lotificación, entre el grupo exonerable del derecho de grifo, deberá pagar al conectarse a la red de EMPAGUA, un derecho de ingerida de Q. 10.00 (diez quetzales) por lote.

La parte del servicio del usuario después del medidor, hasta la propiedad (conexión domiciliar interna), se instala a costa del usuario; aunque EMPAGUA actualmente no lo hace,

podría regular tal trabajo, al establecer normas sobre materiales, diámetros y profundidades mínimas de las tuberías, y otros detalles, que permitan asegurar una instalación adecuada.

Por lo general, cada cliente se sirve por una línea individual. Sin embargo en unidades multifamiliares, tales como edificios de apartamentos, y diversos tipos de propiedades comerciales o de negocios, se puede utilizar un servicio para el uso de todos los ocupantes, en cuyo caso, solamente el propietario contrata el suministro de agua en EMPAGUA.

El propietario, puede distribuir el costo del servicio de agua entre los inquilinos, bien sea utilizando medidores para controlar los gastos individuales, o por alguna otra forma de prorrateo, o puede no intentar hacer cargo alguno a sus inquilinos, incluyendo el costo del servicio de agua en la renta o arrendamiento. Se presentan casos especiales como es el de los pasajes particulares, ya que de acuerdo a los reglamentos en vigor, el medidor salvo casos muy especiales, debe quedar instalado en propiedad municipal, para tener fácil acceso al mismo, ya sea para lectura de consumos o por razones de mantenimiento. Los contadores que se instalen quedarán en propiedad municipal, y el interesado deberá colocar la tubería que sea necesaria desde el medidor hasta su propiedad.

Cada línea de servicio (grifo), consiste esencialmente de una tubería que parte, de la línea de distribución a la llave de parar, procediéndose a continuación a la instalación del medidor, con sus accesorios correspondientes (ver gráfico No. 3). La tubería de servicio, se conecta generalmente a la línea de distribución, por medio de una válvula de incorporación que se inserta en la línea. Normalmente la inserción se ejecuta mientras la línea de distribución se encuentra en servicio y bajo presión, por lo que se conoce como conexión "húmeda". En ocasiones, cuando se instala originalmente una línea de distribución, esto especialmente en las colonias, se dejan construidas de una vez las acometidas domiciliarias externas en particular si las conexiones de servicio son de gran diámetro. En oportunidades, cuando se detecta una fuga en una acometida domiciliar externa y la naturaleza del terreno donde se trabaja lo permite (tierra), lo aconsejable es localizar la válvula de incorporación o parar para efectuar el trabajo de reparación y no afectar a otros usuarios, ya que en otro caso sería necesario cerrar el ramal, para poder reparar la fuga.

No se permite que el usuario manibre la válvula de parar, que se coloca antes del medidor. Para eliminar este problema, se estipula que el usuario, ha de instalar una válvula de compuerta en su propio sistema, o sea a continuación del medidor, con el manejo de la cual, se regula el abastecimiento interno del servicio.

Cada servicio público de agua, debe tener reglamentos y especificaciones definidas para el servicio, y para la instalación de medidores, estableciendo los pagos que deben efectuarse según el caso en particular. En el gráfico No. 25, se muestra la solicitud que debe llenar el solicitante, debiendo acompañarse la solvencia catastral correspondiente. En el caso que el trabajo, vaya ha ser efectuado por un plomero autorizado, debe acompañar la solicitud con un croquis en original y copia, en el que se detalle la forma como se ha de instalar la línea de servicio, y cualquier otro informe necesario, para que se tenga una comprensión completa de los requisitos de instalación, así como una planilla de los materiales a utilizarse, este deberá ser autorizado por el Jefe de Sección de Redes Secundarias, haciendo las correcciones necesarias según lo crea conveniente.



En los gráficos Números 26 y 27, se encuentran las gráficas de las instalaciones domiciliarias efectuadas por EMPAGUA, y por los plomeros particulares, del año 1971 a diciembre de 1975. Respectivamente.

De la experiencia obtenida en estos años, en las nuevas instalaciones, se ha encontrado un problema, que representa la mayoría de las veces para el usuario, no solo pérdida de tiempo, sino que también atrasos innecesarios, en la ejecución del trabajo solicitado; ya que en un renglón del formulario en el cual se elabora el presupuesto (gráfico número 28), existe un renglón en el que indica en términos generales, que el valor del presupuesto, no incluye el valor del listado de materiales que se necesitan, y los cuales debe proporcionar el interesado, variando según el caso.

Naturalmente el usuario, no estando familiarizado con los accesorios que se le piden, sobre todo cuando son mujeres, les resulta complicado reunir lo que se les ha pedido; siendo otro problema, que muchas veces como ocurre con las abrazaderas en especial las de 2", la Empresa encargada de su venta no la vende por unidad, sino que únicamente por mayoreo, por lo que muchas veces se ven forzados, a comprar estos accesorios a precios fuera de lo común, lo que es aprovechado por terceros. A esto hay que agregar la pérdida de tiempo que se provoca por la carencia de los accesorios completos, que se necesitan en la mayoría de los casos por lo que hay que efectuar varias visitas a una misma dirección, perjudicando así grandemente, la eficiencia que debe desarrollar el grupo de trabajo del Departamento de Sistemas de Distribución, que se dedica a estas labores. De lo anterior se deduce que lo aconsejable será que en el futuro, en el presupuesto que EMPAGUA elabora para el usuario interesado en su nueva instalación, se le cobre los materiales y accesorios que se necesiten en la misma, para eso será necesario que en la bodega de EMPAGUA se cuente con la existencia mínima para 6 meses de trabajo, de las gráficas del número de instalaciones efectuadas en años anteriores, podemos sacar la cantidad de material que será necesario comprar, para afrontar la demanda que tendremos.

Esto considero vendrá a repercutir favorablemente, no solo en el rendimiento que se obtenga en los trabajos a realizar, sino que además podrá dar una mejor imagen, de la forma en que se trabaja, lo que indudablemente repercutirá en una mayor demanda de servicios, que soliciten los usuarios, efectúe EMPAGUA.

En lo que respecta al material que se necesitará, se hará un estudio detenido de los materiales que se pedirán, ya que considero que si se llegara a generalizar, en lo que respecta a las instalaciones futuras, efectuadas tanto por EMPAGUA, como por los plomeros autorizados el uso del cobre, estaríamos dando un gran paso, para que en el futuro, los costos de mantenimiento de las líneas de servicio por fugas, que como indicamos anteriormente es bastante elevado, bajarán considerablemente, pero para esto las casas importadoras, deberían garantizarnos que la variedad de accesorios que necesitamos, van ha ser proporcionados en forma uniforme, de manera que no exista la posibilidad que se encuentren tropiezos con que no es posible encontrar lo necesario, lo que echaría por tierra, la intención que se tiene de salvar de fugas, esta fase del trabajo del Departamento de Sistemas de Distribución.

## V.2 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES USADOS EN LAS NUEVAS CONEXIONES

El costo de los materiales de la instalación, de las conexiones de servicio, generalmente exceden del 100/o del costo total de la instalación. Por lo tanto es conveniente, que se hagan todos los esfuerzos en seleccionar para la línea de servicio, aquellos materiales que presten mejores condiciones de trabajo, durante el mayor tiempo posible.

El factor más importante, que afecta la vida útil de las líneas de servicio, es la capacidad de los materiales para resistir la corrosión interna y externa; y la tuberculación interna. La corrosión interna y externa adopta la forma de picaduras, que incapacitan el material de la tubería de las conexiones domiciliarias, para soportar las presiones y que causan roturas con la consiguiente fuga; y la tuberculación, que reduce la capacidad de conducción de la tubería, provocada por la obstrucción que se forma en las paredes internas de la misma. Estas acciones pueden progresar, hasta que haya necesidad de sustituir la línea de servicio, este caso se ha presentado a menudo en la red, de EMPAGUA, ya que la mayoría de las acometidas domiciliarias externas son de Hierro Galvanizado y han sufrido este problema, actualmente son sustituidos por tubería de plástico (PVC). Analizando las condiciones de presión y demás condiciones físicas de la instalación (si hay necesidad de atravesar una pista o carretera), es obvio que los materiales que se seleccionen, deben tener suficiente resistencia, para soportar las presiones máximas a las que puedan estar expuestos.

Es decir que el tipo o clase de materiales, que se usen para las instalaciones de servicio, se deben escoger después de prestar atención a todos los factores pertinentes, ya que las fugas en las líneas de servicio, es uno de los problemas más costosos del mantenimiento en la red de distribución, como se ha podido comprobar del registro de fugas, que se lleva en el Departamento de Sistemas de Distribución de EMPAGUA, siendo elevados los costos de sustitución.

Los materiales de uso más común en las líneas de servicio son: Hierro Galvanizado, plástico (PVC) clases 160 y 250 libras por pulgada cuadrada según sea necesario, asbesto-cemento, cobre tipo "L".

Un dato muy importante, que debe mencionarse en el presente capítulo, es que EMPAGUA ha regulado a partir del año de 1,974, que el diámetro de la tubería de la conexión domiciliar externa sea construido en tubería de 3/4", esto se ha tratado de normalizar por razones de mantenimiento, ya que la variedad en el diámetro de las instalaciones de servicios, da lugar a pérdidas de tiempo en las labores de mantenimiento; porque los vehículos encargados de la reparación de fugas, de esta forma pueden cargar un stock de material, sin necesidad de regresar a la bodega a proveerse del que se haya de utilizar en un lugar determinado.

Al respecto existen sus excepciones, como es en el caso de la tubería de cobre, ya que actualmente en plaza solamente es posible conseguir de 1/2" de diámetro. Igualmente en el caso de datar varias pajas de agua, para el servicio de un edificio donde se colocará un medidor de diámetro mayor al común de 5/8", que sea capaz de registrar el volumen instantáneo a consumir. En todo caso, el diámetro de la conexión domiciliar debe ser de acuerdo con el volumen datado.

Las tuberías de hierro galvanizado, se han usado con éxito por muchos años, son tuberías rígidas, exigen el uso de tarrajas para hacerles roscas y por lo tanto no son fáciles de instalar. Tienen vida relativamente corta, debido a su susceptibilidad a la acción corrosiva del suelo y del agua dentro de la tubería, lo mismo que a la corrosión galvánica, resultante del contacto con las válvulas de inserción y de parar. Las tuberías de hierro fundido y de asbesto-cemento, se usan para los servicios importantes, generalmente de diámetro de 2" o mayores. Ambas tienen una excelente resistencia a la corrosión, y mantienen su capacidad de conducción.

Para las instalaciones de líneas de servicio, se ha venido disponiendo cada vez más de las tuberías de plástico (PVC). Son fáciles de instalar, mediante los acoplamientos correspondientes a las válvulas de inserción y de parar, este tipo de tubería se afecta con cambios de temperatura. Debe tenerse el cuidado que la tubería que se utilice, llene las normas exigidas, ya que puede resultar tóxico el exceso de plomo en su constitución, se ha popularizado su uso por su facilidad de instalación, así como bajo costo, comparado con otros tipos de tubería.

A criterio de la Jefatura del Departamento de Sistemas de Distribución, debería generalizarse el uso de la tubería de cobre, con los tipos prácticos de conexiones. La experiencia con el uso del cobre que se ha tenido en Guatemala, en el sector de la zona 2 que se conoce como barrio moderno (1a. Calle a la Calle Martí y de la 9a. Avenida a la 11 Avenida), ha sido muy halagadora, ya que prácticamente no se registran fugas en ese sector, por lo que podríamos tomar la tubería de cobre como patrón de comparación en ese sector. Es flexible, fácil de instalar y resistente a la corrosión en muchos suelos, conservando además una alta capacidad de conducción. No es suficientemente soluble en agua, para que constituya un riesgo en la salud, al instalar la tubería de cobre, se cuidará que no se deforme al desenrollarla o al cortarla, y se extraerán las rebabas provenientes del corte. En la tubería de cobre, las curvas se aconseja se hagan antes de instalarla.

Su conexión con las válvulas de bronce, no producen una acción galvánica apreciable; los extremos de la tubería de cobre, se pueden acampanar fácilmente con los aparatos correspondientes, (comunmente conocidos como boquilleros), proporcionando un método sencillo para la fijación de las conexiones, otra particularidad es su capacidad para soportar altas presiones.

### **V.3 PERDIDAS DE CARGA EN LAS LINEAS DE SERVICIOS Y METODOS DE ACOPLAMIENTO A LAS TUBERIAS PRINCIPALES SEGUN DIAMETRO DE ESTAS.**

En los gráficos Nos. 29, 30 y 31, se muestran unas tablas para calcular las pérdidas de fricción en libras por pulgada cuadrada, en servicios de tuberías de cobre de 1/2" y 3/4" de diámetro, con medidor de 5/8", que es el medidor más comunmente usado.

