CURSO SOBRE METODOLOGIA EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

diciembre 3 al 7, 1979.

HORA	LUNES diciembre 3	MARTES diciembre 4	MIERCOLES diciembre 5	JUEVES diciembre 6	VIERNES diciembre 7
8 - 9	1. INTRODUCCION (0.5hr) G. Mendoza G.	5. EVALUACION VULNERABILIDAD SISTEMAS - AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.	6. PROTECCION SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO. (1hr). P. Sosa C. R. Sepúlveda	7. PLANEACION OPERACIONES EMERGENCIA. (1hr) J. Novak M. Tenney J.M. Martínez G. H. Herrera R. Sepúlveda	8. TALLER J. Novak M. Tenney
9 - 10	2. SISTEMAS AGUA POT. ALC. CD. DE MEXICO (1.5 hr) F. González P. L. Heredia	J. Novak			
10- 11	3. ENFOQUE SISTEMICO.	M. Tenney	J. Novak M. Tenney		9. RECURSOS PLANES DE EMERGENCIA. (2hr). J. Novak M. Tenney M.A. Sánchez
11 - 12	O. Gelman		6a. EXPERIENCIA GUATEMALA Y MANAGUA. O. Larrea.	TALLER	
12 - 13	ALMUERZO				
13 - 14	4. PROBLEMATICA SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CD. DE MEXICO. (2hr)	5. TALLER J. Novak	6. TALLER J. Novak	8. MEDIDAS NORMALIZACION OPERACION SIST. (2hr) J.M. Martínez	10. MESA REDONDA J. Novak
14 - 15	A. Rosado	M. Tenney	M. Tenney	C. Acosta M. Reyes J. Novak M. Tenney	M. Tenney

CURSO SOBRE METODOLOGÍAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE ACUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

Julio de 1979

T E M A R I O

1. INTRODUCCION (0.5 hora)

   1.1 Objetivo y estructura del Curso.

2. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE ACUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE MEXICO(1.5 horas)

   2.1. Estructura de la administración de los sistemas.

   2.2 Estructura de la operación de los sistemas.

   2.3 Políticas y estrategias en la planeación de los sistemas.

3. ENFOQUE SISTEMICO PARA ESTUDIAR LAS SITUACIONES DESASTRE (2 horas)

   3.1 Planteamiento general.

   3.2 Planteamiento del contexto de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado.

4. LA PROBLEMATICA DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE MEXICO EN CASOS DE DESASTRE (2 horas)

   4.1 Historia de la ocurrencia de eventos de desastre.

   4.2 Evaluación del impacto producido por los eventos.

   4.3 Medidas adoptadas para enfrentar las situaciones de desastre.

5. EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (4 + 2 taller = 6 horas)

   5.1 Definiciones y componentes.

   5.2 Análisis de la vulnerabilidad.

5.3 Características de los desastres.

5.4 Identificación de los componentes críticos

5.5 Taller

6. MEDIDAS DE PROTECCION EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN SITUACIONES DE DESASTRE (4 + 2 taller = 6 horas)

6.1 Prácticas actuales.

6.2 Prácticas deseables o recomendables.

6.2.1 Control de la contaminación.

6.2.2 Suministro de la energía y red de comunicación.

6.2.3 Obras civiles.

6.2.4 Instalaciones mecánica y eléctrica.

6.2.5 Personal de operación

6.3 Taller

7. PLANEACION DE LAS OPERACIONES DE EMERGENCIA EN LOS SISTEMAS EN SITUACIONES DE DESASTRE (2+2 taller = 4 horas)

7.1 Condiciones actuales

7.2 Criterios para la formulación de planes

7.3 Taller

8. MEDIDAS PARA LA NORMALIZACION DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS EN SITUACIONES DE DESASTRE (2 + 2 taller = 4 horas)

8.1 Criterios actuales.

8.2 Criterios recomdables.

8.3 Taller.

9. RECURSOS NECESARIOS PARA LA IMPLANTACION DE LOS PLANES DE EMERGENCIA DE LOS SISTEMAS (2 horas)

9.1 Humanos

9.2 Físicos

9.3 económico.

10. MESA REDONDA (2 horas)

10.1 Resumen.

10.2 Conclusiones y recomendaciones.

METODOLOGIA EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIO - NES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.

I N T R O D U C C I O N .

Nos hemos congregado en este magno recinto porque nos une e interesa un aspecto fundamental: que los servicios de agua potable y alcantarillado satisfagan en el tiempo y en el espacio los requisitos para los cuales han sido planeados. Las instituciones que tienen bajo su cargo estos servicios se organizan para cumplir con dicha finalidad, cuestión que se lleva al cabo con satisfactoria eficiencia en condiciones normales, cuando no existen efectos externos. Lamentablemente, el medio que nos rodea - está expuesto a contingencias naturales periódicas, que exponen a las poblaciones a peligros y que en particular, desquician los servicios públicos. En estas condiciones, las instituciones que administran los servicios no siempre están organizadas para enfrentar estas situaciones de manera - de volver a la operación normal en el menor tiempo posible y optimando el empleo de recursos humanos y materiales.

Estas son las condiciones que se presentan en los sistemas de agua potable y alcantarillado del DF. Su magnitud y la complejidad que han alcanzado para su operación, ameritan tener un plan para operarlos en condiciones de emergencias, sea por contingencias propias de los sistemas, por desastres naturales o provocadas por el hombre.

Para analizar las metodologías para formular un plan de operación en situaciones de desastre se ha organizado este seminario. El objetivo del mismo será lograr el máximo de información posible para organizar un plan para operación en emergencias de los sistemas de agua potable y alcantarillado del DF, que permite minimizar los efectos cuando se produzca un fenómeno, organizar el sistema en tales condiciones y retornar a las condiciones normales en el menor tiempo posible. Esta información también será de utilidad para que los proyectos consideren las condiciones de vulnerabilidad que pueden presentar los diversos componentes de los sistemas. De esta manera, cabe la posibilidad de limitar los daños y atenuar los efectos de los desastres. En todo esto, no debemos perder de vista que los conocimientos especiales y la iniciativa de cada individuo son fundamentales en estos casos; así, con todo ello, se irá eliminando la improvisación cuando se presenten estas condiciones.

El seminario se ha estructurado de manera de tener la información básica sobre la operación de los sistemas del DF, la metodología para analizar, preveer y minimizar los efectos por desastres, así como las medidas para normalizar la operación. Las recomendaciones de los asistentes permitirán estructurar en su oportunidad, un plan para operar los sistemas en situaciones de emergencias. Los rubros que se tratarán son:

1) La definición de un marco de referencia de los sistemas de agua potable y alcantarillado del DF que contemple:

La descripción de los sistemas

Los problemas que se han presentado en situaciones de desastre

Las medidas de protección aplicadas

La planeación presente en situaciones de desastre

Las medidas actuales para normalizar los servicios des - pués de una emergencia

2) La planeación de los servicios de agua potable y alcantarillado bajo un enfoque sistémico, considerando situaciones de desastre

3) La metodología para realizar estudios de vulnerabilidad - de los sistemas

4) Las medidas recomendables de protección en situaciones de desastre

5) Los criterios de planeación en la operación de emergencia durante situaciones de desastre

6) Los criterios recomendables para volver a la normalidad - la operación de los sistemas

7) Los recursos necesarios en los planes de operación en - - emergencias

En los temas sobre análisis, prácticas, evaluación, criterios, etc. se tendrán sesiones de taller, donde se estudien casos reales o simulados, con la participación activa de los asistentes.

El evento concluirá con una mesa redonda con participación de los conferencistas y los asistentes, para hacer una recapitulación de los temas tratados y concretar las conclusiones y recomendaciones pertinentes que orienten a la DGCOH del DDF para la formulación de un plan de operación en situaciones de desastres.

La coordinación del seminario agradece anticipadamente la participación de los colegas Tenney, Novak y Gelman, que estamos seguros será muy valiosa, tanto en los análisis y criterios requeridos para enfrentar situaciones de desastre, como en las recomendaciones para estructurar planes al respecto.

Por otra parte, el personal técnico de la DGCOH, con amplia experiencia y un alto nivel de responsabilidad en las tareas para que los sistemas de agua potable y alcantarillado cumplan su cometido, deberá estar consciente de que los fenómenos que provocan desastres obligan a una planeación para afrontar con éxito los problemas que se derivan y que afectan a los sistemas y por tanto a la población a que se sirve. Es por esto, que su participación activa a lo largo del seminario será decisiva para lograr los objetivos que nos hemos trazado.

ING. GASTON MENDOZA GAMEZ

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

"METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO" .

T E M A

DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD DE MEXCIO.

Ing. Felipe González Pérez

Diciembre, 1979.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20

2. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE MEXICO. -

2.1 Estructura de la Administración de los Sistemas. -

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado (APA) forma parte de los servicios públicos que presta el Departamento del Distrito Federal a los habitantes del mismo y por lo tanto, está sujeto a las Leyes y Reglamentos con que se regulan los actos de gobierno de esa entidad federativa.

A continuación se transcriben las partes de la LEY ORGANICA del Distrito Federal así como las del REGLAMENTO INTERIOR DEL DEPARTAMENTO DEL D. F. que afectan directamente al sistema APA.

DECRETO

El Congreso de los Estados Unidos Mexicanos decreta:

LEY ORGANICA DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

CAPITULO I

Del Gobierno y Territorio del Distrito Federal

ARTICULO 1o. - El Presidente de la República de acuerdo con lo dispuesto por el artículo 73, fracción VI, Base 1a. de la Consti -

tución Política de los Estados Unidos Mexicanos, tiene a su cargo el Gobierno del Distrito Federal y lo ejercerá de conformidad con las normas establecidas por la presente Ley, por conducto del Jefe del Departamento del Distrito Federal, a quien nombrará y removerá libremente.

ARTICULO 2o. - El Jefe del Departamento del Distrito Federal deberá residir en la propia Entidad durante el tiempo en que desempeñe su cargo.

ARTICULO 3o. - El Jefe del Departamento del Distrito Federal se auxiliará en el ejercicio de sus atribuciones que comprenden el estudio, planeación y despacho de los asuntos que competen al Departamento del Distrito Federal, en los términos de esta Ley, sus reglamentos y otras disposiciones legales, de las siguientes unidades administrativas y de Gobierno :

A. - Organos Administrativos Centrales :

Secretaría General de Gobierno "A"

Secretaría General de Gobierno "B"

Secretaría General de Obras y Servicios :

Oficialía Mayor

Contraloría General

Tesorería

Dirección General de Acción Social y Cultural

Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica .

Dirección General de Información, Análisis, Estadísticas, Programación y Estudios Administrativos.

Dirección General Jurídica y de Gobierno

Dirección General de Obras Públicas

Dirección General de Planificación

Dirección General de Policía y Tránsito

Dirección General de Promoción Deportiva

Dirección General de Promoción Económica

Dirección General de Protección Social y Servicio Voluntario .

Dirección General de Reclusorios y Centros de Rehabilitación Social .

Dirección General del Registro Público de la Propiedad.

Dirección General de Relaciones Públicas

Dirección General de Servicios Administrativos

Dirección General de Servicios Médicos

Dirección General de Trabajo y Previsión Social

Dirección General de Turismo

B.- Organos Administrativos Desconcentrados :

Las Delegaciones, en sus respectivas circunscripciones geográficas .

Los Almacenes para los Trabajadores del Departamento

del Distrito Federal

La Comisión de Desarrollo Urbano del Distrito Federal

La Comisión de Vialidad y Transporte Urbano

El Servicio Público de Boletaje Electrónico

La Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agropecuario del Distrito Federal.

Los Secretarios Generales y el Oficial Mayor serán nombrados por el Presidente de la República.

ARTICULO 4o. - La asignación y distribución de las atribuciones de los órganos administrativos centrales y desconcentrados, para el despacho y atención de los asuntos de la competencia del Departamento del Distrito Federal, se señalarán en su reglamento interior.

ARTICULO 14. - El Distrito Federal se divide en 16 Delegaciones denominadas como sigue :

I. - Alvaro Obregón

II. - Azcapotzalco

III. - Benito Juárez

IV. - Coyoacán

V. - Cuajimalpa de Morelos

VI. - Cuauhtemoc

VII. - Gustavo A. Madero

VIII. - Iztacalco

IX. - Iztapalapa

X.- La Magdalena Contreras

XI.- Miguel Hidalgo

XII.- Milpa Alta

XIII.- Tlahuac

XIV.- Tlalpan

XV.- Venustiano Carranza

XVI.- Xochimilco

ARTICULO 15.- Las Delegaciones del Departamento del Distrito Federal son órganos desconcentrados y estarán a cargo de un Delegado, el cual será nombrado y removido por el Jefe del Departamento, previo acuerdo del Presidente de la República. El Delegado deberá tener residencia en el Distrito Federal no menor de 2 años inmediatamente anteriores a la fecha de su nombramiento.

Los Delegados ejercerán las atribuciones que corresponden al Departamento del Distrito Federal, en sus respectivas jurisdicciones. Quedan exceptuadas aquellas atribuciones que por su naturaleza sean propias de los órganos de la administración centralizada. La desconcentración de atribuciones siempre será general y garantizará la autonomía de su ejercicio por los Delegados, en coordinación con los órganos de la administración central y desconcentrada, para el mejor gobierno de la entidad.

C A P I T U L O II

De la organización del Departamento del Distrito Federal

ARTICULO 16. - La Jefatura del Departamento, las Secretarías Generales, la Oficialía Mayor, la Contraloría General, la Tesorería, las Direcciones Generales, las Delegaciones y los demás órganos desconcentrados, integran la Administración Pública Centralizada.

Los Organos Administrativos Desconcentrados, estarán jerárquicamente subordinados a la Jefatura del Departamento del Distrito Federal la que, en su caso, fijará las relaciones que deberán guardar con otras dependencias.

ARTICULO 20. - Al Departamento del Distrito Federal corresponde el despacho de los siguientes asuntos en materia de Obras y Servicios :

IV. - Elaborar los estudios y proyectos de sistemas de agua potable y alcantarillado y en su caso realizarlos; controlar y vigilar los pozos profundos y los manantiales, así como sancionar las conexiones irregulares a las redes de distribución de agua potable y alcantarillado.

V. - Ordenar la elaboración de los estudios y proyectos y en su caso realizarlos, para el aprovechamiento de agua potable y para el ma-

nejo de las aguas pluviales, fluviales y de desperdicio.

VI.- Dictar las políticas generales sobre la construcción y conservación de las obras públicas, así como las relativas a los programas de remodelación urbana en el Distrito Federal.

C A P I T U L O I I I

De la prestación de los servicios públicos

ARTICULO 22. - La prestación de los servicios públicos en el Distrito Federal corresponde al Departamento del propio Distrito Federal, sin perjuicio de encomendarla, por disposición del Presidente de la República, mediante concesión limitada y temporal que se otorgue al efecto, a quienes reunan los requisitos correspondientes.

Como consecuencia del artículo 4o. de la Ley Orgánica del Departamento del Distrito Federal, el EJECUTIVO DE LA NACION expidió el siguiente :

REGLAMENTO INTERIOR DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

C A P I T U L O I

Del Ambito de Competencia del Departamento

ARTICULO 1o. - El Departamento del Distrito Federal como dependencia del Poder Ejecutivo de la Unión, tiene a su cargo el despacho de los asuntos que expresamente le encomiendan su Ley Orgánica y otras leyes, así como los reglamentos, decretos, acuerdos y órdenes

del Presidente de la República.

C A P I T U L O V I

De la Integración y Atribuciones de la Tesorería

ARTICULO 9o. - Al frente de la Tesorería habrá un Tesorero quien se auxiliará por los siguientes órganos :

Subtesorería de Ingresos, Subtesorería de Egresos y Servi - cios, Procuraduría Fiscal, Auditorías Fiscal e Interna y Difusión Fiscal, Dirección de Impuesto sobre Ingresos Mercantiles, y Direc - ción de Contribuciones de Agua.

C A P I T U L O V I I

De las Direcciones Generales

ARTICULO 10. - Al frente de las Direcciones Generales habrá un Director General, quien se auxiliará por los Subdirectores Generales, Jefes y Subjefes de Oficina, de sección y de mesa de las necesidades del servicio requieran y figuren en el presupuesto.

De las Atribuciones Genéricas de las Direcciones Generales

ARTICULO 11 . - Corresponde a los Directores Generales :

I. - Planear, programar, organizar, dirigir, controlar y evaluar el desempeño de las labores encomendadas a las unidades que integren la Dirección General a su cargo.

II. - Acordar con su superior inmediato la resolución de los asun

tos cuya tramitación se encuentre dentro de la compe - tencia de la Dirección General a su cargo .

III. - Formular dictámenes, opiniones e informes que les sean solicitados por la superioridad.

IV. - Formular los anteproyectos de presupuesto que les correspondan .

V. - Intervenir en la selección para ingreso y en las licencias del personal de la Dirección General a su cargo, para los fines que procedan.

VI. - Elaborar proyectos de creación, modificación y reorganiza - ción de las unidades a su cargo y proponerlos a la Comisión Interna de Administración y Programación por conducto del superior inmediato correspondiente, para su autoriza - ción, en su caso, del Jefe del Departamento del Distrito Fe - deral.

VII. - Asesorar técnicamente en asuntos de su especialidad a los funcionarios del Departamento del Distrito Federal.

VIII. - Resolver, cuando legalmente procedan, los recursos admi - nistrativos que se les interpongan.

IX. - Recibir en acuerdo ordinario a los Subdirectores Generales y Jefes, y en acuerdo extraordinario, a cualquier otro fun -

cionario subalterno y conceder audiencia al público, todo ello conforme a los manuales de organización y procedimientos que expida el Jefe del Departamento del Distrito Federal.

X.- Proporcionar la información, los datos o la cooperación técnica que les sea requerida por otras dependencias del Ejecutivo Federal.

XI.- Formular anualmente sus programas de trabajo y presentarlos en el mes de octubre de cada año, por conducto de la Dirección General de Información, Análisis Estadístico, Programación y Estudios Administrativos, a la consideración y en su caso aprobación del Jefe del Departamento.

En el mes de enero del año siguiente deberán informar por el mismo conducto, de la realización de los mencionados programas de trabajo.

XII.- Las Direcciones Generales ejercerán sus atribuciones en coordinación, en lo que sea pertinente, con los órganos administrativos desconcentrados.

XIII.- Las demás atribuciones que les señalen sus superiores y otros ordenamientos legales.

De las Atribuciones Específicas de las Direcciones Generales

ARTICULO 12.- Corresponde a la Dirección General de Acción Social y Cultural :

VIII.- Auxiliar a los damnificados y a los indigentes y trasladar a estos últimos a los centros de recuperación o a albergues correspondientes.

ARTICULO 13.- Corresponde a la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica :

I.- Elaborar y mantener permanentemente actualizado el Plan Hidráulica del Distrito Federal .

II.- Elaborar estudios y proyectos así como ejecutar las obras correspondientes en materia de aprovisionamiento y distribución de agua potable, reaprovechamiento de aguas residuales y alcantarillado, control y vigilancia de los pozos profundos y manantiales .

III.- Operar, conservar y controlar los sistemas de aprovisionamiento y distribución de agua potable y alcantarillado.

IV.- Proyectar y ejecutar las obras necesarias para evitar y controlar las inundaciones, así como los hundimientos y movimientos de suelos, cuando éstos sean de orígen hidráulico.

V.- Fijar las normas y especificaciones a que deberán sujetarse

las obras y servicios hidráulicos a cargo de las Delegaciones del Departamento del Distrito Federal.

VII.- Las demás atribuciones que les señalen las leyes, reglamentos, otras disposiciones legales o el propio Jefe del Departamento del Distrito Federal.

VIII.- Imponer y calificar las sanciones a que se hagan acreedores los particulares por mal uso de la red de agua potable y alcantarillado.

C A P I T U L O I X

De la Desconcentración Administrativa

ARTICULO 34.- Los órganos administrativos desconcentrados del Departamento del Distrito Federal serán los siguientes:

I.- Las Delegaciones, en sus respectivas circunscripciones geográficas.

ARTICULO 40.- Corresponde a las Delegaciones del Departamento del Distrito Federal:

I.- Atender y vigilar la debida prestación de los servicios públicos.

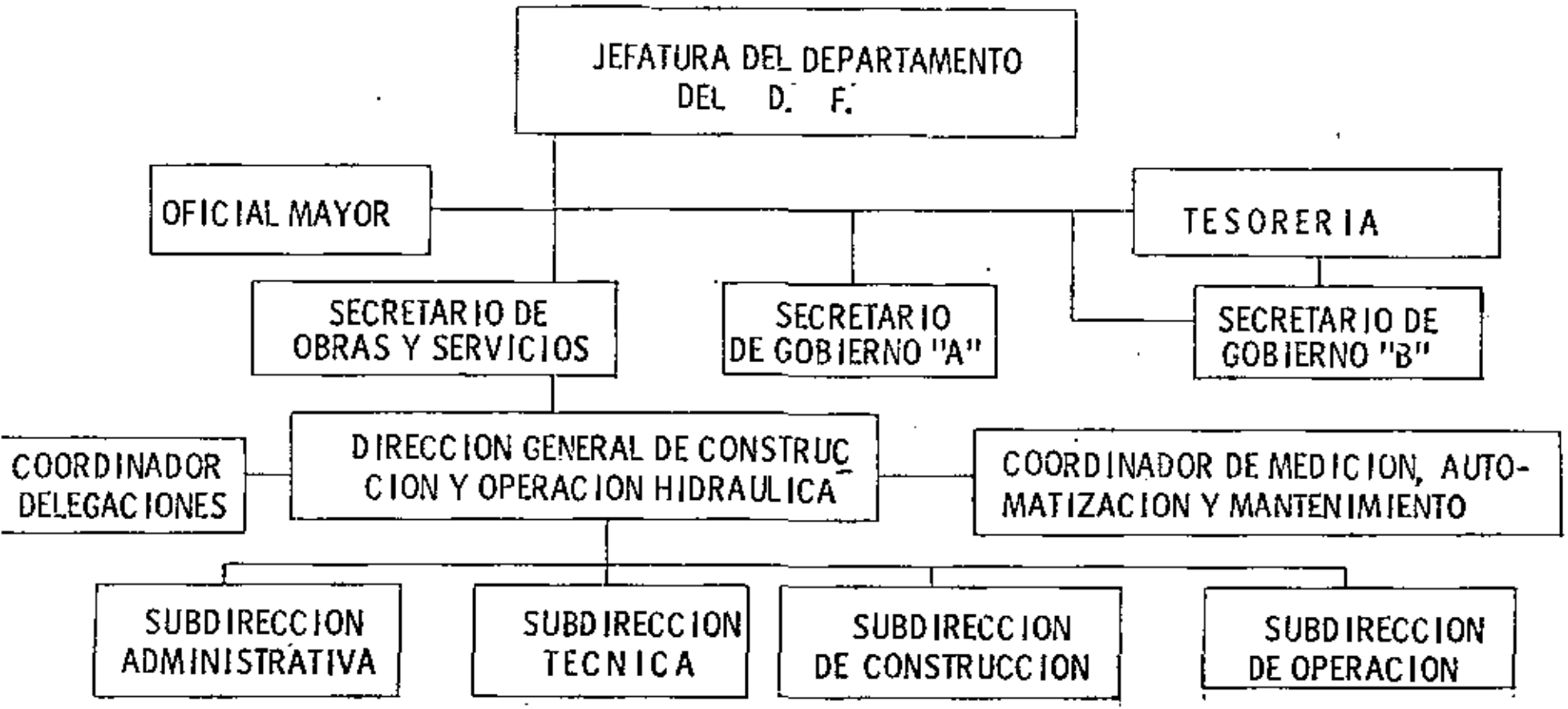
XXV.- Prever la conservación de los servicios domiciliarios de agua

potable y drenaje, así como la instalación de tuberías para los mismos efectos. Se considera como servicios domiciliarios las tomas de agua potable de 13 mm. de diámetro o menos y las descargas de agua residuales hasta un máximo de 0.15 m. de diámetro.

XXVI.- Reparar y conservar las tuberías del servicio de distribución de agua potable hasta 152 mm. de diámetro y sus accesorios; así como reparar y conservar las tuberías de drenaje de menos de 0.60 m. de diámetro.

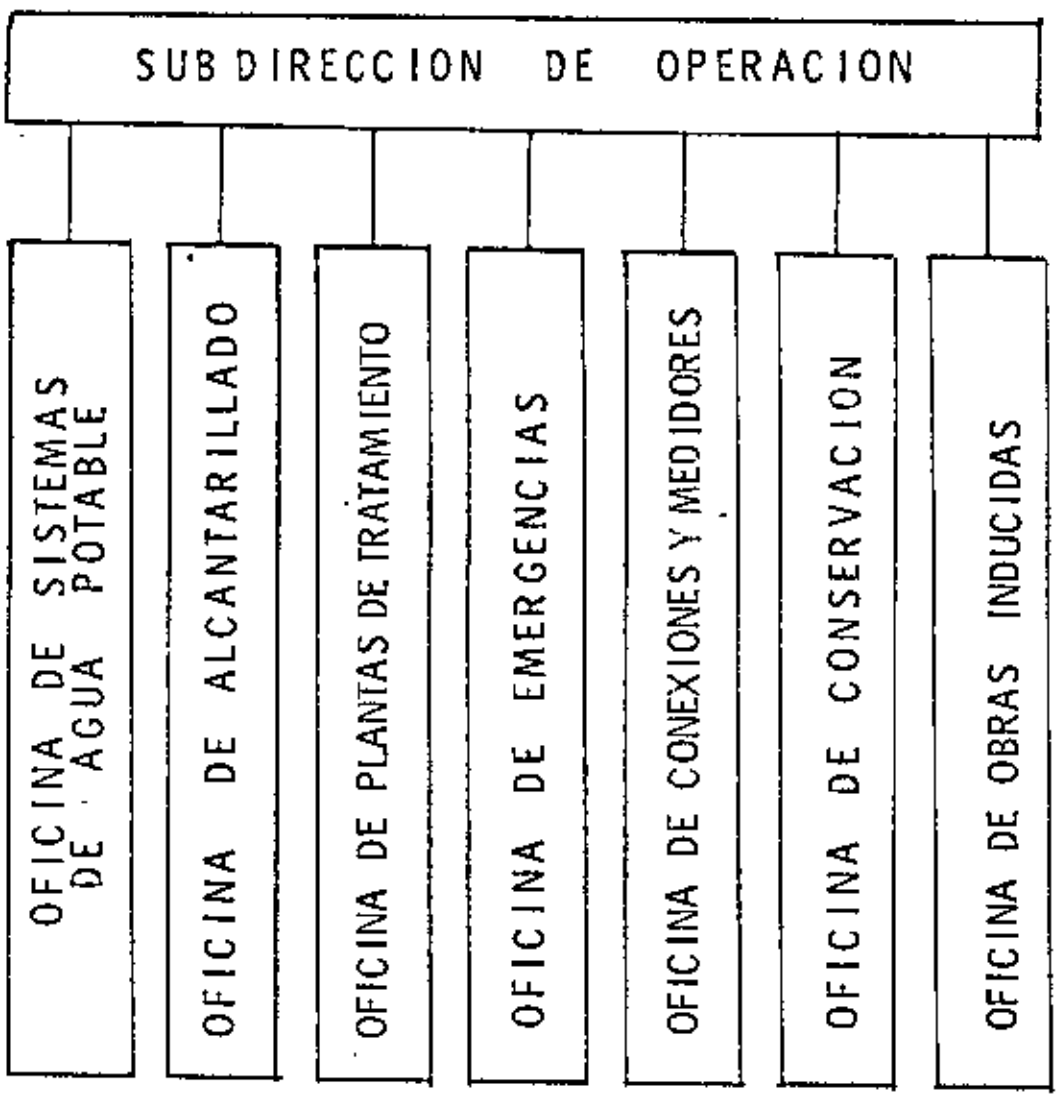
2.2 Estructura de la Operación de los Sistemas. -

Como consecuencia de la LEY ORGANICA del Departamento del D. F., y el REGLAMENTO INTERIOR del mismo se tiene el siguiente Organigrama: -

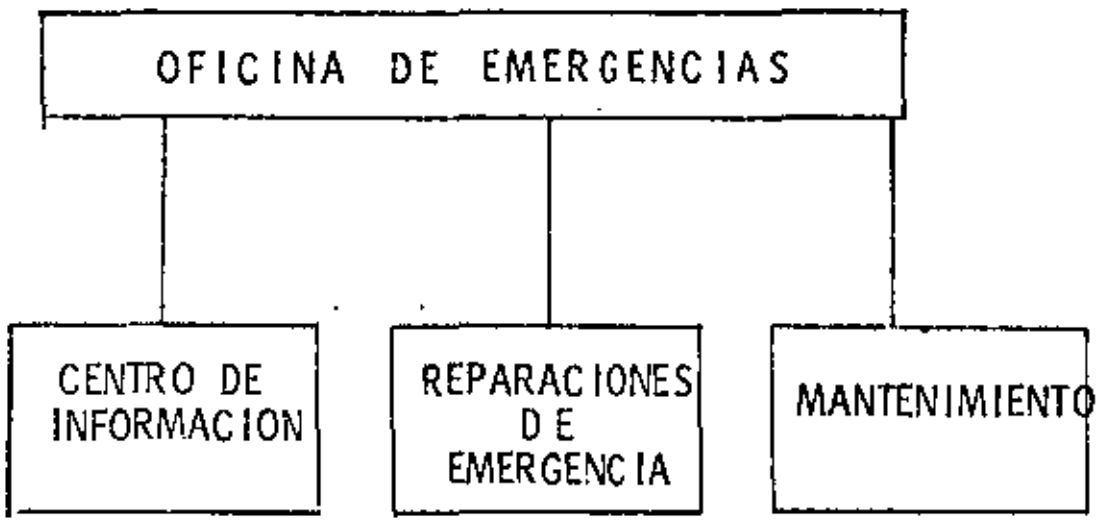

JEFATURA DEL DEPARTAMENTO DEL D. F.
OFICIAL MAYOR
TESORERIA
SECRETARIO DE OBRAS Y SERVICIOS
SECRETARIO DE GOBIERNO "A"
SECRETARIO DE GOBIERNO "B"
COORDINADOR DELEGACIONES
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA
COORDINADOR DE MEDICION, AUTOMATIZACION Y MANTENIMIENTO
SUBDIRECCION ADMINISTRATIVA
SUBDIRECCION TECNICA
SUBDIRECCION DE CONSTRUCCION
SUBDIRECCION DE OPERACION

La observación delorganigrama anterior da una idea clara de las relaciones de la Dirección General con sus Subdirecciones y Coordinadores.

Como es obvio, la operación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado está a cargo de la Subdirección de Operación, la cual para el desempeño de su función que es la de proveer de agua potable a todos los habitantes del Distrito Federal y desalojar con seguridad sus aguas residuales está organizada como sigue :



Es conveniente decir que la OFICINA DE EMERGENCIAS está en proceso de formación y que por ahora se ha pensado que deberá integrarse como sigue :



2.3 Políticas y Estrategias en la Planeación de los Sistemas . -

La política que se sigue en la planeación de los sistemas de agua potable y alcantarillado es consecuencia directa de las hipótesis que se establezcan para el crecimiento de la población del Distrito Federal, tanto en el tiempo como en el espacio. La estrategia dependerá de los elementos económicos y financieros disponibles para establecer prioridades en la aplicación de esos recursos.

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

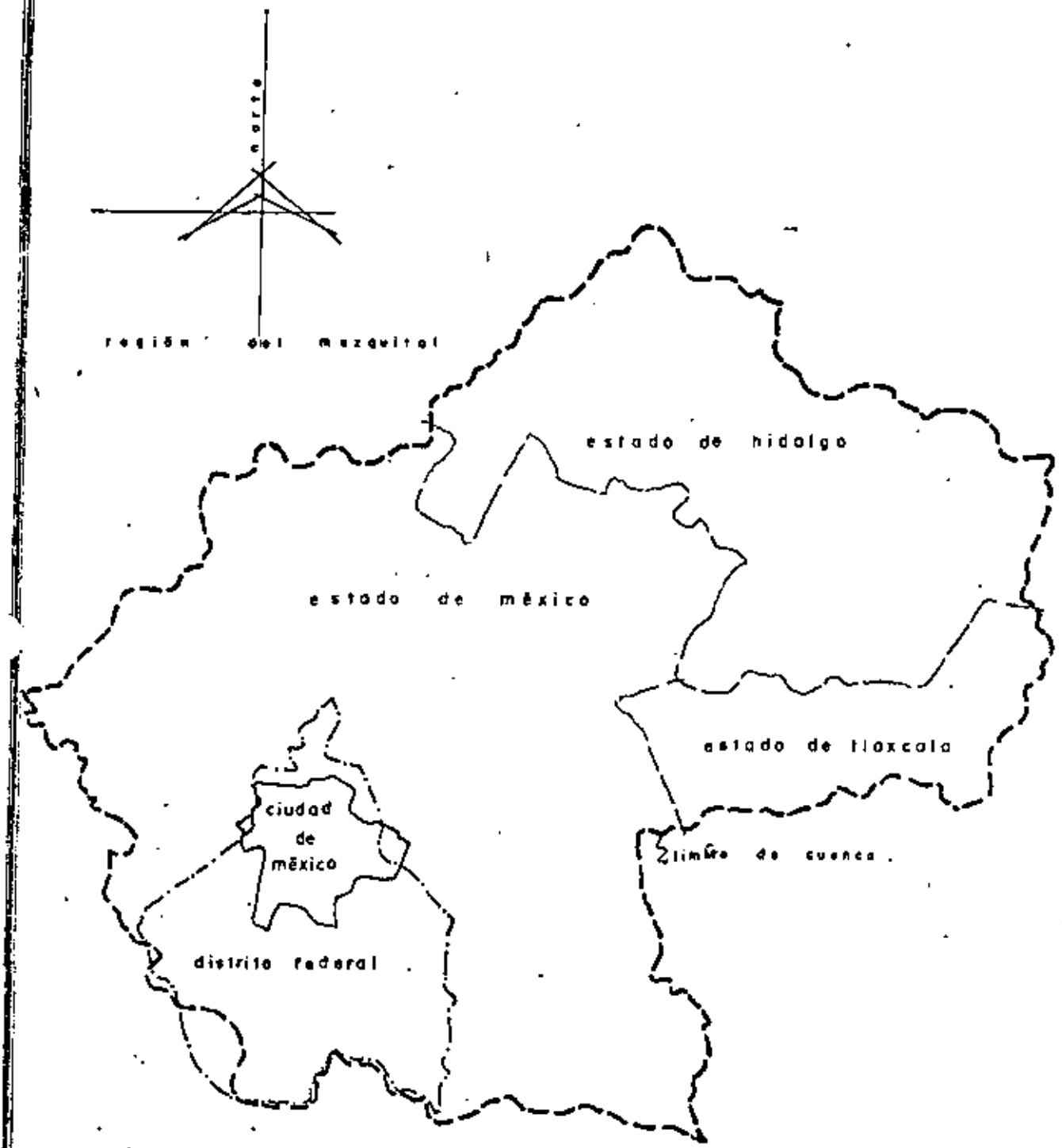
"METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO".

T E M A 2

DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

Ing. Luis Heredia Lozano

Diciembre, 1979.



CUENCA HIDROLOGICA DEL VALLE DE MEXICO

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE MEXICO

Aproximadamente 6,000 kilómetros de albañales domiciliarios conducen al alcantarillado de la Ciudad de México las aguas negras generadas en la misma, adicionándole las aguas pluviales captadas dentro de las áreas de patios y edificaciones. El agua pluvial captada por las 486,000 coladeras que se tienen en las calles, aumenta el caudal de los albañales domiciliarios y son conducidas por medio de 5,000 kilómetros de albañales pluviales a los 11,500 kilómetros de atarjeas (conductos de diámetros menores de 60 cms.). Estas atarjeas son tributarias de los 1,050 kilómetros de colectores y subcolectores (conductos de diámetros de 60 cms. y mayores), mismos que cuentan con 250,000 pozos de visita, para su inspección y limpieza.

Los subcolectores y colectores, actualmente se tienen divididos en sistemas que, tienen como finalidad la extracción de las aguas negras y pluviales fuera del área urbana en primer lugar y en segundo, fuera de la cuenca Hidrológica del Valle de México, después de satisfacer las demandas establecidas para el aprovechamiento tanto Agrícola como Industrial.

Para la extracción de las aguas negras y pluviales de la -- Cuenca Hidrológica del Valle de México se cuenta con tres salidas, además de la propia evaporación, a saber.

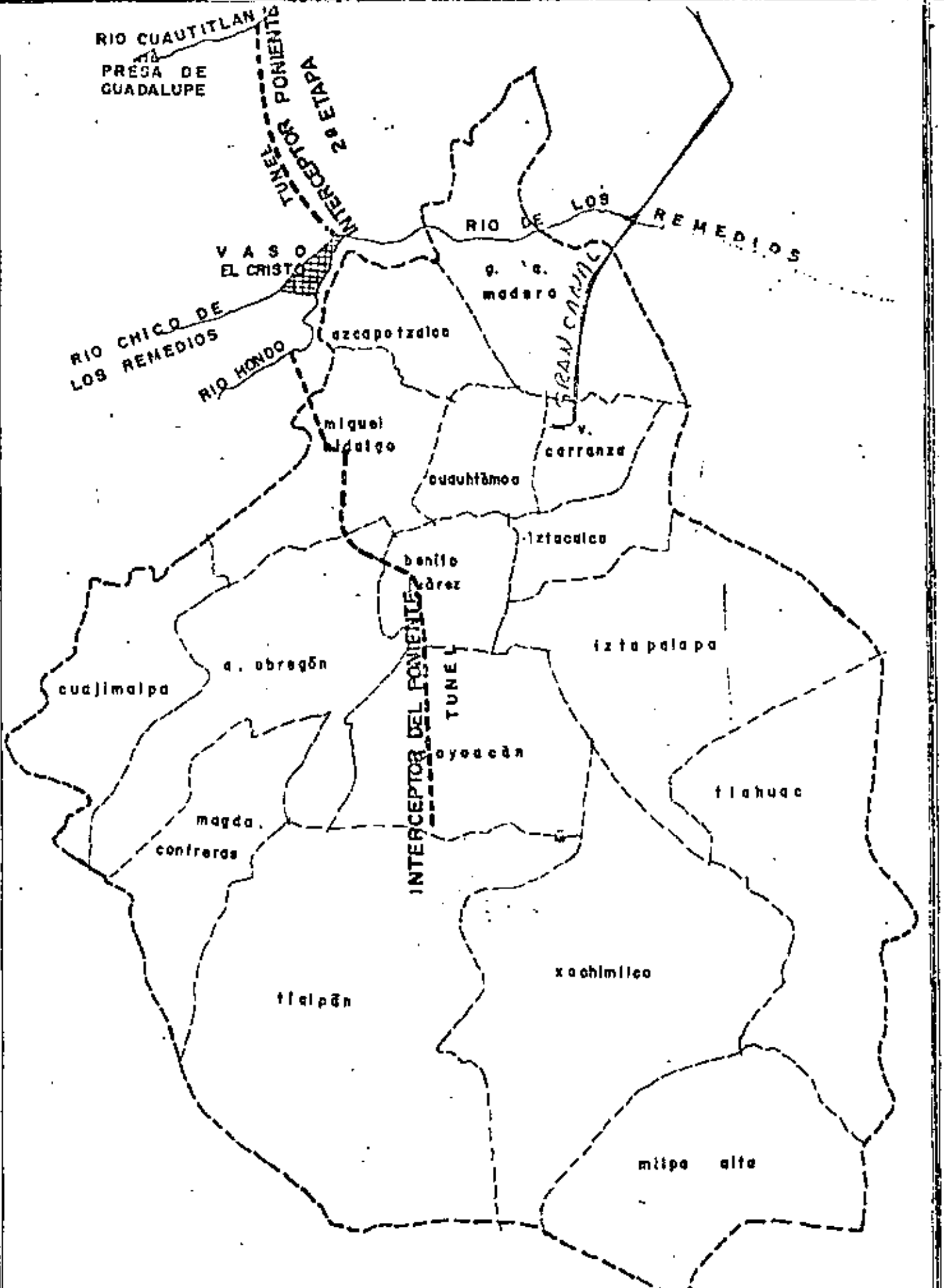
A.- Tajo de Nochistongo o de Huehuetoca.

B.- Túneles de Tequisquiac (Túnel Viejo y Túnel Nuevo).

C.- Portal de Salida del Emisor Central del Sistema Drenaje Profundo.

A.- Por el tajo de nochistongo se derivan las aguas que, - captadas por el Interceptor del Poniente se incorporan al Río Hondo en Naucalpán, Estado de México y más adelante se entregan al Vaso - del Cristo, donde se regulan y se envían por el Interceptor Poniente Segunda Etapa al Río Cuautitlán. Antes de llegar al Tajo de Nochistongo, estas aguas son suceptibles de derivarse hacia la Laguna de - Zumpango, por el Canal de Santo Tomás o enviarse al Río El Salto o a la Presa Requena, en el Estado de Hidalgo, en el primer caso se envían al Río Tula y Presa Endó, y en el segundo se regulan para riego en el Distrito 03 de Mixquiahuala, Hgo.

El Interceptor del Poniente (1a. Etapa) es un túnel de 4.00 m. de diámetro y tiene una capacidad de 25 M3/ seg.. Capta los escurrimientos principales del poniente de la Ciudad (zonas arriba de la - cota 2,260 m.s.n.m.), en su trayectoria se le incorporan varios - Ríos y a partir del Río Mixcoac se cuenta con un sistema de regulación por las Presas.



CROQUIS DE LOCALIZACION DEL INTERCEPTOR DEL PONIENTE

LUMBRERAS DEL INTERCEPTOR DEL PONIENTE

1.- Av. Revolución y La Otra Banda, Col. San Angel.
2.- Calle Arteaga y Ayuntamiento, Col. San Angel.
3.- Calle José de Teresa y Altavista, Col. Tlacopac.
4.- José de Teresa No. 194.
5.- Calle Alpes y Andes, Col. Alpes.
6.- Miguel Ocaranza y Alconedo, Col. Merced Gómez.
7.- Miguel Ocaranza y Boulevard Pte. Adolfo López Mateos, Col. -- Merced Gómez.
8.- Boulevard Pte. Adolfo López Mateos y Los Echave, Col. Mixcoac.
9.- Río Becerra y Ferrocarril de Quernavaca, Col. Sta. Ma. Nonoalco.
10.- Canario y Felipe Angeles, Col. Bellavista.
11.- Canario y Ferrocarril de Cuernavaca.
12.- Sostenes Rocha No. 90, cerca de Boulevard A. López Mateos, C.- Garza.
13.- General Alatorre y Av. de los Constituyentes, Col. Garza.
14.- Monumento al Maestro a espaldas de la Fanal.
15.- Montaña Rusa.
16.- Lago de Chapúltepec 2da. Sección.
17.- Prado Sur y Montes Pirineos, Col. Lomas de Chapúltepec.
18.- Sierra Mojada y Andes, Col. Lomas de Chapúltepec.
19.- Sierra Candela y Monte Camerum, Col. Lomás de Chapúltepec.
20.- Jaime Balmes y Ejército Nacional, Col. Irrigación.
21.- Presa Don Martín y Presa Salinillas, Col. Irrigación.
22.- Río San Joaquín y Circunvalación, Col. Lomas de Sotelo.
23.- Rodolfo Gaona e Ingenieros Militares, Col. Cuatro Caminos.
24.- Calzada San Estebán y Boulevard Avila Camacho.
25.- Boulevard Avila Camacho Fte. al Banco.
26.- Boulevard Avila Camacho y Boulevard Toluca.
27.- Boulevard Avila Camacho Fte. a la Hulera

PRESAS DEL PONIENTE

ANZALDO

TEXCALATLACO

TARANGO

MIXCOAC

BECERRA "C"

TACUBAYA

TECAMACHALCO

SAN JOAQUIN

FLORES

MINA

TEQUILAZCO

PILARES

BECERRA "B"

BECERRA "A"

RUIZ CORTINES

DOLORES

BARRILACO

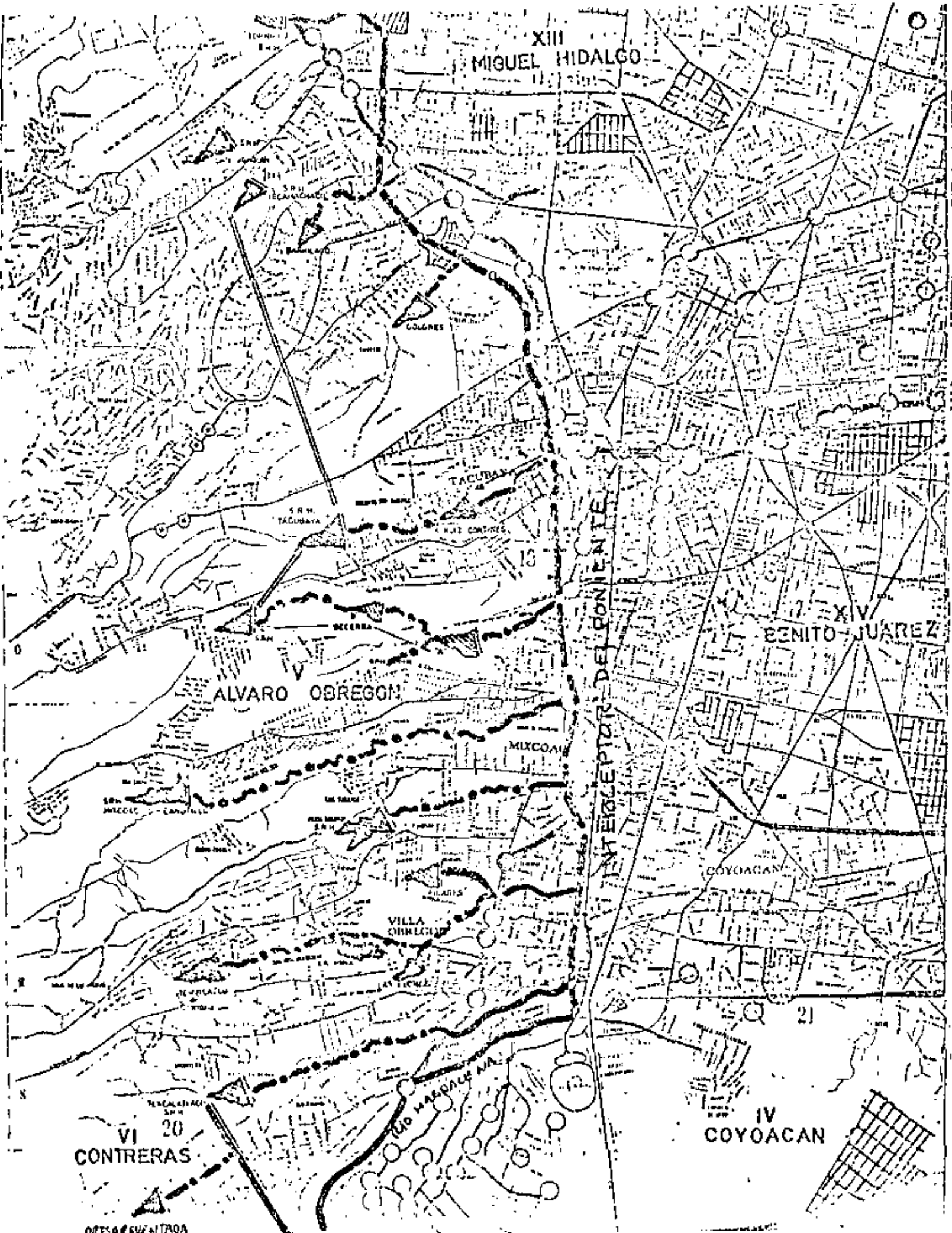
RIOS DEL PONIENTE

MAGDALENA

TEQUILAZCO

DEL MUERTO

MIXCOAC


XIII
MIGUEL HIDALGO
TACUBAYA
ALVARO OBREGON
MIXCOAC
VILLA OBREGON
INTERCEPTOR DEL PONIENTE
XV
BENITO JUAREZ
COYOACAN
IV
COYOACAN
VI
CONTRERAS
RIO MAGDALENA
21
20
18

RIOS DEL PONIENTE

BECERRA

TACUBAYA

BARRANCA DE DOLORES

SAN JOAQUIN

DOLORES

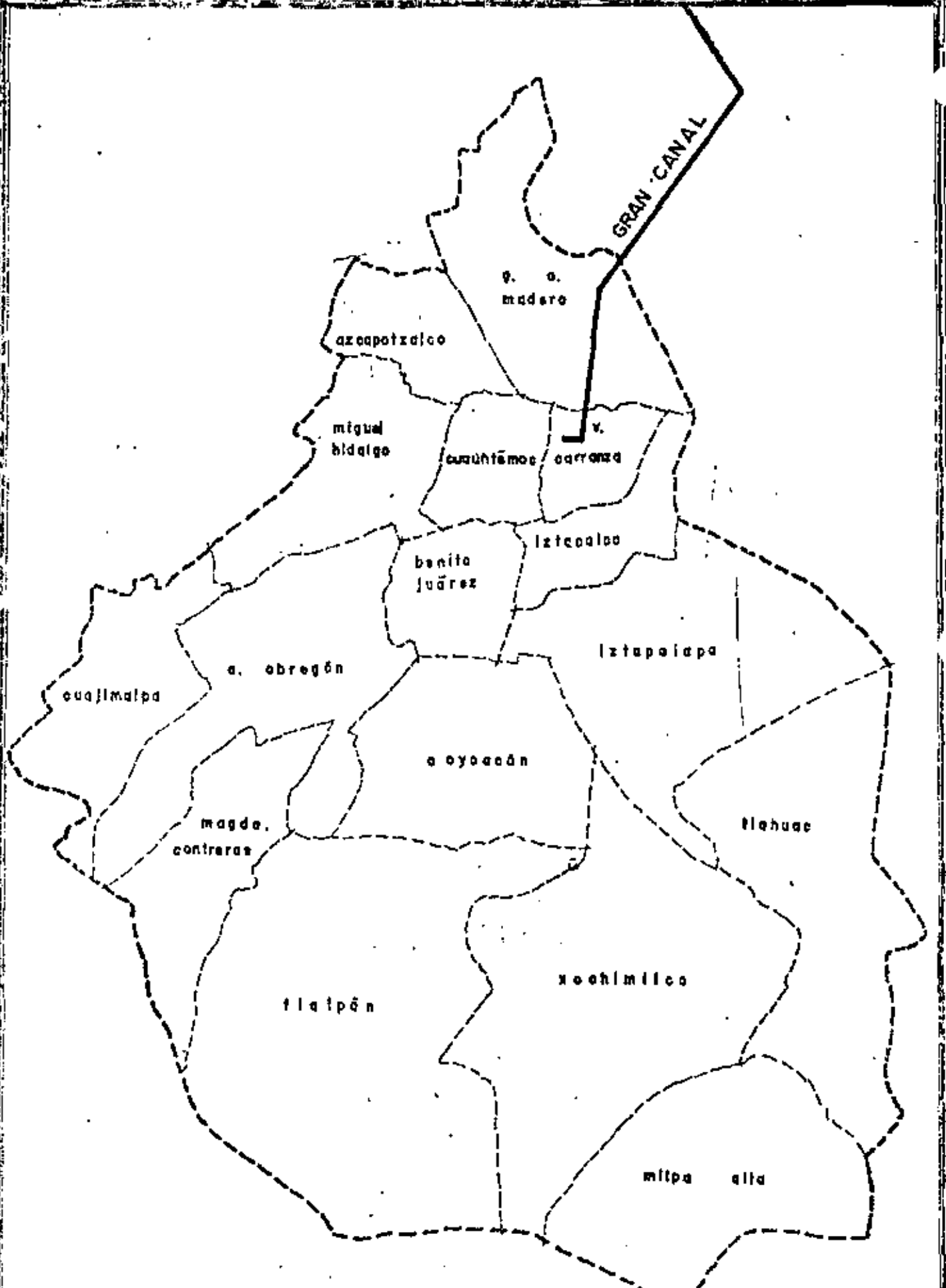
TECAMACHALCO

BARRILACO

B.- Son dos los túneles en Tequisquiac, el primero de ellos construído originalmente para 18 M3/seg. de capacidad y con 10 kilómetros de longitud, se construyó a finales del siglo pasado y -- fué inaugurado a principios de éste por el General Porfirio Díaz - para evacuar las aguas enviadas por el Gran Canal del Desagüe- que en ese entonces tenía una capacidad para conducción de --- 5 M3/seg., en sus primeros 20.0 kilómetros, y 17.5 M3/seg. en los restantes hasta Tequisquiac.

El segundo túnel, inaugurado a mediados del presente siglo, de casi 11 kilómetros de longitud, aumento la capacidad de - salida a 60 M3/seg.

El Gran Canal recibe las aguas de los colectores por medio - de un sistema de Plantas de Bombeo, situadas estrategicamente en sus márgenes y de algunos colectores que descargan a él libremente.



CROQUIS DE LOCALIZACION DEL GRAN CANAL

En el kilómetro 9+500, recibe las aportaciones del Río de los Remedios, mismas que se originan en el Vaso El Cristo, adicionándosele las descargas locales y las de los Ríos Tlalnepantla y San Javier.

El Río Churubusco es una estructura auxiliar que recibe las aportaciones de la zona sur de la Ciudad con un sistema de 8 Plantas de Bombeo, y 102.3 M3/seg. de capacidad. Desfoga en el Lago de Texcoco, donde después de regularse las aguas sin incorporadas al Gran Canal del Desagüe por medio de los Canales de Salles y La Draga.

Actualmente el Río Churubusco se encuentra entubado en toda su longitud desde el entronque de la Avenida Río Mixcoac y Periférico, y con la reciente terminación de los cajones del bordo Xochiaca, hasta su descarga en el Lago Texcoco.

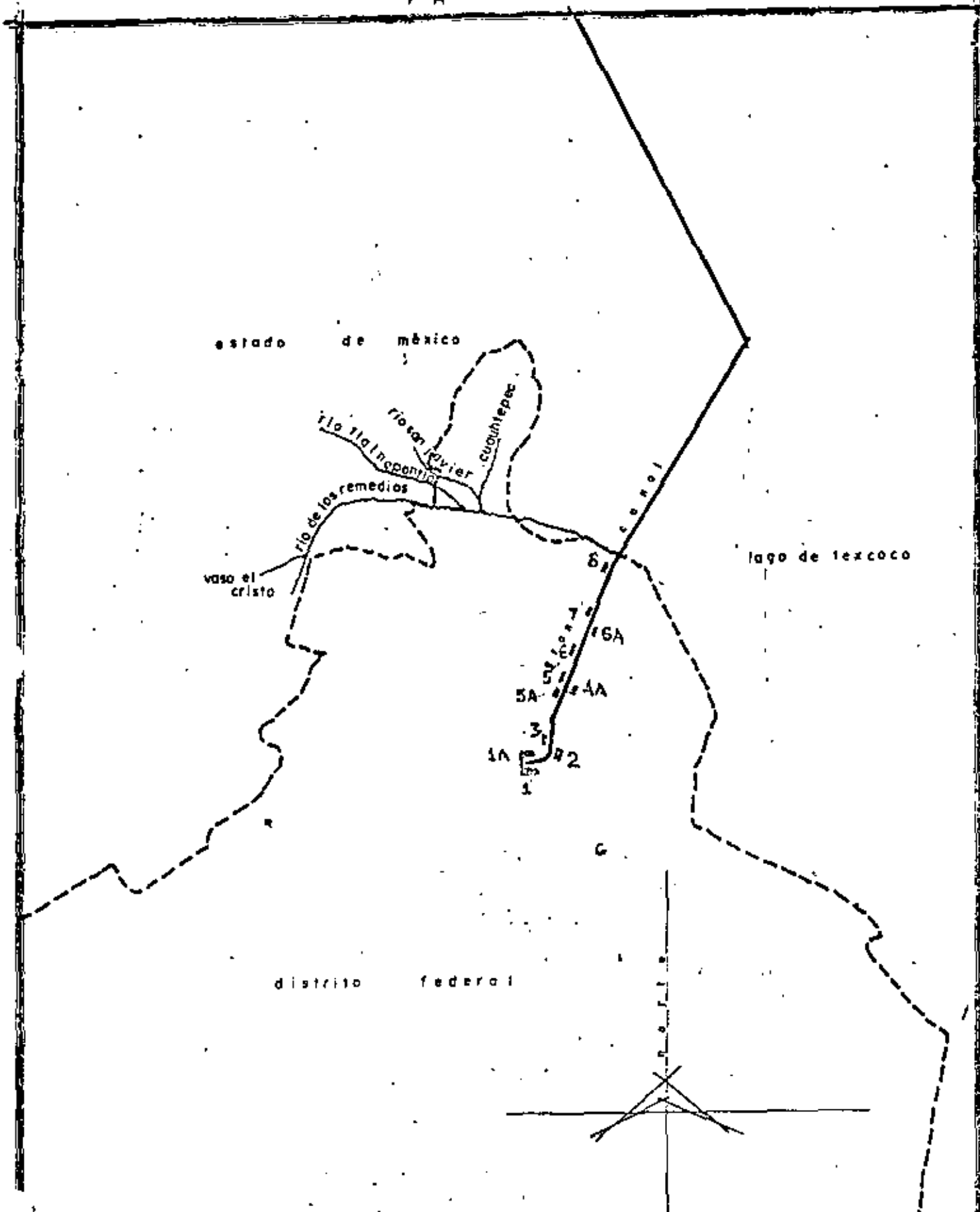
El Colector Churubusco drena los sistemas de Colectores Apatlaco, Iztapalapa 2 y Zaragoza-Ejército de Oriente que son incorporados al Colector mediante plantas de bombeo.

PLANTAS DE BOMBEO DEL SISTEMA GRAN CANAL.

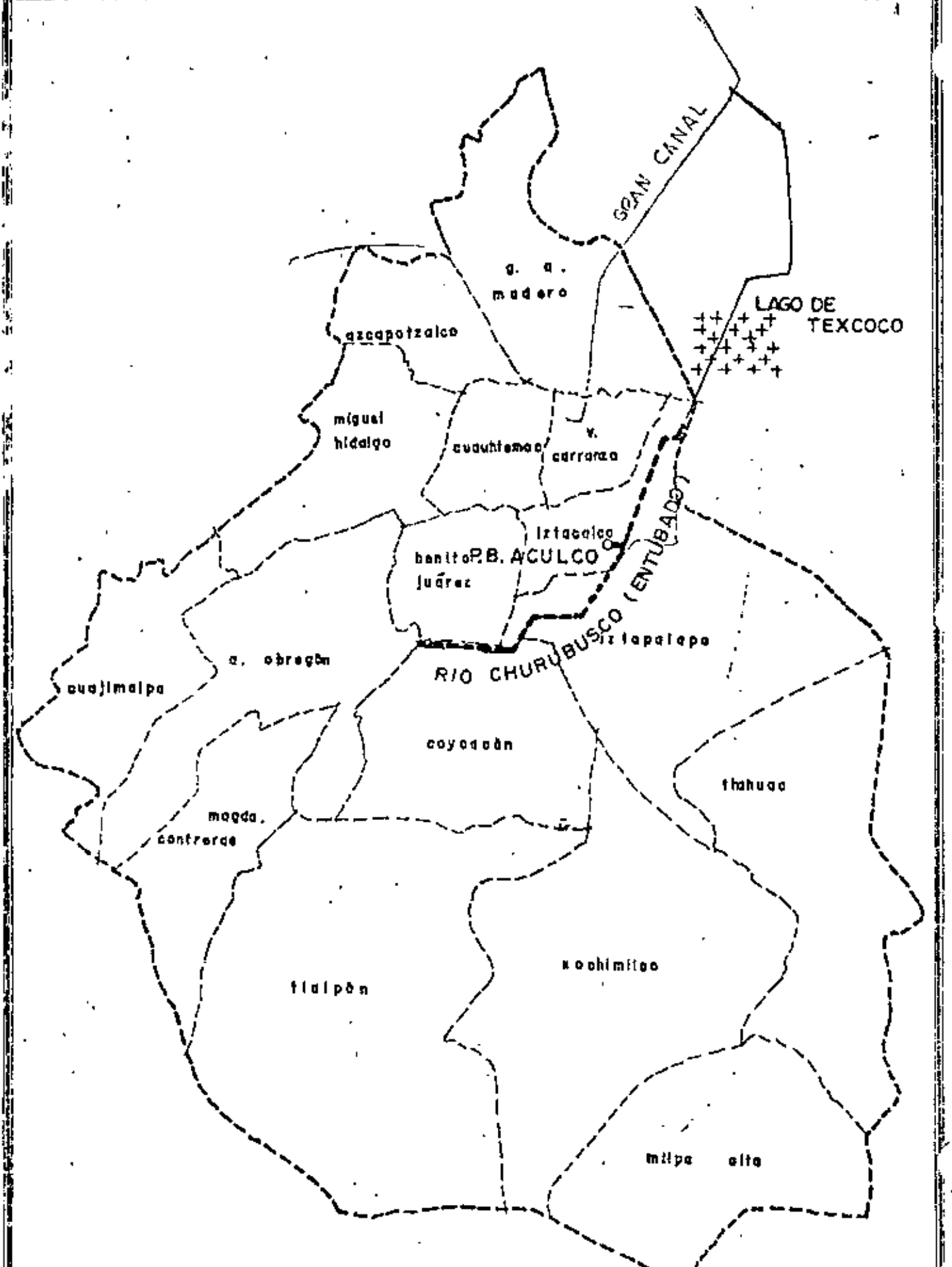
PLANTAS DE BOMBEO No.	CAPACIDAD	
1	31.5	M3/seg.
1-A	27.3	M3/seg.
2	49.6	M3/seg.
3	3.7	M3/seg.
4-A	8.0	M3/seg.
5	9.0	M3/seg.
5-A	22.1	M3/seg.
6	17.0	M3/seg.
6-A	12.0	M3/seg.
7	18.0	M3/seg.
8	9.0	M3/seg.
TOTAL	207.2	M3/seg.

PLANTAS GENERADORAS PARA EL SISTEMA GRAN CANAL.

SAN ANTONIO TOMATLAN	10,800	KW.
ORIENTE 101	8,000	KW.
TOTAL	18,800	KW.



GRAN CANAL DEL DESAGUE Y SUS PLANTAS DE BOMBEO



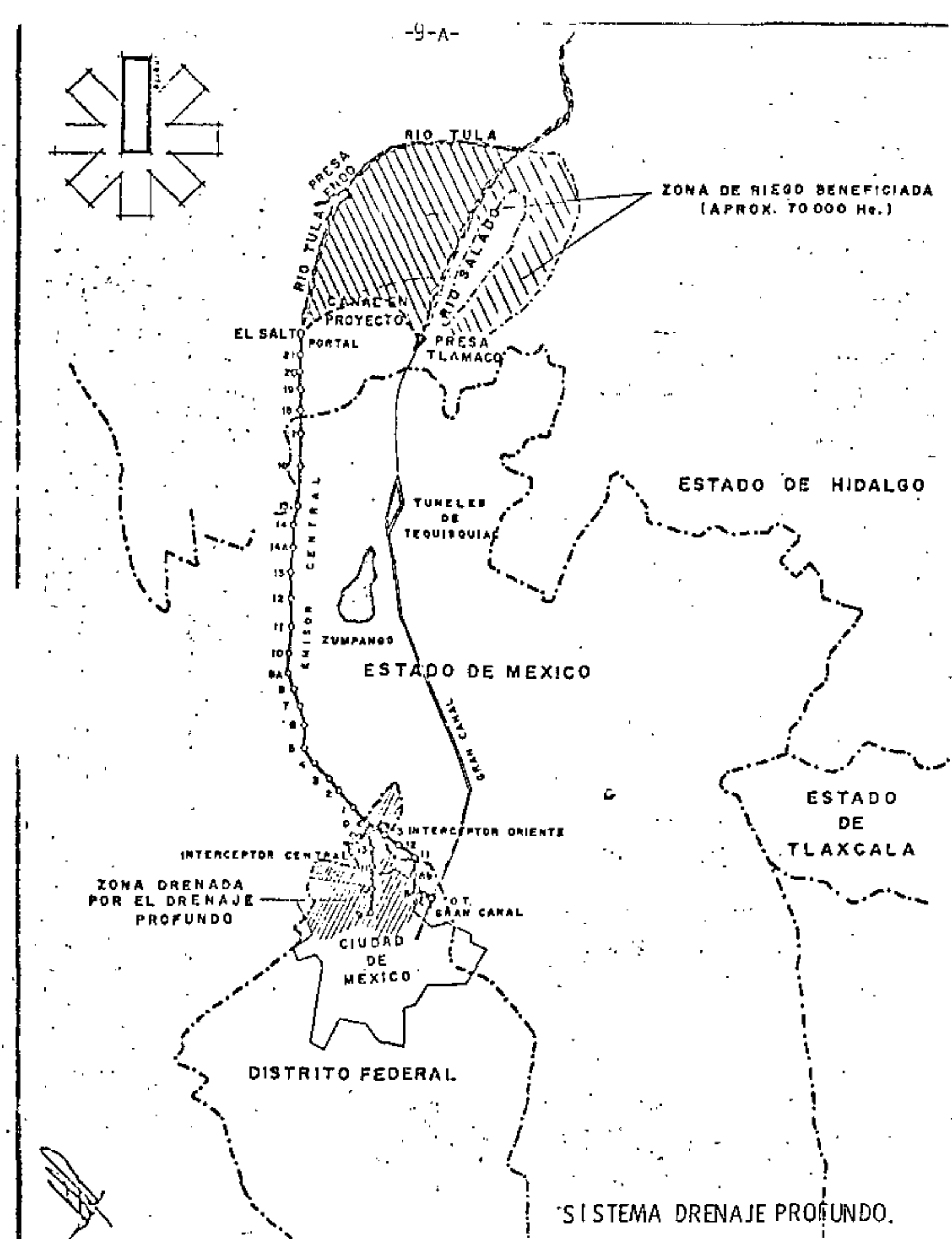
CROQUIS DE LOCALIZACION DEL RIO CHURUBUSCO

PLANTAS DE BOMBEO DEL SISTEMA RIO CHURUBUSCO

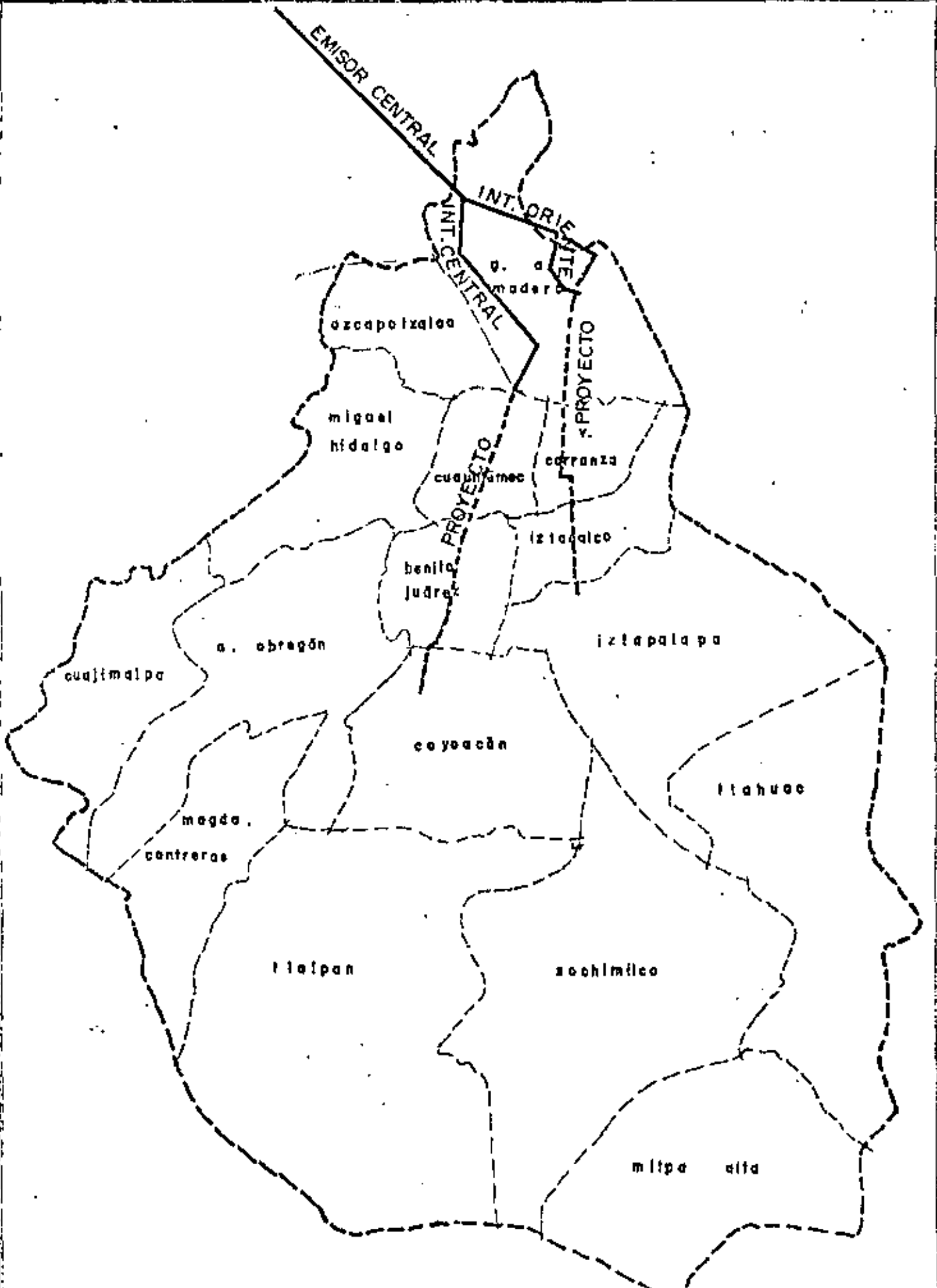
PLANTA DE BOMBEO	CAPACIDAD	
ACULCO	40.0	M3/seg.
CENTRAL DE ABASTOS	16.0	M3/seg.
LOPEZ MATEOS	4.0	M3/seg.
EJERCITO DE ORIENTE	16.0	M3/seg.
KM. 6 1/2 ZARAGOZA	9.0	M3/seg.
CHURUBUSCO	10.0	M3/seg.
MUNICIPIO LIBRE	6.0	M3/seg.
ARENAL	1.3	M3/seg.
TOTAL	102.3	M3/seg.

C.- El Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México, está destinado a dar salida a las aguas negras y pluviales durante la época de lluvias, evitando principalmente, la posibilidad de una gravísima inundación del Centro de la Capital de la República que puede ser provocada por el derrame de las aguas del Gran Canal, al presentarse alguna falla en la estabilidad de los bordos o muros de contención del mismo por tener que conducir caudales que estén mas allá de la capacidad de su cauce, originadas por precipitaciones -- pluviales extraordinarias. Así mismo, alivia los Colectores Humboldt, Héroes, San Juan de Letrán, Consulado, 11 y 15, además de los Ríos Remedios, Tlalnepantla, San Javier y otras estructuras - adyacentes..

El proyecto de construcción del Sistema de Drenaje Profundo, se inició en el año de 1954 y fué hasta 1967 cuando se empezaron -- las obras que quedaron terminadas, en su primera etapa, el 9 de Junio de 1975. El proyecto inicial contemplá 102 kilómetros de túneles, contando con un Interceptor Oriente de 27 kilómetros de longitud, - con diámetro de 5.00 m. y pendiente de 0.0007 á 0.0005 para un gasto máximo de 110 M3/seg. con velocidades hasta de 5.6 m/seg., para drenar una area de 20,346 Has. y un Interceptor Central con 25 kilómetros y 5.00 m. de diámetro, con pendiente de 0.0005, gasto máximo de 90 m3/seg., con velocidad de 4.6 m/seg para drenar 11,217 Has. y un Emisor Central, con una longitud de 50 kms., diámetro de 6.50 m. pendiente de 0.00195 con capacidad de 200 m3/seg. a una velocidad de 6.0 m/seg.



SISTEMA DRENAJE PROFUNDO.



CROQUIS DE LOCALIZACION DEL DRENAJE PROFUNDO

La primera etapa construída del Sistema lo constituye, el Emisor Central de 49.74 kilómetros de longitud al cual convergen el Interceptor Central de 7.8 kilómetros y el Oriente de 10.2 kilómetros. En éste último, el Interceptor del Oriente, se tiene de la Obra de Toma Gran Canal hasta la lumbrera 8C, un cajón de conducción de sección rectangular de 6.50 mts. de ancho y altura libre variable de 4.70 mts. á 5.45 mts.

Las aportaciones al Drenaje Profundo se hacen mediante incorporación en los Ríos y Colectores que sirve y el Gran Canal, por estructuras diseñadas para que en estiaje, las aguas negras puedan ser conducidas debidamente para su máximo aprovechamiento. Estos controles se logran mediante el manejo de compuertas, en unos casos con mecanismos eléctricos y en otros manuales. Estas incorporaciones son :

INTERCEPTOR DEL ORIENTE.

-- OBRA DE TOMA GRAN CANAL.

INTERCEPTOR CENTRAL.

-- OBRA DE TOMA RIO TLALNEPANTLA.

-- OBRA DE TOMA RIO DE LOS REMEDIOS.

-- OBRA DE TOMA RIO CUAUHTEPEC.

-- OBRA DE TOMA RIO SAN JAVIER.

-- CAPTACION COLECTORES HUMBOLDT
SAN JUAN
HEROES.

-- CAPTACION COLECTOR RIO CONSULADO.

-- CAPTACION COLECTOR 11 (CUITLAHUAC).

-- CAPTACION COLECTOR 15 (FORTUNA).

-- CAPTACION COLECTOR MOYOBAMBA.

-- CAPTACION PLANTA ACUEDUCTO

-- CAPTACION COLECTOR TEMOLUCO

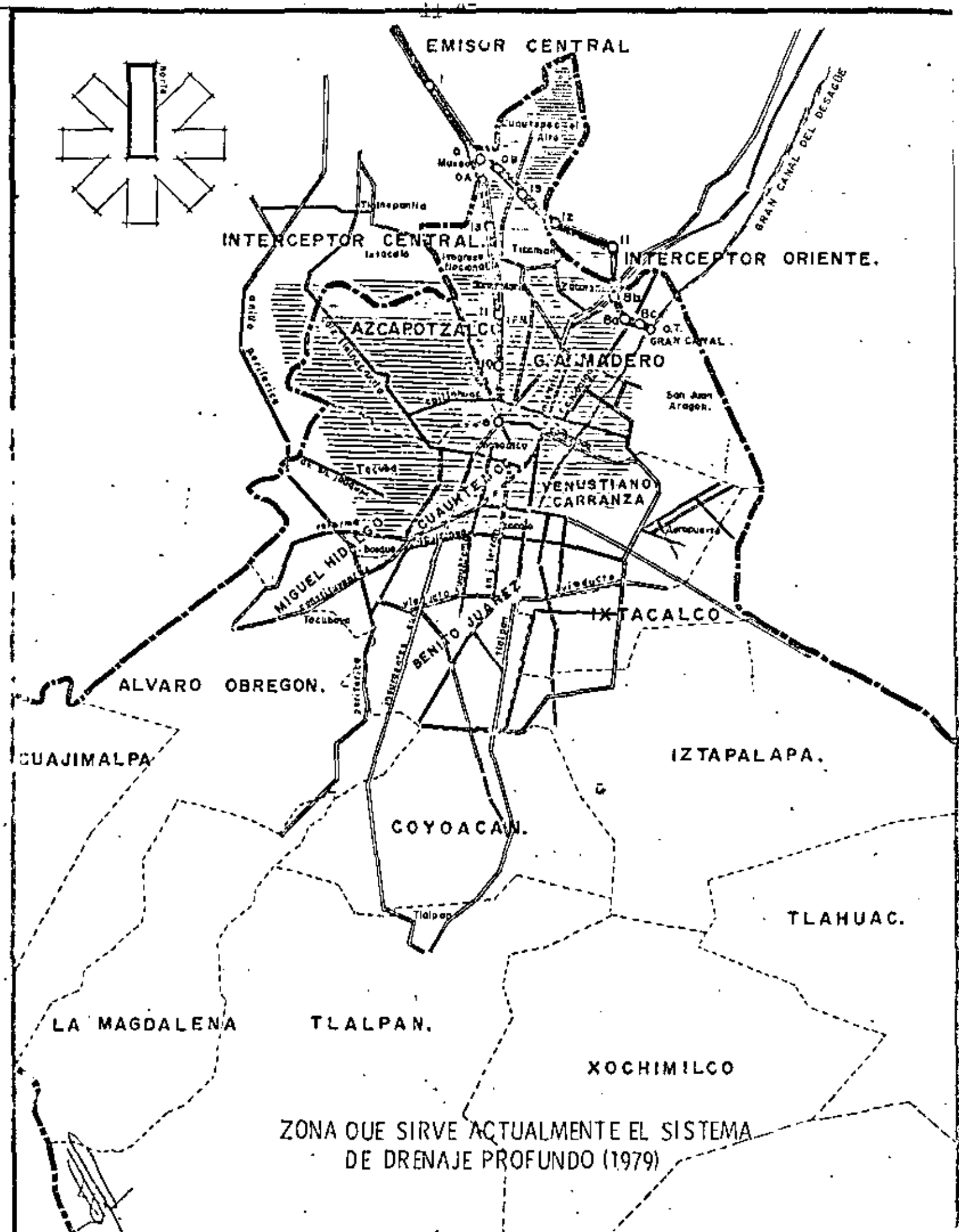
-- CAPTACION COLECTOR VALLEJO.

Las incorporaciones al Emisor Central pueden ser controladas por medio de compuertas instaladas en la zona aledaña a la lumbrera "0" (Lumbrera 0A y 0B.).

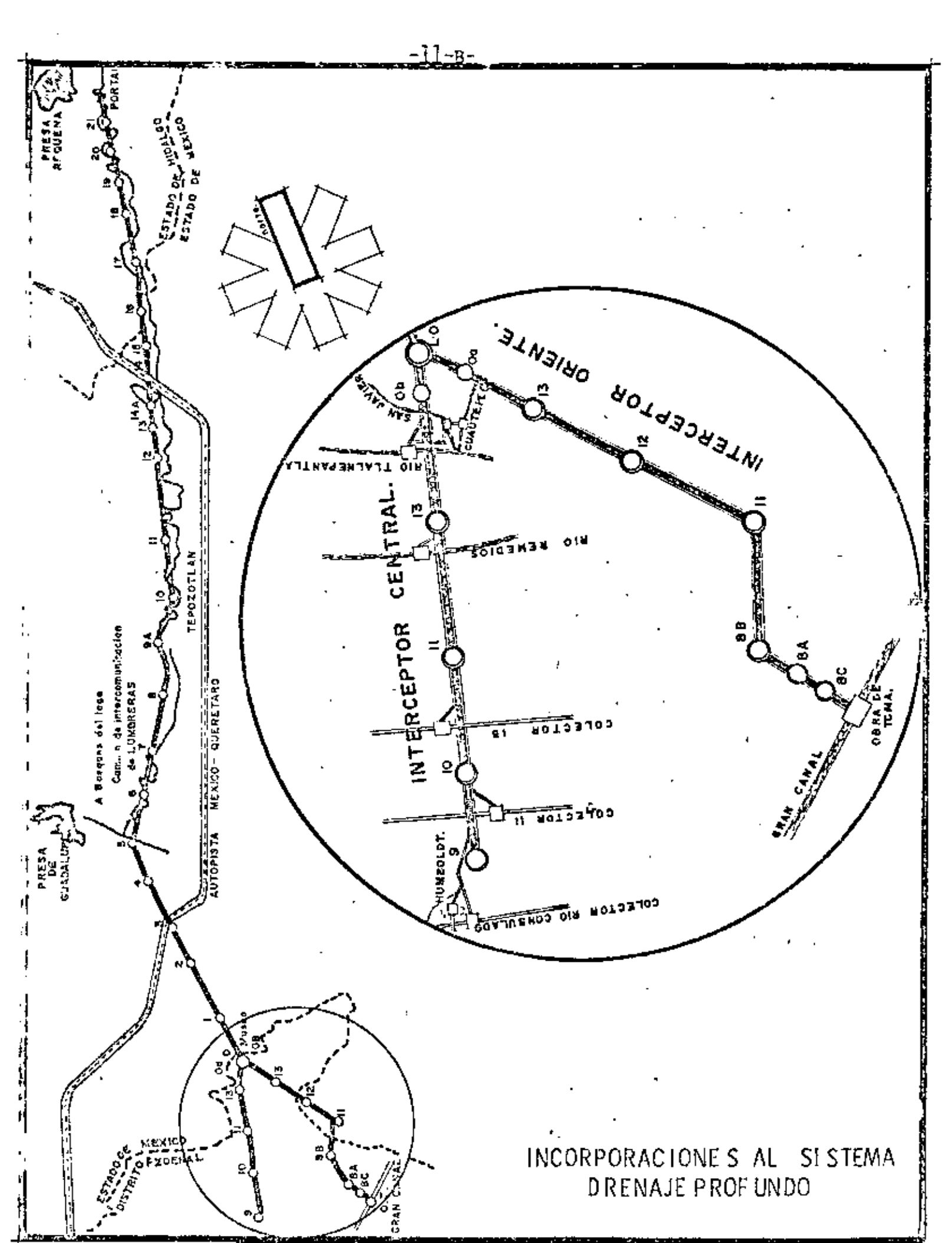
En el Portal de Salida del Emisor las aguas que se aportan pueden ser derivadas al Río Tula por un vertedor o al Canal Requena por un canal rectangular que tiene una estructura de control de tres compuertas radiales.

Los colectores que alimentan estos grandes sistemas corren casi todos de Poniente a Oriente con excepción del Canal de Miramontes, Canal Nacional y Ejército de Oriente que van de Sur a Norte y el Iztapalapa 2 y Zaragoza que lo hacen de Oriente a Poniente.

Los hundimientos de la Ciudad han provocado el dislocamiento de los colectores obligando en muchos casos a la colocación de Plantas de Rebombeo fijas y moviles teniendose en la actualidad en las fijas una capacidad total de 118.805 M3/seg. y son :



ZONA QUE SIRVE ACTUALMENTE EL SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO (1979)



INCORPORACIONES AL SISTEMA DRENAJE PROFUNDO

PLANTAS DE BOMBEO SOBRE COLECTORES

	PLANTA	CAPACIDAD	
1	LA RAZA	10.00	M3/seg.
2	DISTRIBUIDOR CHAPULTEPEC	4.50	M3/seg.
3	SAN COSME	14.00	M3/seg.
4	ZOQUIPA	16.00	M3/seg.
5	IZTACCIHUATL	11.00	M3/seg.
6	TONALA	10.00	M3/seg.
7	COAPA	7.90	M3/seg.
8	TIZOC	5.75	M3/seg.
9	NUMERO 8	9.00	M3/seg.
10	NICOLAS SAN JUAN	3.25	M3/seg.
11	LINDAVISTA	6.00	M3/seg.
12	NUEVA SANTA MARIA	4.00	M3/seg.
13	MOTOLINIA	1.40	M3/seg.
14	JESUS TERAN	0.80	M3/seg.
15	SINDICALISIMO Y PROGRESO	2.00	M3/seg.
16	ESCUADRON 201	4.40	M3/seg.
17	CTM EL RISCO	6.50	M3/seg.
18	POLITECNICO	4.00	M3/seg.
19	CHIMALPOPOCA	2.00	M3/seg.
20	PENI-EXTERIOR	1.40	M3/seg.
21	PATRONATO DEL MAGUEY	1.375	M3/seg.
22	SAN LORENZO TEZONCO	0.600	M3/seg.
23	PEDREGAL DE SAN FRANCISCO	0.500	M3/seg.
24	VIADUCTO Y BOLIVAR	0.550	M3/seg.
	TOTAL	126.925	M3/seg.

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

"METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO".

T E M A 4

PROBLEMATICA DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD DE MEXICO EN CASOS DE DESASTRE

Ing. Alfredo Rosado M.

Diciembre, 1979.

"PROBLEMATICA DE LOS SITEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO".

El agua, es de todos sabido que es el elemento básico principal para la vida, pero a la vez es un elemento con el que el hombre está en constante lucha para resolver, tanto la problemática de su aprovechamiento como las consecuencias negativas que de ella se originan, llegando inclusive a ocasionar desastres.

La posición Orogénica de la Cuenca del Valle de México, ha obligado a sus habitantes, desde remotos tiempos al desarrollo de avanzadas técnicas y ejecución de Obras Monumentales tanto para la introducción como para el desalojo del agua de dicha Cuenca.

Por lo tanto se hace necesario sub-dividir la presente exposición en dos partes principales:

a) Estudio del aprovechamiento de las aguas. Agua Potable.

b) Estudio del desalojo tanto de las aguas pluviales como de las aguas residuales fuera de la Cuenca del Valle de México.

Cronológicamente se irán indicando tanto la descripción de los sistemas y contingencias en el abastecimiento de agua a la ciudad, así como la incidencia de inundaciones o desastres, las medidas que se fueron tomando tanto para remediarlas como para prevenirlas y la evaluación de éstas se hace a través de la descripción de las mismas.

¿Hasta que punto podemos considerar que una contingencia negativa, puede considerarse como desastre?

Algún acontecimiento que para algunos puede considerarse como un hecho fortuito más, en su diario acontecer, para otros podría considerarse un desastre, tanto en las consecuencias económicas como en las físicas o materiales y en el número de personas afectadas.

Así por ejemplo en los abastecimientos de agua potable, el rango podría variar desde una simple fuga en que faltase el agua durante relativamente poco tiempo pero que pudiese afectar calderas, industrias, hospitales etc. hasta roturas de gran magnitud cuyas consecuencias pudieran ser de inundaciones y contaminación, ó suspensiones prolongadas del vital líquido que llegaran a ocasionar enfermedades como la sarna y otras.

En lo que respecta al desalojo de las aguas en los sistemas de alcantarillado, el rango puede variar desde inundaciones que ocasionen simples molestias a los habitantes de una determinada zona, hasta la presencia de epidemias originadas por las aguas negras y hasta pérdida de vidas.

Así pues, en estos conceptos apreciativos trataremos de hacer una síntesis de los acontecimientos que han existido en los sistemas de agua potable y alcantarillado.

Entre otros muchos, podríamos enumerar algunas de las causas que podrían originar desastres relacionados con los sistemas de agua potable y alcantarillado, tales como:

a)- Tectónicos (temblores, fracturas, fallas, etc.)

b)- Derrumbes.

c)- Faltas de energía eléctrica.

d)- Inundaciones. pluviales ó roturas de tuberías.

e)- Roturas en las redes por obras de ejecución.

f)- Falta de válvulas para hacer seccionamientos adecuados.

g)- Vientos huracanados.

h)- Fallas humanas por falta de capacitación adecuada.

Precaria pero segura fue la primera época de la vida de la gran Tenochtitlán fundada en 1325; No les faltaba el agua necesaria a la vida, que estaba asegurada por las entonces puras de la laguna y por algunos manantiales que brotaban en los islotes. Al primer rey, Acamapichtli, nombrado después de la muerte de Tenoch, fundador de la ciudad, sucedió Huitzilihuitl, que ejercitó a sus moradores en la guerra por agua, a base de canoas que construyeron en gran número y que probaron que la supremacía de las aguas con sus flotas engrandecía a su ciudad.

A la muerte de Huitzilihuitl ascendió al trono su hijo Chimalpopoca, quien se encontró con que el crecimiento de la ciudad había reducido y casi agotado los manantiales y por otra parte las aguas de la laguna, por los desechos y por la gran cantidad de canoas, habían perdido su original pureza, por lo que decidió pedir a su abuelo, Tezozomoc, rey de Azcapotzalco, que les permitiera el uso de las aguas de Chapultepec, a lo que este monarca, después de hablar con sus grandes, accedió de buen grado. La construcción de este acueducto, fué ella por el año de 1418.

En el reinado de Moctezuma se desató la terrible inundación de 1449, y uno de sus efectos fue la destrucción del acueducto de Chapultepec, por lo que el rey, auxiliado por su real pariente, Netzahualcóyotl, monarca de Texcoco, terminadas las obras de la laguna y pasada la época del hambre, en el año 1465 comenzó la construcción de la obra, que tardó un año, para traer el agua de Chapultepec sobre el mismo trazo de Chimalpopoca y Netzahualcóyotl de casi media centuria antes.

La distribución de las aguas en la ciudad se hacía por fuentes y estanques, pero sólo los palacios y casas de los nobles tenían agua dentro de ellos y el pueblo en general la compraba a las flotillas de canoas.

Ya para el año de 1499 ya no bastaban las aguas de Chapultepec que por ese tiempo comenzaron a disminuir, por lo que Ahuizotl concibió el proyecto de traer las aguas de unos manantiales del sur, nombrados Acuecuexcatl y cercanos a Coyoacán. Estas obras se iniciaron en dicho año.

Con gran contento comenzaron a disfrutar del agua en todas formas, pero poco duro el gozo, pues al poquísimo tiempo, en el año de 1500 una gran inundación llegó a la ciudad, del Sur, empleando principalmente el conducto de las aguas, dañando en gran parte el acueducto, por lo que en el año de 1508, Moctezuma II (Sucesor de Ahuizotl quien murió en 1503), acometió las reparaciones de la obra, reforzándola en los sitios débiles, amacizando las grietas existentes y afirmando los puntos sobre las cortaduras, y conjuntamente con esta obra llevó a cabo la ampliación y fortificación de la calzada que ligaba con el reino de Tacuba.

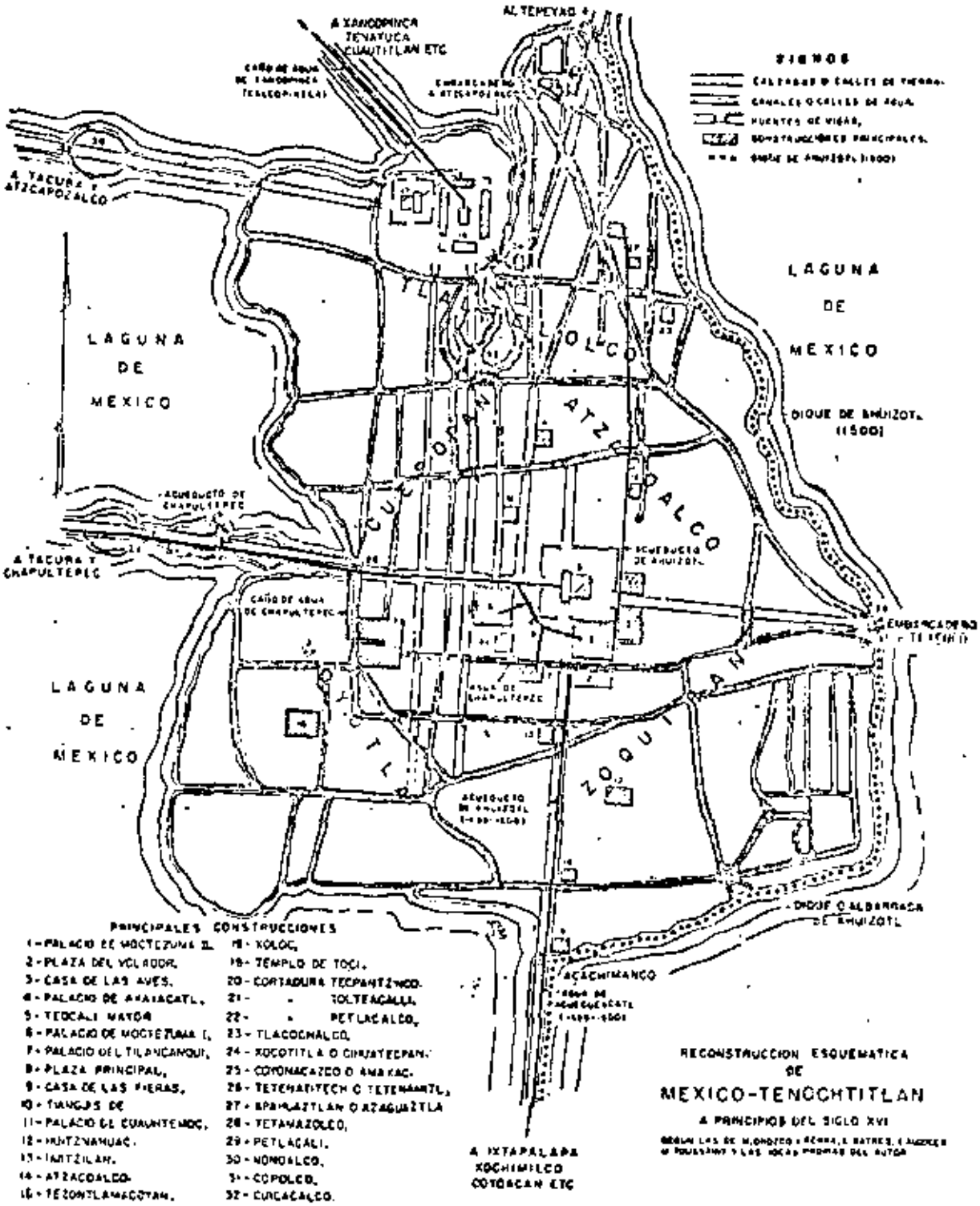
Con estas obras la ciudad quedó satisfecha y contenta, así como bien abastecida de agua. Además de las aguas de Chapultepec, llegaban a Tlatelolco las de Xancopinca. Existían, además, manantiales de agua dulce dentro de la isla, uno de ellos en el recinto del templo, otro por el barrio de Zoquipan, en un lugar llamado Atlicuihuacan, y otros más.

Para 1524 la ciudad contaba con 30 000 habitantes y comenzaba a ser precario el abastecimiento de agua la cual se distribuía en canoas o por aguadores.

En 1572 al llegar el agua al conducto antiguo se tropezó con la falta de capacidad de éste, pues el gran volumen de las aguas de Santa Fe y Cuajimalpa, reunido a las de Chapultepec, reventó las portañolas y la atarjea misma a la que hubo que quitar su bóveda y levantar los pretiles en el "alto necesario" y volver a construir la cubierta.

La ciudad de México, al finalizar el primer siglo de su conquista por los españoles, estaba realmente bien abastecida. Por el norte llegaban por un acueducto de mampostería baja, las aguas de Xancopinca, desde Azcapotzalco, para servir a Tlatelolco y parte norte de la urbe, y cuyas aguas eran muy delgadas y de bonísima calidad. Por el poniente, y por la parte media, entraba el acueducto de la Tlaxpana, con sus dobles conductos; por la parte superior las aguas de Santa Fe y Cuajimalpa, conocidas como "delgadas" buenas en lo general, pero que en tiempos de lluvias llegaban turbias y lodosas por el trayecto por zanjas hasta Molino del Rey, y por la parte inferior el agua de la alberca grande de Chapultepec, llamada "gorda", de buena calidad aparente, pero que era dura y causaba molestias. Por el Sur, y por la actual calzada de Chapultepec, entraban hasta San Pablo y San Juan, con derivaciones a toda la zona, las aguas de la alberca chica de Chapultepec, que eran de mediana calidad, limpias pero algo duras.