En las gráficas anteriores, se puede observar la diferencia de pérdida de carga, que se obtiene para un mismo gasto en g.p.m., y por ejemplo una longitud de 20 pies de tubería, así para 4 g.p.m. en tubería de 1/2", se tiene una pérdida aproximada de 5.75 psi., y para el mismo gasto en tubería de 3/4", se tiene una pérdida de 2 psi, por lo tanto además de las razones expuestas anteriormente, por motivos de mantenimiento es aconsejable construir la línea de servicio en 3/4" de diámetro, ya que produce menos pérdida de carga.

Además de las pérdidas por fricción en las tuberías de servicio, las curvas incluyen las pérdidas por fricción, a través de la válvula de corporación, válvula de parar y válvula de globo. El uso de una válvula de compuerta, en lugar de la de globo reduciría materialmente esta pérdida, por eso en los últimos años, en los presupuestos de instalación, solo se ha pedido este tipo de válvula, sustituyéndose la de globo, en los casos en que se han encontrado en instalaciones antiguas.

Se debe tener en cuenta que las curvas, se basan en valores calculados, y que se debe esperar que difieran ligeramente de los resultados prácticos. Sin embargo, son suficientemente exactos, para servir de guía en la selección de los diámetros de las tuberías de servicio, y de los medidores. Como puede verse en la línea de servicio del consumidor, se ocasionan pérdidas considerables de presión. Estas pérdidas pueden ser críticas, en instalaciones de servicio impropriadamente diseñadas.

El método para acoplar las tuberías de las líneas de servicio a la red municipal, varía con el diámetro y material de la tubería de estas líneas, y con el material y diámetro de la línea de la red a la cual se ingieren; así en tuberías de 2", ya sean estas de Hierro Galvanizado, asbesto-cemento plástico (PVC), se utilizan abrazaderas que tienen salida roscada de 3/4", la tubería de asbesto-cemento, en cualquiera de los diámetros que se perfore, necesita la abrazadera de bronce correspondiente. La tubería de hierro fundido de 4" en adelante, se puede perforar directamente sin ningún accesorio adicional, para perforar tubos de 6" H.F. hasta 12" inclusive, para grifos de 2", deberán realizarse utilizando monturas especiales, conocidas como coplas partidas, ya que si se hace directamente, se debilitaría demasiado la sección del tubo, y podría provocarse una ruptura de la tubería.

En la siguiente tabla, se indican los tamaños máximos de perforaciones, que pueden efectuarse en tuberías de hierro fundido, sin necesidad de monturas especiales:

Tamaño máximo del tubo en pulgadas:

3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"
1/2"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	3"	4"

En las perforaciones roscadas mayores a las arriba establecidas, se usarán las monturas especiales anteriormente mencionadas (coplas partidas).

Los accesorios a usar en las conexiones domiciliarias a la salida de la tubería perforada, o de la abrazadera puede ser: válvula de corporación, o bien 1 niple de bronce de 3/4" x 2" y una llave de parar. En el Departamento de Sistemas de Distribución de EMPAGUA, se cuenta con máquinas conectadoras, diseñadas para perforar, conectar e insertar bajo presión el accesorio correspondiente desde diámetros de 1/2" a 2".

Por lo tanto, la zanja que se cave para conexiones domiciliarias, deberá ser suficientemente amplia en el sitio de la perforación, para permitir la operación de la perforadora.

#### V.4 REGISTRO DE LAS NUEVAS LINEAS DE SERVICIO.

Es de vital importancia, conservar un registro completo de todos los servicios instalados, con el objeto de que se pueda localizar en el futuro, en cualquier momento, una instalación determinada, hay varios métodos de conservar los registros de servicios, actualmente en el Departamento de Sistemas de Distribución se emplea un libro de solicitudes de servicios, en el cual se numeran las solicitudes, y se establece la dirección del predio y el nombre del solicitante.

Sin embargo, para tener una mejor información y un mejor uso de estos datos, será aconsejable y conveniente, que adoptemos el procedimiento de mantener un tarjetero con índice, anotándose en la tarjeta los datos pertinentes a las instalaciones de cada servicio según se reciban.

Tales informes deben comprender el número permanente del servicio, el nombre y dirección del solicitante, las fechas de solicitud y de instalación del servicio, los diámetros de las válvulas de inserción del servicio, a la red municipal, de parar y de compuerta, el diámetro y clase de tubería usada, la profundidad a que se instaló la tubería y referencias detalladas de la localización del servicio. Estos registros se deben complementar con planos a gran escala, en los cuales se sitúe el servicio con todos los detalles pertinentes. En el gráfico número 32, se propone una forma de elaborar la tarjeta de registro de instalaciones domiciliarias; por lo tanto a los plomeros en sus esquemas que presenten, se les exigirán las referencias que el Departamento considere necesario para su control, este esquema deberá ser como el que aparece en el gráfico número 33.

## CAPITULO VI

### RESPONSABILIDAD EN LA OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCION.

Probablemente, en materia de responsabilidades, el problema con el cual se afrentan más frecuentemente los servicios públicos de agua, es el relativo a los daños a la propiedad, por roturas en las tuberías de distribución. Es obvio que existe la responsabilidad moral, de parte de la Empresa de Agua, de efectuar todas sus obras en la forma más eficiente, y apegada a las técnicas de Ingeniería, lo mismo que desarrollar sus operaciones de un modo eficiente y prudente. Es evidente por lo tanto, que el servicio público de agua (EMPAGUA), es responsable de la instalación apropiada de sus obras. Si las instalaciones se hicieron en forma apropiada, si las operaciones se verifican, por los medios que hubiera debido emplear, un individuo prudente y adiestrado en la materia, responsable de tales operaciones, y si la conservación o mantenimiento de las obras del sistema, se llevaron a cabo de una manera prudente, no existe normalmente negligencia. Sin embargo, si la instalación, operación y mantenimiento, se desarrollaron en forma impropia, tal negligencia ha de resultar sin duda, en una responsabilidad por daños.

Como en la operación y mantenimiento de la red de distribución, se hacen muchos de los trabajos en las calles, se necesita un buen programa, acerca de las seguridades a tomar según las circunstancias. Ya que aparte de las medidas de protección a tomar, contra daños a los trabajadores, y a los habitantes en general, debe tenerse como propósito mantener buenas relaciones públicas, evitando más inconveniencias, de las indispensables. Es aconsejable por lo tanto, tener disponible un número suficiente de letreros de advertencia, para situarlos de tal manera, que permitan un tráfico uniforme y sin tropiezos. Las medidas de seguridad a tomar, dependerán de las diferentes circunstancias que se pueden presentar, en un trabajo determinado.

Ya anteriormente se indicó, que la mayoría de trabajos se ejecutan en la vía pública, siendo necesario zanjear; se ha tratado de mantener un ritmo de trabajo constante, para efectuar los rellenos de las zanjas con material selecto, a fin de habilitar nuevamente la vía en toda su amplitud, pasando el reporte correspondiente, al Departamento de Mantenimiento de Calles de la Dirección de Obras de la Municipalidad, para que procedan al bacheo correspondiente. Lamentablemente, el volumen de trabajo de este Departamento es demasiado grande, lo que no permite que se atienda este servicio en forma inmediata. Se podría pensar en forma detenida, en la posibilidad de que EMPAGUA, adquiriera el equipo necesario para poder ejecutar este trabajo, pensando que se efectuara en forma coordinada, con el Departamento de Mantenimiento de Calles, ya que sería necesario utilizar la misma planta de asfalto, tendría que normarse esto de tal manera, que se atendieran todos los aspectos legales inherentes a tal acuerdo, para evitar escollos en el desarrollo de las futuras actividades.

#### VI.1 RELACIONES PUBLICAS.

El Departamento de Sistemas de Distribución, por el tipo de trabajo que tiene que desempeñar, en el constante mantenimiento y operación de la red de distribución, debe observar ciertas relaciones públicas para con los usuarios, los que sufren diferentes molestias con el trabajo desarrollado. Para que se conserven las buenas relaciones públicas, cuando se tengan que

hacer nuevas instalaciones, trabajos regulares de mantenimiento, o reparaciones de emergencia que deba conocer anticipadamente el usuario, se debe tomar en cuenta este aspecto al planear los trabajos.

Al respecto, se debe considerar que el sistema de distribución, es una línea directa de comunicación con el usuario. Línea a través de la cual se percibe, no solamente el trabajo en el sistema de distribución, (interconexiones en la red de distribución), sino otras actividades, como las paralizaciones o interrupciones por lavado de los tanques, en las plantas de tratamiento para el buen funcionamiento de las mismas, o también para el mantenimiento de los diferentes equipos, que son utilizados en las plantas de bombeo.

Siempre que sea posible, se debe dar aviso anticipado a los usuarios que se pueden afectar por los trabajos y, en particular, desde luego cuando esas actividades puedan crearles serios problemas. En cualquiera de los casos que se mencionaron anteriormente: interconexiones en la red de distribución, cambio de válvulas e hidrantes en mal estado, lavado de tanques, sustitución y mantenimiento de bombas etc. no solo se debe dar aviso previo, sino que también se deben programar los trabajos, para reducir los inconvenientes, y de esta forma emplear el menor tiempo posible.

Es evidente que las emergencias no respetan las necesidades de los usuarios, pero aun ellas, quedan sujetas a la aplicación de medidas sobre relaciones públicas. La rápida atención a las reparaciones, es indicativa de buena voluntad de aliviar en la mejor forma posible, los inconvenientes que sobrevienen, siendo conveniente hacer las publicaciones del caso acerca del problema que esta atendiendo, usando la prensa hablada, en las radiodifusoras que sea posible. Sin embargo, hasta aún en casos de emergencias, se debe procurar que sea mínimo el número de usuarios afectados. En cualquier ocasión, las excavaciones en las calles deben ser tan limpias y de tan breve duración como sea posible. No sólo se debe avisar a las personas, cuyos hogares o negocios vayan a quedar aislados por tales excavaciones, sino que, cuando sea posible, se deben hacer arreglos previos para que, durante el desarrollo de los trabajos, esas personas puedan normalizar sus actividades hasta donde sea factible.

Cuando la obra sea de cierta importancia, es conveniente que por avisos de prensa, boletines u otros medios, se mantenga informado a los usuarios, para que comprendan que las incomodidades que sufren, son originadas en planes ya previstos, para mejorar la calidad del servicio que EMPAGUA presta a sus usuarios.

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES

1. Los sectores deficitarios se localizan en casi todas las zonas de la capital y las razones son varias, tales como: tuberías muy antiguas que sufren obstrucciones o de diámetro inadecuado para el servicio que deben prestar en las condiciones actuales, posiblemente en cierto tiempo fueron capaces de surtir al sector, pero al crecer el área poblada han resultado ya insuficientes para transportar el caudal demandado. Otro problema es el mal servicio que prestan las flautas, debido a su tiempo de uso. Las deficiencias en algunos casos son también motivadas por la posición topográfica del sector con respecto a la posición del tanque de distribución que lo sirve.
2. La organización del personal es esencial para el mejor desarrollo de las actividades que deben ejecutarse en la operación y mantenimiento de la red de distribución. Debe hacerse conciencia en el mismo para que comprenda que debe ejecutar el trabajo que sea necesario en el momento preciso; y no pensar que su responsabilidad se limita a efectuar trabajos que tienen físicamente en la organización del Departamento (por ejemplo, sólo reparar fugas; atender reclamos de falta de agua; efectuar instalaciones domiciliarias, etc.).
3. Debido al crecimiento de la ciudad, se hace necesario instalar bodegas pequeñas en diferentes sectores, a fin de prestar un servicio mas rápido y eficiente, economizándose tiempo y combustible en atravesar la ciudad constantemente.
4. De los diferentes tipos de tuberías con que actualmente se cuenta, el uso de la de hierro galvanizado ha sido descartada en los reglamentos de EMPAGUA, por la poca resistencia que ofrece, tanto interior como exteriormente, siendo su vida útil relativamente corta.
5. El mantenimiento de la red de distribución de un sistema de agua potable, es fundamental para la operación eficiente del mismo, debido a esto deberá tabularse y fechar todo trabajo que se efectúe, lo mismo que llevarse a planos, ya que no es aconsejable y es una práctica impropia depender de la memoria de cada uno de los jefes de campo, ya que esto representa inconvenientes como por ejemplo, que los datos a memorizar son tantos que no hay una seguridad en la exactitud del dato solicitado.
6. Las válvulas en la red de distribución de un sistema de agua potable son muy necesarias para la operación apropiada de la misma. Su función es tan importante que nos permiten efectuar trabajos de reparación de fugas, ampliaciones de la red (interconexiones) etc., sin afectar a un gran número de usuarios, sino que con las mismas, estos problemas pueden minimizarse. Además las válvulas nos permiten efectuar operaciones sobre ellas, de tal manera que si las condiciones del servicio lo exigen, pueden restringirse, o bien cerrarse completamente para servir determinados sectores.
7. Las fugas representan un fuerte porcentaje en la cantidad de agua no registrada en la red de un sistema de distribución de agua potable, por lo tanto la eficiencia en el control de

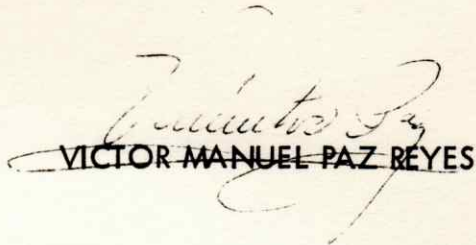


las mismas, redunda en una disminución del porcentaje anteriormente mencionado, así como también es un reflejo de la organización del Departamento encargado del arreglo de las mismas.