Las cañerías de las calles de Tacuba y San Francisco en bastante mal estado comenzaron a ser sustituídas, en 1627, por cañerías de plomo, obra que no pudo ser llevada a cabo inmediatamente sino hasta 1638, por la grave inundación que padeció la ciudad. La misma gran inundación afectó gravemente, en forma principal al acueducto de Santa Fe.


A XANOPINCA
TENAYUCA
CUAUTITLAN ETC
AL TEPEYAC
A TACUBA Y ATZCAPOZALCO
LAGUNA DE MEXICO
LAGUNA DE MEXICO
LAGUNA DE MEXICO
DIQUE DE AHUIZOTL (1500)
ACUEDUCTO DE CHAPULTEPEC
A TACUBA Y CHAPULTEPEC
ACUEDUCTO DE AHUIZOTL
CAÑO DE AGUA DE CHAPULTEPEC
TLALTELOLCO
ATZACOALCO
ZOQUIPAN
ACUEDUCTO DE AHUIZOTL
DIQUE O ALBARRADA DE AHUIZOTL
ACACHIMANCO
A IXTAPALAPA
XOCHIMILCO
COYOACAN ETC
PRINCIPALES CONSTRUCCIONES
1 - PALACIO DE MOCTEZUMA II.
2 - PLAZA DEL VOLADOR.
3 - CASA DE LAS AVES.
4 - PALACIO DE AXAYACATL.
5 - TEOCALI MAYOR
6 - PALACIO DE MOCTEZUMA I.
7 - PALACIO DEL TLAHUICANQUI.
8 - PLAZA PRINCIPAL.
9 - CASA DE LAS FIERAS.
10 - TIANGUIS DE
11 - PALACIO DE CUAUHTEMOC.
12 - HUITZNAHUAC.
13 - IXTZILAN.
14 - ATZACOALCO.
15 - TEZONTLAMACOYAN.
16 - TIANGUIS DE TLALTELOLCO.
17 - TEOCALI DE TLALTELOLCO.
18 - XOLOC.
19 - TEMPLO DE TOCI.
20 - CORTADURA TECPANTZINCO.
21 - " " TOLTEACALLI.
22 - " " PETLACALCO.
23 - TLACOCHALCO.
24 - XOCOTITLA O CHIMALTECPAN.
25 - COYONACAZCO O AMAKAC.
26 - TETEHAPITECH O TETENAMTL.
27 - APAHUAZTLAN O AZAGUAZTLA
28 - TETAMAZOLCO.
29 - PETLACALI.
30 - NONOALCO.
31 - COPOLCO.
32 - CUCACALCO.
33 - LAGUNILLA.
RECONSTRUCCION ESQUEMATICA
DE
MEXICO-TENOCHTITLAN
A PRINCIPIOS DEL SIGLO XVI

Las obras de conservación de los acueductos y cañerías se entregaban anualmente por el Ayuntamiento y por orden del gobierno virreinal a "asentistas", ó contratistas que diríamos hoy, quienes por una cantidad fija, de 9 000, 16 000 ó 30 000 pesos oro, según la época, se comprometían a tener en buen estado las obras.

Desde 1719 ó aún antes, la ciudad estaba preocupada por una extraña enfermedad estomacal que causaba muchas muertes; sometido el asunto al Protomedicato achacó éste la epidemia a los tubos de plomo que se empleaban para la distribución de las aguas por lo que se buscó un mejor material encontrándolo éste en el barro.

Se procedió la reposición de caños por los de barro y el 13 de septiembre de 1732 se terminó la obra.

El aumento de la población en la ciudad hizo que las aguas de Santa Fe y de Chapultepec no fueran suficientes a su objeto; a fin de remediar el mal se aprovecharon los manantiales llamados del Desierto de los Leones, cuyas aguas traídas desde su origen en las montañas occidentales del Valle, se unen primero entre sí, se juntan después con las de Santa Fe y todas reunidas entran a México. Esta mejora data de 1786.

Al principiar el siglo de 1800, cálculos aproximados hacen suponer que en estas fechas la población había llegado ya a unos ciento sesenta mil almas.

En 1840 ó un poco antes se inició en Europa, en Francia, en la región de Artois, una actividad que al ser aplicada a nuestra ciudad, vino primeramente a constituir la salvación de ella y la satisfacción de su necesidad de agua y más tarde la tremenda pesadilla del hundimiento que hoy padecemos. Me refiero a la perforación de pozos profundos o artesianos. En México iniciaron en 1847.

Los ayuntamientos para aumentar el caudal de agua fomentaron la apertura de pozos artesianos, de los cuales llegó a haber unos 1100, lo que contribuyó a que disminuyeran el caudal de los manantiales de Chapultepec.

Desde 1908 se empezó a utilizar el agua de Xochimilco llevándola a Chapultepec.

El nuevo sistema de distribución exigió el empleo de numerosas válvulas para aislar tramos de entubación y efectuar las reparaciones necesarias sin suspender totalmente el servicio.

La ciudad con su nuevo aprovisionamiento de aguas, ya comenzaba a fallar en 1917, apenas cinco años después de inauguradas las obras, por lo que hubo que interrumpir el servicio durante las noches. Esta situación fue agravándose durante los diez años siguientes, pues los ayuntamientos, con pocas y honrosas excepciones poco se preocuparon de labor constructiva, dedicándose más a la política y a las rivalidades personales. Las suspensiones del servicio motivaron que el Ayuntamiento de 1922 adquiriera varias válvulas de gran diámetro y muchas pequeñas, las que se instalaron, pero poco mejoraron el servicio. El mismo año, el 19 de noviembre hubo una suspensión del servicio motivada por la mojadura de unos motores que tardaron algún tiempo en repararse, por lo que hubo que pedir auxilio a la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, la que comunicó con la ciudad las aguas del Desierto e instaló bombas en varios pozos para dar el agua que la ciudad requería, no restableciéndose efectivamente el servicio, sino un mes después.

Para 1924 el servicio se daba sólo por once horas al día y en el año siguiente, al comprobarse la contaminación de las aguas de Chapultepec, que seguían incorporándose en la Condesa, fueron desconectadas y empleadas sólo para el lavado de las atarjeas.

Para 1927 las tomas privadas alcanzaban la cifra de 22 452 y el servicio, con las mejoras hechas, se proporcionaba de las seis de la mañana a las diez de la noche.

Al iniciar la gestión del Departamento del Distrito, en 1929,- la situación del servicio de aguas era francamente desesperante: - la ciudad con servicio intermitente; las poblaciones que se le incorporaron, con servicios deficientes a base de aguas contaminadas como en el caso de Mixcoac y Tacubaya, que empleaban aguas del Desierto, de los Ajolotes y de Santa Fe, pero en condiciones ya desastrosas; enormes zonas especialmente colonias humildes y pueblos sin ningún servicio y gran escasez en otros lugares.

Del 24 al 26 de mayo de éste año se interrumpió el servicio de agua potable a la capital.

La situación para 1930 era ya intolerable, por lo que el Departamento, desde entonces estudió la posibilidad de abastecer a los pueblos de la serranía del Ajusco. Se aumentaron las captaciones con nuevos manantiales, se construyó un acueducto de 42 kilómetros en su línea principal y 63 kilómetros de longitudes secundarias, - con lo que se logró abastecer a 50 000 habitantes de 25 pueblos de las Delegaciones de Tlalpan, Xochimilco y Milpa Alta.

El proyecto del rio Lerma fue iniciado en 1942 y terminado en 1951, sistema que en principio pareció satisfacer las necesidades del momento y aún las futuras de la ciudad, pero que, debido al crecimiento desmesurado de la misma, no fue suficiente, obligando a nuevas obras en los siguientes períodos presidenciales.

Al iniciarse el periodo 1952 - 1958, en diciembre de 1952, la situación de la ciudad y del Distrito era bastante buena, la provisión de aguas era de 14.3 M3 /s. y se obtenía de las siguientes —

Xochimilco.	1.6	m3./s.
Lerma.	3.5	"
Desierto y Ajusco. ..	0.2	"
Pozos Municipales. ..	6.5	"
Pozos Particulares ..	2.6	"
	14.3	m3./s.

Este caudal era bastante para cubrir, teóricamente, las necesidades de 3 1/2 millones de habitantes, con una dotación personal diaria de 350 litros, pero en la práctica resultaba insuficiente ya que la red de distribución no cubría toda la superficie urbana y 800,000 personas no tenían servicio; que las fugas por el mal estado de la misma red llegaban a 2.00 m3./s. y que la falta de medidores y bajas cuotas del agua ocasionaban un desperdicio que llegaba a 2.0 m3./s., por lo que en realidad el caudal disponible era de 10.3 m3./s.

Para resolver el abasto de agua se propuso la captación de aguas subterráneas, dentro del valle de México, pero de cuencas hidrólogicas que no afectaran la zona de la ciudad, provocando mayores hundimientos; así se terminaron Chiconautla y Peñon Viejo 6 del Marquez, además se propuso la captación de aguas broncas y manantiales en la región del Alto Amacuzac.

Las obras de Chiconautla se iniciaron en Septiembre de 1955 y se terminaron prácticamente en Marzo de 1957. y posteriormente la C.A.V.M., aumentó su caudal entre 400 y 500 Lts. más con la aportación del ramal Los Reyes - Ecatepec.

Al finalizar el período, en 1958, el caudal efectivo disponible por la ciudad y el Distrito era de 20.9 m3./s., que se obtenía de las siguientes fuentes:

Xochimilco.	2.4	m3./s.
Lerma.	6.0	"
Desierto y Ajusco . .	0.2	"
Pozos Municipales . .	6.5	"
Pozos Particulares .	2.5	"
Chiconautla.	3.0	"
Peñón Viejo	0.3	"

En 1972, por decreto presidencial, fue creada la Comisión de Aguas del Valle de México, que es la encargada de elaborar los proyectos y su construcción, para suministrar agua potable al Distrito Federal.

Al aumentar la población, ha sido necesario incrementar la aportación de agua potable; el primer abastecimiento que construyó la C.A.V.M. fue el sistema llamado "Aguas del Sur", que empezó a entregar agua en bloque al Departamento del D.F., a partir del día 16 de Enero de 1974. La mayor parte de los 32 pozos de este abastecimiento, se perforaron en el Periférico sur desde la Delegación de Xochimilco hasta la de Alvaro Obregón.

Al seguir el incremento de la población, fue necesario buscar nuevas fuentes de abastecimiento fuera del D. F. (31 pozos) Fué así como se empezó a trabajar en el Sistema Teoloyucan y los ramales F.C. 1ª y 2ª etapas (42 pozos), al Norte del D. F., en el Estado de México.

A este sistema se le llamó aguas del Norte y sus caudales llegan al cárcamo de Barrientos.

La C.A.V.M., siguió trabajando en nuevos abastecimientos para dar servicio al D. F. y algunas poblaciones del Estado de México.

En el año de 1977, se construyó el sistema Tizayuca Pachuca (32 pozos) cuya aportación también alimenta el acueducto de Barrientos.

Después se construyó el sistema El Risco (16 Pozos) que alimenta el tanque de Santa Isabel.

El 14 de Abril de 1977, y supuestamente debido al continuo hundimiento de la ciudad, un piloto existente debajo de la tubería oriente primaría que sale de la Planta de Rebombeo de Xotepingo, ocasionó la ruptura de ésta, provocando una inundación en la Col. Ciudad Jardín y gracias a la oportuna intervención en el cierre de válvulas, se logró que no adquiriera proporciones mayores dicho desastre, aunque el cierre provocó trastornos en la distribución del agua aún en zonas alejadas al lugar de la fuga.

Entre las medidas que se tomaron para resolver el problema, se procedió primeramente al cierre de válvulas ya mencionado, a la apertura de desfogues y limpieza de las coladeras pluviales y pozos de visita ó instalación de moto-bombas para el desalojo rápido de las aguas; y una vez ya controlada la fuga, se procedió al cambio de la pieza dañada.

Aunque dicho piloto se cortó muy por abajo de la parte inferior del tubo, es conveniente se revise periódicamente la aflorecíón de éste, para evitar en un futuro que no se repita éste desastre.

El día 22 de Septiembre de 1978 al estar operando una válvula de 1.20 m. (48"), a la entrada de la torre de control en Chalma de Guadalupe, una falla en la válvula, ocasionó que la lenteja de ésta se cerrara, provocando un golpe de ariete en la tubería de 1.83 m. de diámetro (72") de las aguas provenientes de la Planta de Barrientos, del Sistema Aguas del Norte, de la Comisión de Aguas del Valle de México, ...

.... ocasionando una ruptura longitudinal en la tubería y el agua de la fuga deslavó el terreno, tirando un poste con los cables, quedándose sin energía eléctrica la torre de control y la zona circunvecina. Afortunadamente existe una pequeña barranca que es donde se inicia el Río de Cuautepec, antes de llegar al reclusorio del norte, que sirvió de salida y desfogue a las aguas de la fuga.

Pronto se descubrió el tubo dañado observándose además las condiciones en que quedó la válvula, la cual hubo necesidad de cambiarla por otra con operador reforzado, así como la tubería mencionada. El servicio se reanudó a las 36 horas de haberse producido la fuga.

El día 14 de Marzo de 1979, el Distrito Federal fue sacudido por un temblor de 6.5° de la escala de Mercalli.

El fenómeno se registró a las 5.10 A.M. e inmediatamente se recomendó a todos los servicios de que se hicieran recorridos a los acueductos, plantas de rebombeo, pozos, tanques, etc., para verificar si se habían producido fugas. A los pocos minutos se empezó a recibir la información de que en el acueducto de Tulyehualco habían 6 fugas en diámetro de 1.83 (72") y una más en el de Tecomitl de 0.90 m. (36"); este acueducto da servicio a varios pueblos del sur y finalmente lleva el caudal principal al cárcamo de la planta de rebombeo del Cerro de la Estrella y a la planta de Xotepingo.

El problema se agravó principalmente debido a que todas las fugas se presentaron casi en forma simultánea, obligando a parar los pozos que lo abastecen, siguieron trabajando los rebombeos con el fin de no desperdiciar el agua y vaciar más rápidamente el acueducto, para proceder a las reparaciones por medio de silletas prefabricadas.

Una vez agotado el caudal, fue necesario enviar pipas (carros tanque) para poder distribuír, aunque en forma precaria, el vital líquido para las necesidades más urgentes.

En la actualidad, con toda la problemática en la construcción y operación de las redes de conducción y distribución de agua potable de esta gran ciudad, que ha alcanzado magnitudes insospechadas, tanto en extensión como en número de habitantes, puede decirse que cuenta con un buen abastecimiento de agua, que las autoridades se esfuerzan por mejorar para hacer llegar ésta hasta los lugares más alejados y colonias populares periféricas, incluyendo aún lugares que se ubican en cotas superiores a los tanques de almacenamiento, para lo cual se construyen rebombeos adecuados.

Para tener una idea de cómo han ido aumentando los abastecimientos de agua a la ciudad, durante la última década, se presenta el siguiente cuadro:

" CAUDALES EN M3./S. A LA CIUDAD DE MEXICO DE 1969 A 1979. "

FUENTES PROPIAS.	" PERIODO ANUAL "										
	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
ALTO LERMA	10.277	11.930	13.206	12.890	12.862	13.884	12.752	11.994	10.274	9.332	8.595
POZOS MUNICIPALES	7.369	6.680	12.673	7.682	7.670	7.705	8.096	7.563	7.158	7.436	7.386
XOTEPINGO.	4.098	3.510	3.400	5.296	6.909	7.575	7.600	6.735	8.151	7.821	7.088
CHICONAUTLA.	3.421	3.410	3.391	3.360	3.407	3.380	3.225	3.160	2.911	3.054	2.845
POZOS PARTICULARES	2.143	2.095	2.002	1.998	1.902	1.795	2.645	2.645	2.200	2.200	2.200
MANANTIALES.	0.529	0.500	0.500	0.547	0.550	0.550	0.550	0.550	0.291	0.291	0.291
C. A. V. M.	——	——	——	——	——	1.824	2.950	5.027	7.613	8.678	10.253
S U M A	27.837	28.125	35.172	31.773	33.300	36.713	37.818	37.674	38.598	38.812	38.658

"INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE MEXICO, PRIMERAS OBRAS DE DEFENSA Y PRINCIPALES OBRAS CONSTRUIDAS"

Mientras que en el Valle de México permaneció como una cuenca cerrada, existió un equilibrio hidrológico natural, pero en cambio hubo una serie de inundaciones, las cuales, por su importancia mencionaremos.

Desde 1325 en que se fundó la ciudad de México, se puede decir que se iniciaron los trabajos hidráulicos en el Valle de México, debido a la falta de terreno necesario para la construcción de casas y solares, pues los islotes en los que se estableció la ciudad no tenían la amplitud suficiente para alojar a los primitivos pobladores.

En 1449, debido al crecimiento de la laguna de Texcoco, se presentó la primera gran inundación de la ciudad azteca, de la que se tiene noticia. Para evitar los daños que en propiedades y cementeras acarreó esta inundación, el rey Moctezuma Ilhuicamina, que entonces reinaba en la ciudad de México, con ayuda de Netzahualcóyotl (rey de Texcoco), construyeron un dique que separaba las lagunas de Texcoco y de México, este dique era de tierra, piedra suelta y estacados de madera, tendido desde el pueblo de Azcapotzalco en el norte, hasta el cerro de la Estrella en Ixtapalapa, al Sur con una longitud probable de 16 km. y un ancho de 14 m. en la corona y una altura media de 1.80 m. Este muro conocido con el nombre de dique de Netzahualcóyotl, alejó durante el resto de la dominación azteca, sobre la ciudad de México, el Peligro de inundaciones provenientes de las aguas saladas de Texcoco.

Para gobernar las aguas, había en el dique del lago de Texcoco compuertas que permanecían abiertas durante la estación de secas, cuando el nivel del agua de dicho lago bajaba y se cerraban durante la época de lluvias, cuando crecían las aguas del mismo.

Para mayor seguridad de la capital, se dividieron las lagunas de Chalco y Xochimilco, por medio de un bordo en Tláhuac.

En esta época, el lago de Texcoco tenía más de 10 m. de profundidad.

Después tenemos que en 1520, para poder pasar con sus bergantines hasta la ciudad, los españoles destruyeron gran parte del muro de Netzahualcóyotl, abriéndose brechas en varios lugares. Este muro, que no volvió a ser reconstruído, prácticamente sirvió durante toda su vida para el fin al que se le destinó y tuvo a la laguna de México libre de las aguas de la de Texcoco, desde el año de 1450 en que probablemente quedó terminado hasta el de 1520 en que dejó de funcionar como estructura propiamente dicha. Quedó pues la ciudad de México sin protección contra las aguas de la laguna de Texcoco.

En 1555, en el que a consecuencia de un fuerte período de precipitaciones pluviales, se derramaron probablemente tanto las lagunas del norte como las del sur sobre la de Texcoco, originando la primera inundación de la época colonial y tercera de la ciudad, y sin duda la más grande de las sufridas hasta ese fecha por la ciudad de México, pues duró mes y medio; siendo pequeña en comparación con las que se registrarían posteriormente. Para librarse del peligro, se construyó la primera obra de defensa dirigida por europeos, un dique de protección que se conoció con el nombre de Albarradón de San Lázaro y que consistió en un muro que a imitación del de Netzahualcóyotl, construyeron a partir de la mitad de la calzada del Tepeyac hasta encontrar la calzada de Iztapalapa.

... en las cercanías del pueblo de este nombre. Las descripciones que lo mencionan, consideran ese muro como mixto, de mampostería y tierra de sección trapecial con 10 m. de corona y su longitud andaría cerca de 10 kilómetros.

A partir de esa fecha y durante todos los años que duró la dominación española, el problema fundamental para los constructores de la ciudad fué la de proteger la misma contra las inundaciones ocasionadas por las frecuentes crecidas del lago, de las cuales, las más importantes fueron las de 1555, 1580, 1606 a 1631 en que tardaron cinco años en bajar las aguas.

En agosto de 1604 fué tal la magnitud de las lluvias, que el lago de México subió tanto que cubrió casi toda la ciudad y tardó en recuperar su nivel normal más de un año.

En este año quedó terminada la construcción del dique de San Cristóbal, entre Ecatepec y Carpio, para separar las aguas de las lagunas del norte y de Texcoco, que hasta la fecha se ha conservado, usando su corona como carretera de México a Pachuca.

En 1607 se repitieron las inundaciones y se autorizó la construcción de la primera obra que debía dar salida a las aguas del Valle de México, para evitar así inundaciones tan desastrosas. Siguiendo el proyecto del sabio cosmógrafo Dn. Enrico Martínez, se hizo una obra en túnel que trataba de sacar las aguas del rio Cuautitlán fuera del Valle, pues se suponía que dicho río, era la causa principal de las inundaciones. La falta de revestimiento de la galería del túnel y por lo deleznable del terreno, ocasionó una serie de derrumbes y por fin su destrucción, no obstante que dió salida a las aguas del rio Cuautitlán fuera del Valle en 1608. Se trató durante muchos años de desazolvar el socavón formado, llamado de Huehuetoca.

De 1626 a 1631 se presentó la cuarta gran inundación de la ciudad y segunda durante la época colonial, en que tardaron cinco años en bajar las aguas.

El año de 1628 fué muy abundante en lluvias y para el 5 de septiembre casi sólo en canoas se podía transitar. Los pobladores de la ciudad comenzaron a trasladarse a Puebla.

En 1629 y 1630 con el lago central muy crecido, las lluvias continuaron abundantemente.

En 1632 se ordenó la apertura del Tajo de Nochistongo, en sustitución del socavón de Huehuetoca, siendo una de las obras más notables del mundo en aquella época, quedó terminado en 1789 su conservación, ampliación y desazolve ha llegado hasta nuestros días. Las dimensiones del Tajo son: desde la exclusa de vertedores al salto de Tula, tien 20 585 m. de desarrollo; anchura arriba, 85 a 110 m. y abajo de 3 a 4 m; profundidad máxima entre 50 y 60 m. Sin embargo, fué precisamente el Tajo de Nochistongo el que vinó a destruír el equilibrio hidrológico del Valle, pues por él empezaron a salir 50 millones de metros cúbicos al año. Este tajo evitó las inundaciones del norte del Valle, pero tanto por su situación como por su nivel, no evitó en nada las que venían de los ríos de oriente del centro y del sur, que descargaban en el lago de Texcoco.

Durante la época colonial y en el siglo XX se siguieron registrando inundaciones en la ciudad, al juntarse varios años lluviosos que hicieron que los escurrimientos hacía el lago de Texcoco fueran muy grandes y subiera de nivel. Por otra parte, la ciudad de México no tenía en donde descarger sus aguas negras que no fuera en este lago, por lo que cuando este subía de nivel, se inundaba la ciudad no solo con las aguas limpias de las corrientes del Valle, sino con las propias aguas negras de la ciudad, como sucedió en el año de 1795 y en los meses de julio a septiembre de

... 1878, en las que intervino también la mala construcción de las atarjeas existentes.

En 1776, Simón Méndez, hizo un trazo y proyecto de desagüe directo del lago de Texcoco a la barranca de Tequixquiac, principiando a trabajar en tres lumbreras, pero la falta de fondos hizo paralizar estos trabajos, que fueron continuados un siglo después.

En 1810 se limitó el lago de Texcoco al sur, con la construcción de un muro, cuya corona se utilizó para la salida de la carretera a Puebla, Ya en esta época, el lago tenía de 3 a 5 m. de profundidad.

En 1865 se presentó la quinta gran inundación de la ciudad y primera en el período independiente.

A fines del siglo pasado, debido al desarrollo de la ciudad de México, se hizo necesario construír una "red de alcantarillado" con una salida apropiada, es decir, que no desembocara en el lago de Texcoco y que al mismo tiempo permitiera vaciar los excedentes de éste para evitar inundaciones de la ciudad.

Así, desde 1866 hasta 1900 se proyectó y construyó el Gran Canal de Desagüe y el viejo túnel de Tequixquiac, sistema que debía originalmente trabajar exclusivamente por gravedad.

Estas obras, necesarias para eliminar las inundaciones, provocaron un daño impensado puesto que eliminaban no sólo las aguas negras y superficiales, sino también las que eran útiles al subsuelo apareciendo la segunda extracción del agua del Valle que completa la primera fase del desequilibrio hidrológico que aunque ajeno a este trabajo, se menciona como una consecuencia de las obras de saneamiento.

En 1879 se procedió a ejecutar el proyecto de desagüe del Valle de México del Ing. Luis Espinoza, consistente en tres partes:

1ro.- El Gran Canal de Desagüe, con una longitud de 47,527 m. y c.187 m. por km. de pendiente, para un gasto de 6 m3 /s. en los primeros 20 kilómetros y 17.5 m3./s., para el resto; de sección trapecial, de 5 m. de plantilla en los primeros 20 kilómetros y de 6.5 m. para el resto, abierto en la tierra, con taludes de 45° y excavaciones hasta de 21 m. de profundidad.

2do.- Un túnel por dónde se daría salida, con una capacidad de 45 m3. y 10,021.80 m. de longitud, de sección curvilínea formada por 4 arcos de dimensiones de 4.286 m. de altura máxima y 4.180 m. de ancho mayor, recubierto con dobelas de concreto en la parte de escurrimiento y de ladrillo en la parte superior, tiene 24 lumbreras de 2 x 3 m. equidistantes a cada 400 mtros, y

3ro.- El corte de la barranca de Tequixquiac, que es un tajo a la salida del túnel de 2,500 mtros. de longitud, que lleva las aguas a la barranca de Acatlán y de allí desembocan al río Tula.

Las obras se iniciaron en 1878 y se terminaron en marzo de 1900, costando 16 millones de pesos.

El efecto más inmediato que resultó de las obras de desagüe del Valle fué la posibilidad de emprender un drenaje completo de la ciudad y después el abastecimiento de aguas; el primero bajo la dirección del Sr. Ing. Roberto Gayol (1891), quién calculó dar salida por el Canal de San Lázaro a un volumen de 5 m3./s., instalando al efecto, bombas, además de las 4 ya existentes, para lanzar el agua del drenaje al Canal de San Lázaro y al lago de Texcoco; y el 2do. según proyecto del Ing. M. Marroquín.

A principios del siglo, la superficie de la ciudad era aproximadamente de 32 km.2 y contaba con una población de 174,000 habitantes. En aquella época los pueblos circunvecinos constituían núcleos que urbanísticamente permanecían aislados y que en la actualidad han sido absorbidos por el inusitado crecimiento de la ciudad. (23)

En 1901 se principiaron a sobreelevar los bordos de los canales colectores, llamados ríos del Consulado, La Piedad y Churubusco.

En 1925 se terminó el alcantarillado del sistema de saneamiento de la ciudad de México, según proyecto del Ing. Gayol. En esta época la extensión de la ciudad era aproximadamente de 50 Km.2, con una población de 650,000 habitantes.

Fue en este mismo año cuando se presentaron otras inundaciones en la ciudad por lo que para revisar la capacidad de la red, el Ing. Gayol repitió las nivelaciones de los colectores encontrando con gran sorpresa que en varias partes estos se habían hundido más de 50 centímetros.

Estas observaciones hicieron sospechar que el terreno de la ciudad se estaba hundiendo pero fué hasta 1936 cuando se empezó a relacionar este hecho con la extracción de agua del subsuelo para satisfacer la demanda de un población que iba en aumento cada día, pues si en 1930 tenía un millón de habitantes, en 1940 más de 2 millones, en 1950 más de 3 millones, en 1960 más de 5 millones y en 1970 más de 7 millones, siguiendo en aumento dicho índice de población en la presente década, calculándose actualmente en cerca de 9 millones los pobladores de esta gran megalópolis y en 12 los de la zona metropolitana.

El 25 de marzo de 1930, la presa de Tecamachalco, situada cerca de la Hacienda de los Morales, sufre un derrumbe que ocasiona la muerte de 9 personas.

El 30 de julio de 1931, se desborda el riachuelo de la Magdalena en el D.F., ocasionando inundaciones parciales en San Angel, Mixcoac, Coyoacán y Gral. Anaya.

El 29 de enero de 1933, se producen inundaciones en el D.F., por el desbordamiento de los ríos Consulado y Los Remedios, resultando afectadas principalmente Tacuba y Guadalupe Hidalgo.

El 3 de junio de 1935, una tremenda tromba de agua cae sobre la región de San Pedro Actipan, San Gregorio y Milpa Alta en el D.F., causando terrible catástrofe en la que perecen 131 personas resultando muchísimos damnificados.

El 1o. de junio de 1937 hubo otra gran inundación en la ciudad así como se produjeron otras 2 en el año de 1941, otra en 1942 cuando se desbordaron los ríos que atravezaban la ciudad.

Siguieron las inundaciones más ó menos graves de 1944 hasta que en 1950 y según se informaba en los periódicos de la época, se manifestó la más abundante precipitación pluvial de los últimos 15 años (12 cms. por hora) habiendo inundado las 2 terceras partes de la ciudad con consecuencias desastrozas y hasta funestas, ya que hubo muchos heridos y hasta muertos, así como varios millones de pesos por pérdidas materiales sobre todo en las colonias del sur de la ciudad.

Como se comprenderá para la evaluación de la magnitud de estos desastres, no basta con la cuantificación e indicación con fríos números, sino que es imposible valorar el dolor humano por la pérdida de vidas.

En 1951, con objeto de prevenir y remediar las alarmantes inundaciones que ocurrían en temporadas de lluvias, el D.D.F. realizó obras especiales, tales como la construcción de cárcamos y plantas de bombeo de aguas negras, para conseguir el libre escurrimiento en los colectores, las que quedaron ubicadas en la esquina de las calles de General Anaya y Anillo de Circunvalación, en la esquina de la Avenida del Trabajo y calle de Mecánicos y en la esquina de la Piedad y la prolongación sur del Gran Canal del Desagüe.

Pero recordando que la ciudad se estaba hundiendo por la extracción de agua del subsuelo; como ya se ha dicho, la rapidez del hundimiento había llegado a 50 cm. por año y el total había alcanzado 5 mts. por el año de 1950, también se hace mención que en 1900 la ciudad apenas estaba a 2 mts. sobre el nivel del lago de Texcoco y que el Gran Canal del Desagüe tenía su plantilla apenas 5 mts. bajo el nivel del Zócalo, era evidente que si el tirante aumentaba considerablemente en el Gran Canal, ya no permitiría la salida de las aguas.

Al seguir sufiendo México inundaciones de aguas negras y pluviales en la temporada de lluvias, estas eran cada vez más frecuentes y desastrozas, y el estancamiento indefinido de aguas negras ocasionaba un estado de insalubridad muy peligroso y cuantiosos daños a la propiedad y al comercio. Esta situación se debía a diferentes factores, como son:

a).- Insuficiencia de la red existente de colectores y atarjeas para evacuar las aguas de manera rápida durante las lluvias.

b).- Disminución de la pendiente del Gran Canal, que traía como resultado un retardo en la salida de las aguas y

c).- Hundimiento acelerado del subsuelo de la ciudad.

Conforme a estas bases, se hicieron los proyectos de las estaciones de bombeo, localizándolas en las desembocaduras de los colectores con el Gran Canal del Desagüe. Los proyectos consistieron en las estructuras propias para la desviación de los colectores, cárcamos de bombeo, casetas de operación y subestaciones de energía eléctrica; se precisaron además, las especificaciones de los equipos de bombeo necesarios para cada una de las estaciones.

En total se proyectaron siete estaciones de bombeo; las principales fueron las de los colectores del sur, norte y centro que desembocaban en el kilómetro 0 del Gran Canal del Desagüe.

Fue durante los años de 1950 a 1951 y en los tradicionales meses lluviosos de junio a septiembre cuando se produjeron las 2 más grandes inundaciones en lo que va del presente siglo, afectando principalmente el centro de la ciudad, lo cual obligó a acelerar la terminación de las plantas de bombeo en el Gran Canal.

En el año de 1955 se produjo una inundación desastrosa en la colonia Progreso Nacional y parte de su ampliación, ésta obedeció a que en la temporada de lluvias se produjeron avenidas simultáneas en los ríos de Tlalnepantla y de los Remedios, rompiendo el borde izquierdo del segundo y otro de defensa que formaba un triángulo con los otros dos, inundando dichas colonias.

Fue necesario que sus habitantes en la parte mas afectada, desalojaran las casas evitando pérdidas de vidas, en cambio muchos animales domésticos murieron ahogados y hubo necesidad de cubrirlos con cal con el fin de evitar epidemias, a la mayoría se les enterró.

Lo primero que se hizo fue reconstruír el borde y se procedió a bombear el agua a los ríos de Tlalnepantla y los Remedios y se hizo un aliviadero por una zanja que existía en la calzada Vallejo

A medida que fue descendiendo el nivel del agua en la colonia, se procedió a sacar lodo y basura y se lavaron casas y calles, de tal manera que fuera posible regresar a sus habitantes; posteriormente se reforzaron los bordos.

En 1954, el D.D.F. formuló "El Plan General para resolver los problemas de hundimiento, inundaciones, y abastecimiento de Agua Potable a la Ciudad." que consistía en:

1).- Utilizar, hasta donde sea admisible, el alcantarillado existente, aliviando su trabajo en la época de lluvias por medio de conductos interconectores que limiten las áreas tributarias de cada colector a valores compatibles con sus dimensiones y pendientes.

2).- Instalar una planta de bombeo con capacidad de 80 m3./s. y construír un túnel para el mismo caudal, que descargaría las aguas negras y de lluvias en el Gran Canal del Desagüe, a la altura de San. Cristóbal Ecatepec.

3).- Entubar el primer tramo del Gran Canal y la totalidad de la prolongación Sur, ya que su existencia era un serio problema sanitario para la población. y

4).- Ampliar la red de colectores hacia las regiones del Distrito que no la poseen.

En el periodo de 1954 a 1958, se propone en el plan, ejecutar los trabajos tabulados a continuación:

Interceptor del Poniente.

Interceptor Central.

Planta de Bombeo Norte (50 %)

Colector y Planta de Bombeo de Aculco.

Canal de la Planta de Bombeo Norte a San. Cristobal Ecatepec.

Ampliación de la red de drenaje.

Entubación de la red de drenaje.

Entubamiento de la Prolongación Sur del Gran Canal.

Rehabilitación de la Desviación Combinada.

De las obras anteriores, citadas en el Plan, el Interceptor del Poniente, el colector y planta de bombeo de Acolco, así como el entubamiento de la prolongación sur del Gran Canal y las Ampliaciones y Rehabilitaciones, cuentan entre las obras ya construída y en servicio

De 1952 a 1966 y con el objeto de evitar inundaciones y demas — tres, se tomaron las siguientes medidas de protección:

1).- Construcción de 29 Plantas de bombeo en diversos rumbos de la ciudad para ir elevando las aguas hasta el nivel del Gran Canal.

2).- Ampliación de la capacidad de las Plantas de bombeo entre los kilómetros 0 y 7 del Gran Canal hasta obtener 173 m3./s.

3).- Ampliación de la red de colectores y atarjeas.

4).- Entubamiento de 80 kilómetros de canales para el saneamiento de amplias zonas urbanas, tales como Churubusco, La Magdalena, Sn. Angel, Tequilazco, Barranca del Muerto, Mixcoac, La Piedad, Becerra, Tacubaya, Consulado, Sn. Joaquin y Miramontes.

5).- Construcción de 11 tanques de tormenta con capacidad de — 142,900 m3. para regularizar las avenidas.

6).- Nanivelación de bordos e impermeabilización en los primeros 6 1/2 kilómetros del Gran Canal para evitar peligro de desbordamiento en temporadas de lluvia.

Todas estas medidas tomadas y obras ejecutadas, vinieron a aliviar en gran parte el problema hidráulico de la ciudad de México, pero como ésta persistía, se estudió una solución definitiva, por lo — que se pensó en la construcción de unos conductos que desalojaran las aguas que no se viera afectado por el continuo hundimiento de la ciu-

dad. Esta solución es la que actualmente se conoce con el nombre de Drenaje Profundo, cuya construcción se inició en el año de 1967 y el cual consiste en 2 Interceptores (El central de 8 Kms. de longitud y el Oriente de 10 Kms. de long.), ambos de 5 Mts. de diámetro interior y 100 m3. de capacidad que confluyen en un emisor de 50 Kms. y 6.50 Mts. de diámetro interior con capacidad de 200 m3./s., haciendo un total de 68 Kms de longitud ésta red.

El Interceptor Central, cuya primera etapa se había construído desde el Monumento de la Raza hacía el norte en la Av. Insurgentes se encuentra actualmente en proceso de prolongación hacía el sur rumbo a la glorieta donde se juntan Reforma, Av. Juárez, Rosales y Bucarelí.

El emisor Oriente que va bajo la calle oriente 157 de la Colonia Díaz Mirón, se inicia a la altura del Km. 7 del Gran Canal donde se construyó una obra de toma para aliviar las grandes avenidas en éste.

El emisor, como antes se dijo, se inicia en la confluencia de los 2 Interceptores, lugar éste que se conoce con el nombre de Lumbrera No. 0, hasta descargar aguas de la última Lumbrera (No. 21) en el río del Salto, afluente del Tula, y continúa hasta el distrito de riego 03 en el valle del Mezquital.

Con todo lo anteriormente descrito, puede llegarse a algunas conclusiones y recomendaciones tales como:

1.- Mantenimiento continuo y sistemático en los acueductos y redes de distribución, haciendo la revisión correspondiente de válvulas de seccionamiento, de desfogues, de aire etc.

2.- Instalación adecuada de válvulas de seccionamiento en las líneas, con objeto de evitar paros totales en los sistemas ó desperdicios de volúmenes grandes de agua.

3.- Efectuar una adecuada desinfección en las redes después de una reparación de fuga.

4.- Contar con el personal suficiente y especializado, para efectuar las reparaciones en el mínimo de tiempo posible.

5.- Disponer del equipo suficiente y adecuado para efectuar estas maniobras.

6.- Asegurar una buena radio-comunicación para agilización de las acciones.

7.- Procurar que al efectuar pavimentaciones no queden tapadas las cajas de válvulas, con objeto de poder hacer los cierres rápidamente en casos de fugas, así como el mantenimiento respectivo.

8.- Debe procurarse mantener limpias las coladeras pluviales y pozos de visita del alcantarillado con objeto de desalojar el agua proveniente de las fugas ó de las lluvias y así evitar inundaciones.

9.- Con respecto al tránsito de vehículos, proporcionar a los trabajadores la protección debida.

10.- Mantenimiento civil y eléctromecánico permanente en las plantas de bombeo y generadores, ya que una falla en éstas podría originar una gran inundación.

11.- No permitir asentamientos humanos en lugares cuyas cotas sean superiores a los tanques de almacenamiento que signifiquen sacrificios,

obras y erogaciones injustificables. (31)

12.- Tampoco debe permitirse asentamientos dentro de los derechos de vía de los acueductos, tanto para poder efectuar el mantenimiento de estos como para evitar rupturas de éstos.

13.- Desalojar los cauces de los ríos de personas que los invaden, para evitar desgracias en las avenidas de éstos.

(32)

B I B L I O G R A F I A

Memorias del Ing. Roberto Gayol Sobre el Alcantarillado de la Ciudad.

Memoria de las Obras del Sistema del Drenaje Profundo del D. F.

Revista Ingeniería Hidráulica en México. (Artículos del Ing. José Luis Bibriesca Castrejón)

Efemérides del Calendario Galván.

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

"METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO"

T E M A 6

MEDIDAS DE PROTECCION EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN SITUACIONES DE DESASTRE.

Ing. Ricardo Sepúlveda A

Diciembre, 1979.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20

6. MEDIDAS DE PROTECCION EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN SITUACIONES DE DESASTRE.

6.1 PRACTICAS ACTUALES.

En la Ciudad de México, cuyo Sistema de Alcantarillado se considera como uno de los más complicados y complejos de todo el mundo, se tienen problemas para efectuar el mantenimiento preventivo, lo que se incrementa más porque en muchas colonias aprovechan los accesorios del Alcantarillado para depositar sus desechos domésticos dentro de ellos, y durante la temporada de lluvias, a pesar de los pronósticos Meteorológicos proporcionados por la Subdirección de Previsión Atmosférica y el Servicio Meteorológico Nacional de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, no es posible prever el lugar, la intensidad y la duración de las precipitaciones pluviales, sobre todo si se presentan perturbaciones ciclónicas en ambos Litorales de la República Mexicana, siendo esta coincidencia la que más afecta la Ciudad de México, presentandose encharcamientos en los

lugares azolvados y en las zonas de máximo hundimiento.

Para hacer frente a los problemas derivados de estas situaciones, durante todo el año, con los medios y equipo disponible se trata de mantener limpios los lugares mas afectados, pudiendo cubrir solamente en un año el 10% de red primaria (1,115 km) y el 4.5 en la red secundaria (10,000 km); y en toda la temporada de lluvias se mantiene el nivel mínimo de sumergencia en todas las Plantas de Bombeo de aguas negras, que forman los diferentes Sistemas y que son las siguientes:

SISTEMA GRAN CANAL

11 Plantas de Bombeo con un total de

118 Bombas, cuya capacidad es de 207.2 m3/seg.

SISTEMA RIO CHURUBUSCO

8 Plantas de Bombeo con un total de

50 Bombas, cuya capacidad es de 102.3 m3/seg.

SISTEMA ENTRE COLECTORES

24 Plantas de Bombeo con un total de

116 Bombas, cuya capacidad es de 126.925 m3/seg.

17 Pasos de vehículos en Calzada de Tlalpan con

39 Bombas cuya capacidad es de 2.89 m3/seg.

35 Pasos de peatones en Calzada de Tlalpan con

70 Bombas cuya capacidad es de 0.350 m3/seg.

13 Pasos de vehículos en Viaducto Miguel Alemán con

47 Bombas cuya capacidad es de 4.05 m3/seg.

Además, para evitar interrupciones de bombeo: es decir, para mantener en las Plantas los niveles mínimos de sumergencia a toda costa, se cuenta con 57 unidades Generadoras Diesel Eléctricas con una capacidad total de 55,805 kw, que se utilizan cuando se presentan interrupciones en el suministro de energía eléctrica por parte de la Cía. de Luz y que por lo general se registran en los casos de máxima intensidad pluvial, originados por descargas eléctricas atmosféricas (rayos), accidentes de tránsito provocados por poca visibilidad, derrapones al frenar por lo mojado de la carpeta asfáltica, afectando postes y líneas de energía eléctrica, etc.

Y en el mes de septiembre, se descargan los Colectores que están captados por el Sistema de Drenaje Profundo, durante las 24 horas del día, tratando así de mantener lo más vacío el alcantarillado de la Ciudad, para utilizarlo como almacenamiento.

Pero a pesar de estas precauciones, muchas zonas del Distrito Federal sufren encharcamientos de hasta 60 cm. de tirante en algunos lugares como son: Santa Martha Acatitla, Netzahualcóyotl entre

Isabel la Católica yBolívar, Col. Voceadores, Calzada Ignacio Zaragoza, Coapa etc., lo que origina interrupciones de tráfico, problemas sociales y políticos.

La mayor parte de estos problemas se presentan en lugares críticos que ya se tienen detectados mediante datos obtenidos en diferentes temporadas pluviales; y a la fecha ya se Editó el 2o. Volúmen del Catálogo de Proyectos elaborado por el personal de la Subdirección Técnica, en el cual están considerados los Proyectos y el estado actual de ellos, indicando prioridad y en algunos casos hasta la terminación de las obras ejecutadas por la Subdirección de Construcción y operados por la Subdirección de Operación, lo que al irse operando da por resultado la solución parcial o total de muchos problemas de inundaciones o encharcamientos.

Considerando que las obras principales del Catálogo de Proyectos se terminarán en el año de 1989, los problemas en la temporada de lluvia se atienden en forma prioritaria con el personalque se dispone normalmente en desazolve y con el equipo siguiente: 38 Autoeductores, 24 Succionadoras y 350 Motobombas Autocebantes que instala el Sistema para Desagues Locales.

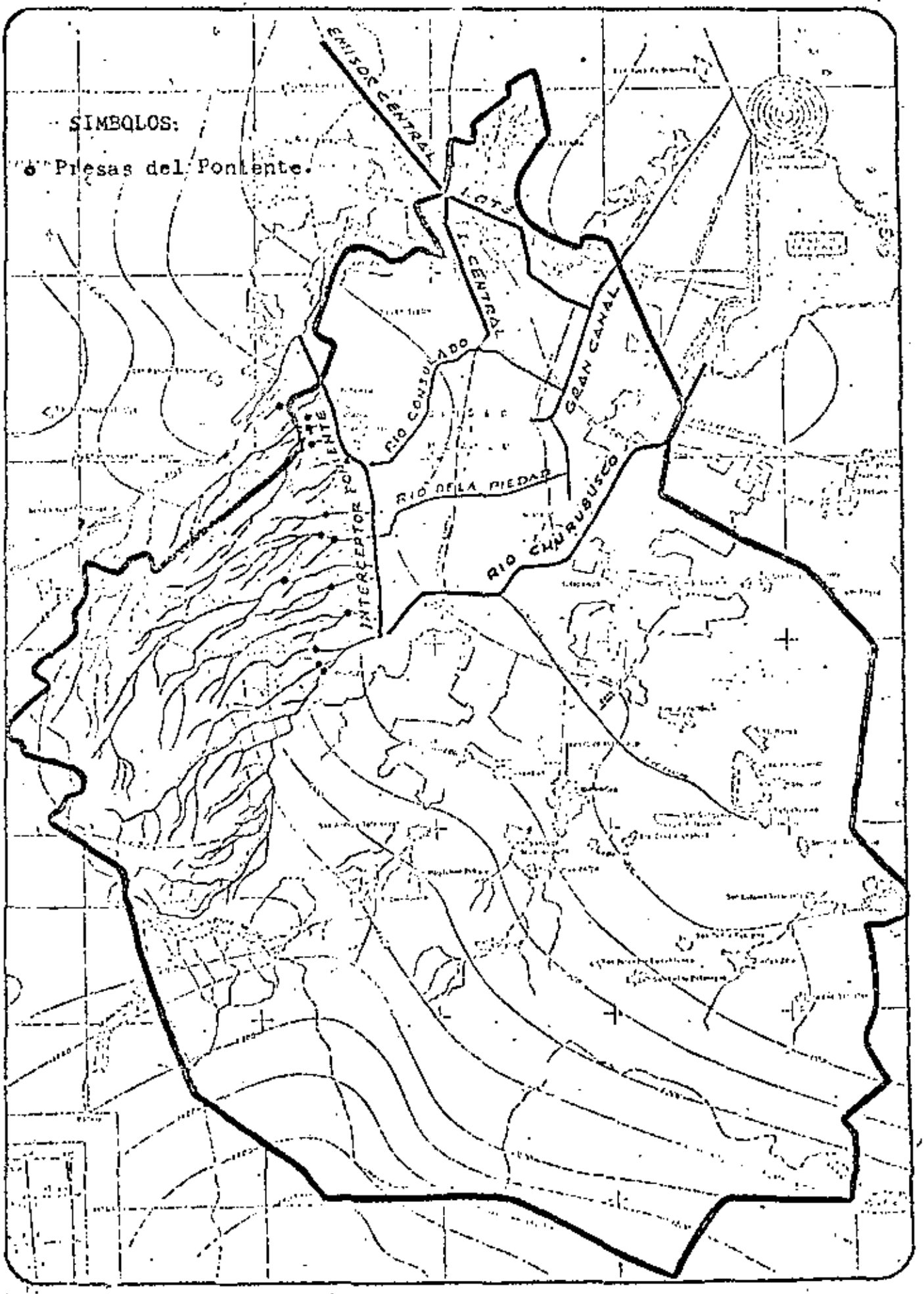
Las aportaciones de los escurrimientos de la Serranía del Poniente, una vez que se satura el Interceptor del Poniente, debido al incremento demográfico, provocan derrames que afectan gran parte del alcantarillado de la Ciudad, ya que cruzan - - - - -

ésta a través del Río Churubusco, Río de la Piedad y Río del Consulado, actualmente entubados y que se ligan con gran parte de nuestro Sistema para el desalojo de aguas pluviales incrementando los derrames en las partes bajas de la Ciudad.