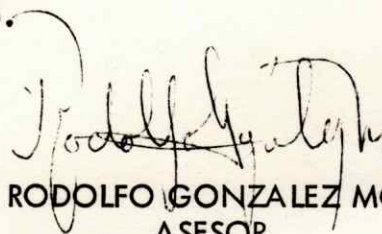
8. Los puntos de control de presión son muy importantes, pues los mismos dan idea del comportamiento de la red en un momento determinado (en cuanto a presión se refiere) y pueden poner en alerta con respecto al comportamiento del servicio en cada sector.
9. Las nuevas instalaciones domiciliarias han aumentado en los últimos años, por lo que el cuidado que se ponga en la construcción de las mismas, redunda en una disminución de las fugas y por ende en una baja ostensible en el porcentaje del agua no registrada.
10. Debido a los múltiples problemas que en forma directa e indirecta afectan a los usuarios del servicio al suspender el mismo, para efectuar reparaciones en la red, debe procederse lo más rápido posible, ya que en muchos de estos es necesario incluso interrumpir el tránsito de vehículos en el sector en que se trabaja.

**BIBLIOGRAFIA**

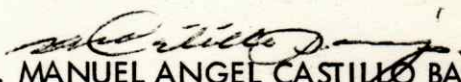
1. PEREZ VALENZUELA, PEDRO.- "La Nueva Guatemala de la Asunción". Tomo I. Centro Editorial "José de Pineda Ibarra". Ministerio de Educación Pública. Guatemala Centro América 1,964.
2. FERNANDEZ HALL, INGENIERA FRANCISCA.- "Estado actual del abastecimiento de Agua en Guatemala". Tesis de Graduación de Ingeniera Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala 1,947.
3. Manual AWWA M-5 "Administración de Sistemas Públicos de Agua" Centro Regional de Ayuda Técnica Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) 1a. Edición 1,962.
4. Manual AWWA M-8 "Curso de Adiestramiento en la Distribución de Agua". Centro Regional de Ayuda Técnica. México (AID) 1,966.
5. Publicaciones (Folletos Descriptivos y Memorias de Trabajo) de la antigua Dirección de Aguas y Drenajes de la Municipalidad de Guatemala y de la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala (EMPAGUA).

  
VICTOR MANUEL PAZ REYES

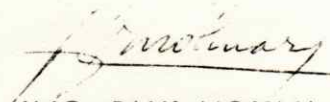
Vo.Bo.

  
ING. RODOLFO GONZALEZ MORASSO  
ASESOR

Vo.Bo.

  
ING. MANUEL ANGEL CASTILLO BARAJAS  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA  
CIVIL

IMPRIMASE:

  
ING. RAUL MOLINA MEJIA  
DECANO

ANEXO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

A N



GRAFICO No. 1

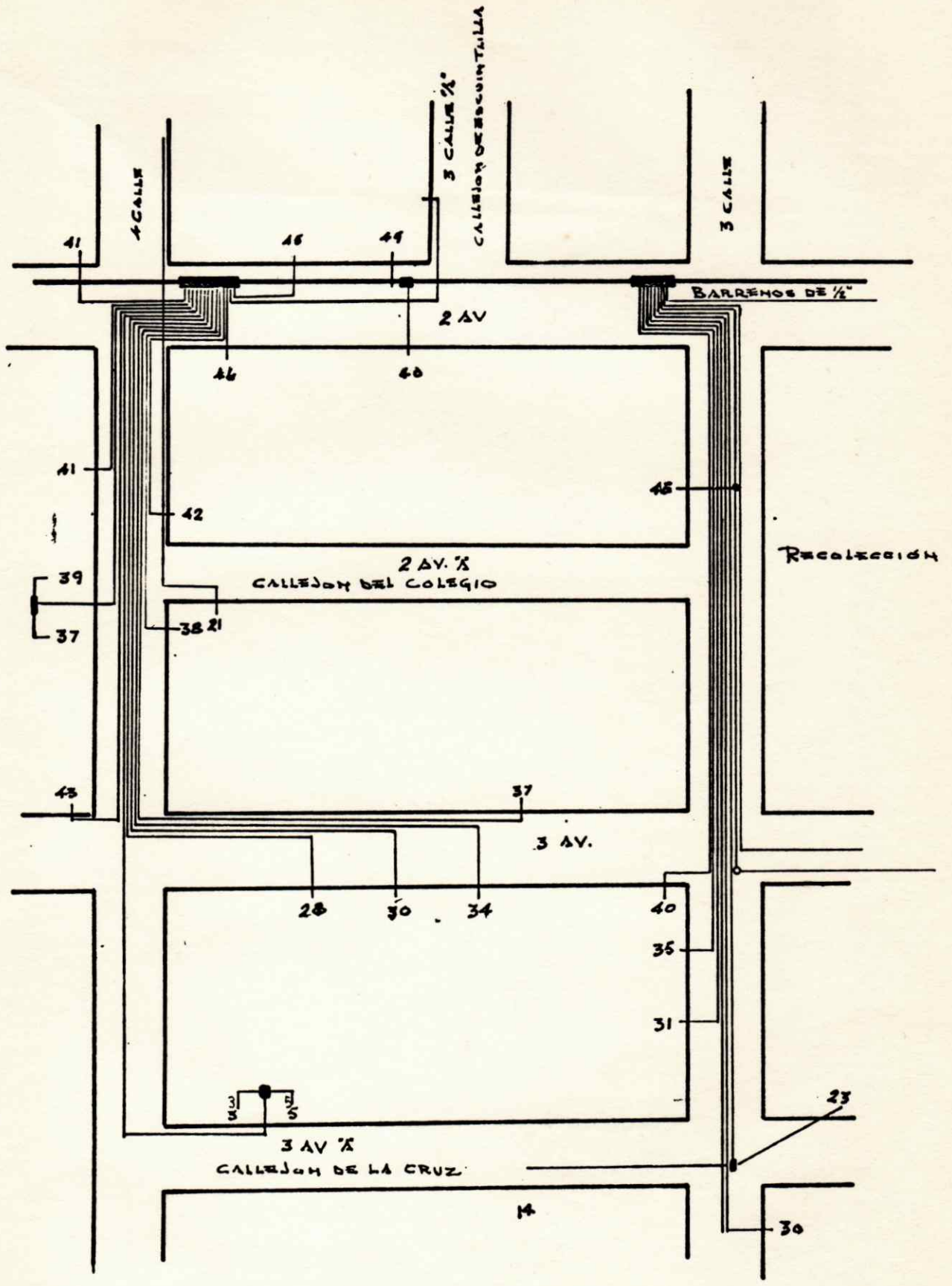


GRAFICO No. 2

(A) - 1 - LLAVE DE PARAR 3/4"

(B) - 2 - NIPLE H.G. DE 3/4 X 8"

(C) - 1 - COPLA H.G. DE 3/4"

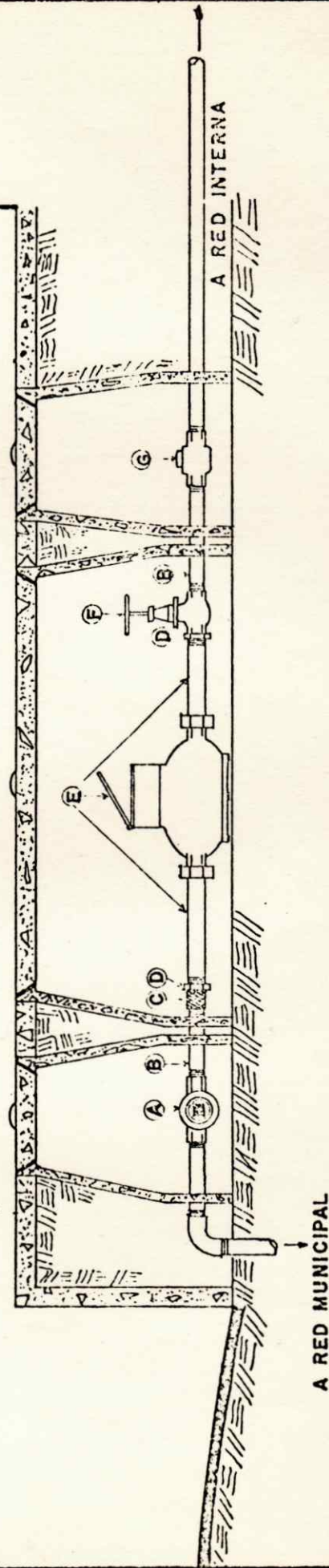
(D) - 2 - REDUCIDOR BUSHING DE 3/4" a 1/2"

(E) - 1 - MEDIDOR CON SUS PITONES

(F) - 1 - LLAVE DE COMPUERTA DE 3/4"

(G) - 1 - LLAVE DE RETENCION HORIZONTAL DE 3/4" (CHEQUE)

○ - -



**NOTA:**

TODA LA TUBERIA DE LA CONEXION DOMICILIAR EXTERNA  
A PARTIR DE LA RED MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
SERA DE 3/4" DE DIAMETRO.

EMPAGUA

DEPARTAMENTO SISTEMAS DE DISTRIBUCION

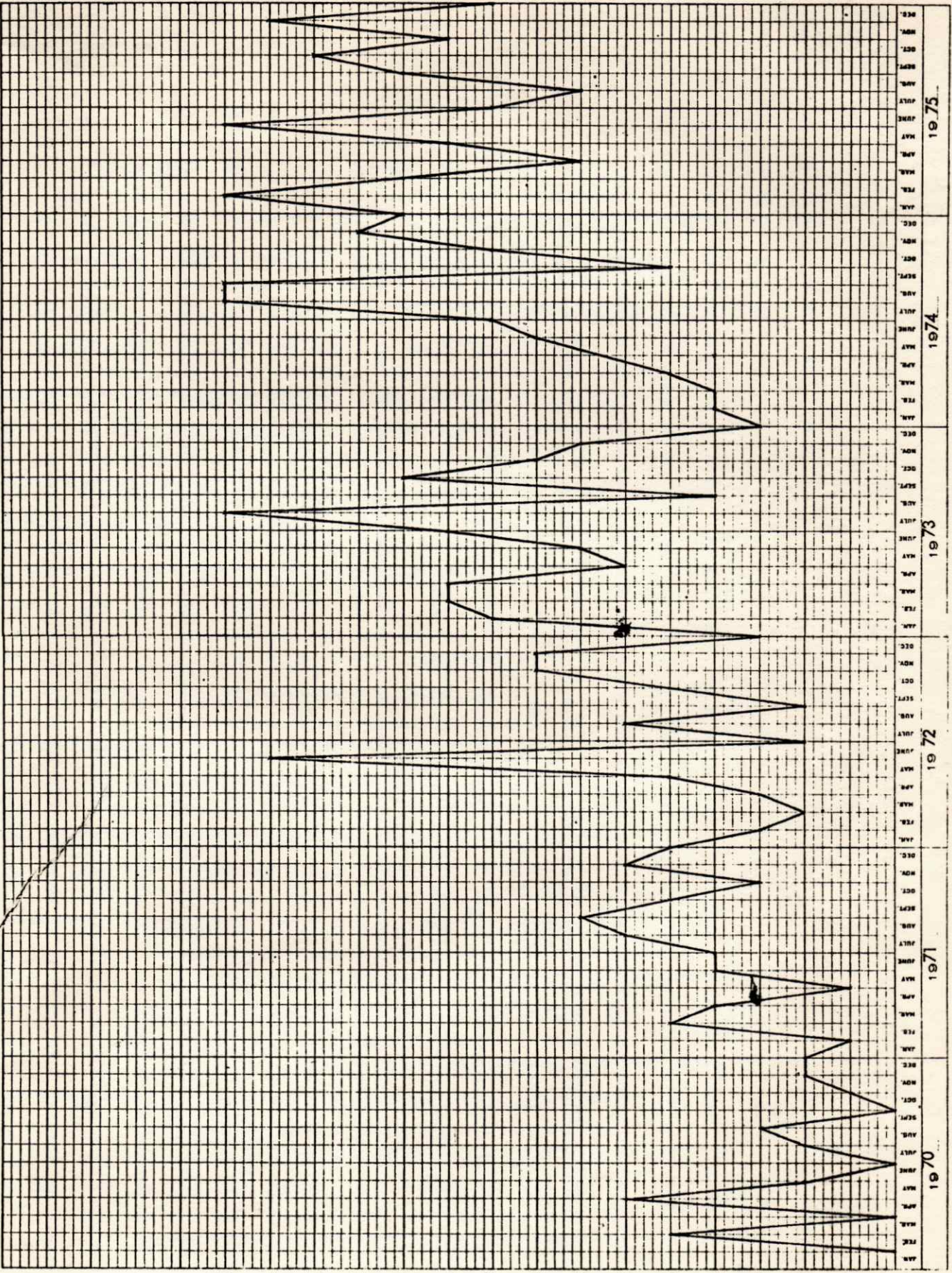
ESQUEMA DE INSTALACION DOMICILIAR  
EXTERNA

GRAFICO No. 3



GRAFICO No. 4

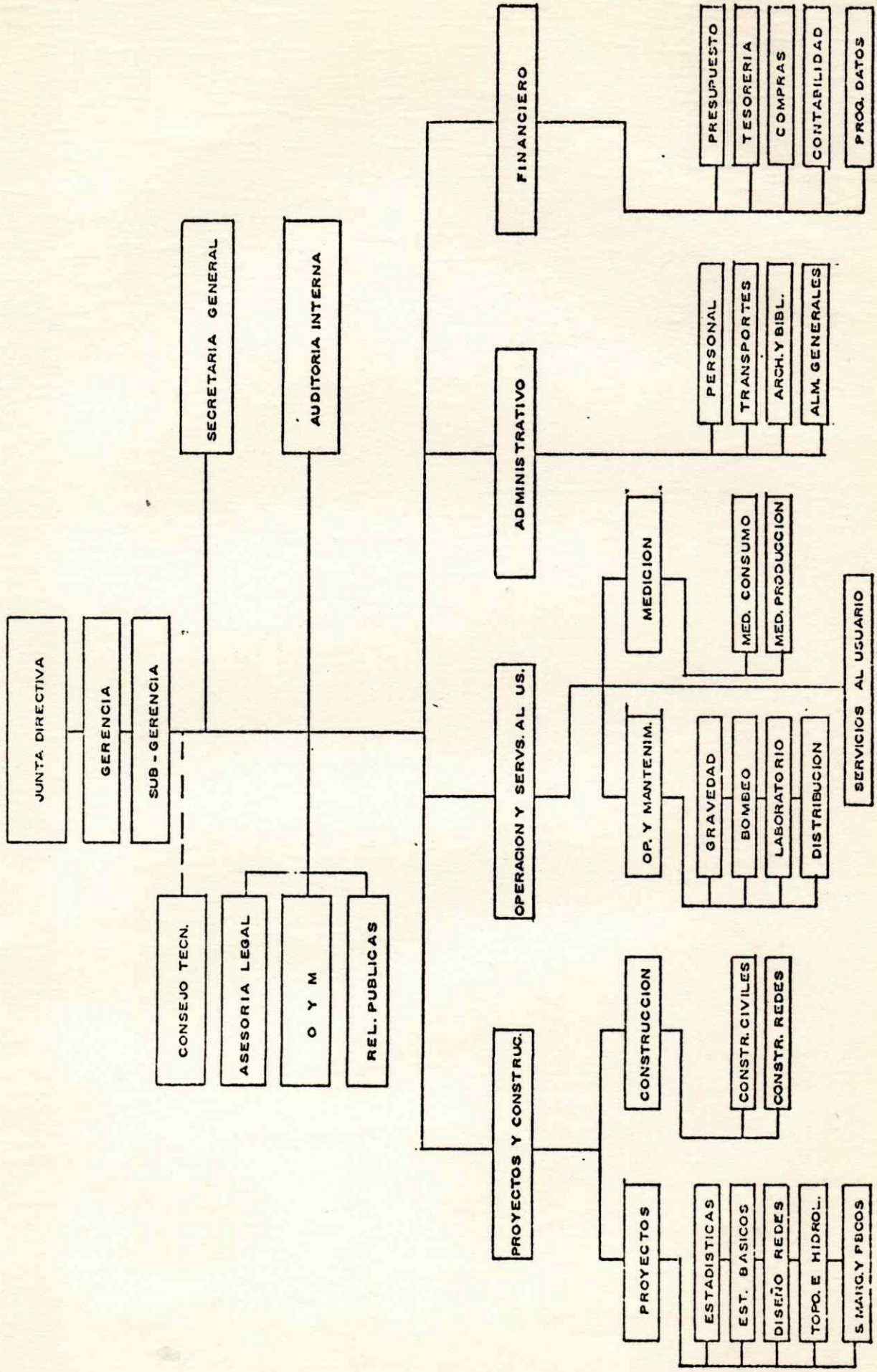




NUMERO DE CAMBIOS DE FLAUTA A COEXION DIRECTA

NO. 340-130 DIETZGEN GRAPH PAPER  
 3 YEARS BY MONTHS  
 EUGENE DIETZGEN CO.  
 MADE IN U. S. A.

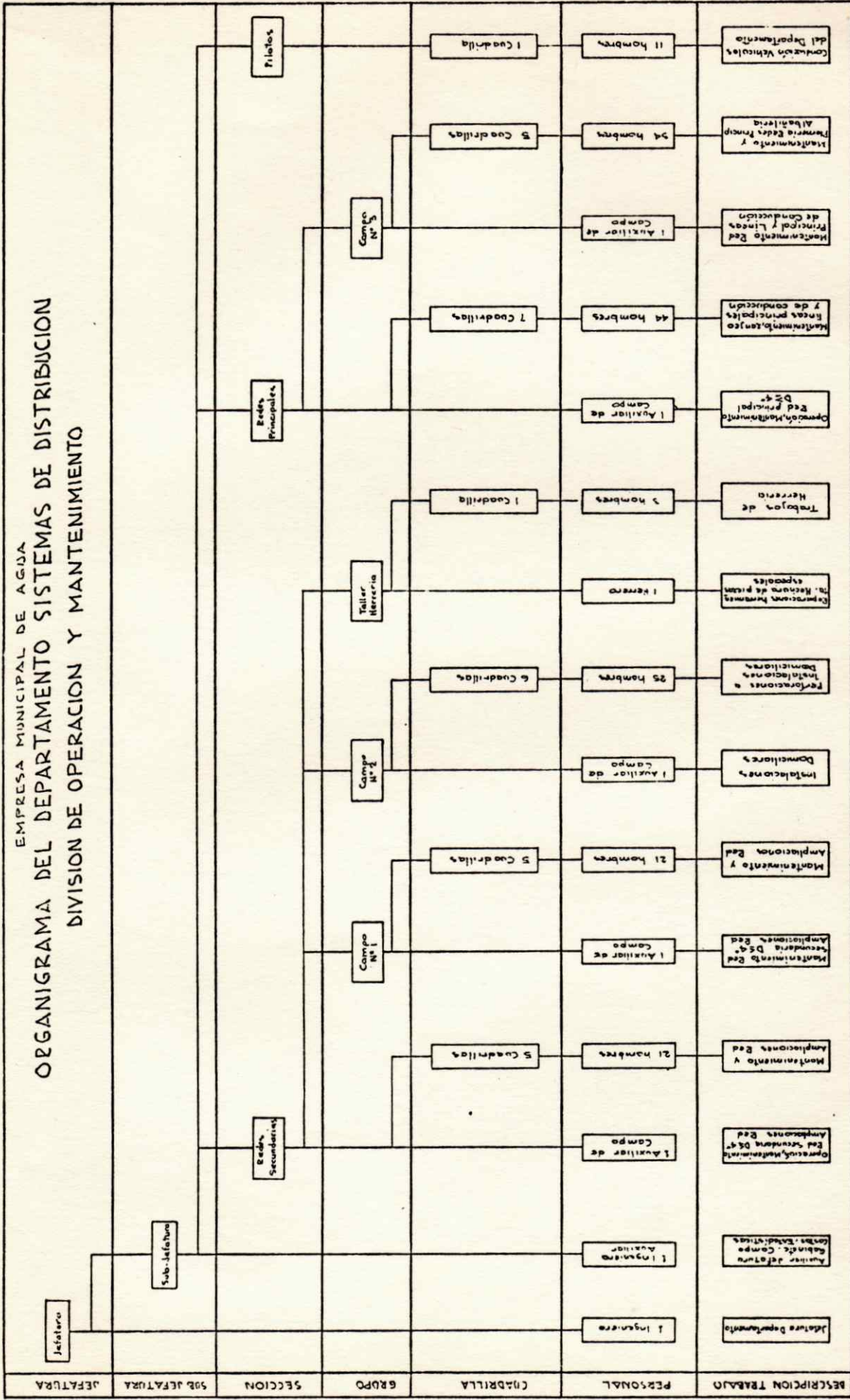
# EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA 1974



GRAFICÓ No. 6

PRE-INVERSIÓN — INVERSIÓN — OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN

EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA  
**ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO SISTEMAS DE DISTRIBUCION**  
 DIVISION DE OPERACION Y MANTENIMIENTO