Para controlar las Avenidas existen una serie de Presas, unas controladas por la Secretaría de Agrícultura y Recursos Hidráulicos y otras por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica. Estas últimas se desazolvan cada año para evitar que se reduzca su capacidad de almacenamiento, existiendo siempre el peligro de inundar las casas de asentamientos irregulares que están construídas en los cauces de las Barrancas sobre todo cerca de los embalses de las Presas.

Por otra parte, se efectúan campañas, junto con las Delegaciones correspondientes, para desalojar a las personas y tirar las casas construídas a niveles bajos que se puedan ver afectadas por los niveles de operación y conducción. Sin embargo, como el desalojo algunas veces no es posible o se presentan nuevas invasiones, en caso de verse afectados hay que auxiliarlos a tráves de la Policía, Bomberos y la Dirección General de Protección Social y Servicio Voluntario y Delegaciones para evitar desgracias personales.

Existen Factorías y pequeñas Industrias que ocasional o constantemente mandan sus desperdicios industriales al Sistema de —


SIMBOLOS:
Presas del Poniente.
EMISOR CENTRAL
LOTE
CENTRAL
GRAN CANAL
RIO CONSULADO
RIO DELLA PIEDAD
RIO CHURUBUSCO
INTERCEPTOR PONIENTE

Alcantarillado, utilizándose en la actualidad muchos productos químicos, entre ellos los solventes que son altamente volátiles e inflamables y sus gases explosivos. La acumulación de éstos ha originado la destrucción de Cajas y parte de los Colectores, habiéndose registrado la explosión más grande en el año de 1975, que destruyó la Caja de Captación del Río Tacubaya al Interceptor del Poniente y más de un kilómetro del Colector que conduce las aguas al Río de la Piedad entubado.

Aunque se ha tratado de determinar cúal es la Industria o Industrias que arrojan estos deshechos a la red de alcantarillado, no se ha podido localizar hasta la fecha a los causantes; por otra parte, indirectamente todos los habitantes del Distrito Federal estamos contribuyendo, aunque sea en una mínima parte, a incrementar la situación antes descrita, ya que al utilizar pequeñas cantidades de solventes para trabajos domésticos, arrojamos los residuos al Sistema de Alcantarillado, y estas situaciones son las que han impedido controlar la acumulación de gases sobre todo en Cajas Especiales y Sifones.

La política que se ha seguido para evitar estos problemas, es tratar que los registros de todos los accesorios se encuentren libres, para evitar la acumulación de los gases, pero constantemente son obstruídos principalmente por las nuevas repavimentaciones

que se efectúan en el área urbana.

Muchos productos industriales que son desalojados a través del alcantarillado por las Industrias, van degradando el concreto y el refuerzo del mismo, afectando por lo tanto su resistencia y provocando colapsos. Cuando ésto sucede en los grandes Colectores, nos produce la formación de enormes depresiones en parte del asfalto y en la red de alcantarillado, para lo que no se tienen medidas de protección, debiéndose actuar inmediatamente para la solución del problema.

La ejecución de obras nuevas, en donde es necesario desviar por otros conductos el gasto de estiaje de los Colectores afectados, nos ha provocado situaciones demasiado críticas, como consecuencia de:

Planeación incompleta.

Problemas en el abastecimiento de los materiales.

Deficiencia de recursos económicos.

Problemas socio-políticos.

Problemas imprevistos relacionados con el aspecto climatológico.

Cualquier anomalía registrada por algunos de los factores anteriores, incide en la buena marcha de la ejecución de la obra, originando retrasos que pueden afectar la fecha de la entrega de ésta,

la cual puede sobrepasar el período de estiaje, ocasionando que se tenga la imposibilidad de manejar los grandes gastos que se presentan durante la temporada de lluvias, a través de las obras provisionales proyectadas para el desalojo de los gastos registrados durante los meses de estiaje.

Otro de los casos más críticos que se presentan es el desbordamiento de los Ríos que hasta la fecha no se han entubado, como son: Río San Buenaventura, Canal Nacional, Río de los Remedios, Río Tlalnepantla, Río San Javier, y sus afluentes.

Para estas emergencias en temporada de lluvias se cuenta con cuadrillas de peones eventuales para atacarlo por medio de costalera llena de arcilla.

Las fallas registradas últimamente, se deben a la falta de vigilancia y mantenimiento en los tramos de las corrientes que cruzan o afectan la Ciudad de México, los cuales no están a cargo de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, pero que al afectar directamente a la parte urbana del Distrito Federal, nos vemos en la necesidad de intervenir, efectuando trabajos de reparación de emergencia así como preventivos, tales como renivelación de taludes, desazolve, rectificación de cauces, eliminación del lirio acuático y sobre todo vigilancia constante para evitar extracción

de lama en los bordos por los vecinos y detectar las avenidas en temporada de lluvias, para poder así intervenir oportunamente.

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

"METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO "

T E M A 7

PLANEACION DE LAS OPERACIONES DE EMERGENCIA EN LOS SISTEMAS EN SITUACIONES DE DESASTRE

Ing. Ricardo Sepúlveda Alvarez

Diciembre, 1979.

7. PLANEACION DE LAS OPERACIONES DE EMERGENCIA EN LOS SISTEMAS EN SITUACIONES DE DESASTRE.

7.1 CONDICIONES ACTUALES.

Para atender rápidamente los problemas de encharcamientos en la temporada pluvial, se distribuyen los equipos de Autoeductores y Succionadoras estratégicamente en todo el Distrito Federal, cerca de los puntos más vulnerables; además, 14 Ingenieros en sus vehículos patrullan, sobre todo, las principales Avenidas, teniendo cada uno de ellos una zona designada para la supervisión y control.

El personal eventual contratado durante la temporada de lluvias, que asciende a la cantidad de 400 trabajadores, se agrupa en cuadrillas a las cuales se les asignan trabajos de limpieza del Sistema de alcantarillado en lugares de fácil y rápida localización, desde los cuales, en los casos de emergencia, se trasladan a los puntos de desastre que se pudieran presentar durante las precipitaciones pluviales.

El Ingeniero que se encuentra más próximo al lugar del problema, se traslada rápidamente al sitio afectado y reporta inemdiatamento la magnitud del daño o encharcamiento por medio de su radio transmisor, indicando las necesidades de equipo, personal y materiales requeridos según sea el caso, acatando las siguientes normas:

1.- Cuando el encharcamiento es de poca magnitud, lo atiende el Ingeniero que lo detecta, solicitando el Autoeductor o Succionadora más cercana, ya que el caso más frecuente que se presenta es por taponamiento en las coladeras pluviales, aunque existen también por incapacidad hidráulica de nuestro Sistema, dependiendo de la intensidad de la lluvia.

2.- Hay ocasiones en que los encharcamientos se presentan en zonas grandes, requiriendose para su atención de la ayuda de más equipo y personal; en estos casos los Ingenieros que se encuentran más próximos acuden a auxiliar a su compañero incrementando también el equipo necesario para efectuar los trabajos lo más rápidamente posible.

3.- Cuando la magnitud es muy grande, el personal técnico que se encuentra cercano inmediatamente solicita lo necesario iniciando los trabajos de limpieza y encauzamiento; y si el caso lo amerita, el Director General, El Subdirector de Construcción, el

Subdirector de Operación y el Jefe de la Oficina de Alcantarillado - acuden directamente al lugar del problema para organizar la maniobra y designar Contratistas de apoyo, programando las guardias - que se requieran del personal técnico, equipo y cuadrillas de trabajo, en el caso que la maniobra dure varios días, estando pendientes todos para incrementar los avances hasta quedar terminados los - trabajos.

Normalmente, para los trabajos de emergencia, es necesario utilizar costalera rellena de arcilla; para tales casos se cuenta con dichos materiales distribuídos estratégicamente en 5 ó 6 sitios que cubren la superficie del Distrito Federal, en la forma siguiente:

Zona Norte "El Coyol".

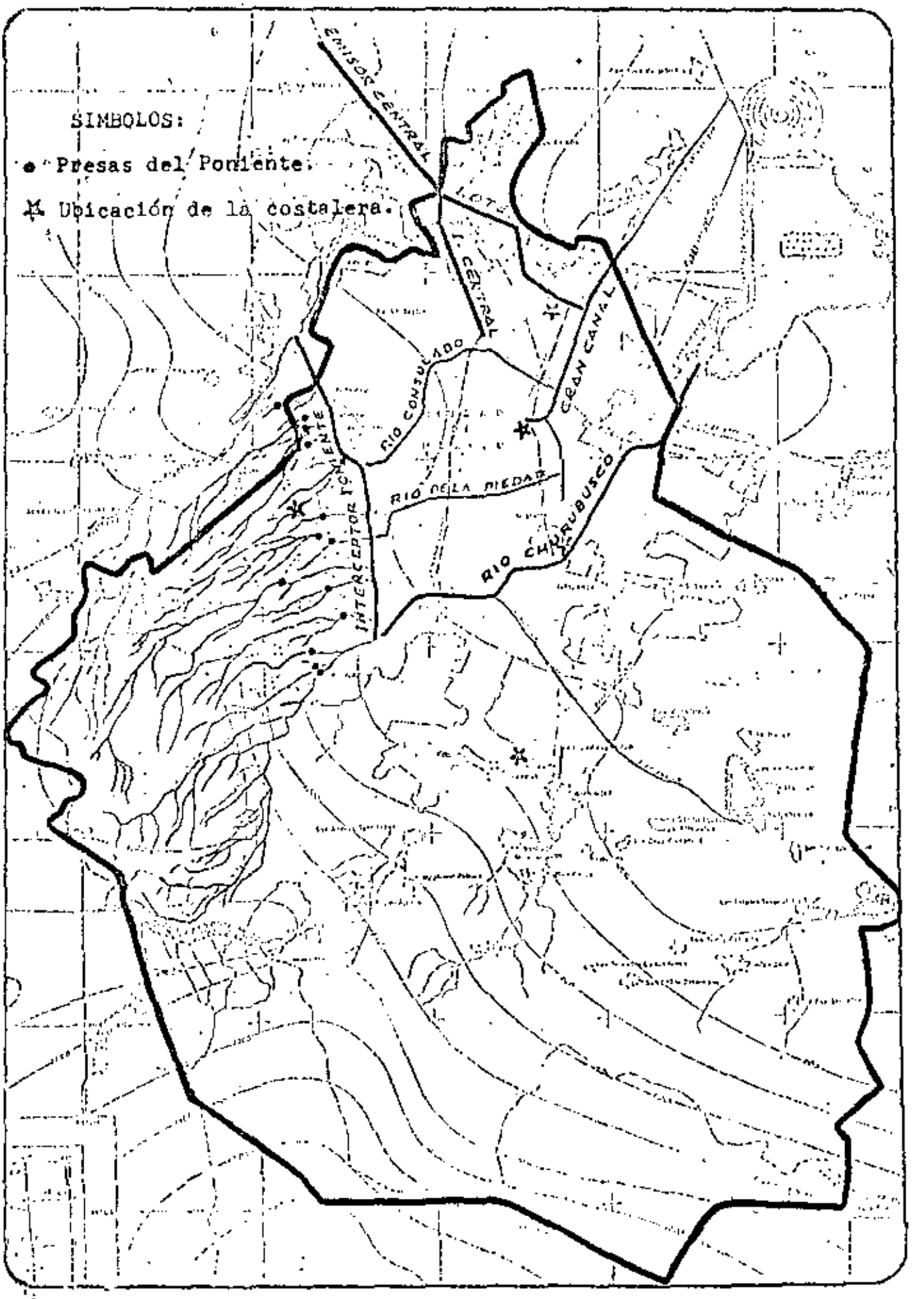
Zona Sureste "Aculco".

Zona Sur "Villa Coapa".

Zona Poniente "El Triangulo".

Zona Centro-Oriente "Km 0+000 del Gran Canal".

Con esto se logra disminuír el tiempo de traslado, ya que si-se concentraran en un solo lugar, cuando las emergencias se pre--sentaran en sitios opuestos al de almacenaje, muchas veces se tendría el problema de efectuar largos recorridos a través de la Ciu--dad, en el momento en que el tránsito se vuelve más lento debido a la lluvia, ocasionando grandes pérdidas de tiempo para iniciar los-


SIMBOLOS:
Presas del Poniente.
Ubicación de la costalera.
EMISOR CENTRAL
LOTE
CENTRAL
RIO CONSULADO
GRAN CANAL
RIO DELA PIEDAD
RIO CHURUBUSCO
INTERCEPTOR PONIENTE

los trabajos.

Se ha observado que cuando el personal de varios Sistemas se presenta para atender los problemas, es muy difícil coordinar los trabajos pues entre mayor sea el número de técnicos y Jefes de Sistema que intervienen, todos dan órdenes aún teniendo limitadas sus funciones; por ejemplo:

A un Ingeniero le comisionan efectuar un trabajo y para desempeñarlo es necesario ocupar, aunque sea momentaneamente, algún equipo especial como Retroexcavadora, Grúa etc., dando órdenes directamente al operador, sin tomar en cuenta el trabajo que ya se le ha asignado inicialmente muchas veces este trabajo inicial es la clave para resolver el problema, ocasionando con esto que toda la maniobra se atrase. Normalmente esto sucede, sobre todo si el equipo y personal señalado anteriormente depende o ha estado mucho tiempo bajo sus órdenes.

El personal que interviene en las maniobras, en ocasiones no es lo suficientemente disciplinado y responsable, y aprovecha las circunstancias que le dan oportunidad para retirarse y no trabajar, agravandose la situación cuando tiene equipo a su cargo y lo retira de acuerdo con su criterio; siendo necesario, para evitar estos problemas, incrementar la supervisión con objeto de lograr un mayor control en la ejecución de los programas de trabajo.

Menciono estos casos que con frecuencia suceden en situaciones de desastre, porque considero que una de las conclusiones más importantes de este curso debemos encauzarla a la Organización, considerando que en esta Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica existen bastantes técnicos muy capacitados; pero si no nos apoyamos en una planeación y programación previas, siempre que se utilice equipo, personal, material, etc., de diferentes Servicios o Sistemas y no se canalicen las órdenes debidamente, se presentan casos que dan una idea errónea a las personas que se encuentran observando y que no conocen del problema, poniendo en duda la capacidad de los técnicos que están laborando en la Dirección General, y en ocasiones provocando atrasos en la realización de las obras, atrasos que son perjudiciales a todos, afectando a las autoridades, usuarios y a nosotros mismos.

GUIA DE SANEAMIENTO EN DESASTRES NATURALES

M. ASSAR, M.S.S.E.

Subsecretario de Estado para Planificación y Programas, Ministerio de Sanidad, Teherán, Irán

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

GINEBRA

1971

IMPRESO EN SUIZA

INDICE

LISTA DE ASESORES

Profesor P. N. Burgasov, Viceministro de Sanidad de la URSS, Moscú, URSS

Sr. A. Eshete, Director General, División de Higiene del Medio, Ministerio de Salud Pública, Addis Abeba, Etiopía

Profesor R. Gerić, Vicepresidente, Consejo Federal de Sanidad y Asuntos Sociales, Belgrado, Yugoslavia

Dr. G. Wynne Griffith, Principal Medical Officer, Department of Health and Social Security, Londres, Inglaterra

Dr. Z. S. Hantchef, Director Médico, Liga de Sociedades de la Cruz Roja, Ginebra, Suiza

Dr. M. Hashimoto, Jefe de la Lucha contra la Contaminación del Ambiente, Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, Tokio, Japón

Sr. C. C. Johnson, jr, Assistant Surgeon General and Administrator, Consumer Protection and Environment Health Service, US Public Health Service, Washington, D. C., Estados Unidos de América

Dr. F. Rizk Hassan, Subsecretario de Estado, Ministerio de Salud Pública, El Cairo, República Arabe Unida

Dr. M. I. Sheikh, Profesor de Ingeniería Civil, Universidad de Ingeniería y Tecnología, Lahore, Pakistán

Dr. J. M. Ugarte, Profesor, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, y Asesor de Planificación Sanitaria, Ministerio de Salud Pública, Santiago, Chile

PROLOGO

Desde hace algún tiempo la Organización Mundial de la Salud se ha preocupado por la falta de recomendaciones y datos prácticos acerca de saneamiento del medio en situaciones de emergencia y en desastres naturales. Apenas si se han realizado algunos estudios sistemáticos del problema y pocos son los países donde se han publicado instructivos permanentes sobre saneamiento del medio en situaciones de desastre o donde se han preparado y almacenado suministros y equipos de saneamiento para casos de urgencia.

Cuando sobrevienen desastres, se indispensable disponer al instante de informaciones técnicas sobre procedimientos de urgencia relativos al abastecimiento de agua, la eliminación de excretas y otros desechos, la higiene de la leche y demás alimentos, desinfección y desinfestación, así como procedimientos rápidos de lucha contra moscas, mosquitos, ratas y otros roedores e insectos nocivos. En las etapas iniciales de un desastre pueden evitarse muchas confusiones y demoras si el personal encargado de atender el saneamiento en esas situaciones sabe exactamente qué hacer para remediar rápida y eficazmente aun los daños más graves. Es evidente que esas necesidades no pueden atenderse si las autoridades sanitarias no tienen planes minuciosos y una larga preparación anterior. Es necesario dar al personal de urgencia instrucciones sencillas y prácticas sobre la manera de ejecutar sus tareas en las condiciones anormales y peligrosas creadas por una catástrofe.

Como cada desastre tiene sus características propias y cada país dispone de medios y recursos variables, es imposible recomendar medidas concretas que puedan aplicarse a todas las situaciones de urgencia en todas partes. Sin embargo, ciertos elementos del saneamiento de urgencia son comunes en la mayoría de los desastres naturales. La presente Guía proporciona información fundamental sobre los principios del saneamiento de urgencia y contiene instrucciones detalladas para llevar a cabo ciertas tareas. Primordialmente está destinada a ayudar a las autoridades sanitarias y a los organismos de socorro a desarrollar sus planes de auxilio y a prepararse para hacer frente eficazmente a los problemas de saneamiento provocados por un desastre.

El autor posee una experiencia práctica, tan notable como prolongada, en el saneamiento en situaciones de urgencia ; como Director General de la División de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Sanidad de Irán, estuvo encargado de todas las labores de socorro, en materia de higiene del medio, a las víctimas de inundaciones y terremotos. Se distribuyó un primer borrador de

esta Guía entre una serie de expertos de diferentes países para que formularan observaciones y sugerencias, que se han tenido en consideración al preparar el texto definitivo. En la página 6 figura una lista de esos asesores.

La Liga de Sociedades de la Cruz Roja — la federación mundial de sociedades nacionales de la Cruz Roja — ha colaborado en esta obra desde que se inició. Para preparar la presente Guía han sido extremadamente útiles la amplia experiencia de la Liga en la prestación y coordinación de ayuda de urgencia a las víctimas de desastres, su asistencia para obtener documentos publicados por las sociedades nacionales de la Cruz Roja y sus prudentes consejos y acertadas recomendaciones.

La Organización Mundial de la Salud expresa su sincero agradecimiento a la Liga de Sociedades de la Cruz Roja, a los asesores y muy especialmente al autor, Sr. M. Assar.

1. INTRODUCCION

No obstante los notables adelantos de la tecnología moderna, la humanidad continúa casi desamparada frente a desastres naturales como las inundaciones, los huracanes, las erupciones volcánicas y los terremotos, que atacan centros poblados y producen grandes sufrimientos, daños y pérdida de vidas. Las fuerzas de la naturaleza no tienen normas ni límites. Lo mejor que puede hacer el hombre ante ellas es buscar protección o estar alerta y emplear el conocimiento que ha adquirido para defenderse contra esas fuerzas o atenuar sus consecuencias.

Los resultados inmediatos de los desastres naturales son no menos graves que la destrucción inmediata que producen éstos. En su mayoría, las catástrofes dejan a gran cantidad de personas sin hogar, privadas de alimentos adecuados, ropa y otros artículos esenciales; por consiguiente, expuestas a condiciones climáticas adversas y a la propagación de enfermedades. Otras personas, el estado y el mundo en general habrán de preocuparse por salvar las vidas de los afectados por el desastre, proteger su salud y ayudarlos a volver a la vida normal. Como la protección de la salud no puede ser eficaz sin crear un ambiente saludable, es evidente que una de las necesidades primordiales, dentro de las obras de socorro en casos de desastre, es la prestación inmediata de los mejores servicios sanitarios que permitan las circunstancias y los recursos disponibles.

Un desastre natural puede registrarse en cualquier tiempo y lugar. Una ojeada a los archivos de la Liga de Sociedades de la Cruz Roja y de otras asociaciones de socorro, o incluso una revisión de la prensa de los últimos años, basta para mostrar la diversidad, la frecuencia, las graves consecuencias y la distribución geográfica de las catástrofes naturales. Aunque los problemas que de ellas resultan varían ampliamente en las diferentes partes del mundo, los desastres tienen muchas características comunes, entre ellas la confusión y el pánico. En el caos producido por un desastre, aun el personal profesional de saneamiento puede ser tomado de sorpresa y tener que consultar una guía sobre medidas de saneamiento en casos de urgencia antes de actuar para hacer frente a la situación. Es más evidente aún la necesidad de contar con esa obra si se tiene en cuenta que en muchos países y regiones es escaso o no existe el personal competente en higiene del medio y que las medidas de saneamiento han de quedar a cargo de personal improvisado.

En la mayoría de los países no se ha realizado un estudio detallado del problema de la higiene del medio en condiciones de desastre. Además, pocas autoridades sanitarias han reconocido la necesidad de preparar listas de equipo e instrucciones sobre el uso de éste ni de almacenar algunos de los suministros y equipos fundamentales de saneamiento que se necesitarán en una situación de urgencia.

La Liga de Sociedades de la Cruz Roja, el organismo internacional encargado de la coordinación del trabajo de socorro en escala mundial, ha preparado publicaciones de primeros auxilios y de asistencia médica y de enfermería en situaciones de urgencia, y su manual internacional de auxilio en casos de desastre[1] trata brevemente de algunos aspectos del trabajo de socorro en relación con el saneamiento.

A petición de gobiernos que han afrontado graves desastres naturales, la OMS ha tenido muchas ocasiones de proporcionar asistencia y orientación de carácter urgente. Sin embargo, se ha considerado que la OMS podía prestar un servicio más a los gobiernos publicando una guía sobre las medidas esenciales de saneamiento del medio en condiciones de desastre.

Por tanto, la presente guía persigue los objetivos siguientes:

1) Señalar a la atención de las autoridades sanitarias y de las instituciones de socorro la necesidad de hacer planes y preparativos con anticipación para afrontar los problemas de saneamiento que se plantean en una situación de desastre.

2) Proporcionar al personal que trabaja en higiene ambiental un medio de prepararse para hacer frente a las calamidades naturales. Esta guía puede servir también para consultarla en otras situaciones de urgencia.

3) Servir como base para la preparación de documentos análogos, adaptados a las condiciones de los diversos países y escritos en los distintos idiomas, que podría utilizar el personal, a título individual, y organismos privados, para enseñar los elementos fundamentales del saneamiento en casos de urgencia.

4) Como consecuencia de la realización de los objetivos anteriores, reducir al mínimo o suprimir la mala salud y las situaciones miserables consecutivas a las malas condiciones del medio.

5) Formular normas mínimas aceptables de higiene del medio que puedan aplicarse al planificar y ejecutar trabajos de urgencia en condiciones rigurosas.

El alcance de la presente guía queda limitado por las consideraciones siguientes:

1) Como está destinada para utilizarse en cualquier parte del mundo, debe ser de carácter general y orientar sobre la aplicación de principios fundamentales de la mejor manera posible.

2) Aunque es de esperar que la guía sea útil para la enseñanza, no se ha concebido como curso de adiestramiento ni como libro de texto.

[1] Sociedades de la Cruz Roja (1970) *Red Cross disaster relief handbook*, Ginebra.

3) No lleva la intención de ofrecer un plan completo; esto no es posible, pues cada desastre tiene sus características propias.

4) Se formulan sugerencias teniendo en cuenta la improvisación en condiciones de urgencia. Esencialmente, las medidas que se recomiendan no son sino simplificaciones de medidas de higiene ambiental apropiadas en condiciones normales y no son ni exclusivas ni exhaustivas. El conocimiento especial y la iniciativa de cada individuo serán siempre de importancia fundamental en casos de urgencia.

5) Los procedimientos y normas que se exponen en la presente guía se refieren únicamente a labores de saneamiento en situaciones de urgencia, y no a trabajos de rehabilitación después del desastre. Hay mucho tiempo para organizar la rehabilitación y esto se deja en manos de los planificadores de la higiene del medio, que deben hacer uso de su propio juicio al fijar requisitos y normas de saneamiento que formarán la base de las labores ordinarias de desarrollo. Lo que se espera de la rehabilitación es completamente diferente de lo que se espera del socorro de urgencia.

6) Normalmente no se dan especificaciones exactas respecto a equipo y suministros, lo que sería contrario al carácter general de la guía. En todo caso, cada país debe hacer sus propios preparativos según sean los recursos disponibles. Sin embargo, al tratar ciertos temas fundamentales, se ha considerado necesario entrar en algunos detalles.

7) Es un hecho que las situaciones de desastre más graves y de mayor extensión son producidas por el hombre. Las guerras imponen las mayores limitaciones al personal, el equipo, los suministros y los servicios complementarios, con lo que imponen el empleo más hábil de los recursos de socorro. Aunque en la preparación de esta guía sólo se han tenido en consideración los desastres naturales, gran parte del material presentado puede aplicarse también a los desastres producidos por el hombre y a las epidemias.

---

2. CONSIDERACIONES GENERALES

Definición de desastres naturales y situaciones de urgencia

Esencialmente, un desastre natural es un cambio de las condiciones ambientales seguido del dislocamiento de las maneras normales de vivir y de la exposición de la población afectada a elementos defectuosos y peligrosos del ambiente. Puede definirse de la manera siguiente:

Un desastre natural es un acto de la naturaleza de tal magnitud que da origen a una situación catastrófica en la que súbitamente se desorganizan los patrones cotidianos de vida y la gente se ve hundida en el desamparo y el sufrimiento; como resultado de ello, las víctimas necesitan víveres, ropa, vivienda, asistencia médica y de enfermería, así como otros elementos fundamentales de la vida, y protección contra factores y condiciones ambientales desfavorables.

Para los fines de esta guía, se entiende por situación de urgencia o de emergencia toda aquella que se produce por un desastre natural, en el que no interviene el hombre como factor causante, o por un accidente importante, que puede haber sido causado involuntariamente por el hombre.

No sería práctico definir una situación de urgencia tomando como base la población o la región afectada, pero puede considerarse que existe una situación tal cuando no son suficientes los recursos normales, locales o nacionales, de los servicios de socorro y salud pública, y es necesario acudir a medios de urgencia locales, nacionales o internacionales para hacer frente a la situación.

Tipos de desastres y sus resultados

Los desastres pueden clasificarse según su origen:

1) *Desastres meteorológicos:* tormentas (huracanes, tornados, ciclones, tormentas de nieve), ondas frías, ondas cálidas, sequías (que pueden ser causa de hambre generalizada), marejadas, etc.

2) *Desastres topológicos:* inundaciones, aludes, derrumbes, etc.

3) *Desastres telúricos y tectónicos:* terremotos, erupciones volcánicas, etc.

4) *Accidentes:* falla de construcciones (presas, túneles, edificios, minas, etc.), explosiones, incendios, choques, naufragios, descarrilamientos, introducción de tóxicos en los sistemas de abastecimiento de agua, etc.

Puede apreciarse la magnitud de un desastre por sus efectos:

1) Pérdida de vidas de seres humanos y animales, o lesiones que sufran unos y otros.

2) Desorganización de servicios públicos: electricidad, gas y otros combustibles, comunicaciones, abastecimientos de agua, sistemas de alcantarillado, suministro de alimentos, salud pública, etc.

3) Destrucción de propiedades privadas y públicas o daños a ellas.

4) Propagación de enfermedades transmisibles.

5) Desorganización de las actividades normales.

A continuación se describen brevemente algunos de los desastres más frecuentes y sus efectos sobre los servicios de saneamiento y las condiciones ambientales para ilustrar la necesidad de las medidas de urgencia.

Tormentas

Las tormentas, conocidas según las diferentes partes del mundo con los nombres de ciclones, huracanes, tifones, etc., pueden producir corrientes aéreas giratorias con una velocidad de 100 a 400 km/h y una velocidad de desplazamiento de 50 a 70 km/h. A menudo se acompañan de lluvias copiosas e inundaciones.

Los ciclones en los océanos tropicales son especialmente destructores. Son más frecuentes a principios del verano y a finales del otoño, y generalmente se registran entre los 7 y los 15 grados de latitud a ambos lados del ecuador. En esas regiones se registra un promedio de 40 ciclones importantes por año.

En noviembre de 1970 el Pakistán Oriental sufrió los embates de un ciclón que causó la pérdida de centenares de miles de vidas humanas y una vasta destrucción de reses y cosechas. En las zonas sudorientales de los Estados Unidos de América un solo huracán ha provocado daños por valor de varios centenares de millones de dólares,[1] y hay años en que el costo total de los desastres naturales en todo ese país alcanza a mil millones de dólares.

Además de los daños primarios causados por la fuerza de la tormenta misma (casas destechadas, árboles desarraigados, etc.), los escombros volantes también producen daños extensos a la vida humana y a la propiedad. Los vientos tempestuosos levantan toda clase de materiales y los lanzan con gran fuerza. Las tormentas producen averías en las líneas y postes de energía eléctrica, interrumpen el funcionamiento de las instalaciones de tratamiento de agua potable y desagües, así como de las estaciones de bombeo que trabajan por electricidad. Se plantean problemas de eliminación porque se acumulan desechos que favorecen la propagación de moscas y otros organismos nocivos.

[1] US Department of Defense (1964) *Hurricane Dora, 1964*, Washington, D.C.

Ondas frías

Las temperaturas anormalmente bajas pueden congelar el suelo hasta una profundidad considerable y a consecuencia de ello pueden reventar las tuberías de agua y alcantarillado. La obstrucción de tomas de agua y el congelamiento de depósitos, tanques y filtros abiertos puede dificultar su funcionamiento. Surgen problemas para mantener una temperatura adecuada en el interior de las habitaciones y para utilizar instalaciones al aire libre.

Inundaciones y marejadas

La mayoría de las inundaciones fluviales son consecuencia de lluvias excesivas, nieve derretida y acumulaciones de hielo. Se sabe que algunos ríos se desbordan con regularidad cada año y los antecedentes permiten predecir el momento en que se elevará el nivel del agua y la altura que alcanzará. Las inundaciones súbitas e imprevisibles se deben a lluvias torrenciales anormales sobre suelos rasos, húmedos o congelados, donde un desagüe rápido produce torrentes violentos en lechos fluviales que normalmente están secos o llevan poco caudal.

Algunas inundaciones se producen porque las aguas rebasan presas y diques, o estas construcciones fallan, o bien a marejadas. En una marejada, una gran masa de agua marina, hasta de 6 a 9 m de altura, puede inundar vastas zonas y llegar aun a 80 a 100 km tierra adentro. La mayor parte de las marejadas son producto de terremotos submarinos, pero algunas son consecutivas a tormentas. En las zonas costeras, las instalaciones sanitarias están expuestas a la destrucción por el oleaje y a la erosión y el desplome de las tierras.

Los daños resultan de la inundación de las tierras y de la fuerza destructiva de las aguas de crecida. Las inundaciones pueden dislocar cañerías de agua y avenamiento; en un caso fue barrida una cañería maestra de 90 cm en un tramo de 5 km.[1] Pueden llegar a inundarse las instalaciones de tratamiento de aguas y las estaciones de bombeo, y el sedimento fino que puede entrar en las bombas, los motores y otros materiales es causa de reparaciones costosas y prolongadas. Cuando se estropean las estructuras protectoras de pozos y manantiales, el agua de la inundación puede producir contaminaciones. Las salidas de alcantarillado y las instalaciones de tratamiento de aguas negras son las más expuestas a la inundación. El reflujo en las alcantarillas inundadas produce el rebosamiento de registros, tanques sépticos y pozos negros. Las aguas crecidas dispersan toda clase de desechos y plantean un grave problema de limpieza y eliminación. Los detritos acumulados favorecen la propagación de moscas y roedores. Las inhumaciones y la eliminación de cadáveres de animales se hacen urgentes y en ocasiones difíciles.[2]

[1] Tetzlaff, F., Latzer, K. C. y Mark, R. S. (1956) *PubH. Hlth. Rep. (Wash.)*, 71, 814.
[2] US Department of Agriculture (1964) *First aid for flooded homes and farms*, Washington, D.C. (Agric. Handbook, Nº 281).

Paradójicamente, el fuego es un peligro relacionado estrechamente con las inundaciones. Las aguas crecidas pueden derribar tanques de petróleo o gasolina o invadir depósitos de combustibles, y derramar su contenido en zonas extensas; si esos combustibles arden, el fuego se propaga bastante rápidamente, porque los detritos y otros objetos flotantes suelen proporcionar abundante material combustible. Los cortos circuitos del sistema eléctrico de edificios inundados pueden provocar incendios o electrocuciones.

Terremotos

Un terremoto es un movimiento brusco de la corteza terrestre producido por explosiones en las profundidades de la tierra (plutónico), por la actividad de volcanes (volcánico) o por deslizamientos de las capas de la corteza terrestre a lo largo de fallas (tectónicos).

Los terremotos tectónicos son los más frecuentes y destructores. A lo largo de los costados de una falla hay materiales que por frotamiento desencadenan temblores convulsivos que se propagan ampliamente hacia la superficie. Los terremotos importantes suelen acompañarse de sacudimientos previos y ulteriores de intensidad variable.

Además de destruir edificios y otras construcciones, los terremotos pueden provocar aludes, deslizamientos rocosos, grietas y resquebrajaduras, levantamientos y desplomes de terrenos, brotes de fango, embalses fluviales, marejadas e incendios. Los daños y peligros relacionados directamente con el saneamiento, consecutivos al terremoto mismo, son especialmente la ruptura, la deformación y el desplazamiento de cañerías de agua y alcantarillado, averías en las estructuras de instalaciones de tratamiento y estaciones de bombeo de los servicios de agua y alcantarillado; el agrietamiento de presas y reservorios, causa de filtraciones o contaminación del agua; la acumulación de detritos, edificios derribados y cadáveres humanos y de animales atrapados o sepultados en las ruinas; la ruptura de tanques sépticos y pozos negros, y la contaminación de pozos artesianos cuando se disloca su revestimiento protector.

Erupciones volcánicas

La lava derretida que brota del cráter de un volcán en erupción, al descender puede arrasar a su paso aldeas y aun ciudades enteras. Algunas veces la erupción se acompaña de vapores sulfurosos, temblores de tierra y lluvias de cenizas volcánicas.

Los problemas de saneamiento que provocan las erupciones volcánicas, aparte de los relacionados con la atención de los refugiados, son la destrucción de las instalaciones de abastecimiento de agua por la lava derretida y la contaminación del aire por las cenizas y los vapores sulfurosos hasta una distancia considerable.

Incendios

El fuego es un agente destructor de primer orden que acompaña a muchos accidentes y desastres naturales. Los incendios consecutivos a inundaciones, terremotos, explosiones y otros desastres, generalmente producen más destrucción que la catástrofe inicial. Una de las características más notables de un incendio es su capacidad de difundirse rápidamente. Entre los factores que provocan la rápida difusión del fuego en los edificios están las deficiencias de trazado y construcción, el hacinamiento, el uso de materiales altamente inflamables, la insuficiente protección contra incendios, los retrasos en dar la alarma, la insuficiencia de los abastecimientos de agua, y los vientos fuertes.

Una gran demanda de agua es el efecto principal que tiene un incendio sobre las instalaciones sanitarias. Para satisfacer esa demanda, deben incorporarse medidas preventivas adecuadas al trazar los planos de todo el sistema de abastecimiento de agua (capacidad de las instalaciones de tratamiento, bombeo, almacenamiento, red de distribución, etc.).

Explosiones

Las causas principales de las explosiones accidentales son el descuido, las altas temperaturas, una descarga súbita, o una combinación de calentamiento y sacudida. Las explosiones suelen ser seguidas de incendios. El gas metano producido por la descomposición excesiva de aguas negras estancadas o de circulación muy lenta puede hacer explosión y arder a lo largo de las alcantarillas, provocando la propagación del fuego. Pueden romperse las cañerías principales de agua y alcantarillado en la vecindad de la explosión y también pueden averiarse las instalaciones sanitarias dentro de los edificios. Los detritos producidos por explosiones pueden plantear problemas graves. Las explosiones en las instalaciones de tratamiento de aguas potables y negras pueden provocar situaciones de urgencia.

---

3. MEDIDAS DE URGENCIA

Medidas preventivas

La posibilidad de prever los desastres y la frecuencia de éstos determinan el alcance y la magnitud de las medidas preventivas y la dotación de personal, materiales y servicios. La planificación minuciosa paga siempre grandes dividendos y puede aliviar muchas de las graves consecuencias de los desastres naturales. Por ejemplo, un sistema adecuado de alarma puede prevenir grandes pérdidas de vidas humanas porque permite el traslado oportuno de personas a un lugar seguro. La planificación previa al desastre debe orientarse hacia la utilización plena de los recursos existentes y, por tanto, en ella deben intervenir muchos departamentos gubernamentales, órganos municipales y locales, instituciones de socorro y el propio público. En la sección 4 se examinan las responsabilidades y las relaciones recíprocas entre esas diversas entidades. La prevención de accidentes y la dirección técnica de medidas de seguridad están fuera de los límites de esta guía, pero a continuación se recomiendan algunas medidas preventivas y protectoras que pueden adoptarse en previsión de un desastre.

Tormentas

1) los árboles de raíces profundas pueden servir de protección natural contra los vientos;

2) el diseño y la construcción de los edificios, utilizando materiales adecuados con puntales convenientes, permitirán que los muros se fijen firmemente a los cimientos y al techo;

3) los edificios no deben situarse muy cerca de los muelles o las tierras ribereñas;

4) deben mantenerse las construcciones en un estado compatible con la fuerza prevista en su trazado, o demolerse construcciones viejas y ruinosas que ya no es posible reparar;

5) hay que tomar precauciones contra la erosión de zonas sujetas a inundaciones;

6) las zonas de muelles o las tierras ribereñas vulnerables deben protegerse con sacos de arena;

7) los cristales de ventanas deben protegerse;

8) hay que recoger y poner a salvo materiales sueltos, herramientas y equipo ligero;

9) deben podarse los árboles y derribar los que pudieran ser peligrosos;

10) debe almacenarse agua suficiente y contar con tuberías de capacidad adecuada para luchar contra el fuego.

Inundaciones y marejadas

1) construcción de presas para contener aguas de crecidas;

2) construcción de terraplenes, diques y muros de hormigón armado o de mampostería;

3) dragado de canales fluviales para facilitar el desagüe rápido.

Terremotos

1) disponer espacios abiertos suficientes alrededor de los edificios;

2) asegurarse de que los cimientos están bien unidos y de que los muros están firmemente fijados a los cimientos y al techo, con puntales adecuados;

3) utilizar buenos materiales de construcción y buena mano de obra;

4) evitar decoraciones y salientes superfluos;

5) estudiar edificios que hayan sobrevivido a terremotos anteriores.

Accidentes e incendios

1) emplear materiales refractarios y equipos de seguridad en minas, fábricas, almacenes de materiales inflamables o explosivos, etc.;

2) mantener debidamente los edificios, equipos, etc.;

3) dotar de equipo contra incendios y de un abastecimiento de agua suficiente;

4) adiestrar al personal en prácticas de seguridad.

Avisos y alarmas

Muchos desastres naturales tienen relación con las condiciones meteorológicas. El conocimiento del estado del tiempo es sumamente importante para planificar y ejecutar las medidas edecuadas de escape o protección. Para pronosticar tormentas es de gran ayuda una red de estaciones meteorológicas situadas convenientemente en regiones propicias a las tempestades y unidas por teléfono y sistemas inalámbricos a un centro de evaluación. Las estaciones meteorológicas deben contar con generadores de energía de reserva. Gracias a la tecnología moderna puede pronosticarse el tiempo por medio de aparatos eficaces como el radar para rastrear ciclones o localizar vientos y la transmisión automática de fotografías que da una imagen de la capa de nubes en un radio de 1 600 km de la estación. También pueden ser útiles los satélites de órbita terrestre, pero sólo dan un cuadro de un punto determinado en el momento que pasan sobre éste. Cuando el radar rastreador de ciclones está situado en el litoral puede proporcionar una serie continua de f afías que muestran la dirección y la velocidad de las tormentas. La

Oficina de Meteorología de los Estados Unidos de América practica la caza de huracanes sobre el Mar Caribe por medio de aviones que vuelan en el ojo de la borrasca, con resultados muy eficaces.

Los volcanes suelen dar signos de alarma antes de hacer erupción y los terremotos van precedidos de sacudidas que algunas veces se sienten o se detectan. Con el progreso de la sismología y el perfeccionamiento de los sismómetros es posible prever terremotos dentro de las fajas sísmicas conocidas, aunque hasta ahora esto sólo se logre en proporciones limitadas. La meteorología, la hidrología y el equipo electrónico de alarma para inundaciones ayudan a prever una tormenta o una inundación próxima por lo menos con algunas horas de anticipación, lo que permite adoptar medidas de escape.

Una parte esencial de todo sistema de alarma es que la información llegue oportunamente a las personas que viven en zonas peligrosas. Debe establecerse un plan eficaz e integrado de comunicaciones para difundir esa información. La posibilidad de contar con radios de transistores permite ejecutar una operación práctica de alerta. Además de la prensa, el teléfono, la radio y la televisión, existe una serie de medios improvisados de poner en guardia contra el peligro al público en general: *a*) banderas de colores (generalmente rojas); *b*) altavoces transistorizados de alta potencia (que funcionan con pilas de lámpara de bolsillo); *c*) sirenas (manuales o de motor); *d*) cohetes; *e*) luces de bengala y pistolas de señales; *f*) toques de tambores y señales de humo; *g*) explosivos; *h*) tiras rojas o luces de bengala arrojadas desde aviones, e *i*) linternas de pilas.

Por lo general se emplea una combinación de varios medios, según las circunstancias y la disponibilidad de equipo. En cada zona donde amenacen desastres debe establecerse una cantidad suficiente de puestos de alarma. Las autoridades locales, los dirigentes de la colectividad y los colaboradores voluntarios pueden contribuir a lograr que sea eficaz el sistema de alarma. El adiestramiento preparatorio y las prácticas son esenciales en cada localidad; sin embargo, las falsas alarmas tienen un efecto desagradable sobre el público, al que por ello debe notificarse con anticipación cualquier ejercicio de adiestramiento.

Cuando es inminente el desastre, la operación de alarma debe acompañarse de la movilización del público con energía y rapidez máximas. La movilización adecuada exige planificación y preparación previas. El público necesita tener instrucciones antes, durante y después de poner en operación un sistema de alarma; con anticipación deben haberse preparado las diversas fases, a frecuencia de las medidas y la terminología.

Evacuación

La evacuación consiste en trasladar personas desde sus hogares hasta un lugar seguro fuera de la zona amenazada por un desastre. La evacuación oportuna es una forma eficaz de reducir la pérdida de vidas humanas, y necesita la actividad organizada de toda la colectividad. La pla ación

previa al desastre debe consistir principalmente en seleccionar los sitios seguros más cercanos a los que puede evacuarse la gente. No obstante, como la evacuación implica dificultades y penalidades, y como las personas suelen negarse a dejar sus casas a menos que sientan realmente la amenaza de la catástrofe, deben mostrarse a la población pruebas convincentes de que el desastre es inminente.

Tanto en camino como en sus nuevos alojamientos provisionales, la gente tendrá necesidad de alimentos, ropa, vivienda, asistencia médica y un mínimo de servicios sanitarios.[3]

Educación del público

Es importante que el público en general sepa cómo adoptar medidas de saneamiento en casos de urgencia cuando un desastre natural produce averías en las instalaciones de alcantarillado y de abastecimiento de agua. Especialmente en zonas sujetas a desastres naturales será útil organizar cursos de saneamiento en situaciones de urgencia o distribuir en todas las casas folletos que contengan instrucciones sobre esta materia. El texto de estos folletos debe ser claro, no técnico y profusamente ilustrado. En el Anexo 1 se reproduce un modelo de ese texto.

Medidas en casos de desastre

El periodo activo de un desastre puede variar desde unos cuantos segundos (terremotos) hasta varios días (inundaciones) y varían en consecuencia las medidas que pueden aplicarse durante ese periodo. Esas medidas pueden ser: *a)* evacuación; *b)* rescate de personas heridas y desamparadas; *c)* atención a los heridos (primeros auxilios y asistencia médica; *d)* rescate y eliminación de cadáveres humanos y animales, y *e)* lucha contra incendios.

Medidas posteriores al desastre

Durante el periodo que transcurre desde que termina el desastre propiamente dicho hasta que terminan los trabajos de socorro (que deben ser seguidos de la rehabilitación tan pronto como sea posible), deben adoptarse las medidas siguientes: *a)* continuar con el rescate y la atención de las víctimas; *b)* restablecer las comunicaciones; *c)* medidas de socorro (es decir, dotación de albergues provisionales, víveres, asistencia médica y servicios de salud pública, higiene del medio y asistencia social); *d)* estudio, informe y evaluación de los daños, y *e)* reparaciones de urgencia. La mayor parte de las medidas de higiene del medio que contiene la presente guía pueden aplicarse durante este periodo posterior al desastre.

[3] US Department of Health, Education and Welfare (1956) *An outline guide covering sanitation aspects of mass evacuation*. Washington, D.C. (Public Health Service Publication Nº 498).

4. PLANIFICACION Y ADMINISTRACION DE ACTIVIDADES DE HIGIENE DEL MEDIO

La capacidad técnica para resolver problemas de higiene del medio planteados por los desastres naturales no es sino un aspecto de la labor. Para aplicar eficazmente esos conocimientos técnicos en condiciones difíciles se necesitan planificación y coordinación previas con otras actividades en la zona asolada por el desastre, de manera que puedan aprovecharse plenamente los recursos disponibles.

Inmediatamente después de ocurrido un desastre natural, el grupo de salud pública (constituido, como mínimo, por un médico sanitario, un ingeniero sanitario o un técnico en saneamiento, una enfermera, un técnico de laboratorio y personal complementario) debe iniciar un programa completo de salud pública. La localización activa de casos y la notificación de enfermedades infecciosas, la inmunización y otras medidas profilácticas, los servicios de diagnóstico y la quimioterapia, los primeros auxilios y las operaciones quirúrgicas, los servicios de enfermería y los trabajos de higiene del medio, todas esas actividades contribuyen a proteger o restablecer la salud de la población afectada. Deben desplegarse todos los recursos de salud pública para prevenir el brote de enfermedades transmisibles y aliviar los sufrimientos. Sin embargo, rebasa los límites de esta guía el examen de todos esos aspectos de los trabajos de salud pública.