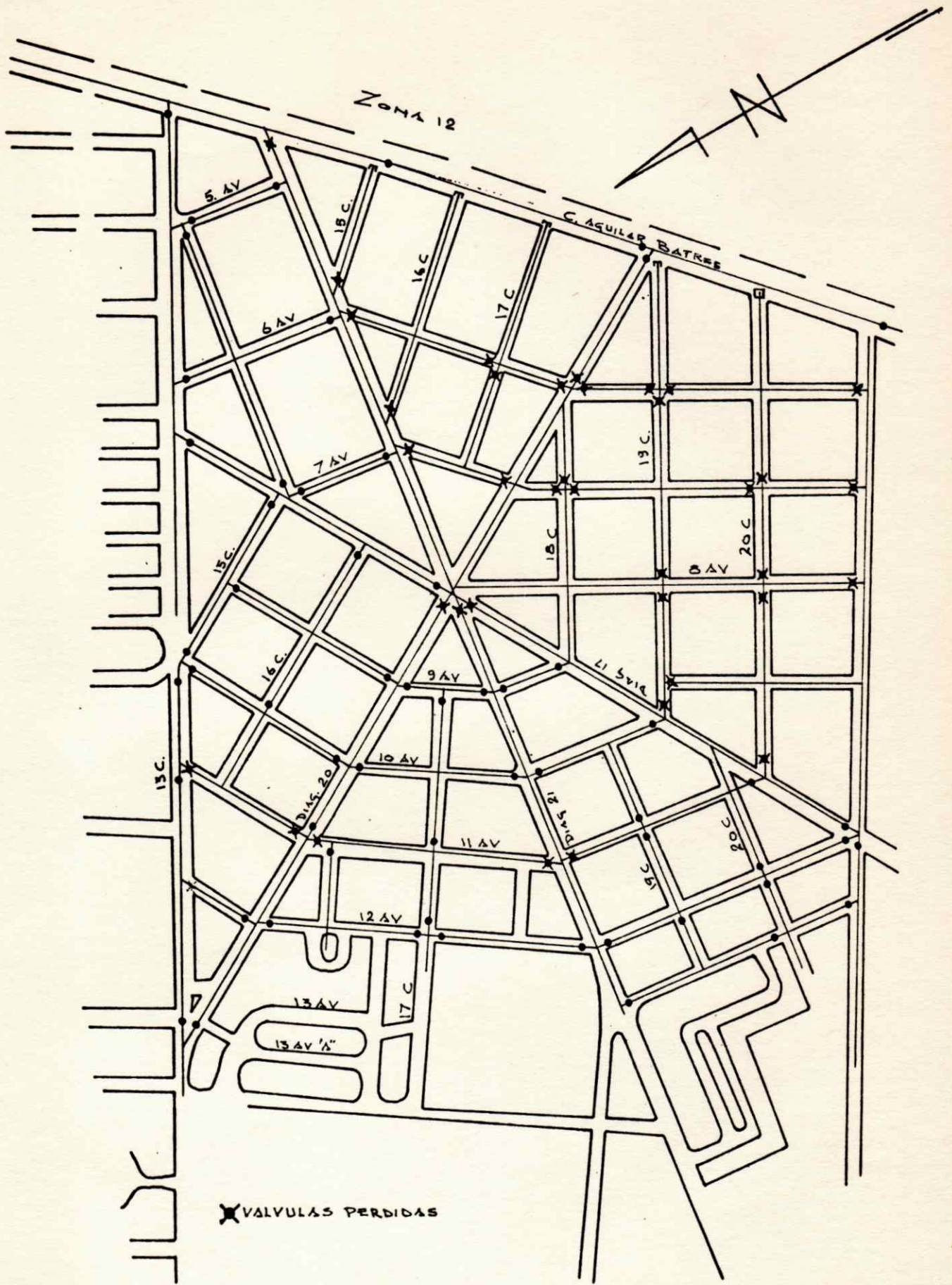


GRAFICO No 8

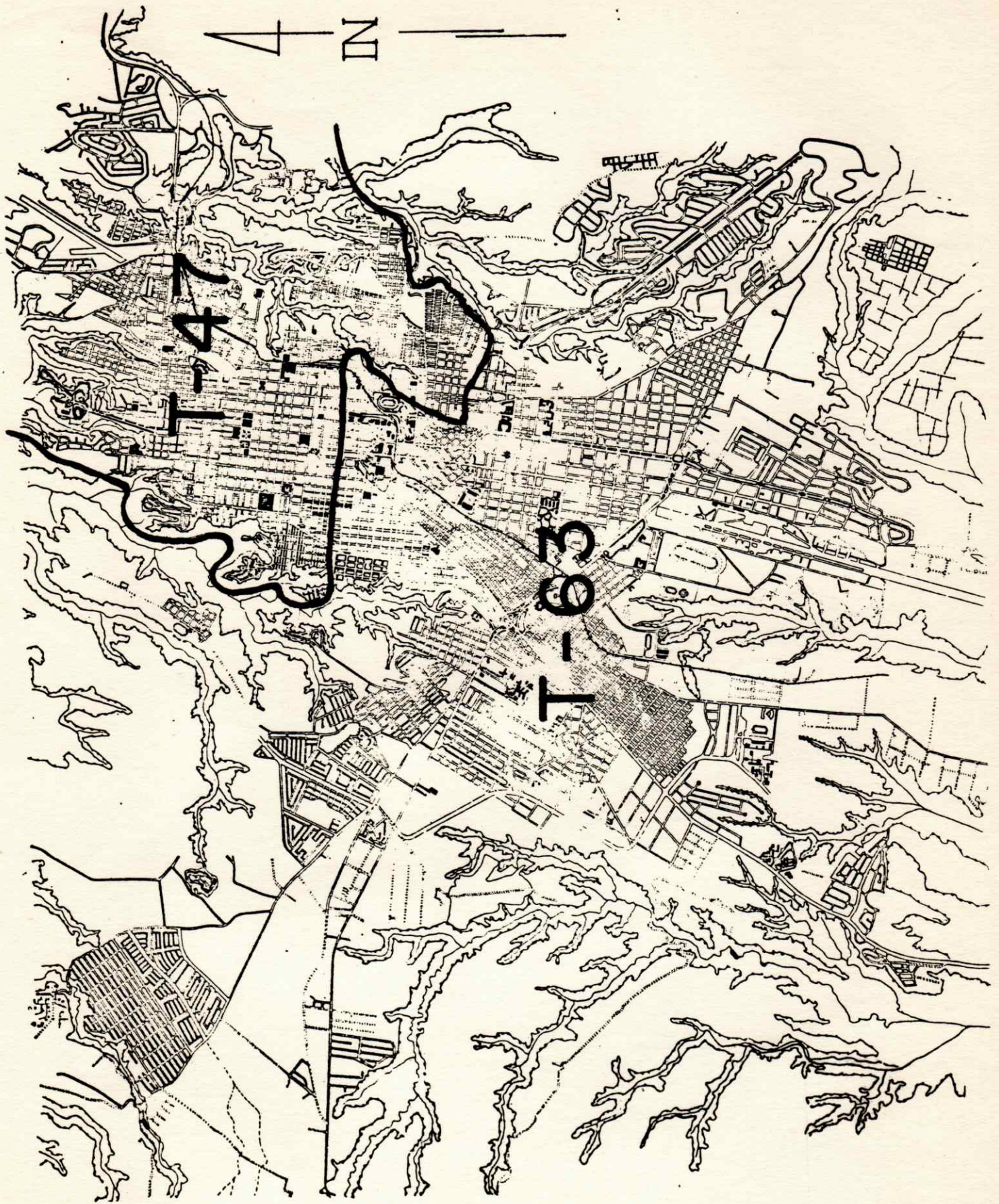
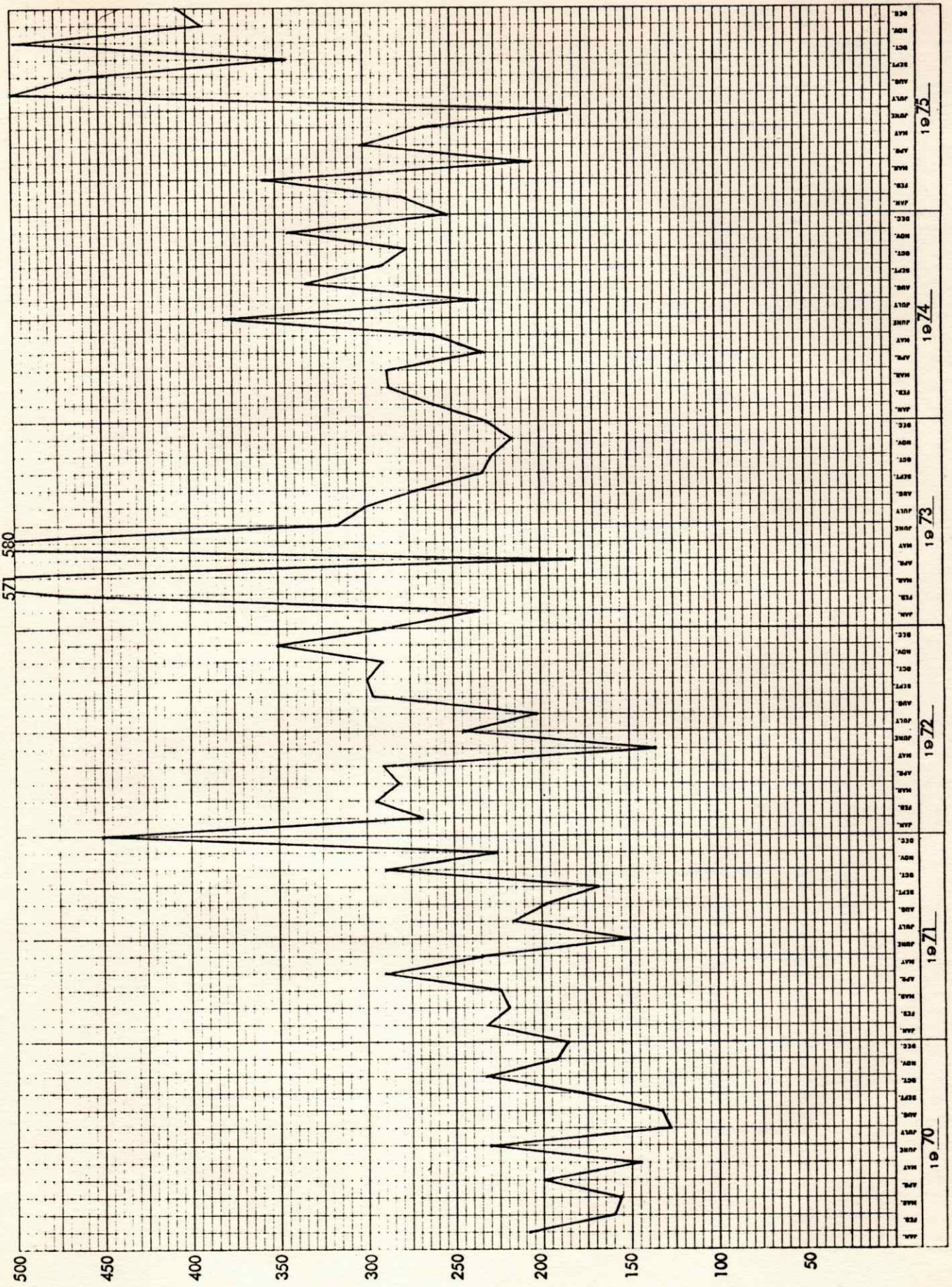


GRAFICO No. 9

NUMERO DE EXPEDIENTES EN TRAMITACION DE LA SECCION DE REDES SECUNDARIAS

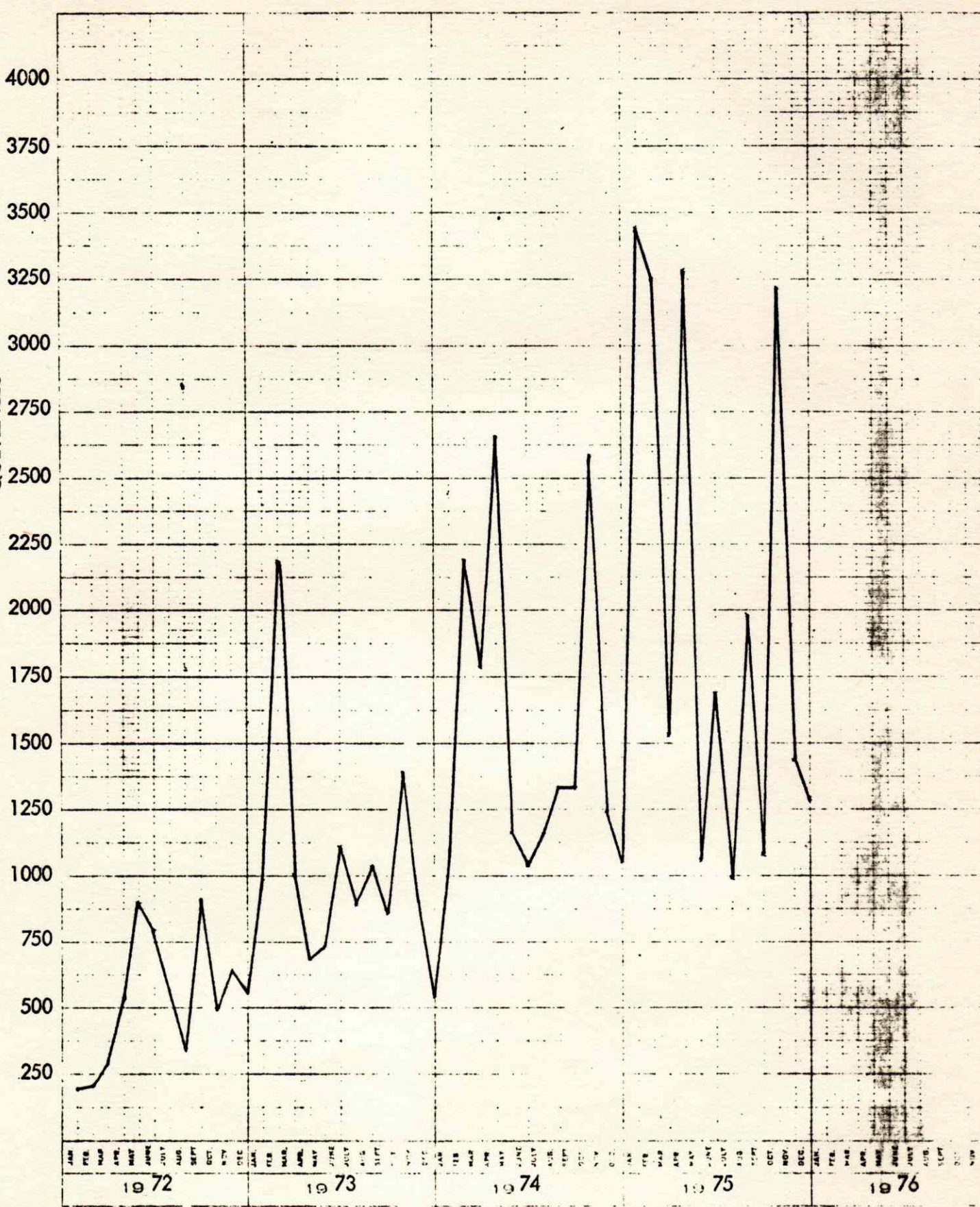


MD. 340-120 DIETZEN GRAPH PAPER  
3 YEARS BY MONTHS  
EUGENE DIETZEN CO.  
MADE IN U. S. A.

EUGENE DIETZGEN CO.  
MADE IN U. S. A.

NO. 340-T33 DIETZGEN GRAPH PAPER  
5 YEARS BY MONTHS

QUETZALES



COSTO MENSUAL DEL MANTENIMIENTO DE LA RED

GRAFICO No. 11

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION  
SECCION DE REDES SECUNDARIAS

ZONA

FECHA \_\_\_\_\_ DIRECCION \_\_\_\_\_

DIAMETRO DEL TUBO \_\_\_\_\_ (pulg o mm) CLASE DE TUBO \_\_\_\_\_

PROFUNDIDAD DEL TUBO \_\_\_\_\_ (en metros)

FUGA DEBIDA A: \_\_\_\_\_

D= \_\_\_\_\_ DISTANCIA EN METROS A LA AVENIDA O CALLE MAS CERCANA

d= \_\_\_\_\_ " " " " " " AL BORDILLO MAS CERCAÑO

ESTADO DE LA TUBERIA \_\_\_\_\_

FUGA EN TUBERIA MUNICIPAL \_\_\_\_\_ MARISCAL \_\_\_\_\_

SE INICIO: FECHA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

SE TERMINO: FECHA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

CIADRILLA N° \_\_\_\_\_ REPARAR { ASFALTO  
BANQUETA

MATERIALES USADOS: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

LOCALIZACION

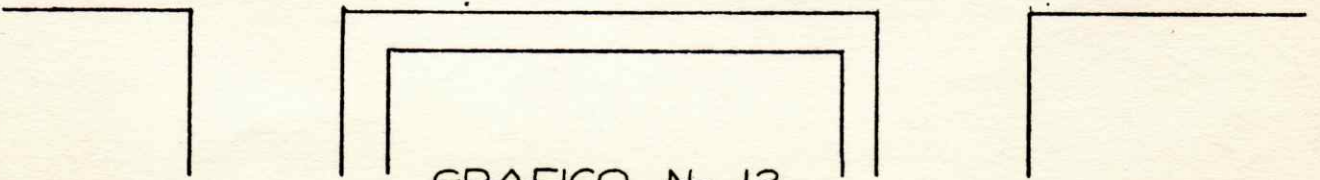
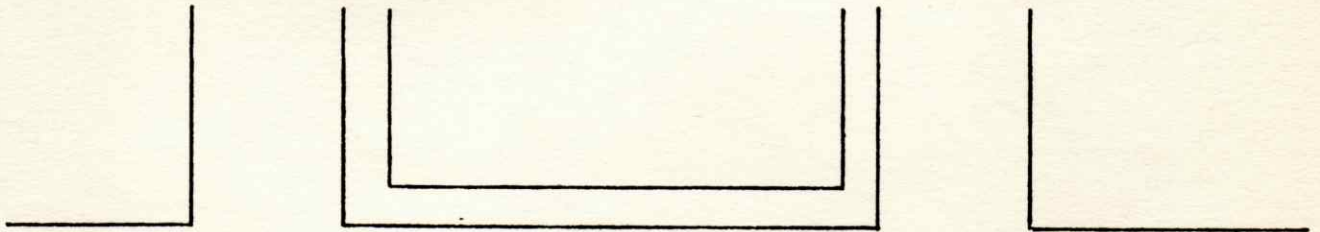


GRAFICO No. 12



**EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA**  
**DIVISION DE OPERACION Y MANTENIMIENTO**  
**DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION**

Hoja No. \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**LOCALIZACION:**

Colonia \_\_\_\_\_ zona \_\_\_\_\_

En el cruce de la \_\_\_\_\_ avenida y \_\_\_\_\_ calle.