Coordinación

Con frecuencia el personal de saneamiento tiene que depender de la administración general de trabajos de socorro por lo que respecta a comunicaciones, transportes, equipo y suministros. En consecuencia, es necesario explicar brevemente la importancia de establecer un plan eficaz para coordinar todos los servicios que intervienen en la labor de socorro.

La coordinación no planificada o improvisada de las múltiples actividades que se desarrollan en una situación de urgencia es causa de una serie de dificultades al emprender trabajos de socorro. El caos y la duplicación de esfuerzos que suelen registrarse en esas ocasiones puede evitarse en gran parte mediante los preparativos adecuados. En los países asolados por desastres repetidos, debe nombrarse una autoridad central que se encargue en su totalidad de las operaciones de socorro y de coordinar actividades, tomar deci-

siones normativas y hacer que se cumplan rápida y eficazmente. Ese organismo debe tener plenos poderes para establecer prioridades, obviar trámites engorrosos y actuar rápidamente. Para que funcione con eficacia, su director deberá tener una personalidad dinámica y una vigorosa capacidad directiva. En algunos países se confía la totalidad de las labores de socorro a la organización de la defensa civil, en otros, a un comité nacional de socorro constituido en virtud de la legislación. El tipo y la estructura de este organismo coordinador depende del sistema político y de las costumbres de cada país. Como quiera que se organicen las labores de socorro, deben asignarse funciones concretas a los diferentes departamentos gubernamentales y entidades de asistencia social. Es indispensable organizar comités de socorro en todos los órdenes, es decir, de carácter nacional, provincial y local.

La autoridad central de socorro debe contar con un ingeniero sanitario de alta categoría no sólo para obtener mejores resultados en las labores relacionadas con el ambiente sino también para economizar esfuerzos y dinero. Ese funcionario debe encargarse de elaborar un plan eficaz para coordinar las operaciones de saneamiento dentro del programa general de socorro. En el Anexo 2 se examinan las relaciones entre los servicios de higiene del medio y otros organismos dedicados a labores de socorro.

Planificación

Es indiscutible la importancia de la planificación preventiva en relación con los desastres.[1] Todo desastre puede trastornar la vida normal de las personas, desorganizar los servicios y asuntos públicos, y producir daños materiales. No bastan la buena voluntad y el interés por los demás para conjurar las graves consecuencias que suelen imponer los desastres naturales a la gente. La experiencia ha demostrado que se cometen errores cuando no hay una organización adecuada, ni personal preparado para actuar conforme a un plan previamente concertado, ni dirección, coordinación y control eficientes de las operaciones de socorro. Esos errores provocan confusiones, retrasos, omisiones, abusos y duplicaciones, además de aumentar las dificultades que tienen las autoridades responsables para movilizar los recursos disponibles oportunamente y en su totalidad.

Las Naciones Unidas y la Liga de Sociedades de la Cruz Roja han dado alta prioridad a la planificación preventiva en casos de desastres. La Liga ha ofrecido sus servicios a los gobiernos y a las sociedades nacionales de la Cruz Roja para preparar planes nacionales de operaciones de auxilio en caso de desastres, y en un manual preparado por las Naciones Unidas en 1966 figuraba la declaración siguiente:

Las Naciones Unidas, en colaboración con la Liga de Sociedades de la Cruz Roja, está dispuesta a ofrecer asistencia para la planificación preventiva en casos de desastre, por ejemplo, para preparar planes en previsión de desastres, organizar inventarios de

[1] Cesar Kubek, D. (1963) *Canad. J. publ. Hlth*, 54, 403; y Larson, A. A. (1963) *Canad. J. publ. Hlth* 8.

equipo técnico, servicios y suministros que puedan movilizarse al producirse un desastre, revisión de reglamentos de edificación, etc. Las solicitudes de asistencia de ese género presentadas por conducto del Representante Residente del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo se examinarán conforme a los procedimientos establecidos, prestando la debida consideración a las prioridades que los gobiernos solicitantes confieran a esas solicitudes dentro de sus programas nacionales, mediante la sustitución de proyectos o con el empleo de ahorros operativos.[1]

En el Anexo 3 se examina en detalle la asistencia que proporcionan las organizaciones internacionales.

La preparación de un manual sobre desastres o de un prontuario de socorros es una de las labores que deben realizarse durante el período de planificación. También deben planificarse y ponerse en práctica sistemas de seguros o indemnizaciones por pérdidas consecutivas a un desastre.

En realidad, la planificación en previsión de desastres es la preparación de un plan socorro que realiza por anticipado el gobierno. En ese plan se definen las responsabilidades que se confían a cada uno de los órganos encargados de operaciones de socorro: ejército, policía, servicios públicos, defensa civil, Cruz Roja, organizaciones privadas, etc. Las responsabilidades se distribuyen según la naturaleza peculiar, la rama especializada y el personal y recursos materiales de cada organismo. Dentro del plan deben también adoptarse disposiciones para lograr la coordinación eficaz de las actividades delegadas. En la figura 1 se presenta un organigrama que muestra el orden de las atribuciones generales en casos de desastres naturales.

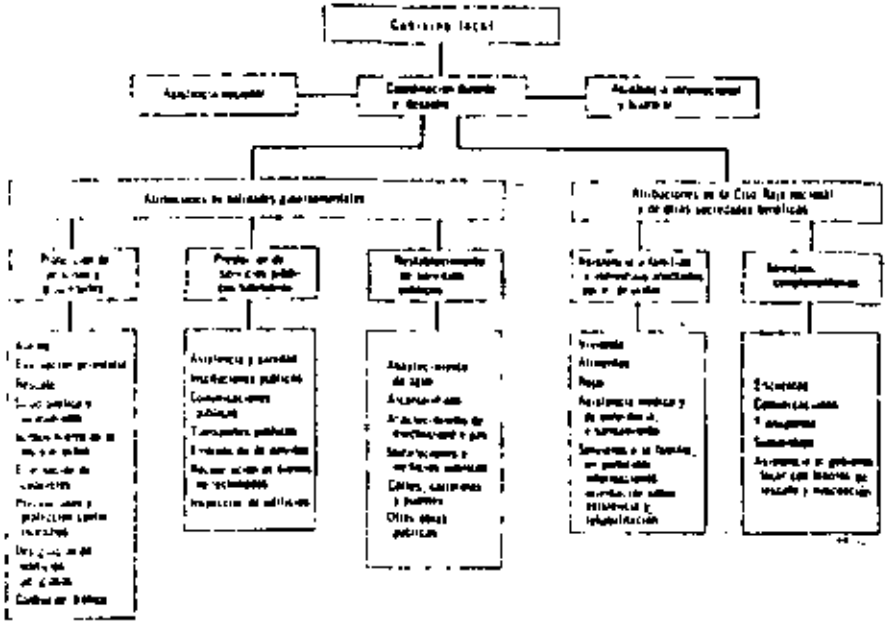
Cuando se han conferido esas atribuciones al mismo órgano nacional, el plan para el desastre puede extenderse hasta la fase de rehabilitación, lo que quizás sea ventajoso, porque muchas actividades de socorro pueden orientarse hacia la rehabilitación, con lo que se ahorran dinero y esfuerzos.

En todos los aspectos del plan general, y sobre todo en las operaciones de higiene del medio, tiene importancia capital el problema de la logística.

El órgano nacional de socorro debe elaborar un plan de operaciones para un tipo general de situaciones de urgencia, pues generalmente se desconocen los detalles exactos de la situación que va a afrontarse. El conocimiento completo del plan y de los conceptos fundamentales de las operaciones es indispensable para el desarrollo de las actividades durante una situación de urgencia: permite a los funcionarios realizar un trabajo coordinado y dirigido hacia un objetivo común sin demoras ni duplicación de esfuerzos. El alcance del plan depende de las situaciones previstas, la cantidad de personas en peligro, la extensión de la zona afectada y la frecuencia de esas situaciones. De manera arbitraria, el plan de operaciones puede fundarse en cálculos previstos para 10 000 personas y en la distribución de los suministros y equipos necesarios de manera que puedan reunirse en la zona del desastre antes de 48 horas.

[1] Naciones Unidas, Secretaría del Comité Administrativo de Coordinación (1966) *Inter-agency action in case of natural disaster: a manual on the resources and procedures of the United Nations family* (documento multicopiado).

FIG. 1. ATRIBUCIONES ASIGNADAS EN DESASTRES NATURALES*



* Adaptado de: US Public Health Service (1981) *Health mobilization course manual*, Washington, D.C., Department of Health, Education and Welfare.

El plan de operaciones debe definir: *a*) objetivos; *b*) estructura del mando y la dirección; *c*) límites de autoridad y responsabilidad; *d*) obligaciones y líneas de comunicación; *e*) conductos para solicitar y suministrar recursos adicionales, y *f*) detalles de las operaciones.

Cada servicio que interviene en operaciones de socorro, en particular el servicio de higiene del medio, debe desarrollar su propio plan de operaciones a base de los principios generales antes descritos. El plan de operaciones para el saneamiento en casos de urgencia debe comprender:

1) un enlace efectivo con otros departamentos de sanidad y con la organización de socorro;

2) inspección, identificación y evaluación de los problemas de saneamiento;

3) movilización inmediata de personal y equipo;

4) actividades de urgencia para combatir o eliminar los peligros que amenazan a la higiene del medio;

5) restablecimiento urgente de los servicios de abastecimiento de agua, eliminación de desechos, etc.;

6) evaluación de las averías sufridas por las instalaciones sanitarias públicas y asesoramiento sobre medidas correctivas;

7) informe sobre las condiciones y las medidas aplicadas.

Organización

En casos de urgencia, la organización tiene por objeto adaptar los servicios públicos y de asistencia social y sus recursos para atender las necesidades de la situación.

Los organigramas muestran la línea de autoridad y los sectores de responsabilidad; en las figuras 2 a 4 aparecen modelos de diagramas para organizar: *a*) las labores de socorro en general, *b*) la salud pública y *c*) el saneamiento del medio.

FIG. 2. MODELO DE ORGANIGRAMA PARA TRABAJOS DE SOCORRO EN GENERAL

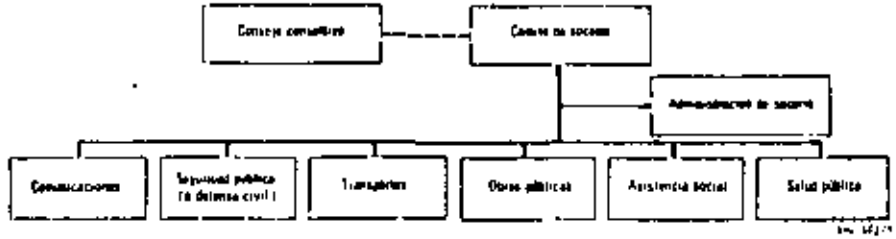


FIG. 3. MODELO DE ORGANIGRAMA PARA TRABAJOS DE SOCORRO EN SALUD PUBLICA

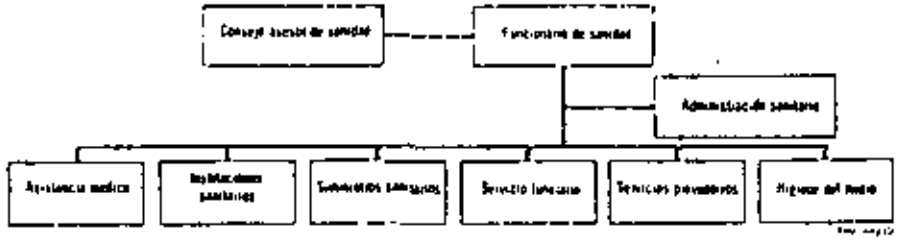
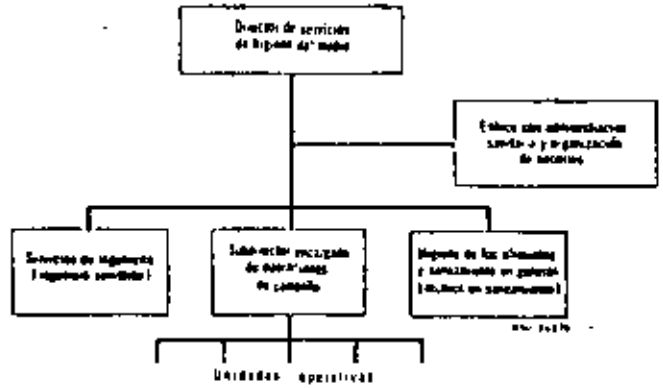


FIG. 4. MODELO DE ORGANIGRAMA PARA TRABAJOS DE SOCORRO EN SANEAMIENTO DEL MEDIO



El comité de socorro debe estar encabezado por el alto comisionado nombrado por el gobierno; entre sus miembros deben estar los directores de servicios y los representantes del ejército y de sociedades de beneficiencia, así como de otros organismos nacionales o internacionales interesados en trabajos de socorro.

Deben tenerse presentes dos aspectos importantes relativos a la organización:

1) *Amplitud del control :* sólo pueden ejercerse una vigilancia y un control eficaces en todos los planos cuando se distribuye la fuerza de trabajo en grupos pequeños de cinco a siete personas bajo un jefe directo.

2) *Sector de operaciones :* Cada grupo o unidad de operaciones en casos de desastre debe trabajar en un sector especificado. Si la región afectada por el desastre se divide en sectores de operaciones y cada uno de éstos se asigna a una unidad de trabajo, el desarrollo de las operaciones se facilita enormemente.

Las fuentes de fondos para socorros en caso de desastre son las siguientes:

1) *Fondos ordinarios (presupuesto ordinario) :* parte de los gastos pueden cargarse al presupuesto ordinario; tal vez puedan emplearse algunas economías para operaciones de urgencia.

2) *Fondos de urgencia :* es posible que haya un fondo de emergencia a la disposición del gobierno en todo momento, o una cantidad especial de dinero cuya asignación se apruebe después de ocurrido el desastre.

3) *Fuentes no gubernamentales :* sociedades de beneficencia (por ejemplo, la Cruz Roja), organizaciones caritativas y clubs.

4) *Donativos para socorro en caso de desastre :* puede abrirse una cuenta bancaria o postal para recaudar contribuciones individuales.

5) *Fuentes bilaterales y multilaterales :* los gobiernos pueden tener acuerdos bilaterales o multilaterales con otros países para proporcionar asistencia en caso de emergencias nacionales.

6) *Fuentes internacionales :* las Naciones Unidas y sus organismos especializados han adoptado medidas de asistencia en situaciones de urgencia, que se describen en el Anexo 3.

7) *Donativos individuales procedentes de gobiernos :* en el caso de emergencias nacionales, otros gobiernos frecuentemente hacen donativos para socorro y rehabilitación de las personas afectadas.

Es conveniente formar un fondo común con todos los recursos financieros y ponerlos a la disposición del organismo encargado del socorro nacional.

Personal

Tipo de personal

Se necesitan ingenieros sanitarios profesionales en los puestos normativos y para servicios técnicos, encuestas, planificación general e inspección. Se necesitan técnicos de saneamiento profesionales para ayudar a los ingenieros sanitarios en la práctica de encuestas; en la inspección de calidad del agua, el saneamiento de los alimentos y las instalaciones de eliminación de desechos, y en la lucha contra animales nocivos, la inspección del trabajo de personal auxiliar de saneamiento, etc. Se necesita el personal auxiliar de saneamiento para atender todas las instalaciones sanitarias, la higiene de los alimentos, las operaciones de lucha contra animales nocivos, la desinfección, la vigilancia de trabajadores y voluntarios, la educación sanitaria, etc. Esos auxiliares deberán haber recibido instrucción sistemática en los aspectos principales del saneamiento del medio, porque tendrán que encargarse de la mayor parte del trabajo de campaña. Si la emergencia es demasiado extensa y no es suficiente la cantidad de personal profesional de higiene del medio, puede recurrirse a los técnicos en saneamiento que trabajan en la industria, a los ingenieros consultores civiles y sanitarios, al personal que trabaja en lecherías, en laboratorios privados, en economatos industriales, en saneamiento de ferrocarriles y líneas aéreas, en compañías de servicios de agua, a operarios de campañas contra plagas, al personal docente de universidades e institutos en los dominios de la ingeniería y las ciencias sanitarias, a estudiantes de ciencias, etc. Esas personas deben recibir instrucciones y orientaciones y deben trabajar a las órdenes de ingenieros de salud pública.

Volumen de personal

La cantidad de personal de higiene del medio que se necesita en una emergencia depende de la naturaleza de la localidad, la cantidad de personas afectadas, la extensión de la zona afectada, el tipo de servicios que se necesitan, la eficacia de transportes y comunicaciones, la preparación y eficiencia del personal disponible, etc. En el Cuadro 1 se presentan cifras fundadas en la experiencia del autor.

CUADRO 1. CANTIDAD DE PERSONAL DE HIGIENE DEL MEDIO QUE SE NECESITA EN UNA SITUACION DE URGENCIA

Población afectada	Cantidad de personal		
	Ingenieros sanitarios	Técnicos de saneamiento	Auxiliares
Menos de 1 000 personas	—	1	1-2
1 000 a 10 000	—	1	2-5
10 000 a 50 000	1	2	5-10
50 000 a 100 000	1-2	2-3	10-15
Por cada 100 000 más	1	2	10

Instrucción

No se pretende examinar aquí las necesidades de instrucción del personal de higiene del medio, sino más bien poner de relieve la necesidad de impartir instrucción en esferas especiales y de organizar cursos y ejercicios de carácter práctico en situaciones de urgencia, de tiempo en tiempo. La

lucha contra las consecuencias de un desastre puede compararse con la guerra: se necesitan preparación y maniobras en tiempo de paz a fin de mantener al personal listo para afrontar situaciones de urgencia. Además, algunos técnicos en saneamiento pueden recibir preparación especializada en lucha contra animales nocivos, eliminación de desechos, servicios mortuorios, higiene de los alimentos en centros de alimentación colectiva, saneamiento de hospitales de campaña y temas análogos. Los ingenieros sanitarios que trabajan en salud pública pueden recibir instrucción práctica en el funcionamiento y mantenimiento de instalaciones y sistemas de agua y alcantarillado en situaciones de urgencia. Los cursos de actividades de emergencia deben ser prácticos, con el mínimo de teoría. Deben disponerse las demostraciones y los ejercicios de tal manera que se utilicen los suministros y el equipo almacenados para situaciones de urgencia.

Para la preparación del personal será de gran utilidad un manual detallado de procedimientos de higiene del medio en situaciones de urgencia, destinado a atender necesidades locales y a aprovechar lo mejor posible los recursos y medios locales.[1]

Empleo de personal voluntario

Es útil adiestrar en cuestiones de saneamiento en situaciones de urgencia a miembros jóvenes de sociedades benéficas (v.g., la Cruz Roja Juvenil), exploradores y miembros de clubs deportivos y de alpinismo. También pueden conseguirse voluntarios de empresas industriales y de otras procedencias. Es posible emplear en trabajos de saneamiento a jóvenes que pueden recibir preparación en el servicio sobre actividades concretas. Los trabajadores voluntarios pueden siempre relevar a los profesionales en algunas de sus tareas, y en ningún caso debe pasarse por alto esta posibilidad de aumentar la eficiencia del personal disponible. Sin embargo, los voluntarios deben trabajar siempre bajo la vigilancia de profesionales.

Equipo y suministros

Es indispensable que, en colaboración con otros servicios, se prepare una lista completa de equipo y suministros para uso en casos de urgencia. Evidentemente, la división de higiene del medio no necesita almacenar ella misma todos esos artículos. Lo importante es que se adopten disposiciones para su transporte rápido y su disponibilidad inmediata cuando se necesiten. Los desastres naturales no dejan tiempo para requisiciones ni adquisiciones urgentes, que en muchos países están sujetas a normas y reglamentos complicados. El equipo pesado suele ser muy caro y no necesita almacenarse; por lo general se puede obtener del ejército o de los departamentos de

[1] Véase por ejemplo: Canadá, Department of National Health and Welfare (1967) *Environmental health in disaster*, Ottawa; y Macdonald, F. W. y Tryas, J. E. (1968) *Environmental health practices in disasters*, Washington, D.C., US Department of Health, Education and Welfare.

caminos o de obras públicas. Algunos suministros, como utensilios de cocina, refugios temporales, etc., pueden estar a cargo de organismos de beneficencia. Los requisitos sanitarios de esos suministros pueden examinarse con otros organismos interesados en trabajos de socorro. En colaboración con los funcionarios encargados de los servicios de agua y alcantarillado, puede prepararse una lista de artículos necesarios: suministros químicos, tuberías, materiales de conexión y acoplamiento, herramientas para una unidad móvil de reparaciones, bombas y motores de repuesto, camiones, tanques y otros muchos. Esa lista debe revisarse con frecuencia a fin de cerciorarse de que los equipos y suministros necesarios para el funcionamiento de urgencia de los sistemas de agua y alcantarillado se compran y almacenan debidamente para proceder con rapidez a su envío y utilización. En las emergencias de gran magnitud, acaso se necesite tomar material de toda fuente posible. Es importante asegurarse de que el equipo y los suministros almacenados para uso de urgencia tengan las especificaciones normales, de manera que la colectividad asolada por el desastre pueda aprovechar los recursos de otras colectividades.

En el Anexo 4 se presenta una lista de equipo y suministros necesarios para las labores de saneamiento de urgencia en una colectividad de 10 000 personas. Los servicios de higiene del medio u otros organismos pueden almacenar los artículos que figuran en esa lista, pero en todo tiempo deben estar esos materiales a disposición del personal de saneamiento. Parte del equipo y los suministros pueden distribuirse a diferentes regiones de un país. En ese caso, deben hacerse planes para su traslado rápido en caso de una emergencia importante.

Se recomienda que funcionarios de higiene del medio revisen frecuentemente los inventarios para mantenerlos al día. Pueden hacerse pruebas periódicas para cerciorarse de que el equipo está siempre en condiciones de trabajar. Los mismos suministros deben utilizarse para fines de adiestramiento y ejercicio. Algunos de los artículos pueden emplearse en operaciones ordinarias de saneamiento del medio y no es necesario almacenarlos, pero siempre debe haber una reserva suficiente de suministros.

En el Anexo 5 figura una lista del equipo que puede necesitar un técnico de saneamiento que trabaje en una zona de desastre.

Transportes

Para movilizar personal, equipo y suministros son sumamente útiles los vehículos de campaña del tipo «jeep» o Land Rover, camiones, botes y aviones. Los vehículos permiten el empleo más eficaz del personal técnico disponible y, de ese modo, reducen la cantidad de personas que se necesitan. Además, un factor importante en las labores de emergencia es la rapidez, que sólo puede obtenerse con el uso de vehículos adecuados. Se recomienda que los ingenieros y técnicos en saneamiento encargados de la planificación

y la dirección cuenten con transportes suficientes. El personal profesional subalterno que tiene que trabajar en más de una zona también necesita medios de transporte. Es necesario disponer de camiones para el envío rápido de equipo y suministros. La cantidad de vehículos que se necesitan depende de muchos factores. En términos generales, para operaciones de saneamiento en una colectividad de 100 000 personas, bastan cinco vehículos del tipo «jeep» o Land Rover, dos camiones de ¾ de tonelada y un camión de 3 a 4 toneladas. Pueden llegar a necesitarse embarcaciones y aviones, que deben obtenerse por medio de la organización de socorro.

Alojamientos y víveres para el personal de socorro

El socorro de urgencia impone largas horas de trabajo y a veces el personal pasa 14 ó 16 horas al día en condiciones ambientales adversas durante un período considerable. Ese trabajo intenso puede agotar a los más fuertes después de pocos días, y se necesitan descanso y alimentos adecuados para compensar la pérdida de energías. En la mayor parte de las zonas afectadas por un desastre, pronto escasean los alimentos. El personal de socorro debe ser atendido apropiadamente a fin de que pueda proseguir su trabajo con eficiencia: se le deben proporcionar alojamientos convenientes donde pueda descansar, lavarse y tomar una comida caliente al día.

Se recomienda que la división de higiene del medio adopte disposiciones respecto de su propio personal. Depender de los organismos de beneficencia para obtener víveres y alojamiento resulta poco prudente y un tanto injusto, pues esos organismos ya tienen más que suficiente quehacer con proporcionar ambas cosas a las víctimas. En consecuencia, entre los suministros almacenados para usarse en casos de urgencia deben incluirse tiendas de campaña, cocinillas, utensilios de cocina, lámparas, recipientes de agua, mantas, sacos de dormir, sillas y mesas, víveres envasados y otros materiales de campaña.

Normas y reglamentos

No es fácil aplicar las normas y reglamentos sanitarios concebidos para condiciones normales en situaciones de urgencia: son demasiado complicados y detallados para esos casos. Por tanto, el personal directivo debe elaborar reglamentos sencillos y breves, adaptados a las necesidades de la situación real y a las posibilidades existentes, y darlos a conocer al público en general. Se trata en realidad de aplicar principios fundamentales a las instalaciones improvisadas, y el buen éxito depende en gran medida del ingenio, la preparación y la experiencia del personal directivo de los servicios de higiene del medio. Una vez establecidos esos reglamentos conforme a la realidad, deben observarse estrictamente.

5. MEDIDAS DE HIGIENE DEL MEDIO *

Búsqueda, rescate y evacuación

Durante las primeras horas o, a veces, días después de un desastre, la tarea inmediata consiste en buscar y rescatar a personas lesionadas, ancianas, inválidas, o por algún otro motivo incapaces de escapar de situaciones peligrosas. Tareas relacionadas con la búsqueda y el rescate son la lucha contra incendios, el retiro de escombros para permitir la entrada, la recuperación de cadáveres, etc. La situación puede exigir que el personal de saneamiento tome parte en esas actividades, aunque por lo general los bomberos, la policía, el ejército, etc., son los que se encargan del trabajo de rescate. Esta labor y la de evacuación suelen realizarse simultáneamente, lo que exige intensos esfuerzos de todos los que en ellas intervienen. Para ayudar al rescate y la evacuación, el personal de higiene del medio debe estar familiarizado con los sistemas de comunicaciones y transportes de la zona de desastre. Mientras se buscan personas, deben adoptarse todas las precauciones necesarias para evitar que empeore la condición de la víctima y también que se ponga en peligro la seguridad de los que van a rescatarla.

Muy pocas medidas sanitarias hay que puedan adoptarse mientras se está trasladando a las personas a viviendas temporales, por lo que el viaje debe ser lo más breve posible. Es menester proporcionar vehículos por lo menos a los ancianos y a los inválidos, pero la mayor parte de las personas deberán caminar hasta el sitio de evacuación.

Deberá decírsele al público que lleve consigo la cantidad de víveres, agua y ropas que irá a necesitar. Sin embargo, en muchos casos esto no será posible, especialmente cuando el viaje sea largo, en cuyo caso deberán proporcionarse víveres y agua a lo largo de la ruta, de preferencia en puestos fijos. Las autoridades de socorro o asistencia deben saber que durante ese período de transición sólo habrán de distribuirse alimentos que no se descompongan ni requieran cocción. Puede distribuirse el agua por medio de camiones cisternas en una proporción mínima de 3 litros por persona y por día en las regiones templadas, cantidad que se ha de elevar a un mínimo de 6 litros por persona y por día en las zonas cálidas y desérticas. Cuando no puede distribuirse el agua en esa forma, deben darse instrucciones de hervir cualquier clase de agua que se encuentre en el camino; otra posibilidad es

* En el Anexo 6 se resumen las recomendaciones principales que se formulan en esta sección.

la distribución de tabletas de cloro o yodo para desinfectar el agua. Es muy difícil conseguir la eliminación sanitaria de las excretas cuando las personas están en marcha, y no es mucho lo que puede hacerse respecto a la recogida de basuras. No obstante, en los puntos de descanso, las brigadas de saneamiento deben enterrar las excretas y los desechos sólidos en agujeros o tricheras de 60 cm de profundidad por lo menos. Después de su uso, debe llenarse el agujero o la trinchera con la tierra excavada y apisonar ésta. Acaso sea también necesario combatir ectoparásitos aplicando insecticidas.

Refugios

Después de la mayoría de los desastres, debe proporcionarse a las personas un refugio temporal; la gente que vive en zonas rurales tal vez desee llevar consigo su ganado, y deben adoptarse medidas para hacer frente a los problemas de saneamiento consiguientes. Ha habido ocasiones en que una colectividad vecina no afectada o una parte no dañada de una ciudad ha podido albergar a las víctimas. Las autoridades de socorro y asistencia deben ser las que proporcionen refugios. El tipo más común y práctico de refugio de emergencia es la tienda de lona. En algunos países también se han utilizado refugios prefabricados de aluminio para campamentos semipermanentes. Los campamentos recreativos situados cerca de la ciudad o del lugar de un desastre con frecuencia ofrecen condiciones adecuadas, pues normalmente tienen algunas instalaciones sanitarias. El jefe de los servicios de higiene del medio deberá encargarse de vigilar que se observen los puntos siguientes cuando sea necesario acomodar a las personas evacuadas durante un cierto número de días.

Campamentos de tiendas

1) El sitio debe siempre estar alejado de criaderos de mosquitos y de basureros. Debe tener buen acceso a caminos.

2) La topografía del terreno debe permitir un desagüe fácil; también deben estudiarse las condiciones del subsuelo y del agua freática. Los terrenos cubiertos de hierba impiden que haya polvo, pero deben evitarse o desbrozarse los matorrales y la vegetación excesiva que puede albergar insectos, roedores, reptiles, etc.

3) Siempre que sea posible, la zona debe tener una protección natural contra condiciones adversas del tiempo; deben evitarse los valles estrechos y las cañadas sujetas a inundaciones.

4) También deben evitarse los sectores adyacentes a zonas comerciales e industriales, expuestos a ruidos, malos olores, aire contaminado, congestiones de tráfico y otras molestias.

5) Debe haber amplio espacio para que las personas se alberguen y se disponga de todos los servicios públicos necesarios. En términos generales, esto significa contar con 3 ó 4 hectáreas por cada 1 000 personas (30 a 40 m² por persona).

6) El sitio debe estar a distancia razonable de una fuente de agua buena y abundante.

7) Deben disponerse las tiendas en hileras a ambos lados de un camino de 10 m de ancho por lo menos, que permita un tráfico fácil. Debe haber un mínimo de 2 m entre la orilla del camino y las estaquillas que fijan las tiendas.

8) Dentro de la tienda debe haber un mínimo de 3 m² por persona como superficie de piso.

9) Debe haber una distancia mínima de 8 m entre las tiendas, de manera que las personas puedan pasar libremente sin que las obstaculicen espiguillas o cuerdas. Ese espaciamiento es también una medida de seguridad contra la propagación del fuego.

10) Son preferibles las tiendas pequeñas para un número reducido de ocupantes. Debe tomarse en consideración ese factor al planificar situaciones de urgencia.

11) El sector residencial del campamento debe estar frente a los vientos dominantes.

12) En tiempo frío, deben proporcionarse estufas de queroseno u otros calefactores y dar instrucciones sobre su uso a la gente; deben adoptarse todas las precauciones para evitar incendios y explosiones.

13) La ventilación natural es suficiente para las tiendas.

14) Para iluminar tiendas y caminos deben proporcionarse lámparas de queroseno o de petróleo, a prueba de viento. También pueden proporcionarse linternas con bombillas eléctricas y pilas secas.

15) En los sitios que no tengan cañerías de agua, deben instalarse tanques a ambos lados del camino. Esos tanques deben tener una capacidad de 200 litros o más, según sea la frecuencia de relleno, y deben estar espaciados de tal manera que los habitantes del campamento no necesiten caminar más de 100 m para obtener agua; la distribución se facilita si cada tanque cuenta con varios grifos; es conveniente poner los tanques de agua sobre soportes de madera de altura adecuada.

16) Para cada 4 a 8 tiendas (25 a 50 personas) deben proporcionarse recipientes para recoger basura (de 50 a 100 litros de capacidad) con tapas herméticas.

17) En manzanas situadas detrás de las tiendas deben instalarse retretes u otros tipos de sistema para eliminación de excretas (véase la página 66).

18) Para cada 50 personas debe proporcionarse una serie de lavaderos bilaterales (de 3 m de longitud).

19) Deben cavarse fosas de desagüe alrededor de las tiendas y a los lados de los caminos. Los puestos de abastecimiento de agua deben tener también desagüe suficiente para evitar el lodo.

20) Cuando se usen los sitios de campamento durante periodos prolongados, debe rociarse con petróleo la superficie de los caminos para que no se levante polvo.

21) Es necesario establecer reglamentos de saneamiento conforme a lo que sea factible en cada situación en particular y deberán observarse estrictamente.

22) El campamento debe dividirse en dos sectores separados: un sector residencial y un sector de servicios públicos (centro de alimentación colectivo, hospital de campaña, parque de recreación, etc.).

23) Para poder tratar y combatir mejor las enfermedades transmisibles, conviene evitar los campamentos grandes, o subdividirlos en unidades independientes de no más de 1 000 personas.

24) Debe limpiarse con regularidad el sitio del campamento, conforme a un calendario previamente establecido.

Edificios

Si se proporciona alojamiento de emergencia dentro de los edificios existentes, debe prestarse más atención a la ventilación y la eliminación de olores. Se necesitan 30 m³ de aire fresco por persona y por hora. En ocasiones es necesario proporcionar ventilación mecánica. Es conveniente una temperatura de 20°C, pero pueden tolerarse temperaturas inferiores con ropa que abrigue. Deben tomarse en consideración los puntos siguientes en relación con los edificios utilizados como refugio:

1) Las personas que duerman en camas o esteras deben tener una superficie mínima de piso de 3,5 m² o 10 m³ de espacio aéreo. En habitaciones de techos altos pueden usarse literas dobles.

2) Entre camas o esteras debe haber una separación mínima de 0,75 m.

3) Es necesario que haya salidas de emergencia y escapes para incendios; los cañones de chimeneas usadas para calefacción deben salir fuera del edificio; hay que evitar la sobrecarga de circuitos eléctricos; deben colocarse o suspenderse las linternas y lámparas de tal manera que se eviten peligros; el queroseno y la gasolina deben almacenarse fuera de los edificios; en sitios destacados deben exhibirse instructivos claros sobre peligros de incendio y medidas de seguridad; debe conservarse debidamente el equipo contra incendios.

4) Hay que proporcionar un lavabo para cada 10 personas, o lavabos colectivos de 4 a 5 m por cada 100 personas; esos lavabos colectivos deben estar separados para mujeres y hombres, y cada uno de ellos debe contar con receptáculos para basuras. Se necesita una ducha para cada 50 personas en climas templados y una para cada 30 personas en climas cálidos. Hay que desinfectar los pisos diariamente.

5) Para las excretas humanas deben proporcionarse excusados de agua corriente si es posible (véase también la página 66). Las letrinas deben estar situadas en un radio de 50 m del edificio, pero lejos de la cocina o de los comedores.

6) Para cada 12 a 25 personas debe proporcionarse un recipiente de basuras de 50 a 100 litros de capacidad, con tapa hermética.

Abastecimiento de agua

Es indispensable disponer de un abastecimiento de agua pura y en cantidad suficiente; el ingeniero sanitario o el técnico de saneamiento encargados de los trabajos de socorro de urgencia tendrán la responsabilidad de asegurar que pueda disponerse de ese abastecimiento y de que su acceso sea fácil. Las condiciones bacteriológicas, químicas y físicas del agua para consumo humano deben cumplir con las normas establecidas.[1]

Necesidades

Ya se han examinado las necesidades de agua durante la evacuación y en marcha (véase la página 33). Las cifras siguientes se ofrecen como orientación con objeto de calcular las necesidades mínimas de agua para beber, cocinar y practicar la limpieza fundamental.

1) Hospitales de campaña y puestos de primeros auxilios: 40 a 60 litros por persona y por día.

2) Centros de alimentación colectiva: 20 a 30 litros por persona y por día.

3) Albergues temporales y campamentos: 15 a 20 litros por persona y por día.

A menos que haya limitaciones rígidas respecto al abastecimiento de agua potable, no debe restringirse su empleo. Si escasea el agua, debe imponerse el racionamiento, la vigilancia estrecha de su consumo y otras medidas para conservarla. Tan pronto como hayan pasado los primeros días de emergencia y haya aumentado el abastecimiento de agua, deben levantarse las restricciones, porque hay una correlación entre el consumo de agua y la limpieza, por una parte, y entre la limpieza y la incidencia de enfermedades, por la otra. Sin restricciones, el consumo de agua puede acercarse a 100 litros por persona y por día.

Investigación y selección de fuentes

Debe practicarse una búsqueda minuciosa de todas las posibles fuentes de agua a una distancia razonable del campamento. No es posible exagerar la importancia de una investigación y una encuesta sanitaria sobre las fuentes disponibles; las operaciones de tratamiento adoptadas en situaciones de urgencia son, en el mejor de los casos, únicamente improvisaciones de los métodos clásicos de purificación del agua, y evidentemente tiene una importancia máxima la selección de las fuentes que se encuentren menos expuestas a la contaminación.

En los párrafos siguientes se examinan las posibles fuentes de agua:

---

[1] Véase *Normas internacionales para el agua potable*, 2ª ed., Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1964.

1. Sistemas municipales

Si el desastre ha afectado el sistema de abastecimiento de agua de una ciudad o poblado, en primer lugar debe restablecerse el funcionamiento de ese sistema.[3] Tan pronto como sea factible deben repararse las cañerías principales y los ramales averiados. Con frecuencia es posible aislar una sección dañada cerrando determinadas válvulas y restablecer el servicio de agua en la mayor parte del sistema de distribución. Se han descubierto nuevos procedimientos para acoplar rápidamente tuberías y repararlas con materiales plásticos, lo que puede efectuarse en los plazos más cortos posibles. No obstante, ese trabajo exige que las autoridades de los servicios de agua hayan hecho previamente planes para obtener el equipo y los suministros necesarios y adiestrar técnicos en trabajos de urgencia. Son indispensables como medidas preparatorias el mantenimiento de buenos registros y mapas, el funcionamiento adecuado del sistema y el almacenamiento de piezas de recambio. En el Anexo 7 figura un cuestionario que puede servir a los superintendentes de los sistemas de abastecimiento de agua para determinar hasta qué punto está bien preparada su instalación si se plantea una situación de urgencia.

Cuando sobrevienen desastres, debe elevarse la presión del agua y aumentarse la concentración de cloro a fin de proteger el sistema de distribución contra el agua contaminada que pueda entrar en las tuberías, especialmente después de inundaciones. Si se inundan la central de tratamiento de agua o las estaciones de bombeo, debe extraerse por medio de bombas el agua de las crecidas y limpiarse y desinfectarse los pisos y el equipo. Después de toda reparación en el sistema de distribución, las cañerías principales reparadas deben ser limpiadas con chorros de agua y desinfectadas con una solución de 50 mg de cloro por litro que se dejará durante 24 horas, después de lo cual se vacía la cañería principal y vuelve a limpiarse con chorros de agua potable. Si es urgente la demanda de agua, o si no puede aislarse la tubería principal, puede aumentarse la concentración de la solución desinfectante hasta 100 mg/litro y reducir el período de contacto a una hora. Al terminar las operaciones de desinfección, pero antes de volver a poner en servicio la tubería principal, deben tomarse muestras de agua para practicar análisis bacteriológicos y determinaciones de residuos de cloro. En el Anexo 8 se ofrece información más detallada sobre la desinfección de las tuberías de agua principales (cañerías maestras).

Cuando una instalación de tratamiento de agua, una estación de bombeo o un sistema de distribución se encuentra averiado tan gravemente que no puede volver a ponerse en funciones durante algún tiempo, deben emplearse otros métodos, que se describen en los párrafos siguientes.

[3] Health Canada, Department of National Health and Welfare (1983) *Emergency water services and environmental sanitation*, Ottawa.

2. Sistemas privados

Con frecuencia se encuentran algunos sistemas privados de abastecimiento de agua en las cercanías de una colectividad asolada por un desastre. Esos sistemas pueden pertenecer a lecherías, cervecerías, fábricas de elaboración de alimentos y bebidas, y otros establecimientos industriales o agrícolas. La fuente de abastecimiento suele ser un pozo profundo o una instalación de tratamiento privada. El agua procedente de esas fuentes, con la cloración adecuada que se necesite, puede conectarse a un sistema de distribución o transportarse a los sitios de consumo. Habitualmente los propietarios están dispuestos a colaborar y nunca debe pasarse por alto la posibilidad de utilizar esos abastecimientos cuando se investiguen las fuentes de agua que existan en una región.

3. Manantiales y pozos

A menudo puede encontrarse agua subterránea en las cercanías de una zona de desastre. Esa agua está menos sujeta a grandes contaminaciones que las aguas superficiales. El agua subterránea procedente de acuíferos profundos (como la que se obtiene de pozos profundos y de ciertos manantiales) estará exenta de contaminación si se han adoptado algunas medidas sencillas de protección. El agua subterránea tiene además la gran ventaja de ser límpida y algunas veces de no necesitar otro tratamiento que la desinfección. Es más sencillo aprovechar los manantiales, pues no se necesita bombear para llevar el agua a la superficie.

Cuando se utilizan los manantiales como fuente de abastecimiento de agua para una zona de desastre, debe prestarse cuidadosa atención a las formaciones geológicas. La piedra caliza y ciertas rocas fácilmente pueden tener orificios y fisuras, especialmente después de un terremoto, que faciliten la contaminación del agua subterránea. También los manantiales están expuestos a la contaminación por aguas de crecidas. Por tanto, se necesitan una localización adecuada y estructuras de protección bien construidas para conservar la calidad del agua subterránea.

En un tiempo corto puede lograrse el aprovechamiento y la protección de manantiales y pozos, siempre que se disponga de materiales de construcción, herramientas y trabajadores diestros. Es posible, según las condiciones geológicas de la región, abrir diferentes tipos de pozos — por excavación, taladro, perforación y barreno, simple o de chorro — para obtener una fuente segura de agua que pueda utilizarse también en la etapa de rehabilitación.

Es sumamente importante una exploración sanitaria de la zona que rodea un pozo o un manantial. Esa exploración, que debe practicar un experto profesional en higiene del medio, habrá de proporcionar datos acer-

ca de fuentes de contaminación, estructuras geológicas (en especial respecto de las capas superficiales y las formaciones rocosas), calidad y cantidad del agua subterránea, dirección de las corientes, etc.

El pozo debe estar a una distancia mínima de 30 m de toda fuente posible de contaminación, y a una altura mayor que la de todas esas fuentes. La porción superior del pozo debe estar protegida por un revestimiento externo impermeable que se extienda como mínimo a 3 m por debajo y 30 cm por encima del nivel del suelo. El revestimiento debe estar rodeado de una plataforma de hormigón armado de 1 m de anchura como mínimo que tenga un declive para que el agua escurra fuera del pozo; éste debe conectarse con un desagüe que aleje el agua derramada. La abertura correspondiente a las tuberías de bajada debe estar cerrada herméticamente para impedir que entre agua del exterior al pozo. El borde de los registros debe sobresalir un mínimo de 8 cm por encima de la superficie circundante, y la cubierta del registro debe rebasar ese borde.

Hay que desinfectar el pozo inmediatamente después de su construcción o reparación. Primero hay que lavar y restregar el revestimiento con una solución clorada concentrada que contenga 100 mg de cloro por litro. Se añade luego una solución más fuerte para obtener una concentración de 50-100 mg/litro en el agua almacenada en el pozo. Después de agitarla bastante, se deja reposar el agua del pozo durante 12 horas por lo menos y finalmente se extrae por bombeo. Se deja entonces que vuelva a llenarse el pozo. Cuando el cloro residual del agua desciende a menos de 1 mg/litro, puede utilizarse el agua.

La mayor parte de lo que se ha indicado anteriormente se aplica también a la localización y protección de manantiales. Pueden agregarse los puntos siguientes:

1) La instalación para tomas de agua debe construirse de tal manera que se impida la entrada de la luz.

2) El rebosadero debe estar situado de tal manera que impida la entrada de agua de la superficie cuando llueva intensamente.

3) La cubierta y la puerta del registro deben estar cerradas con llave.

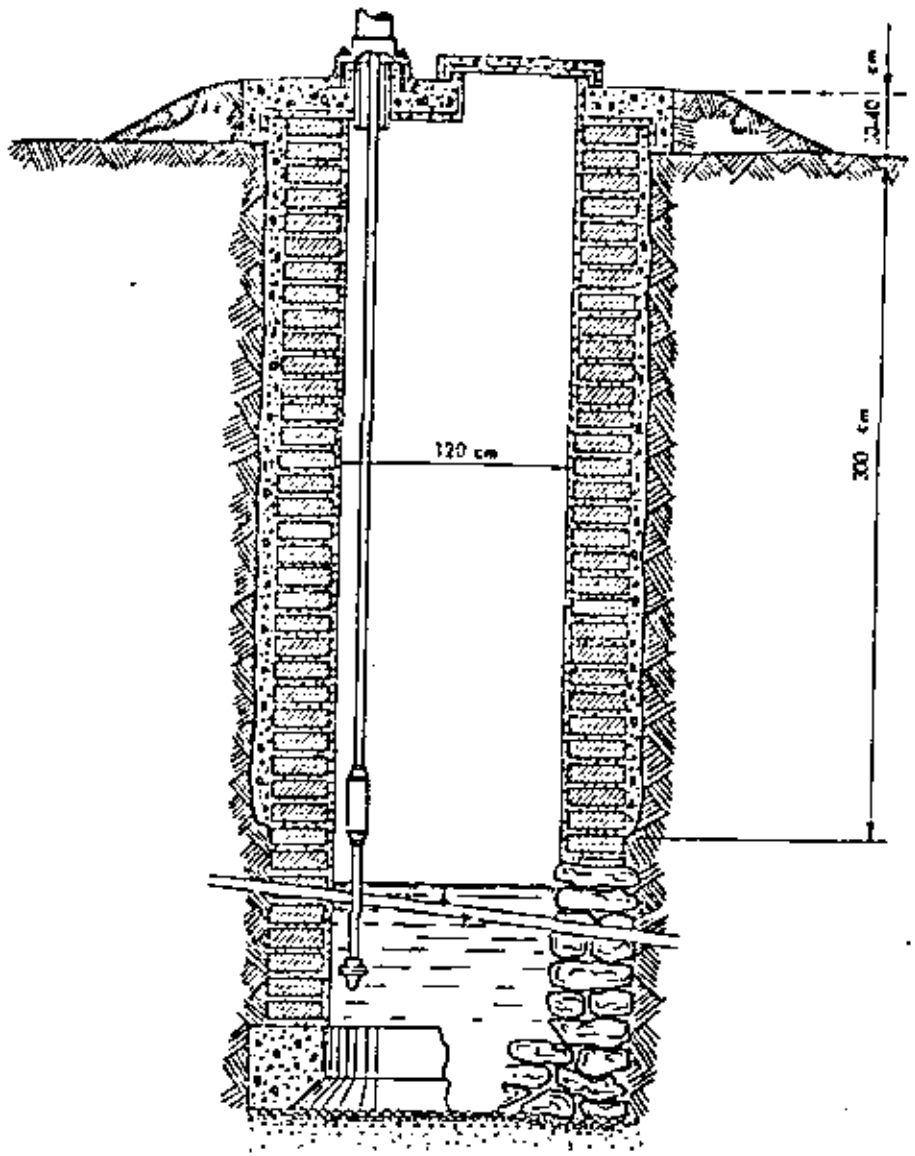
4) Antes de utilizar el agua, debe desinfectarse la cámara de extracción con una solución de cloro.

5) Debe cercarse la zona dentro de un radio de 50 m alrededor del manantial para impedir las contaminaciones de la superficie del suelo.

En una monografía publicada por la OMS en 1959 [3] se ofrece información detallada sobre el establecimiento y la protección de abastecimientos de agua. De esa obra se han tomado las figuras 5 a 10 para ilustrar las medidas de protección de pozos y manantiales.

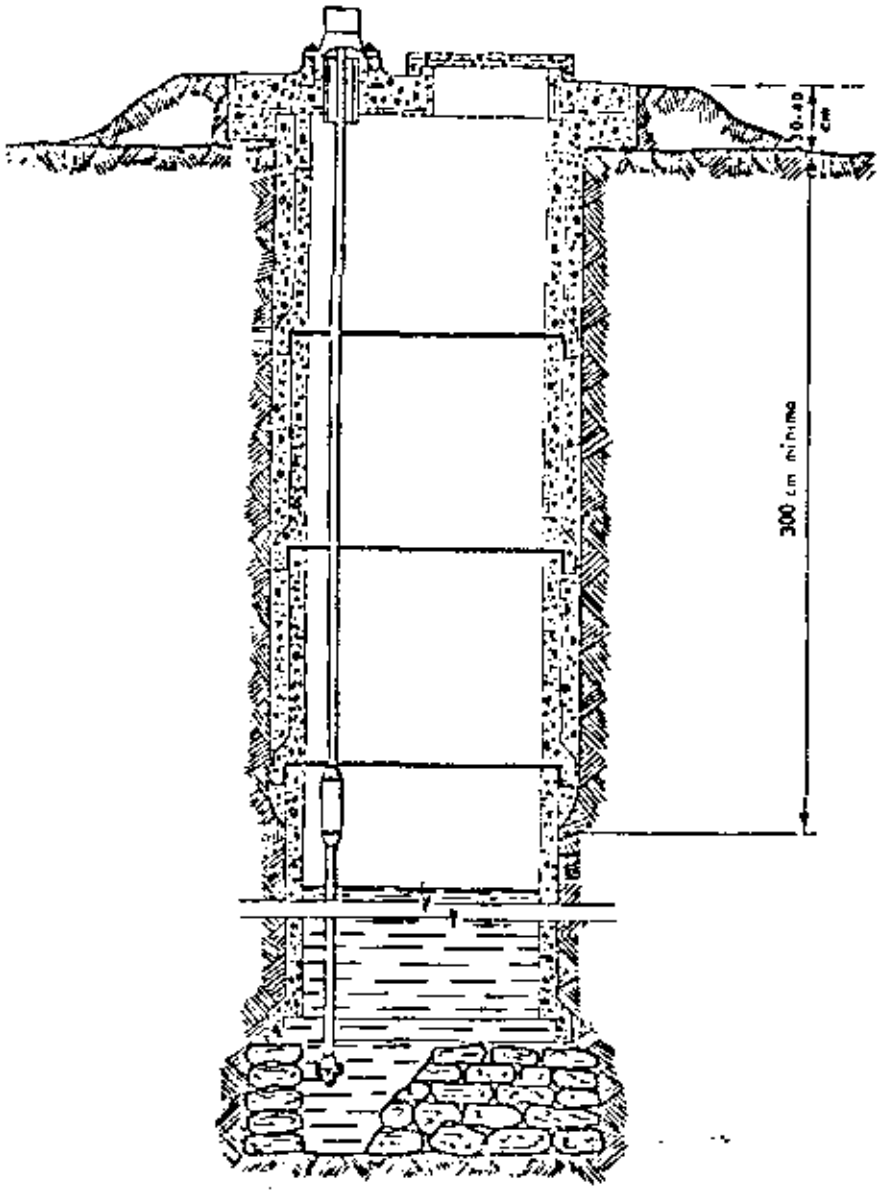
[3] Wagner, E. G. y Lanoix, J. N. (1961) *Abastecimiento de agua en las zonas rurales y en las pequeñas comunidad* obra (*Organización Mundial de la Salud; Serie de Monografías*, Nº 42).

FIG. 5. POZO ORDINARIO CON ENTUBADO PROTECTOR Y PLATAFORMA



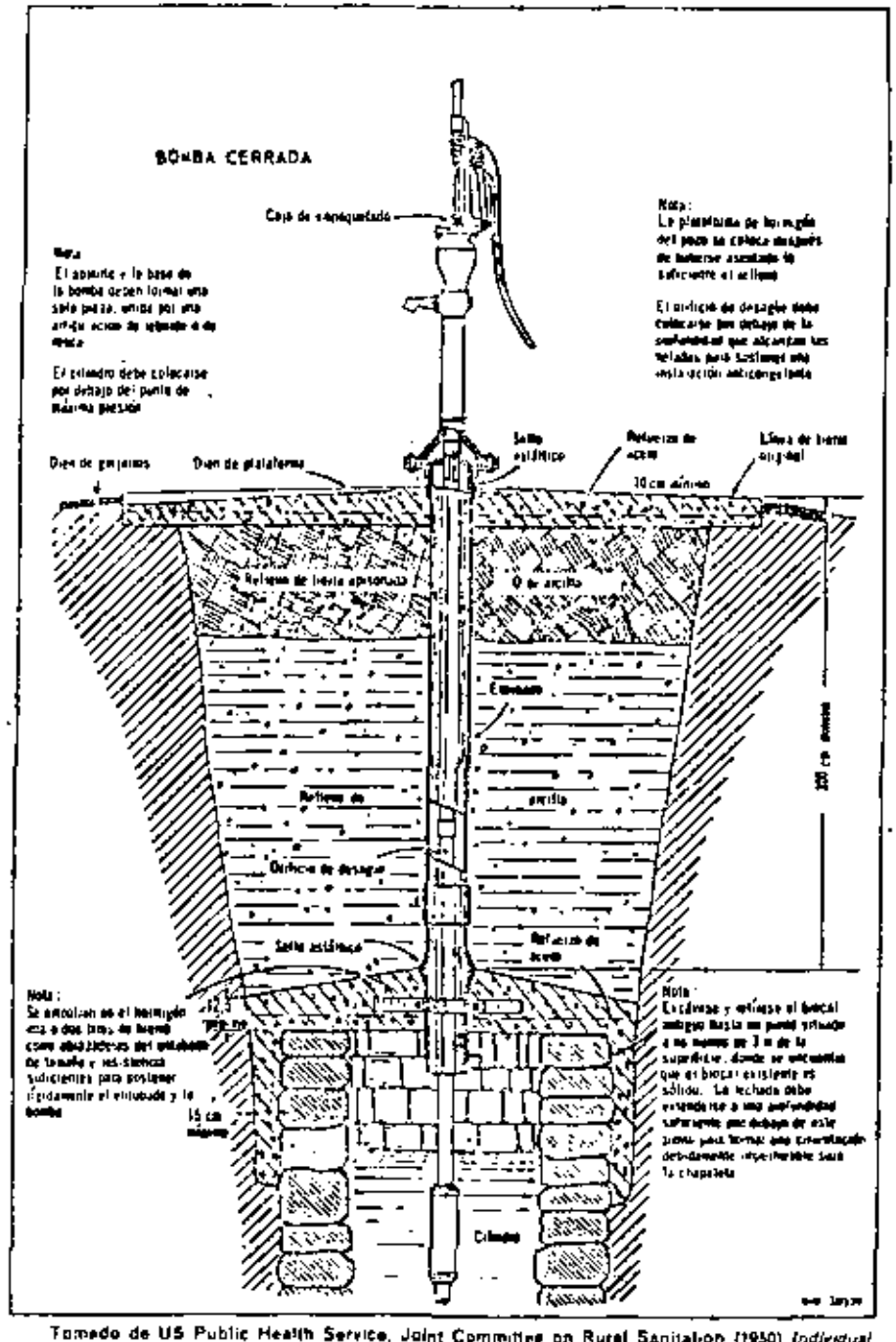
Esta figura muestra un pozo ordinario y una cubierta exterior protectora de hormigón armado. En el fondo del pozo hay dos clases diferentes de construcción: una, construida con piedras redondas que forman un muro de filtración, y la otra, una zapata de hormigón armado. Las piedras deben colocarse después de haber excavado completamente el pozo y sólo son prácticas en zonas de arena gruesa y grava. La zapata de concreto se emplea en los lugares donde el entubado se hu[illegible] en[illegible]me avanza la excavación, y suele ser más práctico en arena fina. En el fondo de este p[illegible] se[illegible]hatruirse un filtro lento de arena, protector.

FIG 6. POZO ORDINARIO REVESTIDO CON BLOQUES DE HORMIGON O DE ARCILLA



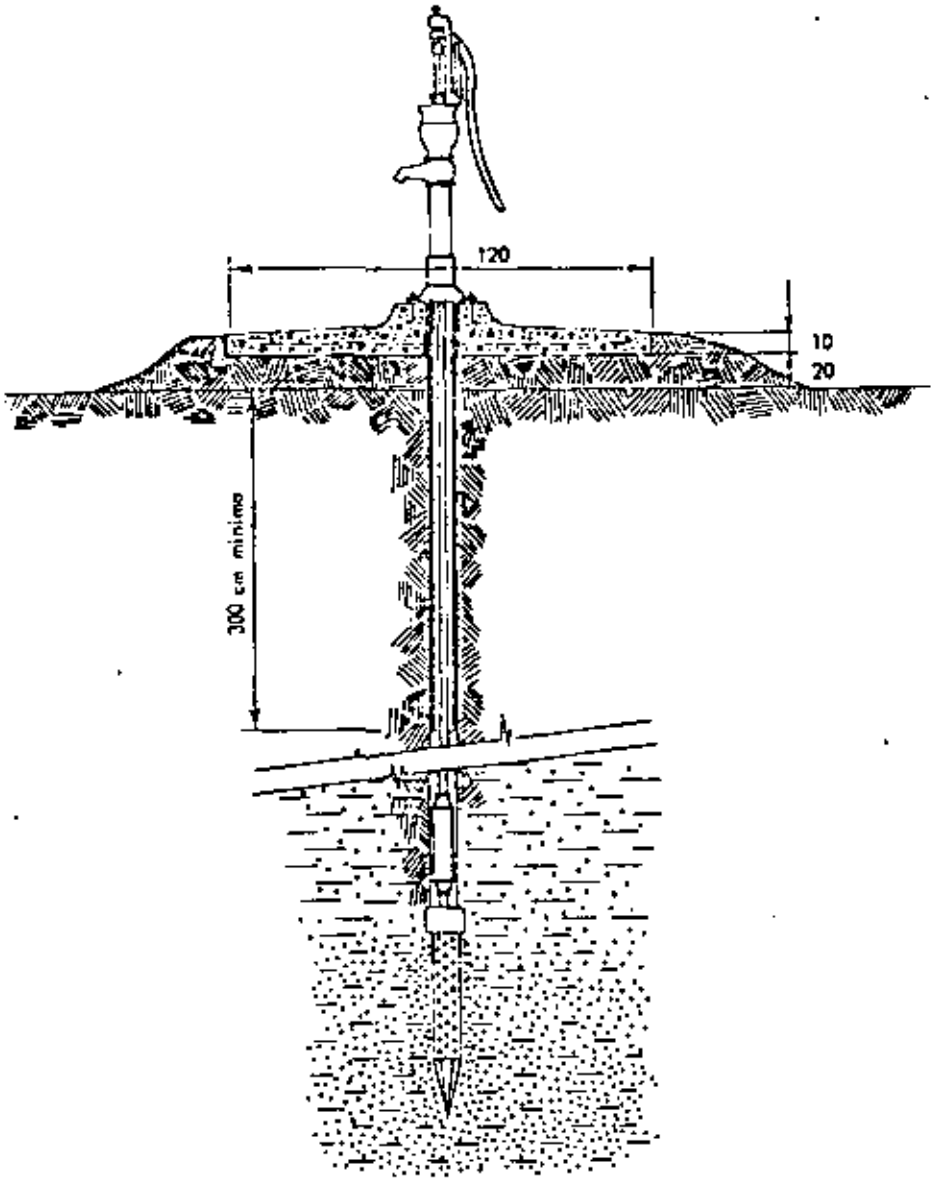
Con bloques de hormigón o arcilla puede hacerse un entubado excelente y su colocación es rápida y fácil dentro del pozo mediante un armazón sencillo en forma de A u otra estructura provisional para bajar los bloques al interior del pozo. Obsérvese la capa protectora externa de hormigón que se extiende hacia abajo hasta 3 m (10 pies) por lo menos para asegurar la impermeabilidad de las paredes superiores.

FIG. 7. POZO RECONSTRUIDO CON LOSA ENTERRADA



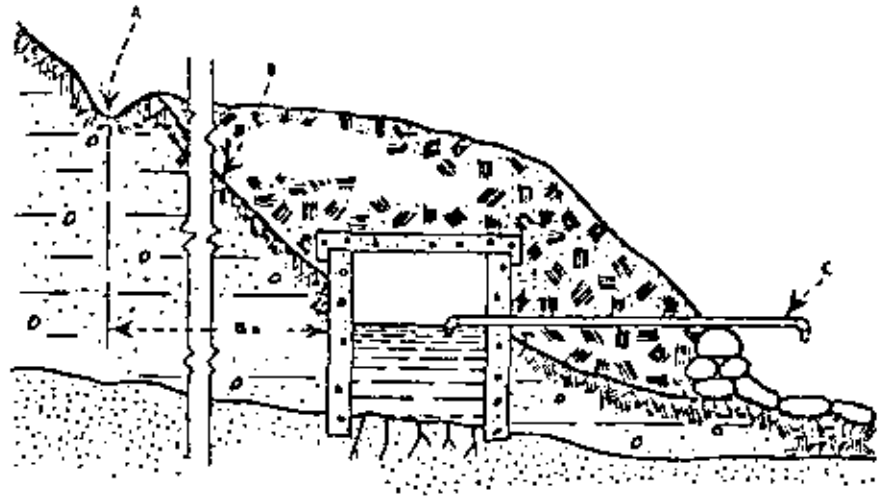
Tomado de US Public Health Service, Joint Committee on Rural Sanitation (1950) *Individual water supply systems*, Washington, pág. 25.

FIG 8. POZO HINCADO CON TUBERIA, CILINDRO Y PLATAFORMA DE PROTECCION



En sectores con arena relativamente gruesa, los pozos hincados pueden ser un medio excelente y muy económico de obtener agua. Pueden perforarse rápidamente y ponerse en funcionamiento en poco tiempo. Con técnica adecuada, este pozo puede mejorarse para aumentar su capacidad. Obsérvese el revestimiento impermeable que desciende hasta un mínimo de 3 m por debajo de la superficie del suelo.

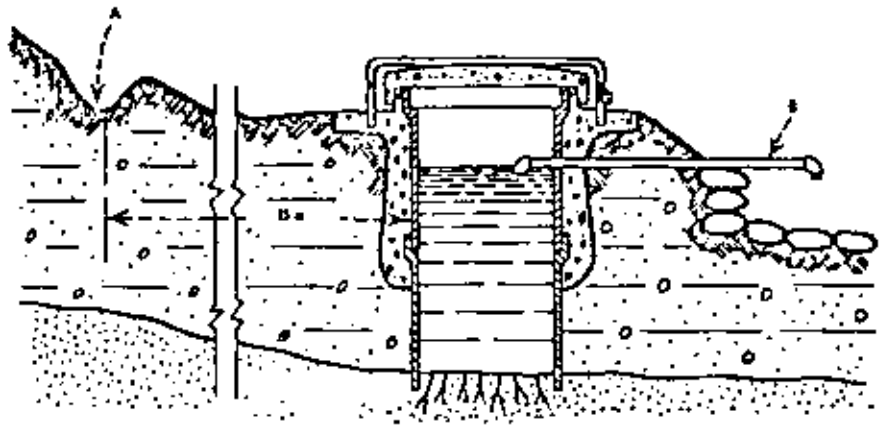
FIG. 9. MANANTIAL PROTEGIDO DEBIDAMENTE (I)



A = Zanja protectora de drenaje para mantener a buena distancia del manantial las aguas de desagüe
B = Vertiente original y línea de la superficie
C = Tubería cubierta de salida: puede descargar libremente el agua o llevarla entubada hasta una aldea o residencia

Los manantiales pueden ser fuentes económicas de agua pura. Deben buscarse cuidadosamente signos de afloramiento de aguas subterráneas. Los manantiales que pueden entubarse y llegar al usuario por gravedad ofrecen una solución excelente. Las variaciones de precipitación pluvial pueden influir sobre el rendimiento, por lo que debe verificarse el gasto propio sin agua pluvial.

FIG. 10. MANANTIAL PROTEGIDO DEBIDAMENTE (II)



A = Zanja protectora de drenaje para mantener a buena distancia del manantial las aguas de desagüe
B = Tubería cubierta de salida: para descargar libremente el agua o llevarla entubada hasta la aldea o residencia

4. Aguas superficiales

Unicamente en último recurso se utilizarán aguas superficiales como fuente de abastecimiento. Deben evitarse las aguas malolientes, muy coloreadas o sumamente contaminadas. El agua procedente de fuentes superficiales debe desinfectarse y, si es posible, tratarse para eliminar de ella turbidez, color e impurezas. Si no se dispone del equipo habitual de purificación, es necesario improvisar. Antes del tratamiento, puede reducirse la turbidez y la cantidad de bacterias en el agua mediante una galería de infiltración o varias bombas de extracción conectadas a un tubo múltiple, situado en la orilla de un curso de agua. Deben adoptarse medidas para proteger la cuenca de alimentación contra contaminaciones de animales y personas. Como generalmente es difícil la aplicación de reglamentos de control, el punto de entrada del abastecimiento de agua debe estar situado por encima de todo afluente que lleve agua fuertemente contaminada. La toma de agua de la bomba debe cubrirse con rejilla de alambre y colocarse de tal manera que no reciba lodo del lecho del curso de agua ni detritos flotantes. El aditamento puede ser extremadamente sencillo, como un tonel perforado y fijado a la mitad de la corriente.

Tratamiento

Debe improvisarse el tratamiento según los materiales y equipo disponibles y la impureza del agua. Este tratamiento puede adoptar diversas formas:

1. Desinfección

La desinfección tiene por objeto destruir organismos patógenos y, de esta manera, prevenir enfermedades transmitidas por el agua. Puede lograrse la desinfección del agua por ebullición o tratamiento químico. Los desinfectantes más comunes son el cloro y los compuestos que desprenden cloro. Habitualmente se encuentran los compuestos clorados para desinfectar el agua en tres formas:

1) Cal clorada o cloruro de cal, que cuando es reciente tiene 25 % en peso de cloro utilizable. Este es un compuesto inestable que pierde su cloro con bastante rapidez, especialmente cuando se almacena en lugares húmedos y calientes. Debe comprobarse siempre su actividad antes de emplearlo.

2) El hipoclorito de calcio, compuesto más estable que se vende bajo diversas marcas registradas. Este compuesto contiene 70 % en peso de cloro utilizable. Si se almacena debidamente en recipientes herméticos y en un lugar oscuro y fresco, conserva su contenido de cloro durante un período considerable.

3) Hipoclorito de sodio, que suele venderse en forma de solución a una concentración de 5 %, aproximadamente, bajo diversas marcas registradas. Su uso como desinfectante del agua se limita a pequeñas cantidades en circunstancias especiales.

También pueden emplearse tabletas de cloro y de yodo, o bien hervirse el agua, pero el empleo de esos procedimientos se limita a pequeñas cantidades de agua destinadas exclusivamente a beberse. Para desinfectar el agua en casos de urgencia existen asimismo otros productos que se encuentran fácilmente, como la solución de Lugol (I_2 útil, 5 %), tintura de yodo (I_2 útil, 2 %) y algunos otros compuestos de yodo.

Los principales factores que afectan a la cloración son los siguientes:

1) Demanda de cloro. Parte del cloro añadido al agua reacciona con la materia orgánica y otras sustancias reductoras y se pierde para fines de desinfección; esta « demanda de cloro » puede determinarse experimentalmente. Debe añadirse un « cloro residual » para desinfección en exceso de la demanda a fin de asegurar que se dispone de la concentración especificada. Es decir, el cloro necesario para la desinfección es la suma de la « demanda de cloro » y el « cloro residual ».

2) Tiempo de contacto y concentración. Se necesita una mezcla adecuada y un tiempo de contacto para producir la desinfección máxima. En términos generales, cuanto más alta es la concentración más corto es el tiempo necesario para la desinfección. Con dosis ordinarias de cloro, debe mantenerse un tiempo de contacto mínimo de 30 minutos.

3) Temperatura. La eficacia del cloro se reduce conforme disminuye la temperatura del agua.

4) Concentración de iones hidrógeno. El poder desinfectante del cloro se reduce conforme aumenta el pH del agua.

5) Cloro residual libre. A la misma concentración, el cloro residual libre es un desinfectante más eficaz que el cloro residual combinado.

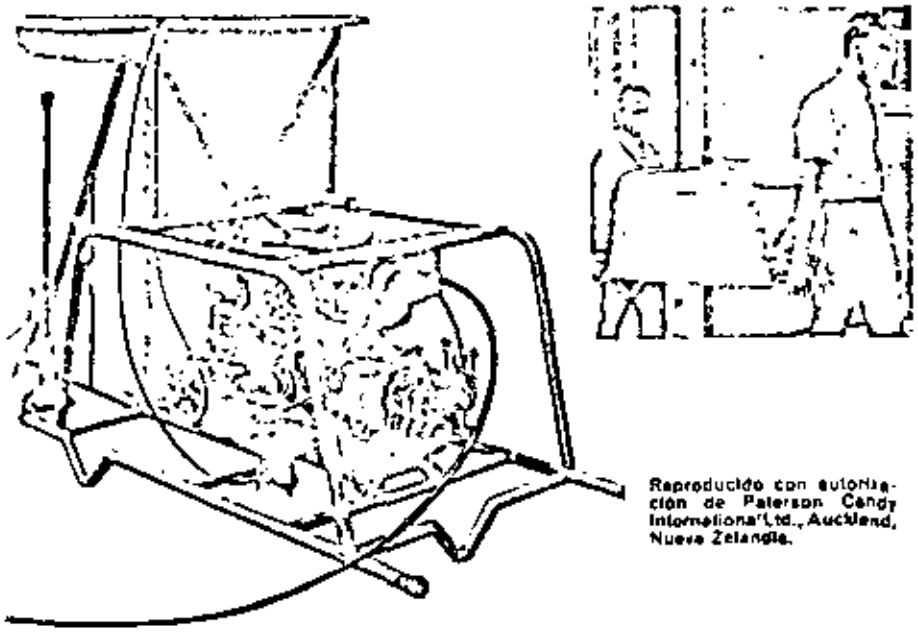
Los procedimientos de cloración son:

1) *Cloradores de gas.* Estos aparatos extraen el cloro en forma de gas de un cilindro que contiene cloro líquido, lo mezclan en agua y lo inyectan en el tubo de abasto. Los cloradores de gas móviles sirven para uso en campaña.

2) *Hipocloradores.* Son menos pesados que los cloradores de gas y más adaptables a la desinfección de urgencia. En general, emplean una solución de hipoclorito de calcio o de cal clorada en agua y la descargan dentro de una tubería o depósito de agua. Pueden hacerse funcionar por medio de motores eléctricos o de gasolina y su rendimiento puede adaptarse (véase la figura 11).

Los hipocloradores son pequeños y fáciles de instalar. Suelen constar de una bomba de diafragma y accesorios normalizados, entre ellos uno o más tanques para solución revestidos de caucho, y un juego de prueba para determinar el cloro residual. La concentración habitual de la solución es de 0,1 % y rara vez sube por encima de 0,5 %.

FIG. 11. APARATO PORTATIL DE CLORACION



Reproducido con autorización de Paterson Candy International Ltd., Auckland, Nueva Zelandia.

La improvisación es una necesidad inevitable durante las operaciones posteriores a un desastre. A continuación se describe un aparato improvisado que se utilizó en Yugoslavia.[1]

Esencialmente, el aparato de cloración consta de un balancín fijado a un armazón de madera. Del brazo largo del balancín cuelga un recipiente para la solución de cloro, y del brazo corto un regulador que rige la entrada de la solución por presión sobre el tubo de goma de alimentación; del brazo corto cuelga también un saco de arena para equilibrar el recipiente del brazo largo. El balancín está además provisto de dos tubos de goma, uno que vierte la solución de cloro en el recipiente y otro que la extrae por acción de sifón del recipiente y la dirige al punto de salida. La descarga se regula cambiando la altura del tubo de salida, que está fijado a un soporte corredizo por fuera del armazón. Puede ajustarse manualmente a la dosis de cloro estipulada (Fig. 12).

El armazón de madera tiene 55 a 60 cm de longitud y 35 cm de altura. Para asegurar la estabilidad, la plancha de base tiene 20 cm de ancho. El resto del armazón puede hacerse con tablas de 10 cm de anchura. El brazo corto del regulador de entrada y el contrapeso tiene 15 cm de longitud, mientras que el brazo largo que sostiene el recipiente es de 25 cm de longitud. Una pieza de madera de bordes afilados sirve como regulador de entrada al oprimirla contra el tubo de goma.

La solución de cloro se guarda en recipientes de diversos tipos, generalmente en barriles. Para completar el aparato improvisado, se fija un flotador (por ejemplo, una bombilla eléctrica fundida o una pieza de madera) en el extremo sumergido del tubo de goma para asegurar que la solución de cloro extraída es pura y que no contiene sedimento de hipoclorito cálcico.

[1] G[illegible] A. (1964) *Zdrav. nov. (Zagreb)*, 17, 72.

El aparato de cloración funciona equilibrando la salida y la entrada de la solución. Se adapta el aparato de tal manera que el regulador de salida deje pasar únicamente cierta cantidad de gotas. Cuando el número de gotas descargado en el abastecimiento de agua es igual al número de gotas que entra en el recipiente, se establece el equilibrio. Una vez que el recipiente está lleno, todo suministro adicional de solución aumenta su peso y rompe el equilibrio; el regulador se oprime contra el tubo de alimentación, y el suministro se interrumpe hasta que se establece el equilibrio. El aparato de cloración comienza a funcionar bajando el soporte del tubo de salida hasta que se establece el rendimiento, cuando se ajusta a la altura adecuada que permite salir la cantidad necesaria de solución. El aparato se detiene cuando hay alguna obstrucción.

El uso de este tipo de clorador ha demostrado que tiene las ventajas siguientes:

1) Economía y rapidez de construcción (2 a 3 horas de trabajo de un obrero semicalificado, 4 tablas cortas, un pedazo de madera contrachapada, 1 ½-2 m de tubo de goma, un recipiente a prueba de corrosión y unos cuantos clavos).

2) El aparato es de manejo sencillo y fácil de instalar en cualquier parte.

3) El empleo del desinfectante más fácil de obtener (polvo de hipoclorito de calcio) reduce los costos de funcionamiento.

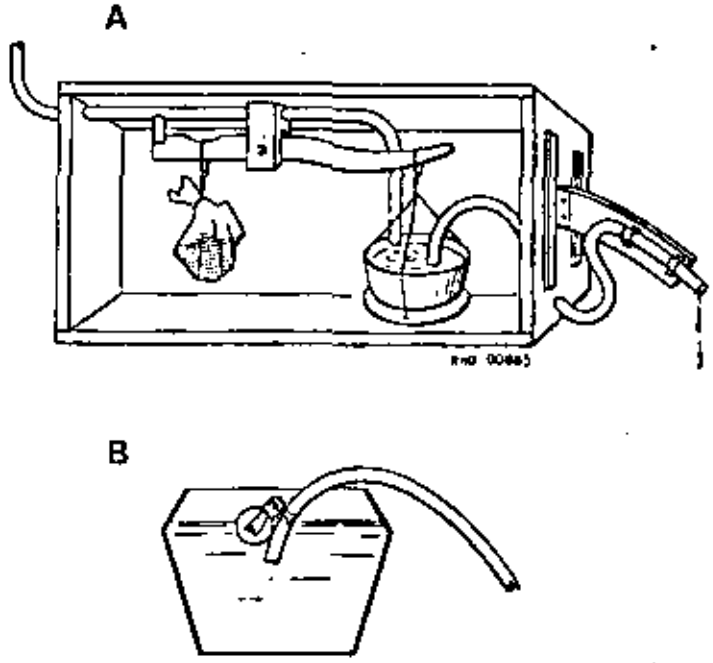
4) El aparato puede adaptarse para uso en pequeños abastos de agua por gravedad, con un rendimiento de 3 a 10 litros por segundo (en circunstancias en que no son adecuados los aparatos de cloración caros).

5) El aparato no es voluminoso ni ocupa mucho espacio.

6) El aparato es a prueba de corrosión.

7) No se registran obstrucciones.

FIG. 12. APARATO DE CLORACION IMPROVISADO



Tomado de Gjorgov, A. (1964) *Zdrav. nov. (Zagreb)*, 17, 74.

3) *El procedimiento intermitente.* Cuando no hay aparatos de cloración, se desinfecta el agua por el procedimiento intermitente que suele emplearse más frecuentemente en casos de urgencia y que consiste en aplicar un volumen predeterminado de solución de cloro de concentración conocida a un volumen fijo de agua por medio de algún procedimiento de gravedad. La solución de carga no debe tener una concentración superior a 0,65 % de cloro por peso, que es aproximadamente el límite de solubilidad de cloro a temperaturas ordinarias. Por ejemplo, 10 g de hipoclorito de calcio ordinario (concentración, 25 %) disuelto en 5 litros de agua da una solución primaria de 500 mg/litro. Con objeto de desinfectar agua para bebida, se añade un volumen de la solución primaria a 100 volúmenes de agua, a fin de obtener una concentración de 5 mg/litro. Si después de 30 minutos de contacto el cloro residual excede de 0,5 mg/litro, puede reducirse la dosis señalada.

Después de transcurrido el periodo de contacto necesario, puede eliminarse el exceso de cloro para mejorar el sabor por medio de productos químicos como el bióxido de azufre, el carbón activado o el tiosulfato de sodio. Los dos primeros son adecuados para instalaciones permanentes, mientras que el tiosulfato de sodio es más propio para utilizarse en la cloración de urgencia. Una tableta con 0,5 g de tiosulfato de sodio anhidro puede eliminar 1 mg/litro de cloro de 500 litros de agua.

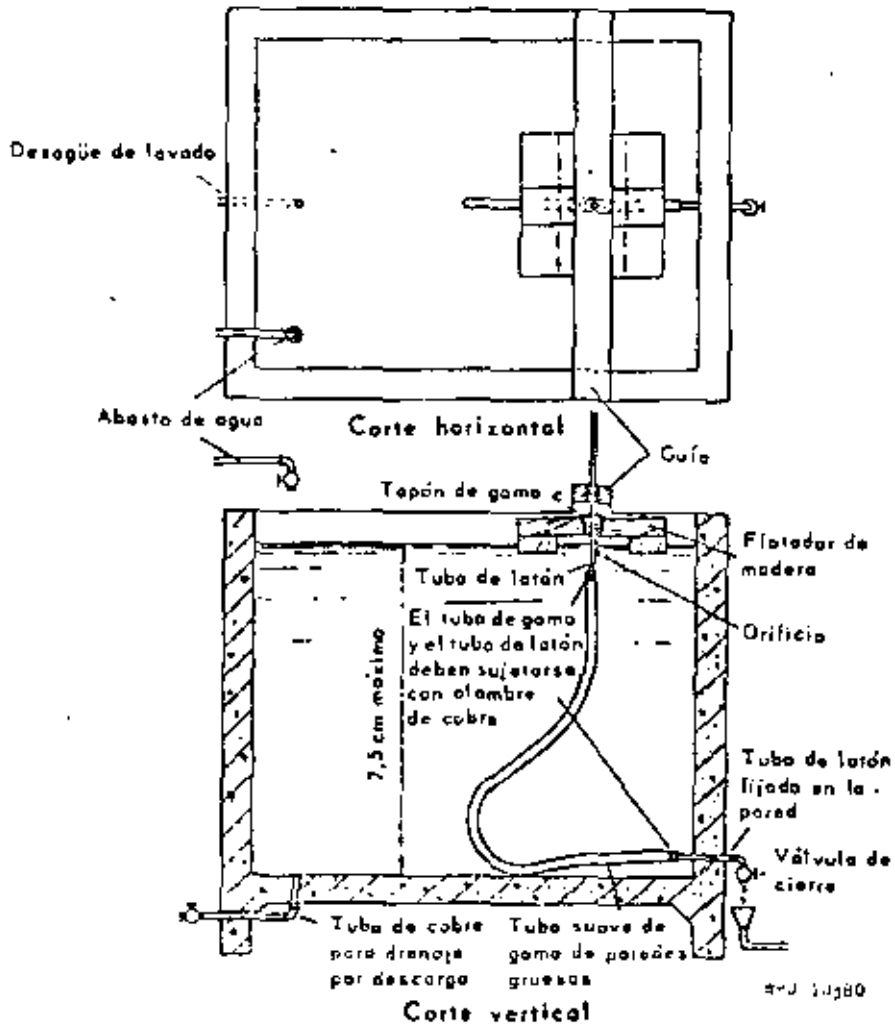
En las figuras 13 y 14 se presentan dos tipos de aparato que pueden utilizarse para aplicar soluciones primarias. El primero es un aparato sencillo pero seguro para descargar una solución de cloro mezclada para desinfección intermitente en un aljibe, un canal abierto, un pozo, etc. Cuando se utiliza el aparato conjuntamente con un depósito de sello de agua y válvula de flotación, puede descargarse la solución dentro del sector de succión de una bomba. Cuando el nivel del líquido en depósito de cierre hidráulico está por encima del gradiente hidráulico, puede introducirse la solución primaria dentro de un conducto cerrado. El flotador de madera mantiene una carga de agua constante en el orificio, que puede hacerse de tamaño suficientemente grande para impedir obstrucciones. Si el aparato que presenta la figura 14 se construye cuidadosamente con depósitos y barriles revestidos de asfalto o algún otro material resistente a la corrosión, puede constituir un medio semipermanente de aplicar solución primaria de cloro.

En el Sudán se ha fabricado otro aparato sencillo para aplicar solución de cloro para agua.[1] Se trata de un depósito de gasolina, de material plástico, invertido, con un orificio perforado en la base (Fig. 15).

El flotador se hace con material ligero de empaque. Para extraer la solución del depósito se emplea un tubo de vidrio en T, y la rama vertical de la T se aguza por el calor para reducir el diámetro de la abertura terminal. Se ensayan varios tubos en T de diferentes aperturas para determinar el gasto de descarga. Se ajusta la concentración de la solución de manera tal que rinda la cantidad necesaria de cloro.

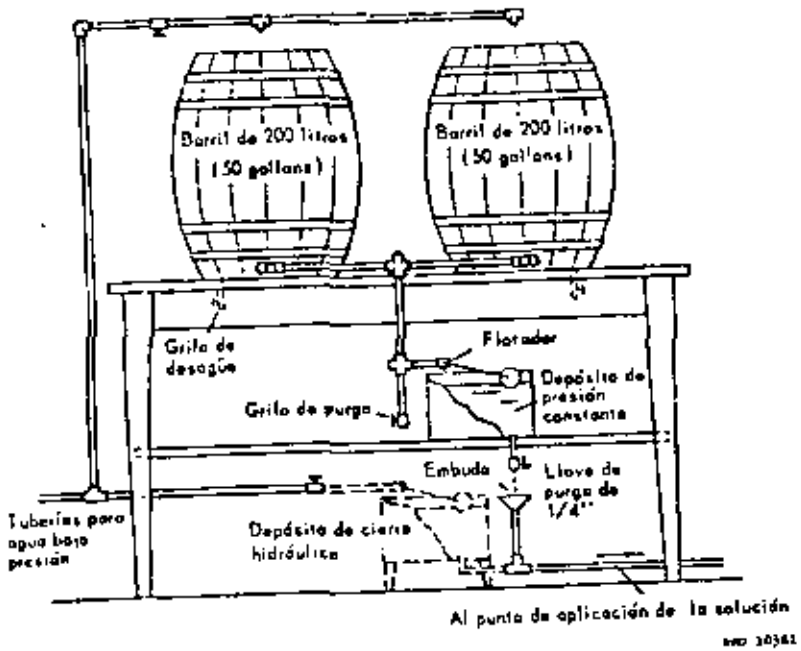
[1] Grombach, H. E. (1966) *Study on rural water treatment plants in the Sudan Gezira*, Ginebra (informe inédito de la OMS)

FIG. 13. EQUIPO PARA DISTRIBUIR SOLUCION DE HIPOCLORITO



Tomado de Bulletin Nº 21, New York State Department of Health, USA.
Nota: Puede sustituirse por material plástico el de latón.

FIG. 14. APARATO PARA HIPOCLORACION



No se necesitan el depósito de cierre hidráulico ni la tubería de conexión cuando se vierte la solución en un canal abierto, un pozo de bombeo, etc., pero deben emplearse cuando se vierte la solución en el sector de succión de la bomba.

Para este aparato se necesitan los materiales siguientes:

Clorador:

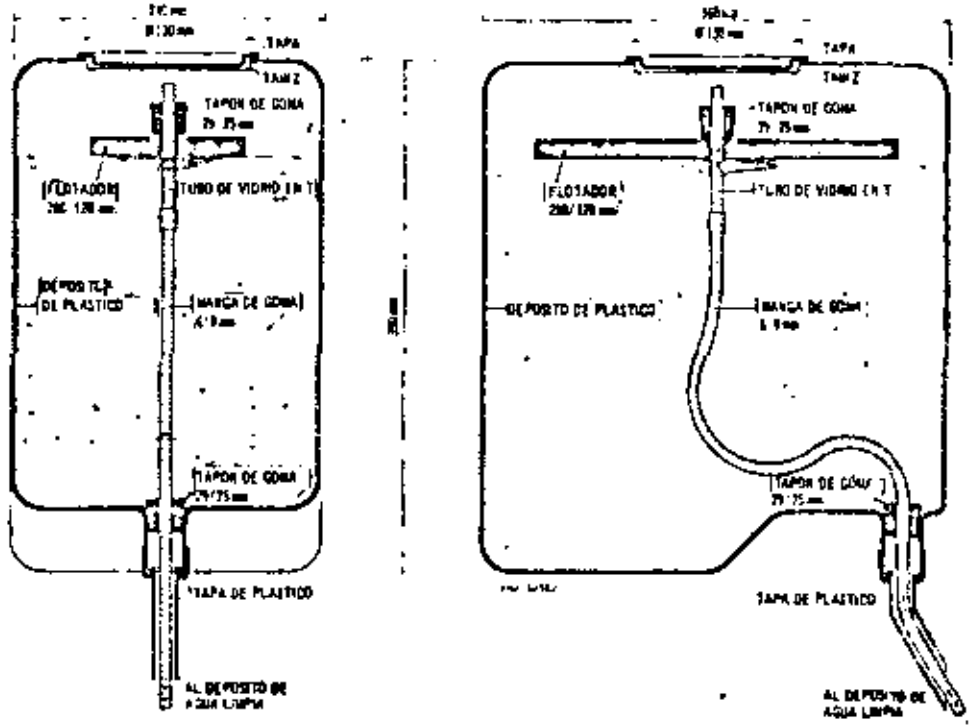
1 depósito de gasolina de material plástico de 25 litros
1 flotador de espuma plástica (28 × 12 × 1,2 cm)
3 tubos de vidrio en T, de 7 mm de diámetro exterior, con sus ramas verticales aguzadas para obtener distintas aperturas
3 tapones de goma, de 25-29 mm de diámetro
1 tubo de goma, de 9 mm de diámetro exterior, 6 mm de diámetro interior, 120 cm de longitud, extremadamente flexible

Materiales auxiliares:

1 embudo de plástico
1 taza para medir
1 tubo de plástico, de 12 mm de diámetro exterior, 9 mm de diámetro interior, de longitud variable según se necesite (aproximadamente 10 m)
2 baldes de plástico de 5 litros para preparar soluciones de cloro

4) *Cloración continua.* Este procedimiento, conforme al cual se sumergen en agua recipientes porosos de hipoclorito de calcio o de cloruro de cal, se utiliza principalmente para pozos y manantiales, pero también puede aplicarse a otros tipos de abastecimiento de agua. En Bulgaria y en algunos

FIG. 15. CLORADOR DE DEPOSITO DE PLASTICO



otros países se ha empleado con buenos resultados prácticos; a continuación se describe brevemente su aplicación en Bulgaria:[1]

El dispositivo para regular la dosis de cloro activo es un recipiente de loza de barro, cilíndrico, llamado «cartucho dosificador» (Fig. 16). Este cartucho está hecho de tierra de infusorios o de arcilla ordinaria, que son suficientemente permeables para que el cloro activo se filtre a través de esos materiales.

El cartucho se llena completamente con cloruro de cal o hipoclorito humedecidos y se cierra herméticamente con un tapón de goma. Se sumerge en el agua hasta que el cloro activo comienza a rezumar, lo que ocurre después de 12 a 24 horas.

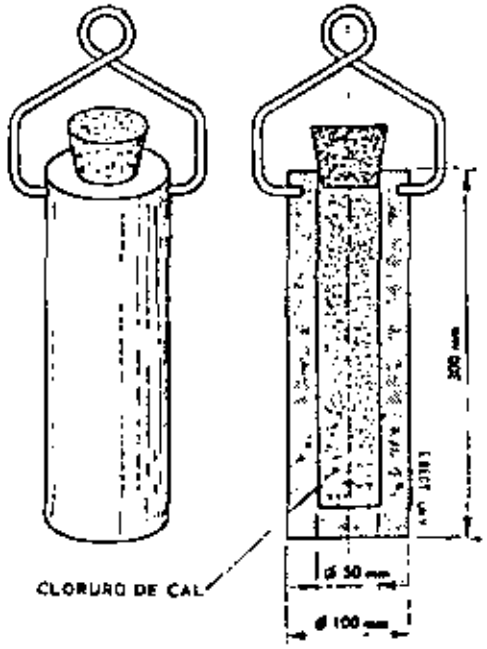
La cantidad de cloro activo que pasa a través del cartucho depende de la concentración del compuesto, la porosidad de las paredes y la superficie del cartucho que se encuentra en contacto con el agua.

El tamaño y el número de cartuchos utilizados deben seleccionarse según las necesidades; para verificar si son adecuados puede determinarse la cantidad de cloro residual. Como la filtración depende de la superficie del cartucho sumergida en el agua, es posible regular la cantidad de cloro emitida subiendo o bajando el cartucho (Fig. 17).

Con suma frecuencia se practica la cloración de urgencia en depósitos. Debe colocarse uno o más cartuchos de tal manera que se asegure la libre salida y la distribución uniforme del cloro en toda el agua que entra en el depósito, lo que puede conseguirse de dos maneras:

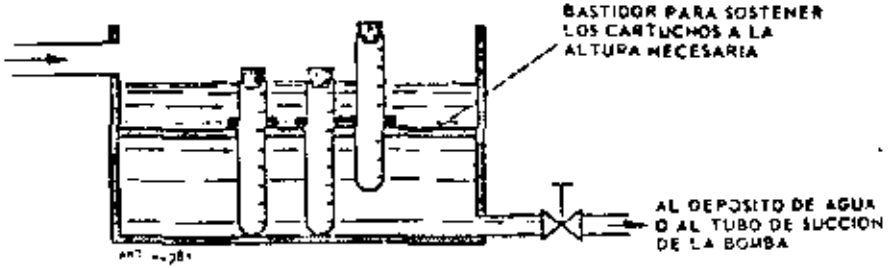
[1] Zitrevkev, M. (1959) *New method of chlorinating drinking water*, Ginebra (informe inédito de la OMS).

FIG. 16. MODELO DE CARTUCHO DOSIFICADOR PARA LA CLORACION DEL AGUA POTABLE



Este cartucho tiene una capacidad de 480 g de cloruro de calcio y una tasa de liberación de cloro activo de 40 mg por hora, aproximadamente.

FIG. 17. RECIPIENTE CON CARTUCHOS DOSIFICADORES PARA CLORACION CONTINUA



1) Se desvía una pequeña cantidad de agua del tubo de entrada hacia un pequeño recipiente en el que los cartuchos se mantienen en posición vertical. Como la cantidad de agua desviada es proporcional a la cantidad que corre por el tubo de entrada, el nivel del agua en el recipiente sube o baja conforme a la cantidad de agua que entra en el depósito, y cubriendo los cartuchos en mayor o menor proporción automáticamente regula el rezumamiento de cloro.

2) Pueden sumergirse los cartuchos en el canal de descarga del depósito a través del cual pasa la cantidad total de agua. Este procedimiento puede aplicarse también a tanques de almacenamiento y torres de elevación de aguas de pequeños sistemas hidráulicos con un gasto hasta de 5 litros por segundo.

En el caso de agua bombeada, el tubo de salida del recipiente que contiene los cartuchos se conecta con el tubo de succión de la bomba. El operador debe sumergir o retirar los cartuchos cuando pone en funcionamiento o para la bomba. En bombas que funcionan automáticamente, la elevación y el descenso de los cartuchos puede hacerse también automáticamente aprovechando el cambio de presión del agua en el tubo de descarga de la bomba para mover un brazo de palanca del que están suspendidos los cartuchos.

La desinfección continua de pozos y manantiales protegidos es especialmente importante en zonas donde el agua subterránea está a menos de 3 m por debajo de la superficie. Los cartuchos dosificadores deben sumergirse en un lugar adecuado para asegurar la desinfección completa de toda el agua extraída de un pozo o manantial.

En el caso de pozos descubiertos, los cartuchos pueden sumergirse dentro del agua. La cantidad y el tamaño de los cartuchos seleccionados, que determinan la cantidad de cloro liberado, debe variar según el volumen de agua que haya en el pozo y la proporción en que se extrae. Para asegurar la cloración uniforme del agua obtenida de manantiales, pueden colocarse los cartuchos en una cámara de agua en el punto de separación, de tal manera que estén completamente cubiertos de agua cuando el gasto sea máximo. Si disminuye la corriente, el nivel de la cámara de agua desciende y se reduce la superficie del cartucho sumergido; como resultado de ello, la cantidad de cloro activo liberado disminuye proporcionalmente.

Al emplear cartuchos dosificadores deben adoptarse las precauciones siguientes:

1) Antes de cargarlo, debe revisarse el estado del cartucho para cerciorarse de que no tiene grietas, el tapón de goma ajusta firmemente, etc.

2) El cartucho debe cargarse con un compuesto de contenido conocido de cloro activo.

3) El agua de un pozo no debe utilizarse durante 24 horas después de la inmersión de un cartucho recientemente cargado.

4) Deben practicarse con regularidad pruebas de cloro residual y complementarse con exámenes bacteriológicos, de ser posible.

5) Deben reemplazarse los cartuchos antes que se vacíen por completo.

6) Deben tenerse a mano cartuchos de repuesto.

Debe mantenerse un nivel de cloro residual libre de 0,7 mg/litro en el agua tratada para distribución en casos de urgencia. Un sabor y un olor ligeros de cloro pasada media hora indican que la cloración es adecuada. En zonas inundadas donde todavía está en funciones el sistema de distribución del agua, deben mantenerse más altos niveles de cloro residual. En casos excepcionales, se presenta un sabor desagradable por la reacción del cloro con derivados fenólicos y otros compuestos orgánicos. Ese sabor debe aceptarse, pues indica una desinfección segura.