VALVULA No. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ pulgadas de diámetro,

en tubería \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ pulgadas de diámetro.

Situada a \_\_\_\_\_ metros del bordillo de la avenida y a \_\_\_\_\_

metros del bordillo de la calle.

**"DESCRIPCION"**

CAJA: sí  no  enterrada

ESTADO: bueno  malo  regular

PROFUNDIDAD: \_\_\_\_\_ metros

ABIERTA:

CERRADA:

ABRIR con \_\_\_\_\_ vueltas.

CERRAR con \_\_\_\_\_ vueltas.

APERTURA: derecha  izquierda

MARCA: \_\_\_\_\_

TIPO DE JUNTA: \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

GRAFICO No. 13

EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA  
DIVISION DE OPERACION Y  
MANTENIMIENTO  
DEPTO. SISTEMAS DE DISTRIBUCION

# REGISTRO DE VALVULAS

VALVULA N°

DIAMETRO :

MATERIAL :

CLASE :

TIPO :

MARCA \_\_\_\_\_ COMPRADA EN \_\_\_\_\_ FECHA DE COLOCACION \_\_\_\_\_

VOLANTE SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ TIPO DE VOLANTE \_\_\_\_\_

CIERRA CON \_\_\_\_\_ VUELTAS <sup>IZQUIERDA</sup> <sub>DERECHA</sub> CAJA \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD \_\_\_\_\_

LOCALIZADA EN \_\_\_\_\_ ESTADO \_\_\_\_\_

ESQUEMA DE LOCALIZACION

OBSERVACIONES

### REPORTE DE INSPECCION DE VALVULAS

PLANO N°	VALV N°	1ª OPERACION			2ª OPERACION			ESTADO DE VALVULA	ESTADO DE CAJA	RES- TRINGI- DA	OBSERV.	CONTROL DE OFICINA V.P. OFICINA
		DIRECCION	VUELT.	CERRADA o ABIERTA	DIRECCION	VUELT.	CERRADA o ABIERTA					

FECHA \_\_\_\_\_

INSPECTOR \_\_\_\_\_

GRAFICO No. 15

EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA  
DIVISION DE OPERACION Y  
MANTENIMIENTO  
DEPTO. SISTEMAS DE DISTRIBUCION

REGISTRO DE  
HIDRANTES

HIDRANTE N°

MARCA \_\_\_\_\_ COMPRADO EN \_\_\_\_\_ FECHA DE COLOCACION \_\_\_\_\_  
ABRE \_\_\_\_\_ NUMERO DE VUELTAS \_\_\_\_\_ CONECTADO A TOBO DE \_\_\_\_\_  
LOCALIZADO EN \_\_\_\_\_

ESQUEMA DE LOCALIZACION

OBSERVACIONES

REPORTE DE INSPECCION DE HIDRANTES

HIDR. N°	LOCALIZACION	MARCA	TAPADERA SI - NO	TAPONES EN BOCAS DE SALIDA SI - NO	FUGA EN LAS BOCAS SI - NO	TUERCA DE OPERACION buena o mala	VALVULA DE APERTURA buena o mala	CONTROL DE OFICINA V.Bo OFICINA

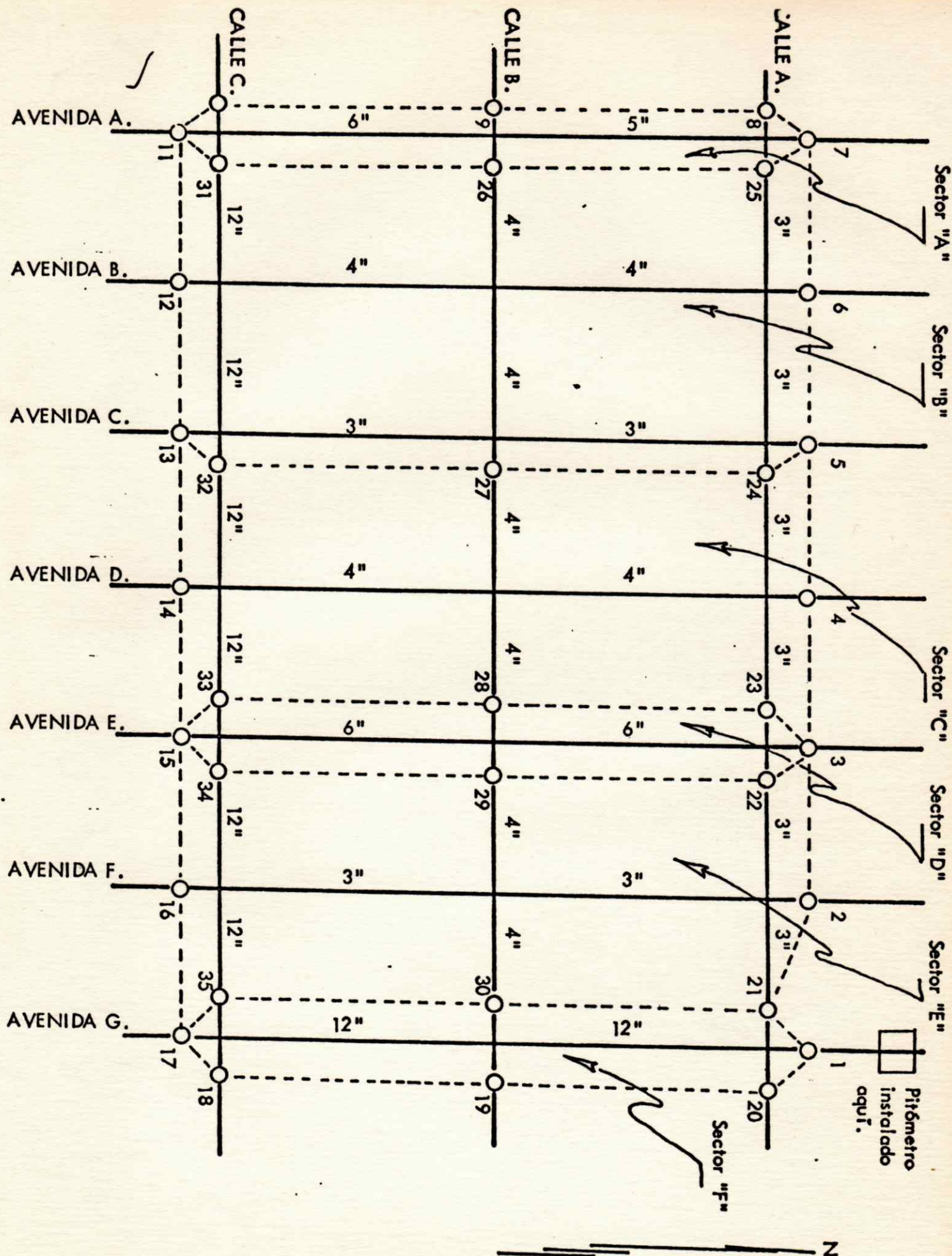


GRAFICO No 18

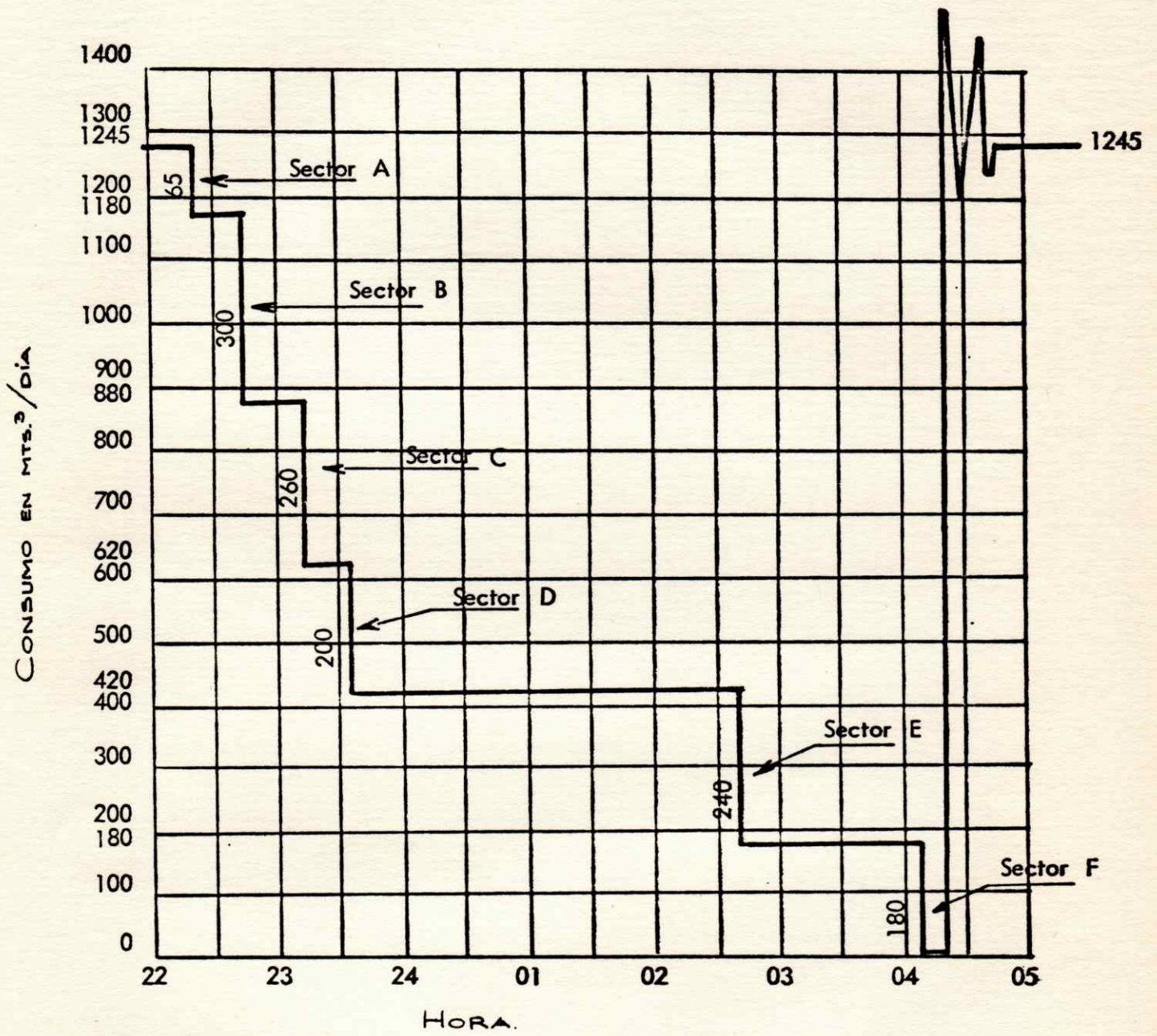
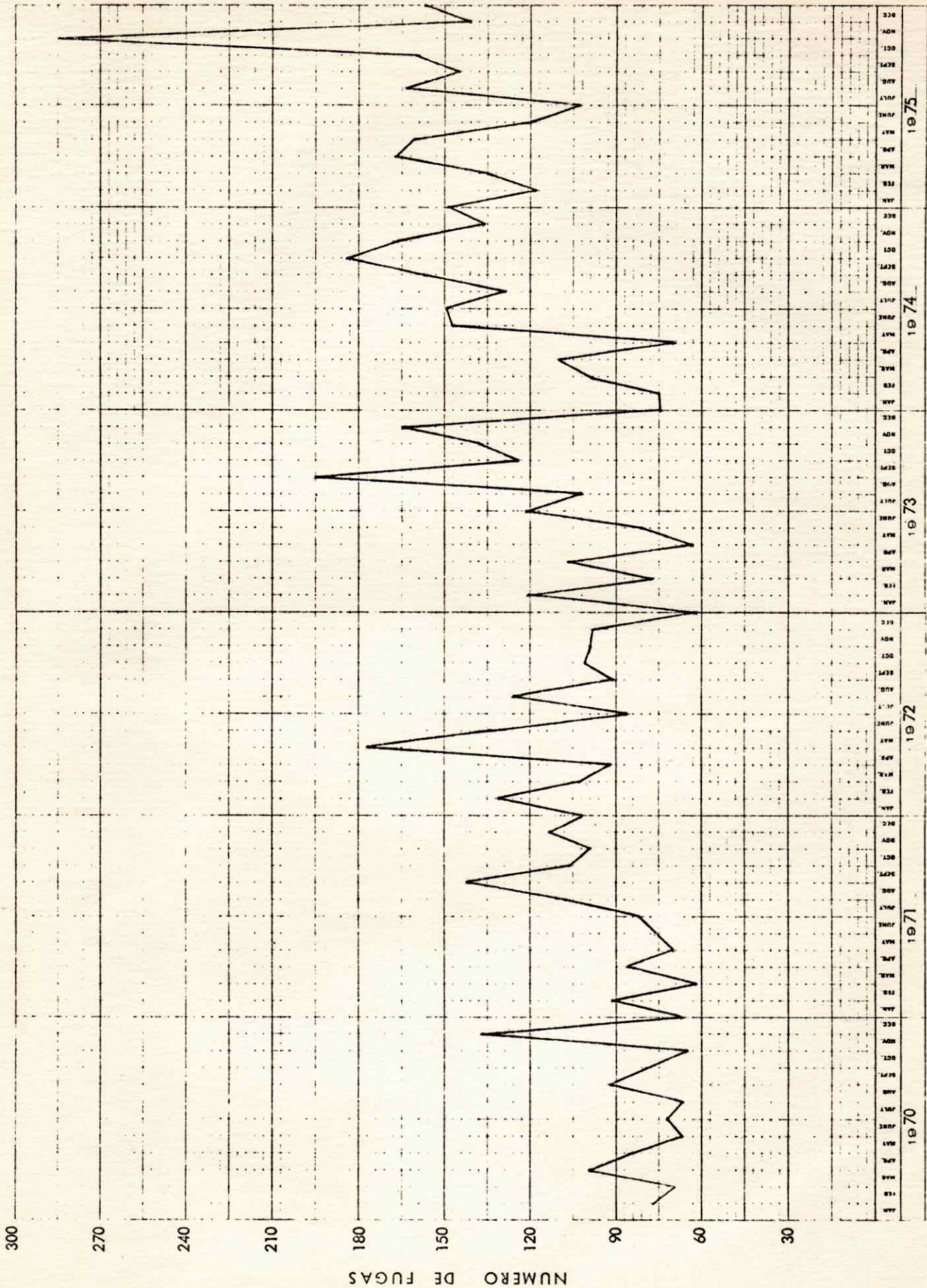


GRAFICO No. 19



FUGAS REPORTADAS MENSUALMENTE

NO. 347-101 DIEZGEN GRAFIC WAGEN  
 3 YEARS BY MONTHS  
 MADE IN U. S. A.



Nº \_\_\_\_\_

DIRECCION DE LA FUGA \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_ HORA \_\_\_\_\_

REPORTE	FECHA	HORA
INICIO		
TERMINACION		

PRESION \_\_\_\_\_

DIAMETRO DE LA FUGA \_\_\_\_\_

TRABAJO	CUADR. N°	Hrs. ORD.	Hrs. EXTRA.	Hrs. TRASLADO
LOCALIZACION				
REPARACION				
RELLENO				

MATERIALES USADOS \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---



---

PISTA  
BANQUETA  
AREIATE

LOCALIZACION DEL TUBO

CONCRETO  
ASFALTO  
TIERRA

MATERIAL SUPERFICIAL

BARRO  
ARENA  
SELECTO  
HUMIDS  
OTRO

CLASE DE TERRENO

ROTURA  
ESTOPEOS  
GRIFO MPAL.  
MARISCAL

PICADURA  
ASENTAMIENTO  
RAMAL MPAL.  
CHORZO PUBLICO

SAFADURA  
OTRAS  
FLADTA MPAL.  
ZONA TRABAJO

OTROS

OBSERVACIONES:

---



---



---



---



---



---

GRAFICO No. 21

-----  
FIRMA

-----  
FIRMA

EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION  
SECCION DE REDES SECUNDARIAS

FECHA \_\_\_\_\_

ZONA

DIRECCION \_\_\_\_\_

DIAMETRO DEL TUBO \_\_\_\_\_ (EN PULGADAS O m.m)

PROFUNDIDAD DEL TUBO \_\_\_\_\_ (EN METROS)

DIRECCION DE LA TUBERIA

NORTE - SUR

ORIENTE-PONIENTE

FUGA DEBIDA A: \_\_\_\_\_

D: \_\_\_\_\_ DISTANCIA EN METROS A LA AVENIDA O CALLE MAS CERCANA

d: \_\_\_\_\_ DISTANCIA EN METROS AL BORDILLO MAS CERCANO

ESTADO DE LA TUBERIA: \_\_\_\_\_

SE REPARO LA FUGA SI  NO

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

DIBUJE EN EL PLANO LA UBICACION DE LA FUGA, ANOTANDO CALLES Y AVENIDAS



GRAFICO No. 22





Tímbr de Q. O. 10

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA	EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA	Exp. No. _____ Contador No. _____ Marca. _____ Ø _____ Fecha. _____
----------------------------------	---	--

**INSTALACION DE SERVICIO DE AGUA**

En: \_\_\_\_\_  
Dirección del Inmueble

**DATOS DEL INMUEBLE**  
Nombre del propietario del inmueble: \_\_\_\_\_  
Dirección del propietario del inmueble: \_\_\_\_\_  
Posee sistema de eliminación de su agua servida?  
Drenaje Municipal  Fosa Séptica  Pozo ciego  No

**DATOS DEL TITULO**  
Nombre del propietario: \_\_\_\_\_  
Dirección del propietario: \_\_\_\_\_  
Título No. \_\_\_\_\_ Registro No. \_\_\_\_\_ Contrato a plazos No. \_\_\_\_\_  
Cantidad de pajas a datarse: \_\_\_\_\_ Contrato al contado No. \_\_\_\_\_

**CAUDAL**  
Me sujeto a lo establecido por el Reglamento para el Servicio de Agua Potable de la Ciudad de Guatemala y a efectuar el pago de las cuotas correspondientes y de los excesos indicados por el contador.  
**FIRMAN** \_\_\_\_\_  
Propietario del Inmueble Cédula de Vecindad No. \_\_\_\_\_  
Propietario del Agua Cédula de Vecindad No. \_\_\_\_\_

**TRABAJO**  
El trabajo lo hará la Municipalidad  ó plomero autorizado

**PLOMERO**  
NOTA: Si desea que el trabajo lo efectúe plomero autorizado, deberá llenar los siguientes requisitos:  
Acompañar un croquis de 22 x 33 centímetros de localización del inmueble y lugar de toma de la instalación (en duplicado)  
Nombre del Plomero: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_ Registro No. \_\_\_\_\_  
Firma del plomero: \_\_\_\_\_

PARA USO EXCLUSIVO DE LA OFICINA

**REGISTRO DE TITULOS**  
La (s) paja (s) se encuentra (n) libre (s) para ser datada (s)  
\_\_\_\_\_ Encargado del Registro

**COMPROBANTE DE SOLVENCIA MUNICIPAL**

Se adjuntó Certificado de Solvencia No. \_\_\_\_\_ de fecha \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_  
de 19\_\_\_\_.

GRAFICO No. 25

Boleto de Ornato No. \_\_\_\_\_

NO. 100 000 000 000 000  
5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160

NUMERO DE INSTALACIONES EFECTUADAS POR EMPAGUA

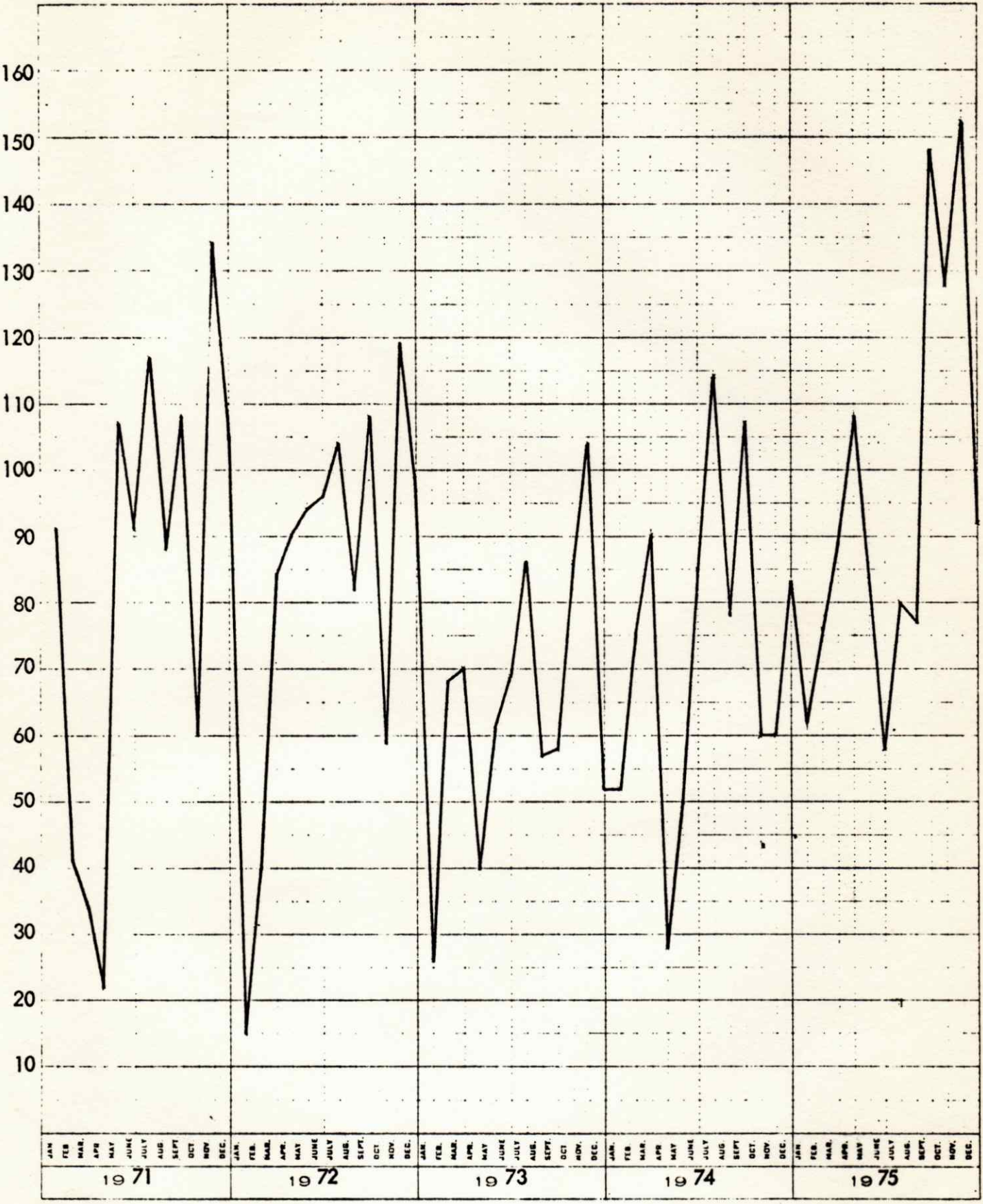


GRAFICO No. 26

EUGENE DIETZGEN CO.  
MADE IN U.S.A.

V GRAPH PAPER  
CENTERS

270  
255  
240  
225  
210  
195  
180  
165  
150  
135  
120  
105  
90  
75  
60  
45  
30  
15

NUMERO DE INSTALACIONES EFECTUADAS POR PLOMEROS PARTICULARES AUTORIZADOS

NO. 340-130 DIETZGEN GRAPH PAPER  
3 YEARS BY MONTHS  
EUGENE DIETZGEN CO.  
MADE IN U.S.A.