2. Coagulación-desinfección

La materia suspendida en aguas turbias se sedimenta parcialmente cuando se deja reposar durante varias horas. La adición de sustancias químicas como alumbre, cloruro férrico y sulfato ferroso, acelera el proceso de sedimentación porque esos compuestos contribuyen a formar un flóculo de partículas más grandes reaccionando con la materia suspendida y adhiriéndose a ella. Este proceso se conoce con el nombre de coagulación, y los productos quí-

micos empleados se llaman coagulantes. El flóculo se hace más pesado y se sedimenta rápidamente. La eliminación de la materia orgánica disminuye considerablemente la cantidad de cloro necesaria para la desinfección.

Muchos factores intervienen en el proceso de coagulación, entre ellos los siguientes:

1) Concentración de iones hidrógeno. El pH óptimo para la coagulación es el valor que proporciona la mejor formación y sedimentación de flóculos. El pH del agua cambia cuando se emplean coagulantes y tiene que adaptarse a su valor óptimo añadiendo álcalis o ácidos.

2) Mezcla. Los coagulantes deben mezclarse completamente con el agua para obtener resultados satisfactorios. Esto puede lograrse por medio de *a)* acción de bombeo, mediante la cual se añade la solución coagulante al tubo de succión de la bomba y ésta efectúa la mezcla; *b)* el método del frasco de goteo, que consiste en colgar un frasco que descarga gota a gota sobre el tubo o manga de descarga del agua sin tratar que alimenta el depósito, y dejar que la solución coagulante caiga gota a gota sobre el chorro de agua, o *c)* por disolución, es decir, dejando que la descarga de agua sin tratar se vierta sobre una canasta que contenga un coagulante sólido.

3) Dosificación del coagulante. Puede calcularse la cantidad de coagulante y sustancias químicas que se necesitan para adaptar el pH del agua cuando se conocen ese pH y el tipo de alcalinidad. Sin embargo, la dosis óptima que corresponde al agua en un caso dado puede determinarse aproximadamente mediante el ensayo de floculación. En el Cuadro 2 se presentan datos sobre los productos químicos utilizados para la coagulación y para modificar la alcalinidad del agua.

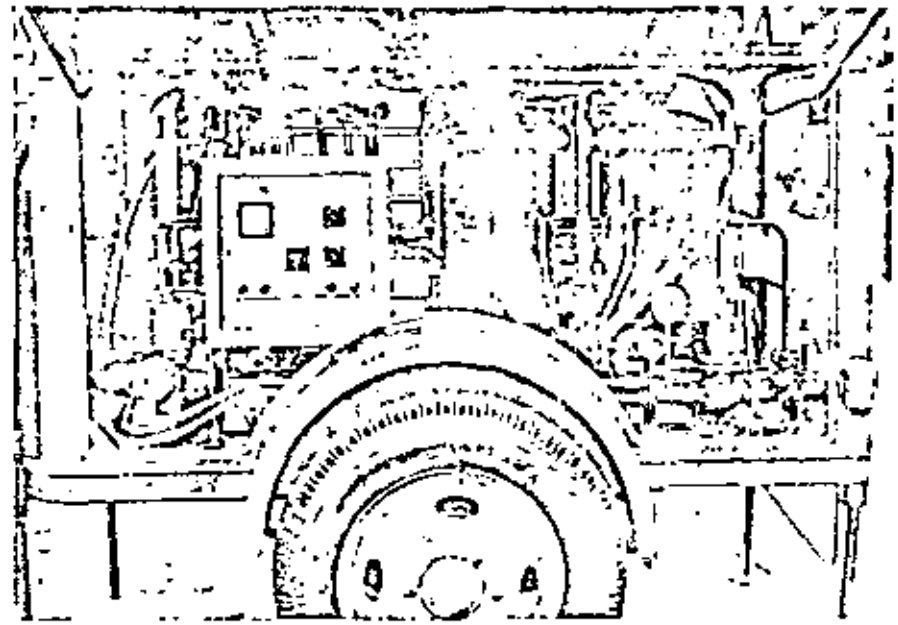
3. *Coagulación-filtración-desinfección*

En este procedimiento se agrega la filtración a los procedimientos antes descritos. Si puede disponerse de depósitos provisionales, es preferible dejar que el agua se sedimente antes de filtrarla. En cambio, en unidades móviles de purificación, el agua se filtra a través de un filtro de presión sin sedimentación. Esas unidades suelen tener una capacidad de 4 000–7 000 litros por hora y constan esencialmente de: *a)* una bomba centrífuga unida directamente a un motor de gasolina; *b)* un filtro (de presión, filtro rápido); *c)* un hipoclorador; *d)* tanques de soluciones químicas (uno para alumbre y uno para sosa); *e)* un tanque de solución de cloro; *f)* adaptadores de mangas; *g)* válvulas (de succión de bomba, entrada, desagüe, purga de aire, salida, regulación del gasto, etc.), y *h)* una caja de herramientas. Deben seguirse las instrucciones de los manuales que acompañan a esas unidades.

4. *Filtración–desinfección*

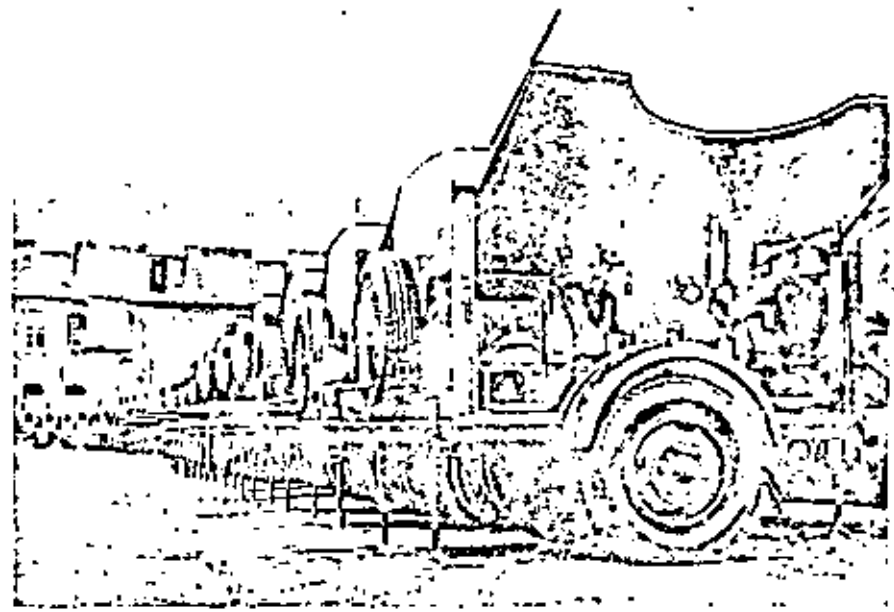
En este procedimiento se mezcla el agua con tierra de diatomáceas, para pasarla luego por el filtro en el que se han instalado divisiones (tabiques) de filtración (Figs. 18, 19). Se han fabricado unidades móviles de puri-

FIG. 18. UNIDAD MOVIL DE AGUA POTABLE, MONTADA EN REMOLQUE DE UN SOLO EJE



Reproducido con autorización de Berkefeld Filter GmbH, Celle, República Federal de Alemania.

FIG. 19. UNIDADES MOVILES DE AGUA POTABLE, CON CAPACIDAD DE 10 000 LITROS POR HORA



Reproducido con autorización de Berkefeld Filter GmbH, Celle, República Federal de Alemania.

CUADRO 2. PRODUCTOS QUIMICOS UTILIZADOS PARA COAGULAR AGUA O MODIFICAR SU ALCALINIDAD *

Producto químico (denominaciones comunes entre paréntesis)	Aspecto	Uso	Fuentes en casos de urgencia	Dosis mg/l	Límites eficaces de pH	Alcalinidad natural necesaria en mg/l para reaccionar con un mg/l de coagulante	Alcalinidad artificial necesaria en mg/l para reaccionar con un mg/l de coagulante			Observaciones
							Cal hidratada	Cal viva	Sosa	
Sulfato de aluminio (Alumbre, sulfato de alúmina)	Cristales de color castaño claro a gris verdoso	Coagulante	Quincallería, tienda de fertilizantes o farmacia	0,3-3,0	4,4-8,0	0,45	0,35	0,28	0,48	Se emplea pH de 4,4 a 8,0 para aguas muy coloreadas. El pH de 5,7 a 8,0 se aplica a aguas turbias y moderadamente coloreadas. El pH de 5,0 a 7,5 se emplea en la coagulación por alumbre de carbonatos en el ablandamiento por sosa-cal.
Aluminio y sulfato de amonio (Alumbre amoniacal)	Cristales blancos	Coagulante	Piscinas grandes	0,3-8,0	5,7-8,0	0,29 aprox.	0,23 aprox.	0,18 aprox.	0,31 aprox.	Menos soluble que el alumbre. Su empleo suele limitarse a piscinas y filtros de presión. Es aprovechable el contenido de amonio.
Sulfato ferroso (caparrosa, sulfato de hierro, sulfato de azúcar, vitriolo verde)	Cristales de color verde a amarillo parduzco	Coagulante	Tienda de fertilizantes	0,3-3,0 (5,1-51,0)	8,5-11,0	—	0,27	0,22	Normalmente no se utiliza	
Carbonato de sodio (sosa)	Trozos blancos, cristales o polvo	Para modificar el pH o eliminar la dureza permanente	Quincallería o farmacia	0,1-2,0 (1,1-34,0) para modificar el pH	—	—	—	—	—	Fácilmente soluble.
Hidróxido de calcio (cal apagada)	Trozos blancos o polvo	Para modificar el pH o eliminar la dureza por carbonatos	Tienda de fertilizantes	0,1-3,5 (1,7-60,0) para modificar el pH	—	—	—	—	—	Sólo ligeramente soluble, por por lo que se introduce en forma de suspensión.
Carbonato de calcio (piedra caliza, tiza)	Trozos blancos	Para modificar el pH	Tienda de fertilizantes	0,1-3,5 (1,7-60,0)	—	—	—	—	—	Debe pulverizarse antes de emplearlo.
Hidróxido de sodio (sosa cáustica, lejía)	Escamas blancas	Para modificar el pH	Tienda de víveres, quincallería	0,1-2,0 (1,7-34,0)	—	—	—	—	—	Fácilmente soluble y muy corrosivo.

* Adaptado de: US Department of Health, Education and Welfare (1961) *Health mobilization course manual*, Washington, D.C.

ficación con capacidad hasta de 50 000 litros por hora. Esas unidades constan esencialmente de: *a*) una bomba centrífuga movida por un motor de gasolina con arranque de cuerda; *b*) un filtro (diatomáceo); *c*) un hipoclorador; *d*) un alimentador de suspensiones y un compresor de aire; *e*) un tanque de recirculación; *f*) un tanque para solución de cloro; *g*) adaptadores para manga; *h*) válvulas (para succión de bombeo, entrada, desagüe, salida, regulación del gasto, purga de aire, etc.), e *i*) una caja de herramientas. Deben seguirse las instrucciones de los manuales que acompañan a esas unidades.

Almacenamiento

Pueden improvisarse depósitos para almacenar agua en situaciones de urgencia en recipientes de lona, nilón y plástico revestido de goma, con capacidad hasta de 10 m³. Los recipientes de polietileno dispuestos en pozos excavados al tamaño adecuado pueden proporcionar una capacidad de almacenamiento hasta de 50 m³. Si el almacenamiento sólo está destinado a permitir un tiempo de contacto después de la cloración, la capacidad mínima debe ser tal que asegure ese contacto por lo menos durante 30 minutos. La capacidad total de almacenamiento para distribución de agua debe ser igual a la capacidad necesaria para 12-24 horas. Pueden instalarse en poco tiempo depósitos elevados utilizando toneles, láminas de hierro o tanques de amianto-cemento. Como soportes pueden utilizarse postes de madera, vigas o tubos de hierro. En muchos países se fabrican depósitos elevados para almacenamiento en tamaños uniformes, cuyas partes son prefabricadas en su totalidad y que pueden transportarse y levantarse rápidamente.

En los campamentos de emergencia cuya duración se prolonga, deben cubrirse todos los depósitos, primordialmente para protegerlos contra la luz solar y la consiguiente proliferación de algas que producen sabor desagradable del agua y, secundariamente, para protegerlos contra pájaros, insectos y el polvo. El techo debe construirse con tejas de amianto-cemento o láminas de hierro corrugado. Debe ponerse una tubería de derrame, teniendo cuidado de que el agua derramada no ponga en peligro los cimientos. Normalmente, el tubo de entrada deberá descargar en la parte superior del depósito y llevará una válvula flotadora. La cañería de salida debe estar a unos 50 cm por encima del fondo del tanque. Debe instalarse un pequeño tubo de desagüe que también permita lavar el fondo del tanque, así como un registro en el techo que permita limpiezas, inspecciones y reparaciones. En las aberturas de los respiraderos debe ponerse tela de alambre para impedir la entrada de insectos y pájaros pequeños.

Pruebas

Hasta que puedan restablecerse las operaciones normales de los servicios de laboratorio de los sistemas urbanos de abastecimiento de agua, deben practicarse análisis completos de muestras de agua en los laboratorios cercanos a la zona de desastre. Las pruebas más importantes que deben realizarse en condiciones de urgencia y en campaña son las siguientes:

1) determinación de cloro residual (libre y combinado);
2) examen bacteriológico para investigar bacterias coliformes;
3) determinación de la concentración de iones hidrógeno;
4) determinación del tipo de alcalinidad.

Para practicar el examen bacteriológico del agua en condiciones de campaña se emplean filtros de membrana para cuya aplicación se han elaborado técnicas, medios y equipo. El cloro residual, la concentración de iones hidrógeno y el tipo de alcalinidad pueden determinarse utilizando indicadores colorimétricos apropiados. A continuación se describen brevemente los procedimientos adecuados para practicar esas pruebas.

1. Determinación del cloro residual

El cloro libre en soluciones ácidas produce un compuesto de color amarillo intenso al reaccionar con la ortotolidina. En campaña se emplean colorímetros de bolsillo que se fundan en esa reacción. El pH del agua influye en la prueba, por lo que es necesario neutralizar primero las muestras de agua muy alcalina utilizando un ácido. Para eliminar el efecto de sustancias molestas (como cloraminas), debe emplearse el procedimiento a base de arsenito y ortotolidina que se describe en *Normas internacionales para el agua potable*:

Rotúlense tres cubetas comparadoras o frascos cuadrados con las iniciales A, B y OT. Úsese 0,5 ml de reactivo de ortotolidina en cubetas de 15 ml y la misma proporción para otros volúmenes de muestra. Se utilizará el mismo volumen del reactivo de arsenito que del de ortotolidina.

Añádase a la *cubeta A*, que ya debe contener el reactivo de ortotolidina, un volumen determinado de la muestra de agua. Mézclese rápidamente y dentro de los 5 segundos siguientes agréguese el reactivo de arsenito. Mézclese rápidamente de nuevo y acto seguido compárense los patrones de color. Regístrese el resultado (A), que representa el cloro libre y los colores interferentes.

A la *cubeta B*, a la que ya se ha vertido el reactivo de arsenito, se agregará un volumen determinado de la muestra de agua. Mézclese rápidamente y a continuación añádase el reactivo de ortotolidina. Mézclese rápidamente de nuevo y acto seguido se comparará con los patrones de color; el resultado representa el valor B_1. Exactamente 5 minutos después compárese de nuevo con los patrones de color y regístrese el resultado como valor B_5. Los dos valores obtenidos corresponden a los colores interferentes en la lectura inmediata (B_1) y en la lectura a los 5 minutos (B_5).

Añádase a la *cubeta OT*, que ya debe contener el reactivo de ortotolidina, un volumen determinado de la muestra de agua. Mézclese rápidamente y, después de 5 minutos exactos, compárese con los patrones de color. El resultado se registrará como (OT) y representa la cantidad total de cloro residual y el total de colores interferentes.

CALCULO

Cloro residual total = $OT - B_5$
Cloro libre = $A - B_1$
Cloro combinado = cloro residual total - cloro libre.[1]

[1] *Normas internacionales para el agua potable*, 2ª ed., Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1963.

2. Prueba para investigar bacterias coliformes (filtros de membrana)

El procedimiento consiste en pasar por el filtro una muestra de agua, poniendo la membrana del filtro sobre una almohadilla absorbente saturada con un medio de cultivo diferencial (de tipo Endo) para incubación y examinándolo a fin de observar el desarrollo de colonias coliformes, que tienen un aspecto característico.

Los fabricantes de filtros de membrana han producido estuches de prueba para uso en campaña. Es necesario seguir los procedimientos detallados que se describen en los manuales de instrucción que acompañan a los estuches o en *Normas internacionales para el agua potable*.[1]

3. Determinación de la concentración de iones hidrógeno

Algunos compuestos orgánicos cambian de color según los diferentes pH y pueden utilizarse como indicadores. Cuando se añade una pequeña cantidad de estos compuestos a una muestra de agua, aparece un color: el pH del agua puede determinarse comparando el color con una escala de colores normalizados montada en un disco. Los indicadores que se utilizan para este propósito son los siguientes:

Indicador	*pH*	*Cambio de coloración*
Rojo de metilo	4,4-6,0	Rojo al amarillo
Azul de bromotimol	6,0-7,6	Amarillo al azul
Rojo de fenol	6,8-8,4	Amarillo al rojo
Azul de timol	8,0-9,6	Amarillo al azul

Para pruebas de campaña se añaden unas cuantas gotas de azul de bromotimol a 10 ml de agua y el color que aparece se compara con los patrones de color establecidos. Si no se dispone de esos patrones, puede interpretarse el resultado de la manera siguiente:

Color	*pH aproximado*
Azul oscuro	7,6
Azul claro	7,0
Verde	6,8
Amarillo verdoso	6,4
Amarillo	6,0

También pueden utilizarse en campaña cintas de papel empapado en indicadores.

4. Determinación del tipo de alcalinidad

Hay tres clases de alcalinidad: hidróxido (OH), carbonato normal (CO_3) y bicarbonato (HCO_3). Esos tipos pueden diferenciarse mediante titulación acidimétrica y el empleo de diferentes indicadores, pero rara vez se determinan en campaña en las condiciones que siguen a un desastre.

[1] *Normas internacionales para el agua potable*, 2ª ed., Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1963.

Distribución

En la mayor parte de las situaciones de urgencia el agua se distribuye mediante camiones cisternas (Fig. 20) que pueden proporcionar las brigadas de incendios, el ejército, las lecherías, las fábricas de bebidas u otras fuentes. A cada familia se le puede entregar un recipiente de agua hecho de material plástico o de hierro galvanizado. Un camión cisterna con un tanque (o tanques) de almacenamiento debe estar en condiciones de proporcionar agua para 1 000 personas. Los técnicos en higiene del medio deben encargarse de comprobar que los camiones cisternas se llenan en fuentes aceptables, de manera higiénica y que el agua sea clorada bajo la inspección de esos técnicos.

Si a distancia no muy grande existe un sistema municipal de distribución, acaso sea posible extenderlo a un campamento temporal mediante tubos ligeros de acero o material plástico que puedan acoplarse rápidamente. En campamentos de duración prolongada, es posible colocar tubos de distribución para alimentar tomas de agua. En general, las tomas de agua deben tener dos o más grifos y debe proporcionarse un grifo por cada 100 personas. Ningún refugio debe estar a más de 100 m de una toma de agua.

Protección material

En situaciones de urgencia, es fundamental la protección material de los abastecimientos de agua para el uso de los refugiados. Además de barreras como las cercas y las vallas, acaso sea necesario poner guardianes para impedir que la muchedumbre invada y estropee unidades de tratamiento, estaciones de bombeo, camiones cisternas, estaciones de distribución y servicios temporales de recogida. Las construcciones para extraer agua, pozos y manantiales, también deben protegerse contra un uso indebido. El carácter y la amplitud de esa protección dependerán de las condiciones locales.

Abastecimiento de hielo

En los climas cálidos, las autoridades de socorro pueden distribuir hielo a los refugiados. El hielo debe obtenerse de una instalación comercial donde se produzca a base de agua pura y donde se observen los reglamentos sanitarios. Debe distribuirse en camiones destinados a ese fin, equipados con herramientas para manipularlo de manera adecuada. Cada familia debe tener un recipiente cubierto (y, de ser posible, aislado) para almacenar hielo.

Eliminación de desechos

Eliminación de excretas

Suele ser defectuoso el sistema de eliminación de excretas inmediatamente después de los desastres naturales. Si no se adoptan pronto medidas adecuadas de eliminación, pueden plantearse los siguientes problemas ambientales:

de desechos industriales que contienen sustancias tóxicas inhibitorias dentro del sistema de alcantarillado, lo cual perturba los procesos biológicos que intervienen en el tratamiento de las aguas negras.

Las medidas que pueden aplicarse son, en particular:

1) reparación rápida de alcantarillas, con arreglos temporales para pasar por alto secciones estropeadas;

2) limpieza de las alcantarillas obstruidas;

3) desagüe de las estaciones de bombeo y de la instalación de tratamiento;

4) derivación de la instalación de tratamiento de aguas negras (especialmente en el caso de inundaciones, donde es factible esto por la gran dilución);

5) transporte de lodos a un sitio para enterrarlos o a otra instalación cercana de tratamiento de aguas negras;

6) tratamiento de los albañales con desinfectantes fuertes para prevenir la propagación de organismos patógenos y atenuar el olor del agua de la inundación y de las aguas negras procedentes de los albañales destruidos;

7) dotación de instalaciones temporales (véase más adelante).

Debe hacerse todo lo posible por volver a poner en funciones el sistema de alcantarillado. Quizá el ingeniero sanitario tenga que hacer un estudio y preparar un informe sobre las averías, que debe comprender especialmente:

1) un cálculo del número de rupturas u obstrucciones en las líneas del alcantarillado, la longitud y el tamaño de los tubos que es necesario reemplazar, y una lista del equipo de reparación necesario, como bombas, « bulldozers », maquinaria para excavar, camiones y herramientas, y de materiales y suministros de construcción, así como de la mano de obra necesaria;

2) una relación de las condiciones en que se encuentra el sitio del desastre, con indicación de la amplitud de la inundación en sótanos y calles;

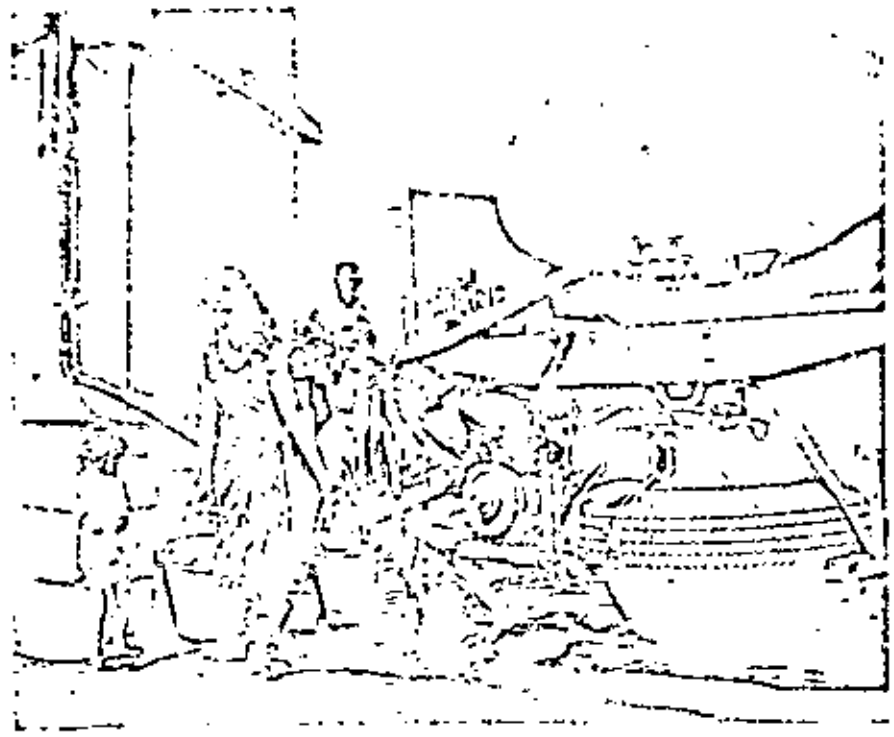
3) un cálculo del equipo, materiales y hombres que se necesitan para poner en condiciones de trabajo la instalación de tratamiento de aguas negras y las estaciones de bombeo;

4) recomendaciones sobre puntos donde podrían descargarse temporalmente las aguas negras;

5) una estimación de la necesidad de proporcionar letrinas si no puede restablecerse rápidamente el servicio de alcantarillado.

En general, todas las reparaciones hechas en las cañerías del alcantarillado durante la situación de urgencia deben ser de carácter permanente. Sin embargo, a veces se necesita hacer reparaciones temporales cuando debe reemplazarse rápidamente una cañería o un registro para restablecer el tráfico en una calle principal. A fin de acelerar las reparaciones de urgencia deben emplearse tubos de amianto-cemento, cañerías de madera o algún otro tipo de tuberías de acoplamiento rápido.

FIG. 20. DISTRIBUCION DE AGUA MEDIANTE UN CAMION CISTERNA



1) formación de criaderos de moscas;

2) aparición de olores desagradables;

3) contaminación del suelo y de las fuentes de agua;

4) contaminación de los alimentos por las moscas y el polvo;

5) aumento de la incidencia de enfermedades, especialmente infecciones y parasitosis intestinales.

Las medidas que pueden aplicarse dependen de la naturaleza de los medios existentes.

1. Ciudades y pueblos con sistemas de alcantarillado

Cuando ocurre un desastre, a veces quedan fuera de servicio las instalaciones de alcantarillado y tratamiento de aguas negras en las poblaciones. Por ejemplo, los terremotos pueden producir rupturas en alcantarillas y colectores principales o destruir las instalaciones de tratamiento de aguas negras y las estaciones de bombeo; las inundaciones pueden obstruir los albañales e inundar las estaciones de bombeo y las instalaciones de tratamiento. También pueden producirse situaciones de urgencia por la desc

2. Albergues temporales y campamentos

Según el tiempo que se espera usar los albergues temporales o los campamentos, deben disponerse instalaciones de eliminación de excretas de diferentes tipos y de duración variable. Los tipos más adecuados son: *a*) letrinas bajas; *b*) letrinas profundas; *c*) retretes de pozo; *d*) letrinas de pozo tubular; *e*) fosas sépticas; *f*) mingitorios, y *g*) letrinas móviles.

La letrina comunal, aunque inevitable en muchas situaciones de urgencia, es difícil de conservar limpia; por tanto, sólo debe emplearse cuando se considera que la situación de urgencia no va a durar mucho. Se necesitan medidas estrictas para su vigilancia y limpieza. Debe tratarse de proporcionar agua a las letrinas comunales para que sea factible su limpieza. Deben dotarse cinco asientos por cada 100 personas, en unidades separadas de hombres y mujeres. Las letrinas deben instalarse cuesta abajo de toda fuente de agua y, por lo menos, a 15 m de ella. Cuando se emplea agua subterránea para beber u otros fines, el fondo de la letrina debe estar por lo menos a 1,5 m por encima de la napa freática; en presencia de formaciones de piedra caliza y rocas con fisuras, hay que adoptar precauciones especiales para proteger las fuentes de abastecimiento de agua. El sitio debe ser seco, tener buen desagüe y estar por encima del nivel de la crecida; los alrededores inmediatos de las letrinas deben limpiarse de toda vegetación, desechos y detritos.

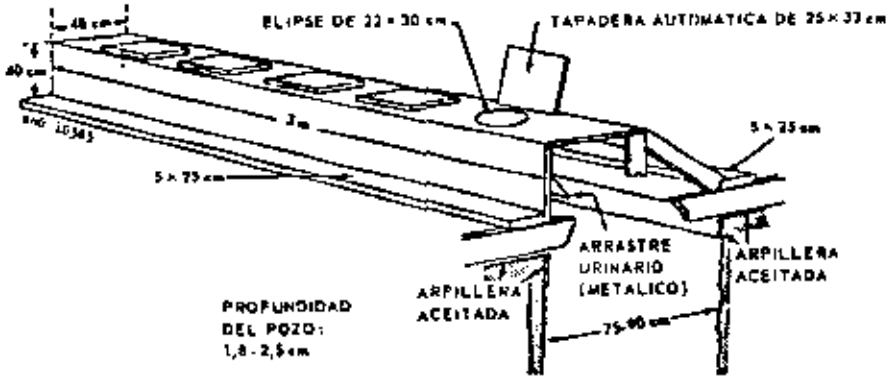
A continuación se describen brevemente los diversos tipos de instalaciones para la eliminación de excretas:

Letrina baja. Se trata simplemente de una trinchera excavada con herramientas ordinarias (picos y palas). Esa trinchera tiene 30 cm de anchura y 90–150 cm de profundidad. Su longitud depende de la cantidad de usuarios: se necesitan 3–3,5 m por cada 100 personas. Deben disponerse trincheras separadas para hombres y mujeres. La tierra extraída de la trinchera debe amontonarse al lado. Las palas deben dejarse en el sitio y hay que dar instrucciones a la gente de que cubra las heces con tierra cada vez que use la letrina. Sin embargo, como es posible que no se cumplan esas instrucciones, será necesario que la brigada de saneamiento complete el trabajo dos veces al día para luchar contra la población de moscas y los malos olores. Acaso sea necesario colocar maderos o tablas a los lados de la trinchera a manera de refuerzo y para impedir que se hundan sus paredes. Para aislar el lugar pueden ponerse cercas de arbustos o madera, cortinas de lona o chapas de metal. Hay que proporcionar papel higiénico o agua para abluciones, según las costumbres locales.

La trinchera baja es un expediente rudimentario para un periodo corto (hasta de una semana). Cuando la trinchera se ha llenado hasta 30 cm por debajo del nivel del suelo, debe cubrirse con tierra, que se amontona hasta pasar el nivel del suelo y luego se apisona; si es necesario, se excava una nueva trinchera. Antes de abandonar una de estas letrinas, el personal de saneamiento debe cerciorarse de que se ha cubierto debidamente.

Letrina profunda (Fig. 21). Este tipo de letrina está destinado a campamentos de duración más prolongada, desde algunas semanas hasta unos cuantos meses. La trinchera se hace de 1,8–2,5 m de profundidad y de 75–90 cm de anchura. La parte superior de la trinchera se cubre con un piso a prueba de moscas. Según las costumbres locales, se dispone un asiento o un orificio para acuclillarse. Para aislar y proteger la letrina se construye una buena caseta. Las demás condiciones son iguales a las señaladas para las letrinas bajas.

FIG. 21. LETRINA PROFUNDA

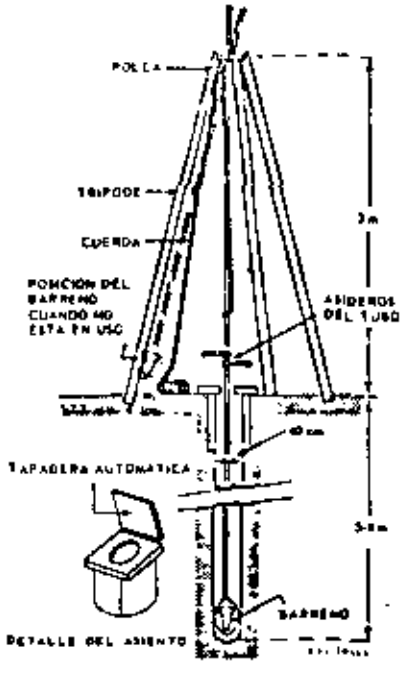


Adaptado de: Canadá, Department of National Health and Welfare (1967) *Environmental health in disaster*, Ottawa, pág. 85.
La trinchera está revestida a los lados. Contra las moscas se pone la arpillera aceitada de 1,25 m de anchura cubriendo alrededor toda la trinchera; la cubierta, a prueba de moscas, es de madera machihembrada sobre una base fuerte.

Letrina de pozo tubular (Fig. 22). En estuarios y lugares donde el suelo no es rocoso, este tipo de letrina ofrece una solución rápida para la eliminación de excretas en situaciones de urgencia. Utilizando barrenos para tierra, pueden instalarse letrinas familiares para los refugiados. En el lugar puede emprenderse la producción en gran escala de losas de hormigón para el piso de la letrina. Si la cantidad de barrenos disponibles es limitada, pueden usarse letrinas bajas mientras se hacen los pozos tubulares.

Letrina de pozo. Cuando el subsuelo es blando y fácil de excavar, puede construirse una letrina de pozo para cada familia o para cada tienda que albergue a unas cuantas familias. Si se les proporcionan herramientas, los refugiados pueden hacer ellos mismos la mayor parte del trabajo. La producción en gran cantidad de losas de hormigón planas para los pisos de la letrina puede emprenderse en el mismo campamento. En los campamentos que se van a utilizar por periodos prolongados y donde se acostumbra usar agua para lavarse, también podría agregarse a cada losa un cierre

FIG. 22. LETRINA DE POZO TUBULAR



Adaptado de: Canadá, Department of National Health and Welfare (1967) *Environmental health in disaster*, Ottawa, pág. 86.

La letrina de pozo tubular es una perforación vertical de 40 cm de diámetro, habitualmente, y de unos 6 m de profundidad como máximo. Debe cubrirse con una caseta y un asiento a prueba de moscas. La perforación se hace mediante un barreno especial de mano, cuyo árbol está hecho en secciones para facilitar el transporte y poder aumentar su longitud conforme avanza el trabajo. Sobre el sitio de la perforación se levantan unas patas en forma de tijeras que servirán de guía al extremo superior del árbol del barreno y también para sostener el aparejo utilizado para retirar el barreno del suelo. El barreno se hace girar a mano mediante un mango en forma de T, desmontable, que puede adaptarse al árbol a medida que avanza la perforación. Si se encuentra agua, ésta será muy útil para digerir las excretas. Cuando no se alcanza la capa de agua subterránea, una capa de hormigón en la base de la perforación, que se extienda hasta unos 60 cm de altura en los costados servirá para retener durante algún tiempo el agua que se vierta desde arriba. A este tipo de letrina se le deben poner pedestales duros y desagües adecuados a su alrededor y un asiento colocado en el centro por arriba de la perforación de tal manera que se asegure que no se ensucian los bordes. Esas letrinas pueden durar muchos años y son una forma sumamente satisfactoria de eliminar excretas en el campo.

hidráulico. Puede construirse un tipo más permanente de caseta. En una monografía de la OMS sobre eliminación de excretas [1] se presentan detalles acerca de la construcción de letrinas de pozo.

Letrina séptica (de pozo anegado). Este tipo de letrina consta esencialmente de un tanque impermeable (lleno de agua) en el que se descargan las excretas, se almacenan y digieren. Se ha empleado con buen éxito en algunos

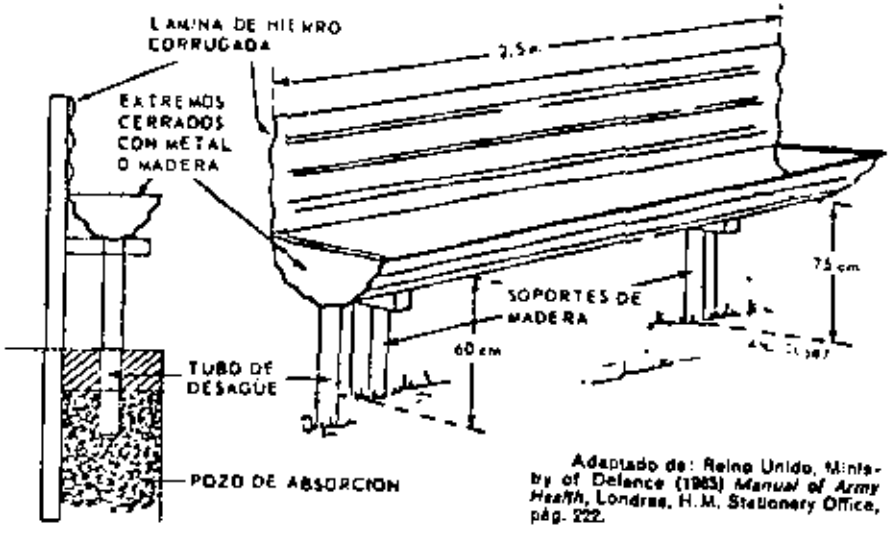
[1] Wagner, E. G. y Lanoix, J. N. (1960) *Evacuación de excretas en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades*, Ginebra (*Organización Mundial de la Salud: Serie de Monografías*, Nº 39), pág. 79.

campamentos de refugiados por períodos prolongados como letrina comunal. Las letrinas sépticas requieren un tiempo relativamente largo para su construcción y no se recomiendan durante situaciones de urgencia, excepto, tal vez, para hospitales de campaña, puestos de primeros auxilios y centros de alimentación en gran escala. En la monografía de la OMS antes mencionada [1] se dan detalles de la construcción de estas letrinas.

Mingitorios. Pueden instalarse cerca de las letrinas colectivas para hombres a fin de reducir la cantidad de asientos necesarios. Se recomienda un espacio de urinario para cada 25 varones. Puede combatirse el mal olor de los mingitorios aplicando una solución de cloro.

En las figuras 23 y 24 aparecen dos tipos de mingitorio, pero pueden diseñarse otros muchos. Cualquiera que sea el tipo seleccionado, debe ponerse un pozo de absorción (Fig. 25).

FIG. 23. MINGITORIO DE BATEA

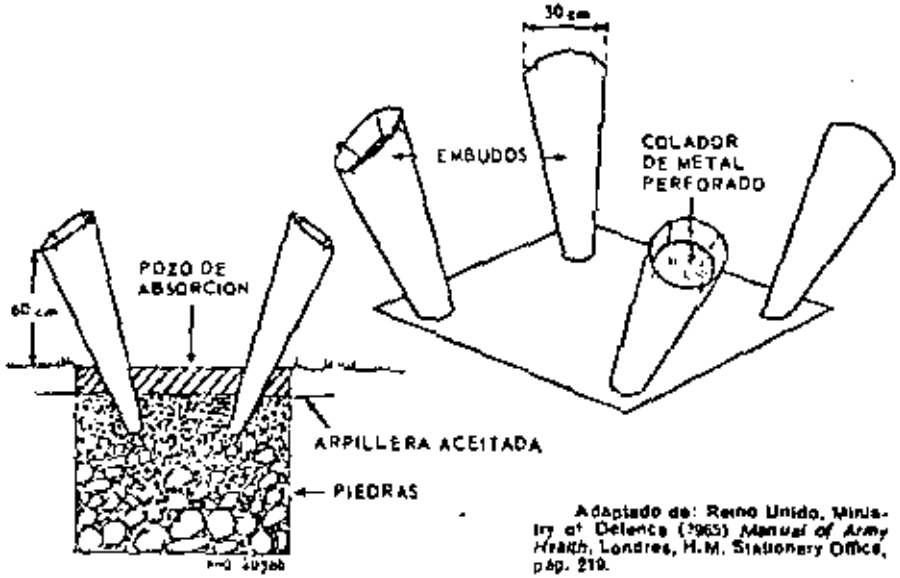


Adaptado de: Reino Unido, Ministry of Defence (1965) *Manual of Army Health*, Londres, H.M. Stationery Office, pág. 222.

Letrinas móviles. Las letrinas móviles son tanques montados en un camión o en un vagón de ferrocarril. Se usan en situaciones posteriores a desastres y también en zonas carentes de alcantarillado, adyacentes a centros urbanos en tiempos ordinarios. Se necesitan en zonas de desastre cuando la capa freática es alta. El personal de saneamiento debe encargarse de vigilar la eliminación adecuada del contenido del tanque y el lavado y la desinfección de esos tanques después de cada vaciado.

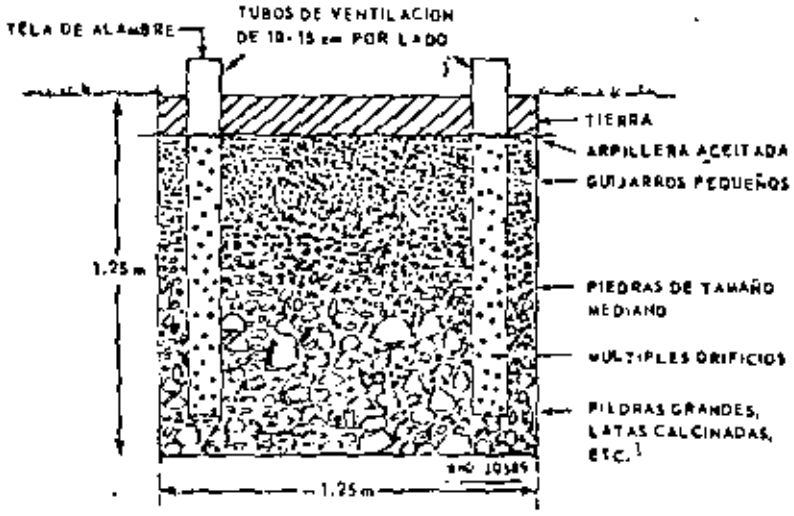
[1] Wagner y Lanoix, op. cit., pág. 79.

FIG. 24. MINGITORIO DE CUATRO EMBUDOS



Adaptado de: Reino Unido, Ministry of Defence (1965) *Manual of Army Health*, Londres, H.M. Stationery Office, pág. 219.

FIG. 25. POZO DE ABSORCION



Adaptado de: Canadá, Department of National Health and Welfare (1967) *Environmental health in disaster*, Ottawa, pág. 58.

Eliminación de desechos sólidos

Los desechos sólidos pueden ser basuras, estiércol y cadáveres de animales.

Hay una correlación entre la eliminación impropia de desechos sólidos y la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores. En consecuencia deben adoptarse disposiciones para recoger, almacenar y eliminar basuras y estiércol. Los cadáveres deben eliminarse tan pronto como sea posible. Si la zona de desastre es urbana y dispone de un buen servicio de recogida y eliminación, o si esa zona está cerca de un sistema municipal, debe hacerse todo lo posible por restablecer o extender la organización existente.

1. Almacenamiento de basuras

A fin de acelerar la eliminación de basuras, conviene disponer recipientes separados para almacenar desechos orgánicos e inorgánicos. Los recipientes para desechos orgánicos deben ser de material más pesado que los destinados a desechos inorgánicos, y además han de ser lavables, impermeables y dotados de cubiertas de cierre hermético. No obstante, en situaciones de urgencia pueden emplearse por corto tiempo recipientes vacíos de víveres, y bolsas de papel resistentes al agua y desechables. La capacidad de los recipientes no debe exceder de 100 litros. Se recomienda proporcionar 3 ó 4 recipientes para cada 100 personas y distribuirlos de manera que cada familia tenga fácil acceso a un recipiente. Los recipientes deben estar apartados del suelo, sobre bastidores de madera. En grandes centros de alimentación de urgencia, pueden ser prácticos los almacenes de basura, que deben tener pisos y paredes de hormigón, desagües en el piso y abastecimiento de agua; deben vaciarse y lavarse todos los días.

2. Recogida de basuras

Es necesario calcular la cantidad de basura, la frecuencia de su recogida, la cantidad y el tamaño de los vehículos recolectores, el personal necesario, el método de eliminación definitiva y los sitios de esa eliminación. En situaciones de urgencia, pueden utilizarse todos los tipos de camiones. Sin embargo, con el tipo compacto de camión de basuras se reduce la cantidad de viajes y los peligros derivados del desparramamiento de la basura. Un camión con capacidad de 10m³, manejado por un chófer y dos ayudantes, puede servir para atender de 5000 a 6000 personas, haciendo 3 viajes por día hasta la zona de eliminación.

3. Eliminación de basuras

Pueden eliminarse las basuras mediante el relleno sanitario, el enterramiento, la incineración y el vertedero al aire libre.

Relleno sanitario. En la mayoría de los casos el relleno sanitario es el procedimiento preferido para la eliminación definitiva. El ejército o el departamento de obras públicas pueden proporcionar el equipo pesado para remover la tierra. Se comprime la basura y se cubre rápidamente con tierra, que a su vez se comprime también. En esta operación se emplean tres procedimientos:

1) El procedimiento de la trinchera: se excava una trinchera larga y se utiliza la tierra excavada para cubrir la basura comprimida.

2) El procedimiento de la rampa: el material para cubrir se toma del lado del relleno donde se trabaja.

3) El procedimiento de superficie: éste se emplea para llenar depresiones del terreno y en zonas pantanosas donde las condiciones del suelo no permiten el uso de equipo pesado.

Enterramiento. Este procedimiento conviene para campamentos pequeños donde no se dispone de equipo para remover la tierra. Se excava una trinchera de 1,5 m de anchura y 2 m de profundidad, y al final de cada día se cubre la basura con 20–30 cm de tierra. Cuando el nivel en el interior de la trinchera es de 40 cm por debajo del suelo, se llena con tierra y se apisona, y luego se excava una nueva trinchera. Pasados 4 a 6 meses puede extraerse el contenido y utilizarlo en los campos. Si la trinchera tiene 1 metro de longitud por cada 200 personas, podrá llenarse en una semana, aproximadamente.

Incineración. Cuando no es factible enterrar la basura, ésta debe incinerarse. Si está muy húmeda, se necesitará agregar combustible. La basura procedente de puestos de primeros auxilios y hospitales, que contiene materiales patógenos, debe ser incinerada, independientemente del procedimiento adoptado para eliminar la basura doméstica y otros desechos. Para este fin puede usarse un incinerador de canasta, que es sencillamente una canasta de alambre colocada sobre un tonel de acero o unos soportes de piedra. En las figuras 26 y 27 aparecen incineradores hechos de láminas de hierro corrugadas. Los incineradores que aparecen en las figuras 28 y 29 son más adecuados para un uso prolongado. A fin de asegurar la combustión completa, puede añadirse un poco de queroseno o gasoil.

Al construir incineradores para la eliminación definitiva de cualquier clase de basura, es indispensable observar los puntos siguientes:

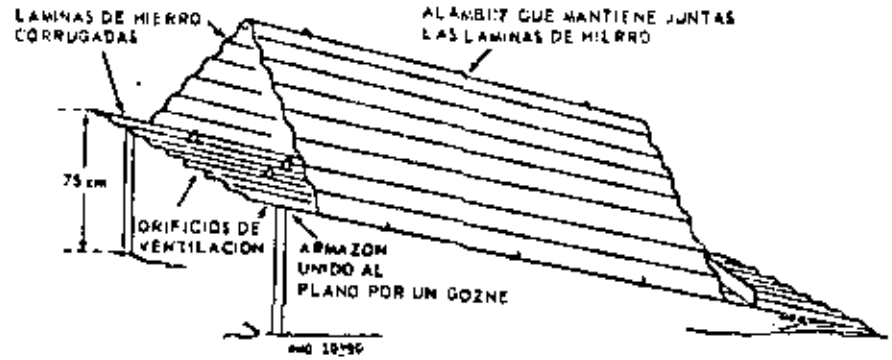
1) El incinerador debe estar situado lejos del campamento o de los refugios temporales y en la dirección en que sople el viento procedente de esos sitios.

2) El incinerador debe construirse sobre una base impermeable de hormigón o de tierra endurecida.

3) La entrada de aire debe ser suficientemente amplia; ha de tener forma de embudo, con el extremo angosto hacia dentro, para producir un efecto de fuelle.

4) Las barras que forman la parrilla deben colocarse flojas sobre su apoyo para que pueda haber expansión.

FIG. 26. INCINERADOR DE PLANO INCLINADO



Adaptado de: Reino Unido, Ministry of Defence (1985) *Manual of Army Health*, Londres, H.M. Stationery Office, pág. 242.

Es un tipo de incinerador fácilmente transportable que se pliega y queda plano cuando no está en uso. Las lengüetas en forma de V cortadas en la placa de base sirven para contener la basura y permitir la ventilación. Para fines de transporte, se quita el alambre colocado a lo largo de uno de los bordes.