JAN. FEB. MAR. APR. MAY. JUN. JUL. AUG. SEPT. OCT. NOV. DEC. 1970  
JAN. FEB. MAR. APR. MAY. JUN. JUL. AUG. SEPT. OCT. NOV. DEC. 1971  
JAN. FEB. MAR. APR. MAY. JUN. JUL. AUG. SEPT. OCT. NOV. DEC. 1972  
JAN. FEB. MAR. APR. MAY. JUN. JUL. AUG. SEPT. OCT. NOV. DEC. 1973  
JAN. FEB. MAR. APR. MAY. JUN. JUL. AUG. SEPT. OCT. NOV. DEC. 1974  
JAN. FEB. MAR. APR. MAY. JUN. JUL. AUG. SEPT. OCT. NOV. DEC. 1975

GRAFICO No. 27

**EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA**  
**DIVISION DE OPERACION Y MANTENIMIENTO**  
**Presupuesto para Instalacion de Agua**

Expediente No. \_\_\_\_\_

Dirección del Inmueble: \_\_\_\_\_

Nombre del solicitante: \_\_\_\_\_

Tipo de instalación: \_\_\_\_\_

**DETALLE:**

Zanqueo, armado y relleno para tubo de \_\_\_\_\_ Mts. \_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

Colocacion aparato medidor y sus cajas \_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

Transporte de la cuadrilla \_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

Tunelo paso a presión \_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

Derecho a grifo en zona \_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

Derecho de conexión \_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

Reposición de asfalto \_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

Reposición de banquetta \_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

Materiales y accesorios: \_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

**TOTAL A PAGAR** \_\_\_\_\_ Q \_\_\_\_\_

El detalle anterior no incluye el valor de los materiales y accesorios que a continuación se indica y que deberá proporcionar el interesado: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**NOTAS:**

- A) La instalación comprende únicamente hasta la colocación del aparato medidor.(parte exterior del inmueble).
- B) El trabajo sera efectuado diez días hábiles después de la fecha de pago.
- C) Este presupuesto tiene una vigencia de noventa (90) días a partir de la fecha.
- D) La anulación del presente expediente causará el cobro de los gastos administrativos correspondientes.

Fecha: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Encargado de Presupuesto  
Seccion Redes Secundarias

GRAFICO No. 28

\_\_\_\_\_  
Interesado conforme



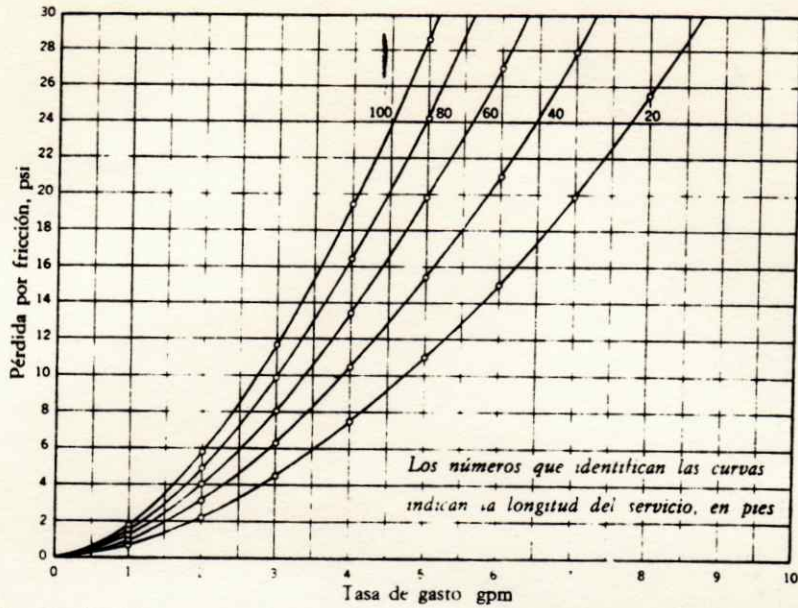


Fig. 6.2 Pérdidas calculadas de fricción en servicios de cobre de 1/2 pulgada con medidor de 5/8 pulgada

Cuadro 6.3

Pérdidas calculadas por fricción para componentes de servicios de 1/2 pulgada\*

Gasto gpm	m cub/br Válv de inserción de 1/2"†	Válv de acero de 1/2"†	Válv de globo de 1/2"§	Medidor de disco de 5/8"	Total de accesos rios y medidor	Longitud del tubo, m					
						5	10	15	20	30	
Pérdida calculada por fricción, m de carga											
1	.227	.063	.028	.120	.035	.246	0.17	0.32	0.50	0.66	0.97
2	.454	.197	.098	.549	.070	.914	0.54	1.05	1.55	2.07	3.10
3	.681	.386	.147	1.10	.105	1.86	0.81	1.57	2.33	3.10	4.62
4	.908	.647	.231	1.83	.176	3.16	1.27	2.41	3.52	4.62	6.91
5	1.136	.950	.346	2.68	.268	4.68	1.86	3.41	5.07	6.91	10.2
6	1.363	1.29	.461	3.64	.364	6.29	2.69	4.86	7.07	9.54	13.9
7	1.590	1.73	.616	4.87	.487	9.04	3.89	6.65	9.54	13.9	20.8
8	1.817	2.20	.813	6.22	.622	12.27	5.27	9.54	13.9	20.8	35.3
9	2.044	2.72	1.039	7.68	.768	16.21	7.14	12.71	18.65	26.18	43.6
10	2.271	3.35	1.373	9.48	.948	19.75	9.14	16.57	23.82	33.60	53.8

\* Basada en los datos de pérdida por fricción de los catálogos usuales

† Basada en la pérdida equivalente en 187 m de tubería de cobre tipo K de 1/2"

‡ Basada en la pérdida equivalente en 096 m de tubería de cobre tipo K de 1/2"

§ Basada en la pérdida equivalente en 527 m de tubería de cobre tipo K de 1/2"

|| Basada en la curva de pérdida por fricción del medidor de 5/8" Trident (fabricado Neptune Meter Co., New York E U A)

GRAFICO No. 29

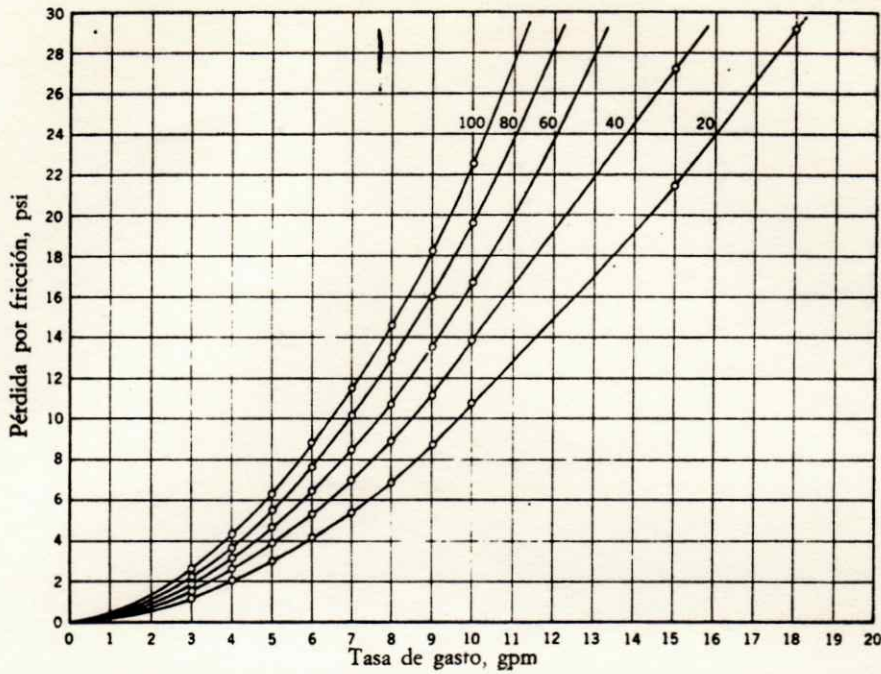


Fig. 6.3. Pérdidas calculadas por fricción en servicios de cobre de 3/4 pulgada con medidor de 5/8 pulgada

Los números que identifican las curvas indican la longitud del servicio, en pies

Cuadro 6.4

Pérdidas calculadas por fricción para servicios de cobre de 3/4 pulgada con medidor de 5/8 pulgada

Gasto		Longitud del servicio, m				
		5	10	15	20	30
gpm	m cub/hr	Pérdida calculada por fricción, m de carga				
1	0.227	0.19	0.12	0.18	0.23	0.30
2	0.454	0.35	0.45	0.52	0.63	0.85
3	0.681	0.68	0.90	1.10	1.30	1.73
4	0.908	1.33	1.70	2.02	2.37	3.02
5	1.136	1.97	2.44	2.93	3.92	4.43
6	1.363	2.70	3.32	4.00	4.69	6.00
7	1.500	3.58	4.49	5.39	6.28	8.10
8	1.817	4.52	5.62	6.71	7.80	10.00
9	2.044	5.23	6.13	8.51	9.92	12.69
10	2.271	7.10	8.88	10.62	12.34	15.83
15	3.407	14.40	17.80	21.12	24.40	30.64
20	4.542	23.72	29.20	34.72	40.80	55.00

GRAFICO No. 30

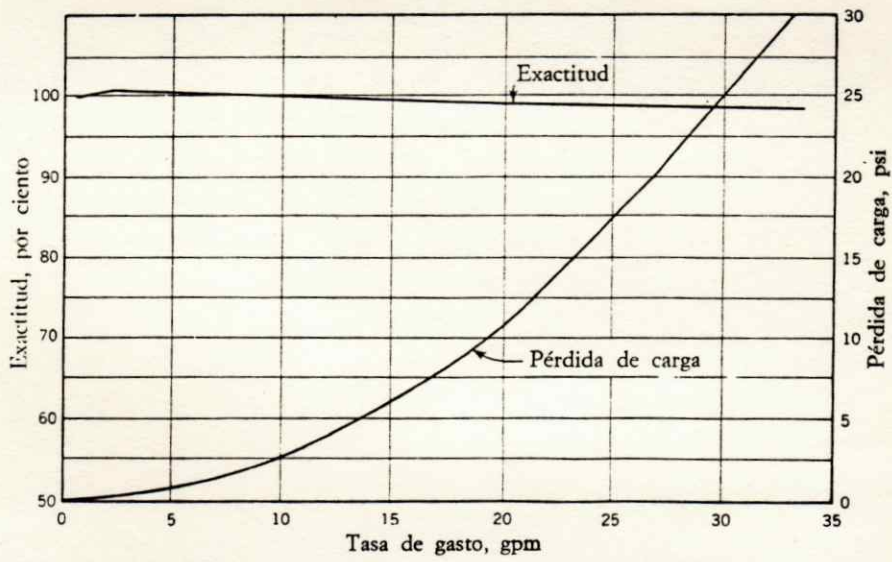


Fig. 7.1. Curvas típicas de exactitud y pérdida de carga para medidor de 5/8 pulgada

GRAFICO No. 31

EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA  
DIVISION DE OPERACION Y  
MANTEENIMIENTO  
DEPTO. SISTEMAS DE DISTRIBUCION

REGISTRO DE  
INSTALACIONES  
DOMICILIARES

NUMERO \_\_\_\_\_

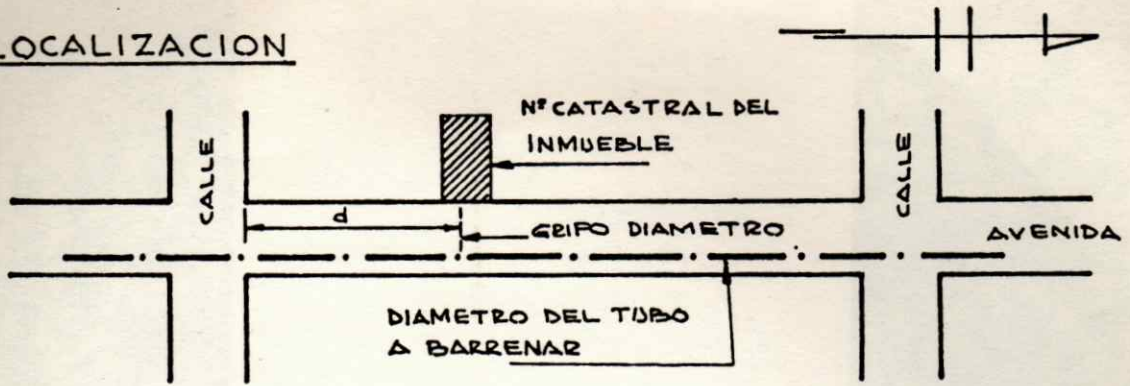
EMPAGADA: \_\_\_\_\_ PLOMERO PARTICULAR NOMBRE \_\_\_\_\_  
REGISTRO N° \_\_\_\_\_  
NOMBRE INTERESADO \_\_\_\_\_ DIRECC. INST. \_\_\_\_\_  
FECHA DE SOLICITUD \_\_\_\_\_ FECHA DE INSTALACION \_\_\_\_\_  
DIAMETRO DE BARRENO \_\_\_\_\_ ORDEN DE BARRENO N° \_\_\_\_\_  
DIAM. DE VALV. DE PARAR \_\_\_\_\_ DIAM. DE VALV. DE COMPIERTA \_\_\_\_\_  
DIAM. DE TUBERIA \_\_\_\_\_ CLASE DE TUBERIA \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD \_\_\_\_\_

ESQUEMA DE LOCALIZACION

OBSERVACIONES

GRAFICO No. 32

LOCALIZACION



PLANILLA DE MATERIALES


PLOMERO { NOMBRE \_\_\_\_\_  
                  REGISTRO \_\_\_\_\_



FECHA \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_

REVISO \_\_\_\_\_

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

NOTA:  
LA DISTANCIA DONDE QUEDARA EL GRIFO SE REFENCIARA A LA ESQUINA MAS CERCANA