5) Las puertas de alimentación deben estar colocadas convenientemente de tal manera que puedan añadirse nuevos materiales desde arriba.

6) Las aberturas para los rastrillos deben dejar un espacio suficiente que permita rastrillar y limpiar eficazmente todo el interior.

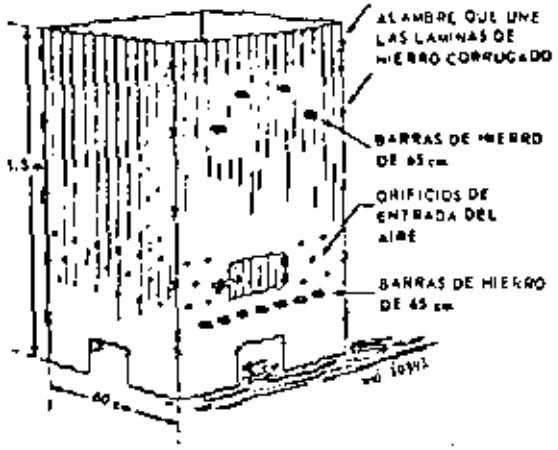
7) Se necesita una chimenea larga para un incinerador cerrado, de manera que se obtenga un buen tiro.

Vertedero al aire libre. Debe evitarse este procedimiento. Unicamente en situaciones de extrema urgencia puede trasladarse la basura a un sitio adecuado para vaciarla y quemarla, a condición de que el personal de saneamiento vigile las operaciones. Las latas deben aplanarse para prevenir la cría de mosquitos, y es necesario cubrir la basura quemada para alejar moscas y roedores.

4. *Estiércol*

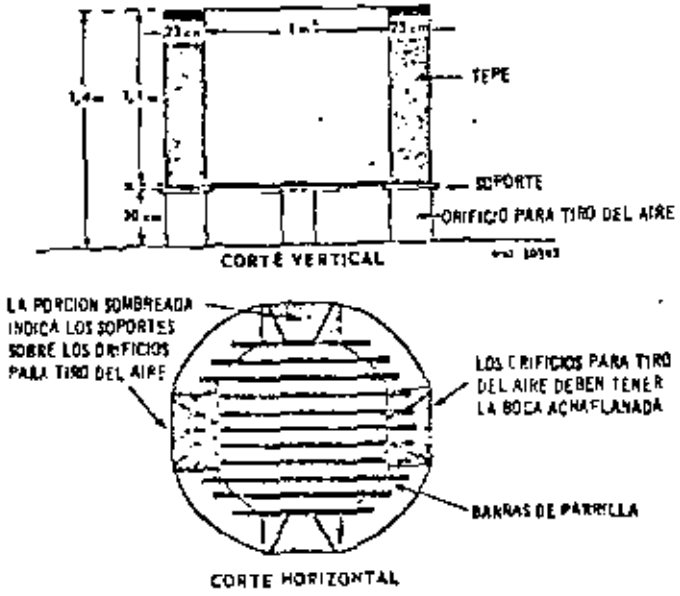
En las zonas rurales donde ha habido desastres debe prestarse atención a la recogida y eliminación del estiércol porque, si se deja éste al descubierto, atrae moscas y les proporciona un buen criadero. Para reunir el estiércol pueden construirse pozos con pisos de hormigón y paredes cubiertas de cemento. Cada pozo debe ser suficientemente grande para contener el estiércol de un día; es necesario contar con dos pozos para que pueda limpiarse y lavarse uno mientras el otro está en uso. El piso debe estar inclinado hacia un desagüe conectado a un pozo de absorción (véase la fig. 25). Los propietarios de animales deben ser responsables del transporte del estiércol hasta esos puntos de recogida. El grupo encargado del saneamiento del campamento debe retirar diariamente el estiércol y llevarlo a su eliminación definitiva.

FIG. 27. INCINERADOR ABIERTO DE ACERO CORRUGADO



Adaptado de: Reino Unido, Ministry of Defence (1965) *Manual of Army Health*, Londres, H.M. Stationery Office, pág. 240.

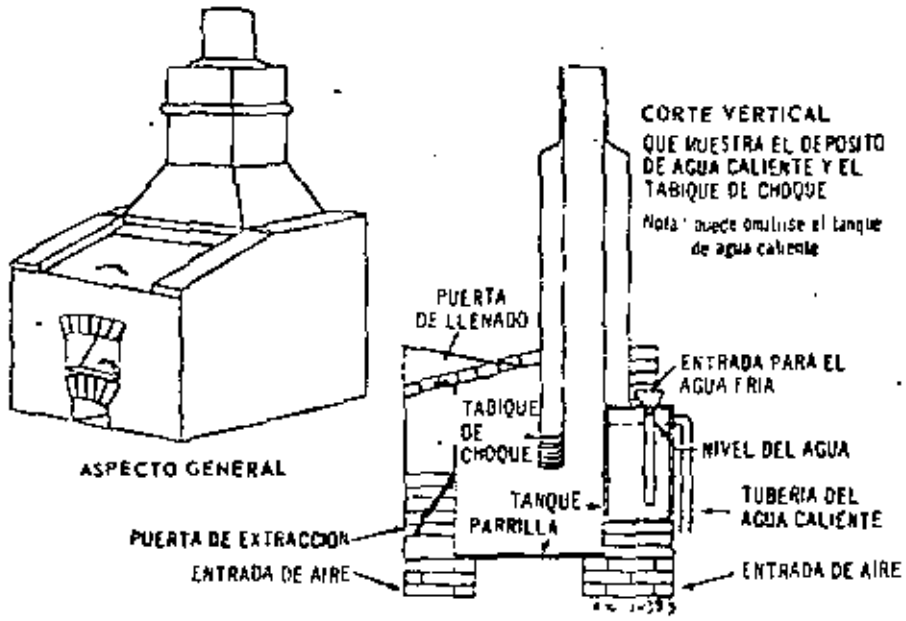
FIG. 28. INCINERADOR ABIERTO DE TEPE



Adaptado de: Canadá, Department of National Health and Welfare (1967) *Environmental health in disaster*, Ottawa, pág. 90.

Las paredes se construyen con ladrillos o piedras que se colocan sueltas o se unen con cemento, o bien con lebes de 30 × 23 cm. Los tepes deben colocarse hierba con hierba y tierra con tierra. Las barras de hierro que forman la parrilla se colocan a 5 cm de distancia unas de otras y se fijan a 30 cm de distancia del suelo.

FIG. 29. INCINERADOR DE BAILLEUL



Adaptado de: Reino Unido, Ministry of Defence (1965) *Manual of Army Health*, Londres, H.M. Stationery Office, pág. 235.

Este incinerador puede construirse de ladrillo, piedra, láminas de metal o latas llenas de tierra, pero la cámara de combustión debe estar forrada con ladrillos refractarios para uso prolongado. Para las puertas de rastrillado (o extracción) y alimentación se necesitan láminas metálicas. Se asegura el consumo de vapores y humo mediante un tabique de choque abovedado. Puede agregarse una provisión de agua caliente para uso en el sitio del incinerador construyendo un tanque de agua dentro de una de las paredes.

Puede disponerse del estiércol utilizándolo como abono, enterrándolo e incinerándolo, junto con otros desechos. En situaciones de urgencia, lo más práctico es enterrarlo en trincheras semejantes a las descritas para la basura. El contenido de esas trincheras puede extraerse y aprovecharse como acondicionador del suelo después de 4 a 6 meses de descomposición anaeróbica.

5. *Cadáveres de animales*

El problema de eliminar animales muertos puede alcanzar proporciones graves en ciertos desastres naturales, especialmente las inundaciones. El entierro es lento y laborioso: para un caballo muerto se necesita un pozo de 3 m de profundidad. Cuando hay muchos cadáveres, es difícil enterrar a todos, a menos que se disponga de maquinaria pesada para excavación. Es factible quemar animales pequeños, como gatos y perros, pero resulta difícil hacerlo con cadáveres más grandes si no se construyen incineradores especiales. Por tanto, hay que esforzarse por obtener equipo pesado para excava-

ciones; si no se consigue éste, debe practicarse una combinación de entierro e incineración, es decir, enterrar los órganos internos y quemar los canales con ayuda de combustible. Para lograr una inspección mejor, conviene centralizar las operaciones en cementerios animales debidamente situados. Es necesario regar con queroseno o petróleo bruto los cadáveres que aún no se entierran, para protegerlos contra animales de rapiña.

Eliminación de aguas negras

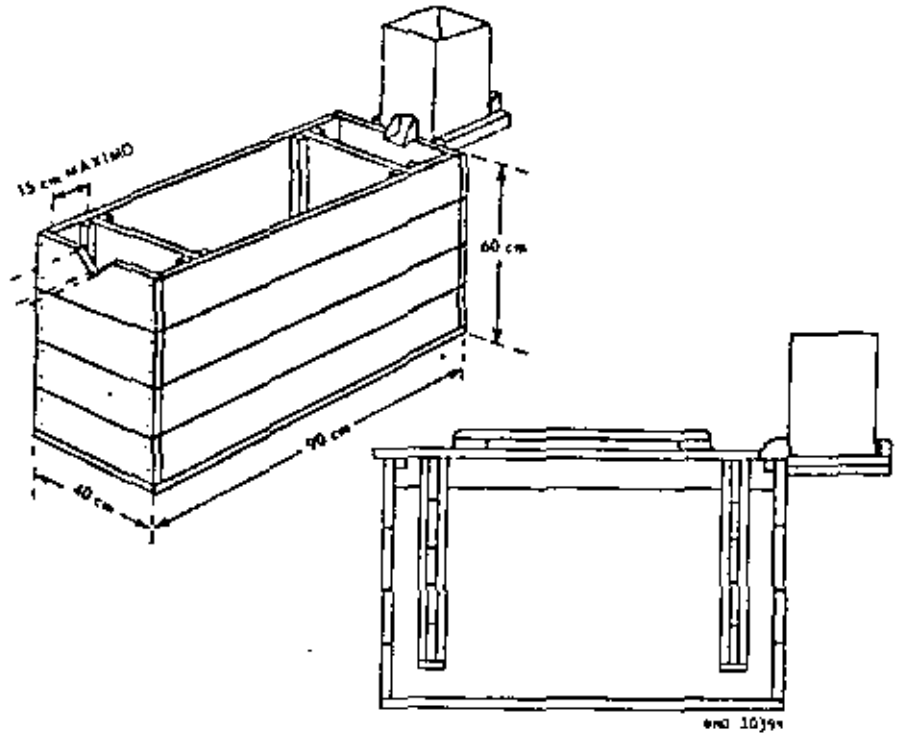
Las aguas servidas procedentes de hospitales de campaña, centros de alimentación en gran escala, centros de distribución de leche y tomas de agua deben eliminarse de forma adecuada. El procedimiento habitual consiste en vaciarlas en un sumidero. Para impedir que se obstruya rápidamente este pozo, puede construirse delante de él un dren francés o trinchera de absorción. Los residuos líquidos procedentes de los centros de alimentación y casas de baño contienen grasa y jabón, por lo que con el tiempo los pozos de sumidero se obstruyen incluso cuando el suelo es muy poroso. Por tanto, es necesario instalar un separador de grasas en el extremo superior del tubo de entrada al dren y al pozo sumidero (Fig. 30). También pueden utilizarse los lechos secos de cursos de agua si se adoptan precauciones para impedir la cría de mosquitos. El desagüe por debajo de la superficie únicamente puede recomendarse para campamentos permanentes. En regiones donde es impermeable el suelo y el clima es cálido y relativamente seco, puede eliminarse el agua residual por evaporación. Para este fin deben emplearse recipientes de poca profundidad, que se dispondrán por pares y se usarán alternativamente para impedir la cría de mosquitos.

Higiene de los alimentos

En un desastre natural frecuentemente se destruyen o averían almacenes de alimentos, tiendas de víveres al por mayor y por menor, restaurantes, etc., por lo que debe esperarse en esos casos que se deterioren y descompongan muchos víveres almacenados. La interrupción de los servicios de electricidad puede afectar al funcionamiento de centrales de refrigeración, frigoríficos e instalaciones de elaboración de alimentos, lo que contribuye a aumentar la pérdida de víveres. Como consecuencia de esos daños, puede producirse una penuria aguda de víveres y necesitarse ayuda exterior para alimentar a la población afectada hasta que se restablezca el abastecimiento normal de alimentos.

En las situaciones de urgencia, es difícil inspeccionar con eficacia la calidad de los alimentos: si no se dispone de servicios de laboratorio, la inspección tendrá que fundarse en el aspecto, el estado físico, el gusto y el olor de los alimentos, en relación con las características y las propiedades de conservación normales. Se necesita un examen cuidadoso para determinar si un alimento no [illegible] do afectado y es todavía adecuado para el consumo humano,

FIG. 30. SEPARADOR DE GRASAS DE AGUA FRIA



Adaptado de: Reino Unido, Ministry of Defence (1953) *Manual of Army Health*, Londres, H.M. Stationery Office, pág. 228.
Los deflectores deben ser separables o bien ha de dejarse debajo de ellos espacio suficiente para limpiar y deben estar equidistantes. Las aristas interiores deben ser redondeadas.

si está averiado pero es todavía útil para ciertos fines, como la alimentación animal, o si se ha descompuesto por completo y es necesario eliminarlo inmediatamente y en condiciones de seguridad. El estado de los recipientes, especialmente los de materiales fungibles o frágiles, como el cartón, el papel, la arpillera o el vidrio, da una orientación preliminar para esa selección, a la que debe seguir un examen más detallado. Debe impedirse la venta de alimentos averiados y es indispensable obtener toda la colaboración de los distribuidores y vendedores al por mayor de alimentos.

Las inundaciones en particular son responsables de la contaminación y el deterioro extensos de los alimentos. El agua de crecidas lleva inmundicias y gérmenes patógenos de la superficie del suelo, alcantarillados, pozos negros y corrales. Para prevenir la fiebre tifoidea y otras infecciones gastrointestinales, es menester destruir todos los alimentos que hayan estado en co[illegible]cto con agua de crecidas y no contenidos en latas herméticamente [illegible]. Son sospechosos aun los alimentos que están dentro de frascos [illegible]

vidrio, pues la contaminación puede filtrarse a través de tapones de corcho y metal y de tapas de rosca. Las latas intactas pero sucias deben limpiarse y desinfectarse antes de abrirlas.

Los alimentos enviados a la zona de desastre por organismos oficiales y sociedades benéficas de socorro deben proceder de fuentes seguras y sujetarse a inspección para ver si no se han deteriorado durante el transporte. Es preferible que las primeras provisiones sean raciones individuales de alimentos precocidos variados, que lleguen en cajas o envolturas impermeables, para su distribución rápida y su consumo inmediato durante el período en que no son factibles los servicios normales de cocina y alimentación. Debe seleccionarse la composición de esas raciones de urgencia fundándose en los factores de concentración, valor nutritivo, sabor agradable y propiedades de conservación.

Inmediatamente después del desastre se distribuirá alimento cocinado en paquetes individuales o por medio de cantinas móviles, pero tan pronto como sea posible debe desarrollarse el programa de alimentación conforme a dos criterios principales: *a*) la provisión de alimentos para los que tienen medios de preparar y cocinar sus comidas bajo su propia iniciativa y responsabilidad, y *b*) las disposiciones que adopte la organización de socorro para proporcionar servicios de alimentación en gran escala a los que carecen de esos medios.

Servicios de alimentación en gran escala

Si no se aplican medidas sanitarias adecuadas al almacenamiento, la preparación y la distribución de alimentos en situaciones de urgencia, la alimentación en gran escala será un peligro constante para la salud. Los alimentos se contaminan fácilmente y son aptos para el desarrollo de organismos patógenos. Además, otros servicios relacionados con la protección de alimentos, es decir, los de abastecimiento de agua, eliminación de desechos y lucha antivectorial, funcionan de manera improvisada durante las situaciones de urgencia. Por tanto, las circunstancias favorecen el brote de enfermedades transmitidas por los alimentos, y las consecuencias de esos brotes pueden ser extremadamente graves porque los servicios médicos y de enfermería, que tal vez ya se encuentren escasos de personal y abrumados con casos urgentes, no podrán afrontar la situación. Esas consideraciones muestran claramente la necesidad de planificar y poner en marcha debidamente los programas de higiene de los alimentos en los casos de emergencia.

Las autoridades sanitarias no tienen a su cargo la provisión de alimentos. No obstante, los funcionarios de higiene del medio deben saber las cantidades y tipos de alimentos que existen, las líneas de suministro y los medios de distribución, de manera que puedan disponer y aplicar las medidas adecuadas de protección sanitaria. Por consiguiente, lo primero que debe hacerse es reunir a todos los funcionarios de salud pública, suministros, asistencia social y otros servicios que intervengan en el abasto de alimentos a fin de desarrollar un plan lógico para la vigilancia sanitaria de los suministros e instalaciones de víveres.

A fin de asegurar una buena higiene de los alimentos pueden aplicarse las medidas siguientes:

1) inspección de la calidad de los alimentos que llegan para detectar signos de descomposición y contaminación;
2) inspección de la calidad del agua suministrada a los centros de preparación de alimentos;
3) lucha contra insectos y roedores en tiendas, cocinas y centros de alimentación;
4) disposiciones para almacenar y cocinar debidamente los alimentos;
5) disposiciones para eliminar debidamente los desechos sólidos y líquidos;
6) disposiciones para lavar y desinfectar debidamente los utensilios;
7) vigilancia de la preparación de alimentos;
8) vigilancia del servicio de alimentos a la mesa;
9) vigilancia de la limpieza de los locales donde se manipulan alimentos;
10) administración del personal que manipula alimentos; en relación con ese personal es necesario: *a*) practicar reconocimientos médicos, *b*) dar adiestramiento, *c*) procurar que haya bastante personal y *d*) proporcionar suficientes servicios sanitarios.

Hay algunos aspectos que el personal de saneamiento debe atender y vigilar de manera especial:

1) los vehículos para transportar alimentos;
2) el almacenamiento de alimentos;
3) los centros de alimentación en gran escala, en particular sus cocinas;
4) los hospitales de emergencia;
5) los centros de distribución de leche.

A continuación se indican algunos puntos importantes que deben tenerse presentes en la organización de centros de alimentación en gran escala:

1) La localización y distribución de los centros de campaña para alimentación en gran escala deben seleccionarse y organizarse en consulta con los funcionarios encargados del saneamiento, a fin de asegurar medios adecuados de protección sanitaria. Siempre que sea posible, deben utilizarse los edificios existentes, como restaurantes, comedores de hoteles, escuelas, salas de reuniones públicas, e iglesias, que ofrecen condiciones propicias para mantener un nivel satisfactorio de limpieza en todo momento y para prevenir la invasión de roedores e insectos.

2) En los locales de alimentación únicamente puede utilizarse agua potable. Cuando no haya abastecimiento entubado, debe transportarse, almacenarse y manipularse el agua de manera sanitaria.

3) Debe proporcionarse una cantidad suficiente de palanganas, cada una con jabón, cepillo para las uñas y una toalla limpia, exclusivamente para uso de los manipuladores de alimentos.

4) Deben proporcionarse cubetas separadas para lavar toda clase de utensilios de mesa y cocina. Antes de lavarlos, deben rasparse los utensilios para quitarles la grasa o los restos de alimentos y arrojarlos a un depósito de residuos; se lavan luego los utensilios en una cubeta con agua caliente y un detergente, se ponen en bandejas o canastas de alambre y se sumergen en agua hirviendo durante 5 minutos para desinfectarlos. Otro procedimiento de desinfectar utensilios ya lavados consiste en sumergirlos en una solución esterilizante, de preferencia caliente, de cloro (100 mg/litro durante 30 segundos) o compuestos amoniacales cuaternarios (200 mg/litro durante 2 minutos). No es necesario ni conveniente secarlos por frotamiento; las canastas o bandejas se ponen a secar en un lugar exento de polvo.

5) Debe disponerse otra vasija para lavar todas las frutas y verduras antes de cocinarlas. Debe prohibirse que se sirvan crudas las verduras y las frutas de cáscara suave, a menos que sea esto inevitable por razones dietéticas; en esos casos, deben lavarse minuciosamente las verduras y las frutas, hay que lavarlas sumergiéndolas en una solución de cloro (100 mg/litro durante 3 minutos) y enjuagarlas hasta que desaparezca el olor de cloro.

6) Deben colocarse instalaciones bien protegidas de eliminación de excretas para el personal, cerca del centro de alimentación en gran escala, suponiendo que las personas que comen en ese centro puedan hacer uso de los servicios generales. Los retretes y letrinas deben mantenerse en el mejor estado posible de limpieza en todo tiempo.

7) Los residuos líquidos de las cocinas, si no se vierten en los albañales públicos, deben eliminarse por otros procedimientos sanitarios, como un pozo de absorción o un pozo negro cubierto. Para impedir obturaciones, debe ponerse siempre un separador de grasas o un tamizador, que es necesario conservar debidamente.

8) Los desechos sólidos procedentes de las cocinas deben depositarse inmediatamente en recipientes de basura como los descritos en la página 70. En los sectores donde se preparan y cocinan alimentos, no deben permanecer recipientes llenos de basura; éstos deben taparse herméticamente y ser llevados al exterior, donde se recogerán y llevarán a vaciar.

9) Debe iniciarse pronto un servicio de eliminación de basuras, pues la recogida y eliminación adecuada de éstas evita muchos problemas, especialmente la proliferación de moscas, la invasión de roedores y los riesgos de incendio. Cuando no es factible ese servicio, debe intentarse dividir la basura en:

a) Residuos inertes: principalmente botellas y latas. Cuando están intactas deben utilizarse; las víctimas de desastres pueden encontrar muchos usos para las latas. Si están averiadas, deben ser aplastadas o aplanadas y enterrarse.

b) Residuos combustibles: principalmente envolturas, bolsas, cajas, etc. Pueden quemarse en un incinerador de cocina.

c) Residuos putrescibles: restos de alimentos de todas clases. Cuando hay suficientes residuos combustibles, pueden quemarse en el incinerador; en otras circunstancias, deben enterrarse con los residuos inertes.

10) Las vasijas, mesas, tajos de cocina, tablas de trinchar y todos los demás muebles y materiales deben conservarse tan limpios como sea posible cuando están en uso y limpiarse minuciosamente después de cada comida.

11) En la cocina sólo puede conservarse el alimento que va a utilizarse el mismo día. Los víveres que no están en proceso de preparación o cocinados deben guardarse en armarios y recipientes a prueba de moscas.

12) Cuando no hay medios de refrigeración o éstos son insuficientes, los alimentos de fácil descomposición deben comprarse a diario y cocinarse y servirse tan pronto como sea posible. Cuando se cuenta con un veterinario o un inspector de carnes competente, puede pensarse en la matanza de animales para consumirlos el mismo día.

13) La leche condensada o en polvo debe ser reconstituida únicamente con agua potable y en las mejores condiciones sanitarias posibles. Si se cuenta con leche natural para lactantes y enfermos hospitalizados, debe hervirse antes de consumirla.

14) Es necesario proporcionar una provisión suficiente de detergentes, desinfectantes, cepillos, trapos, escobas y otros artículos para la limpieza doméstica.

15) En los centros de alimentación en gran escala pueden usarse platos, tazas, etc., desechables, especialmente cuando están desplazándose las víctimas de un desastre. No debe permitirse el uso de vasos colectivos para beber.

Las medidas aplicadas para mantener un ambiente higiénico en los centros de alimentación y para proteger los alimentos contra el contacto con materia contaminada serán inútiles si se descuida la limpieza y el estado de salud del personal de los centros de alimentación. Los manipuladores de alimentos con manos y ropas sucias, hábitos antihigiénicos y descuidados, y enfermedades transmisibles activas o latentes son responsables con tanta frecuencia de la contaminación de alimentos como las moscas, los utensilios sucios y otras condiciones antihigiénicas que pueda haber en cocinas y sectores donde se sirven alimentos.

Un desastre puede traer como consecuencia la penuria de personal competente para los centros de alimentación, y acaso sea necesario recurrir a la ayuda de voluntarios para suplementar el personal. Sin embargo, para este servicio no puede emplearse a nadie que sufra una enfermedad transmisible o sea portador de ella. Deben rechazarse las personas que tengan furúnculos, úlceras, heridas infectadas, infecciones de la garganta o infecciones respiratorias agudas. Tan pronto como sea posible debe establecerse el examen médico de todos los manipuladores de alimentos.

La selección de ayudantes voluntarios debe fundarse en el estado de salud, la limpieza y la higiene personales, y la experiencia previa. Para alcanzar un nivel satisfactorio de higiene personal y ambiental, son indispensables el adiestramiento en el servicio y la vigilancia estrecha. La enseñanza de prácticas sanitarias adecuadas debe adaptarse a las instalaciones improvisadas. Es difícil cambiar hábitos de toda la vida; la única manera de lograr que las enseñanzas se pongan en práctica es la inspección frecuente y la vigilancia constante.

Si no hay suficiente personal sanitario preparado para inspeccionar y vigilar los centros de alimentación, debe recurrirse a personas idóneas que, después de un curso de orientación, puedan ayudar a los oficiales de saneamiento inspeccionando los locales de alimentos y notificando toda deficiencia o falta.

Debe insistirse en la necesidad de trabajar con limpieza en todo tiempo. Es sumamente importante que todos los manipuladores de alimentos, inclusive camareros, aprendan a lavarse las manos antes de comenzar a trabajar, después de ir al retrete y con la frecuencia que sea necesaria para suprimir suciedad y fuentes de contaminación, abstenerse de tocar innecesariamente todo alimento o las superficies que tocan alimentos de todos los utensilios empleados para comer y beber; abstenerse de estornudar y toser sobre los alimentos o cerca de ellos; llevar ropas exteriores que se usen exclusivamente mientras se preparan, cocinan o sirven alimentos; mantener esos delantales o batas tan limpios como sea posible y mudárselos cuando se ensucien, y abstenerse de fumar en sectores destinados a la preparación y cocinado de alimentos. Todo el personal de los centros de alimentación en gran escala debe conocer y aplicar los principios fundamentales de la higiene de los alimentos. En todos los puntos estratégicos deben colocarse instrucciones lógicas y claras, adaptadas a las situaciones de urgencia, para recordar constantemente al personal sus obligaciones. Son sumamente útiles los carteles ilustrados, indispensables cuando hay empleados analfabetos.

Lucha contra la fauna nociva

Las condiciones que se presentan inmediatamente después de un desastre favorecen el incremento rápido de la población de insectos y roedores. La causa inmediata puede ser la desorganización de los servicios sanitarios, como la recogida y eliminación de basuras y la producción subsiguiente de sitios adecuados para que proliferen ampliamente y se alberguen esos animales. El alojamiento de grandes cantidades de personas en refugios temporales en esas condiciones las expondrá a enfermedades transmitidas por insectos y roedores.

Las oportunidades y los medios para practicar la limpieza personal pueden ser extremadamente limitados en albergues temporales; personas portadoras de enfermedades infecciosas y otras infestadas por parásitos

pueden estar en estrecho contacto con personas exentas de infecciones. Esa situación, ya complicada probablemente por instalaciones y servicios sanitarios un tanto primitivos, crea riesgos potenciales que deben ser atendidos y corregidos.

El traslado de personas a un nuevo lugar suele exponerlas a insectos y a enfermedades tales como el tifus, el paludismo y la peste. Moscas, pulgas, piojos, ácaros, mosquitos, garrapatas y roedores son vectores de enfermedades que se desarrollan rápidamente en un ambiente irregular.

Entre los insectos que pueden provocar dificultades, molestias o infecciones localizadas figuran en particular niguas, jejenes, chinches, mosquitos y cucarachas. En algunas zonas, las víctimas de desastres se ven expuestas a reptiles ponzoñosos, arañas y otras alimañas que, si bien sólo ponen en peligro a la persona que llega a estar en contacto con ellas, pueden ejercer con su ataque un efecto desmoralizador sobre personas ya inclinadas a la histeria a causa de las circunstancias.

Los vectores que con más frecuencia se encuentran en campamentos y albergues temporales, así como las enfermedades principales que pueden transmitir por picaduras, infecciones cutáneas y contaminación de alimentos y agua se expresan a continuación:

Vector	*Enfermedades principales*
Mosquitos	Paludismo, fiebre amarilla, dengue, encefalitis vírica, filariasis
Moscas domésticas	Diarrea, disentería, conjuntivitis, fiebre tifoidea
Cucarachas	Diarrea, disentería, salmonelosis
Piojos	Tifus endémico, pediculosis, fiebre recurrente, fiebre de las trincheras, irritación cutánea
Chinches	Inflamación intensa
Chinches conorrinas	Enfermedad de Chagas
Garrapatas	Fiebre rickettsial, tularemia, fiebre recurrente, encefalitis vírica
Ácaros de roedores	Rickettsiosis vesiculosa, tifus de las malezas
Pulgas de roedores	Peste bubónica, tifus endémico
Roedores	Fiebre por mordedura de rata, leptospirosis, salmonelosis, melioidosis

Los programas de lucha contra los vectores deben planificarse de tal manera que se afronten dos situaciones distintas:

1) La fase inicial o de urgencia inmediatamente consecutiva al desastre, cuando las actividades de lucha deben concentrarse en la destrucción, mediante procesos físicos o químicos, de parásitos que infesten personas, sus ropas, ropas de cama y otros objetos, así como animales domésticos. Desde el principio debe disponerse de un grupo de saneamiento de urgencia para llevar a cabo esa desinfestación.

2) El período posterior a la situación de urgencia, cuando las actividades de lucha deben encaminarse hacia una higiene adecuada de los alimentos, una eliminación correcta de desechos, sobre todo por lo que respecta al desagüe, y la limpieza general y personal.

Durante todo el período posterior al desastre debe practicarse el ataque directo contra los insectos y sus criaderos y albergues.

Insectos

Debe prestarse la máxima atención a la limpieza de las víctimas, así como de sus pertenencias, a fin de reducir los peligros incipientes de infestación, infección, dermatitis y otras afecciones personales. En la sección sobre « Instalaciones diversas » se indican las formas de disponer los medios de aseo (véanse las páginas 89-91).

Es de esperar que proliferen los piojos en albergues temporales y campamentos superpoblados; en esas condiciones debe establecerse sistemáticamente el espolvoreo con un insecticida a todos los refugiados que lleguen al centro de recepción o campamento. Si es necesario, deben adiestrarse ayudantes voluntarios en las operaciones de espolvoreo. Hay que verificar previamente la eficacia del insecticida. En campamentos de 500 personas o más, la estación de desinfestación debe ser planificada en un sector compacto, con locales adecuados para un tratamiento rápido y eficaz. Ese servicio debe estar también equipado para la desinfestación de emergencia de vestidos, ropas de cama y otros artículos, tiendas y locales de vivienda. Los grupos que trabajen en un servicio de desinfestación deben estar en condiciones de cubrir varios campamentos vecinos. En la sección sobre « Instalaciones diversas » se describen algunos procedimientos de desinfestación y desinfección (véanse las páginas 91-92).

Deben practicarse estudios preliminares en las zonas del campamento para determinar la cantidad y extensión de los sitios donde pueden criarse o alojarse insectos y roedores. Esos sitios deben señalarse en mapas para indicar los lugares donde se necesitan medidas de lucha. Hay tres tipos de zonas acerca de los cuales es particularmente importante obtener información:

1) *Criaderos de mosquitos.* Pueden detectarse mediante la recogida de larvas y la inspección. Deben utilizarse mapas y hojas de registro de datos para anotar la información respectiva. La captura por medio de trampas de mosquitos adultos proporciona datos acerca de su cantidad y su distribución, así como respecto a la eficacia de las medidas de lucha.

2) *Criaderos de moscas.* Para localizar éstos deben inspeccionarse todos los sitios de eliminación de basuras, corrales y albergues de animales, retretes superficiales, montones descubiertos de basura y lugares donde puedan acumularse desechos de mataderos o cualesquiera otras sustancias orgánicas en descomposición. El clima y la estación del año son factores importantes para evaluar las posibilidades de proliferación de las moscas. Las temperaturas superiores a 20°C favorecen el rápido incremento de las poblaciones de moscas. Cuando se dispone de personal experimentado, la determinación sistemática de las densidades de población de las moscas puede servir para apreciar la eficacia de las medidas de lucha.

3) *Madrigueras de roedores.* Antes de emprender un programa de lucha contra los roedores, debe efectuarse un estudio preliminar para determinar la magnitud y localización de las infestaciones de roedores, la probabilidad de que se registren enfermedades transmitidas por ratas y pulgas o por ratones y ácaros, así como la posibilidad de que se estropeen alimentos y propiedades y de que sean mordidas las personas que viven en albergues temporales. La identificación de las especies predominantes es requisito indispensable de un programa eficaz.

La lucha contra la fauna nociva debe seguir un plan claro y tener un programa. Para este fin es necesario organizar grupos especiales. El jefe de grupo debe ser un técnico en saneamiento con conocimientos y experiencia suficientes en la lucha antivectorial. El servicio antipalúdico, el instituto nacional de sanidad y otros órganos relacionados con la lucha antivectorial y las investigaciones sobre los vectores deben ser consultados respecto a la presencia de vectores resistentes a los plaguicidas en la zona de desastre. El Comité de Expertos de la OMS en Insecticidas formuló una serie de recomendaciones importantes en su 17º informe.[1]

Para que la lucha tenga la máxima eficacia contra un insecto o un roedor, los encargados de aplicar las medidas deben conocer la biología y la ecología de las especies que han de combatir, así como los diversos procedimientos y plaguicidas utilizables. El empleo rutinario de un procedimiento o de un plaguicida sin tener en cuenta las circunstancias especiales de cada caso da resultados poco satisfactorios. Así, por ejemplo, la aplicación de nieblas insecticidas antes de la puesta del sol no da resultados en la lucha contra ciertas especies de mosquitos, mientras que el mismo tratamiento aplicado en el momento de ponerse el sol o poco después resulta excelente. La aplicación de nieblas en condiciones meteorológicas desfavorables puede resultar totalmente inútil. En algunos países, las especies de anofelinos tienen hábitos semidomésticos (por ejemplo, *Anopheles sergenti* en Israel y Jordania) y los tratamientos de acción residual no bastan para reducir o para interrumpir por completo la transmisión del paludismo. Sin embargo, en los mismos países se ha conseguido exterminar casi por completo mediante esos tratamientos una especie doméstica (*An. sacharovi*). Una situación análoga existe en África, donde *An. funestus* ha desaparecido en zonas sometidas a aplicaciones de acción residual. En otras regiones, donde los hábitos exofílicos de los anofelinos disminuyen la eficiencia de los tratamientos de acción residual en el interior de las habitaciones, pueden ser útiles procedimientos como los larvicidas, especialmente en los sitios donde la proliferación de los mosquitos es reducida o se restringe a habitats limitados durante ciertas estaciones del año (por ejemplo, *An. albimanus* en lechos de cursos de agua en Centroamérica en la estación seca). Cuando las medidas están destinadas a combatir tanto larvas como adultos, conviene utilizar diferentes productos químicos para cada tipo de tratamiento con el objeto de reducir la posibilidad de que la especie adquiera resistencia al insecticida.

La eficacia de las medidas de lucha química depende en gran proporción de algunos otros factores: *a)* la especie combatida, *b)* la eficacia de la aplicación, *c)* el tipo de preparado que se emplea y su forma de aplicación, *d)* la naturaleza de la superficie donde se aplica el insecticida, *e)* la estabilidad y la actividad del plaguicida, *f)* el potencial biótico de la especie combatida y *g)* la gestión del programa de lucha.

---

[1] Comité de Expertos de la OMS en Insecticidas (1970) *Resistencia a los insecticidas y lucha antivectorial*, Ginebra (*Org. Mund. Salud Ser. Inf. Tecn.*, Nº 443) págs. 180-181.

Se pone de relieve que, para lograr buen éxito, todos los procedimientos de lucha deben ser vigilados debidamente por personal competente.

1. Mosquitos

En las regiones donde son endémicas las enfermedades transmitidas por mosquitos, la lucha inicial debe encaminarse contra los imagos y sus criaderos.

Procedimientos imagocidas. Las superficies interiores de viviendas ocupadas, dependencias, atarjeas y otros sitios de reposo deben tratarse con pulverizaciones de una mezcla líquida que contenga DDT, clordano o algún otro insecticida adecuado. Los campamentos de tiendas deben tratarse al anochecer con nebulizaciones de insecticidas aplicados por medio de pulverizadores espaciales de motor.

Larvicidas. El procedimiento que se emplee dependerá de la localización, el tamaño y las posibilidades de acceso del criadero de mosquitos. Cuando los criaderos son accesibles y abarcan menos de 5 hectáreas, resultan indicadas las operaciones larvicidas desde la orilla usando pulverizadores manuales o de motor. Para zonas que cubren más de 10 hectáreas, resultan más eficaces los camiones o botes de motor con equipo motorizado de pulverización. Para zonas extensas de criaderos, donde son urgentes las medidas de lucha, pueden necesitarse aeronaves con equipo de pulverización.

2. Moscas

Saneamiento. El procedimiento más eficaz de lucha contra las moscas es la práctica de un saneamiento adecuado en la zona de desastre, en particular, el almacenamiento, la recogida y la eliminación higiénicos de desechos orgánicos. Si no es posible el relleno higiénico ni la incineración, deben arrojarse los desechos en lugares adecuados, situados a un mínimo de 5 km de cualquier zona densamente poblada. Es necesario inspeccionar con frecuencia, por lo menos una vez a la semana, corrales y establos a fin de conseguir la eliminación apropiada de desechos. El estiércol puede conservarse en depósitos a prueba de moscas, esparcirse en capas delgadas sobre un campo o enterrarse bajo 30 cm de tierra compacta. En zonas no servidas por sistemas de alcantarillado, sólo se permitirán letrinas o retretes sanitarios. En todos los demás lugares que puedan ser criaderos de moscas, como cocinas, sitios para comer, mataderos y lecherías, debe practicarse la limpieza para alejar las moscas y otros parásitos.

Tratamiento químico. Pueden combatirse las moscas mediante la pulverización de insecticidas de acción residual en las zonas donde se crían y reposan. Cuando se dispone de vehículos, conviene usar equipo motorizado de pulverización. Para combatir la lucha en situaciones de urgencia son muy eficaces las máquinas de pulverización espacial. Puede ser necesario usar algunos pulverizadores manuales a fin de alcanzar zonas inaccesibles para la máquina (el interior de casas, retretes y otras construcciones). En los pozos de letrinas no deben emplearse insecticidas, especialmente la dieldrina, porque puede provocarse un aumento de las moscas.

Tela metálica. Los hospitales, tiendas de alimentos, centros de alimentación en gran escala, centros de distribución de leche y lugares semejantes deben ser protegidos debidamente con telas de alambre o material plástico para evitar la entrada de las moscas no eliminadas por medios químicos.

3. Otros insectos

Las cucarachas y las hormigas pueden infestar cocinas, comedores colectivos y retretes. La limpieza es el medio fundamental para luchar contra estos parásitos. Asimismo, para combatirlos resulta eficaz la aplicación de polvos o pulverizaciones de clordano al 5 % detrás de entrepaños y frisos interiores, en grietas, debajo de cubiertas de mesas, fregaderos y estufas, alrededor de botes de basura, en pisos de letrinas y lugares análogos. Contra piojos, pulgas y ácaros da buenos resultados la aplicación de polvo de DDT al 10 % en el cabello y en ropas exteriores e interiores de las personas. Deben hacerse varias aplicaciones cada semana. Las viviendas de los campamentos y los albergues temporales pueden fumigarse bajo inspección competente.

Roedores

Cuando es inminente el peligro de una epidemia transmitida por roedores, debe emprenderse inmediatamente una lucha de emergencia, para la cual se recomiendan las medidas siguientes:

1) Espolvorear los senderos de las ratas con DDT al 10 % o algún otro polvo de insecticida probado para eliminar primero los ectoparásitos de la rata. Esto es extremadamente importante si existe un brote de peste o hay peste endémica en la región.

2) Extender el espolvoreo a otras zonas de la colectividad donde se encuentren ratas y pulgas.

3) Practicar el envenenamiento en gran escala de ratas en basureros y madrigueras situados en la proximidad de la zona poblada.

Cuando no hay peligro inminente de epidemias transmitidas por las ratas, se recomienda el programa siguiente:

1) Debe prepararse un mapa maestro en el que se indiquen las secciones donde se necesita luchar contra las ratas. A cargo del programa debe estar un técnico en saneamiento competente, que cuente con personal y equipo suficientes para las necesidades del caso. La zona debe dividirse en secciones, cada una de ellas cubierta por una brigada encargada de aplicar polvos y rodenticidas.

2) Reducir las poblaciones de ratas por medio de rodenticidas.

3) Extender e intensificar la recogida y eliminación de basuras en 2 km a la redonda de la zona poblada. Aplicar procedimientos adecuados de almacenamiento y eliminación higiénicos para privar de víveres a las ratas.

4) Si la zona se encuentra en un puerto o cerca de éste, deben ponerse en vigor los reglamentos portuarios sobre lucha contra las ratas.

En el Anexo 9 se presenta información sobre insecticidas y rodenticidas recomendados, concentraciones, dosis y preparación y aplicación de diversos preparados.

Riesgos para la salud y precauciones necesarias

En mayor o menor grado, todos los plaguicidas que se utilizan actualmente son tóxicos para el hombre. Las personas que preparan plaguicidas o aplican pulverizaciones o espolvoreos, deben tener cuidado de no inhalar el polvo, las pulverizaciones o vapores, y de evitar el contacto de los productos con la piel, hasta donde sea posible. Los operarios encargados de las pulverizaciones deben usar ropas protectoras, como guantes de goma, sombreros de ala ancha y trajes de mecánicos. Los insecticidas derramados sobre el cuerpo o las manos deben ser eliminados inmediatamente con agua y jabón. Deben notificarse inmediatamente cualesquiera signos extraños de nerviosidad, dermatitis y pérdida del apetito; en cuanto aparezcan esos síntomas debe practicarse un examen médico. En el 17º informe del Comité de Expertos de la OMS en Insecticidas[1] se describen las precauciones que deben adoptarse al aplicar insecticidas.

Servicios funerarios y entierro de los muertos

El servicio de salud pública debe vigilar los servicios funerarios en situaciones de urgencia. Aparte del examen médico de las personas fallecidas, es probable que el trabajo de inspección esté a cargo del personal de saneamiento. En todo caso, esa inspección es necesaria, especialmente durante brotes epidémicos. La labor que debe realizarse consiste en:

1) *Traslado.* El traslado de cadáveres para alejarlos del sitio del desastre no está bajo la responsabilidad del personal de saneamiento, pero éste suele colaborar con otros trabajadores si la situación lo requiere. Es importante para mantener la moral que se aleje rápida y discretamente a los cadáveres de la vista del público.

2) *Depósito de cadáveres.* Debe tener cuatro secciones: una sala de recepción, una cámara de exposición, una cámara de almacenamiento para cadáveres que no conviene exponer, y una habitación que sirva de archivo y para guardar efectos personales. En algunas emergencias graves puede ser necesario prescindir del depósito de cadáveres.

3) *Prueba legal de la defunción.* Es responsabilidad del médico examinador que expida el certificado de defunción.

[1] Comité de Ex- de la OMS en Insecticidas (1970) 17º *Informe*, Ginebra (*Org. mund. Salud Ser. Inf. tecn.*, Nº 443) p. 1-292.

4) *Identificación de cadáveres.* Debe hacerse todo lo posible por identificar los cadáveres o al menos por obtener el máximo de información.

5) *Preparación de un registro oficial de defunciones.* Debe fijarse al cadáver una marca de identidad y registrarse toda la información asequible en un libro especial.

6) *Eliminación definitiva del cadáver.* Deben evitarse los entierros colectivos en una fosa común. Debe marcarse la localización de las tumbas en mapas e identificar aquéllas por medio de rótulos numerados.

7) *Devolución de efectos personales valiosos.* Los parientes cercanos deben recibir los efectos personales valiosos de los difuntos. En caso de epidemia, deben desinfectarse los efectos personales antes de devolverlos.

Para el servicio funerario se necesitan los artículos siguientes: camillas, guantes de cuero, guantes de goma, trajes de mecánico, botas, gorras, jabón y desinfectantes, tela de algodón, picos y palas. También pueden necesitarse máquinas pesadas para mover la tierra y camiones.

Deben adoptarse siempre precauciones para manipular cadáveres, especialmente en casos de defunción por enfermedades contagiosas. En las epidemias, debe mantenerse una vigilancia sanitaria estricta en todas las fases de manipulación de los cadáveres; el personal respectivo debe tener ropas de trabajo especiales y al terminar una jornada debe lavarse minuciosamente con un jabón desinfectante.

Instalaciones diversas

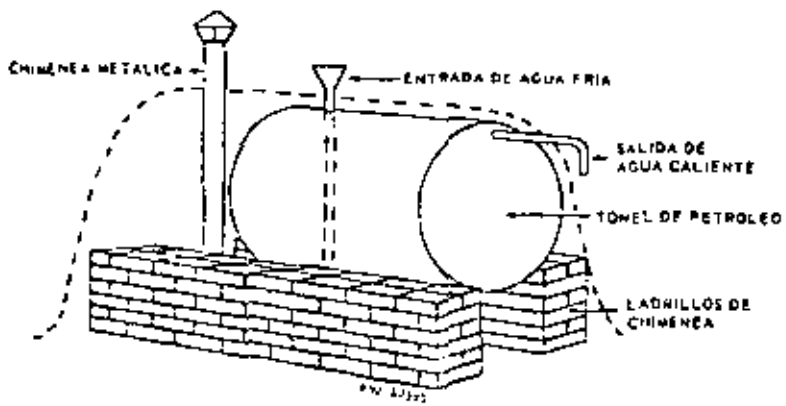
En albergues temporales y campamentos, para mantener la limpieza personal deben instalarse servicios colectivos, especialmente duchas, lavatorios, lavanderías y cuartos de desinfestación y desinfección. Estos medios contribuirán a prevenir enfermedades de la piel e infestaciones que provocan enfermedades transmitidas por vectores; los cuartos de desinfección son necesarios para impedir la propagación de enfermedades infecciosas transmitidas por fomites. El funcionamiento adecuado y la conservación de estos servicios depende de una vigilancia constante por parte del personal de saneamiento.

Baños y duchas

Son preferibles las duchas a los baños, tanto por razones sanitarias como para economizar agua. Debe disponerse una instalación de ducha para cada 100 personas. Conviene llevar registros o un sistema de billetes para los baños a fin de cerciorarse de que todas las personas del campamento se bañan por lo menos una vez a la semana. En climas cálidos, el agua fría debe ser suficiente. Si se proporciona agua caliente, hay que suministrar 20 litros para cada baño; el consumo general de agua para baño debe calcularse sobre la base de 30 a 35 litros por persona y por semana. No debe permitirse

el uso de toallas en común, a menos que puedan ser lavadas y desinfectadas después de cada uso. Por razones tanto higiénicas como económicas, los baños comunales deben estar situados cerca de los cuartos de desinfestación y desinfección. Deben disponerse los medios necesarios para eliminar el agua residual de los baños. En un plazo bastante corto pueden instalarse los baños de ducha temporales. Las figuras 31 y 32 muestran un método rápido de proporcionar calentadores de agua y duchas temporales en pequeña escala. En campamentos de duración prolongada deben establecerse instalaciones más permanentes y de mayor tamaño. En situaciones de desastre son muy convenientes los baños instalados en camiones y vagones de ferrocarril.

FIG. 31. CALENTADOR TRANSPORTABLE DE AGUA.



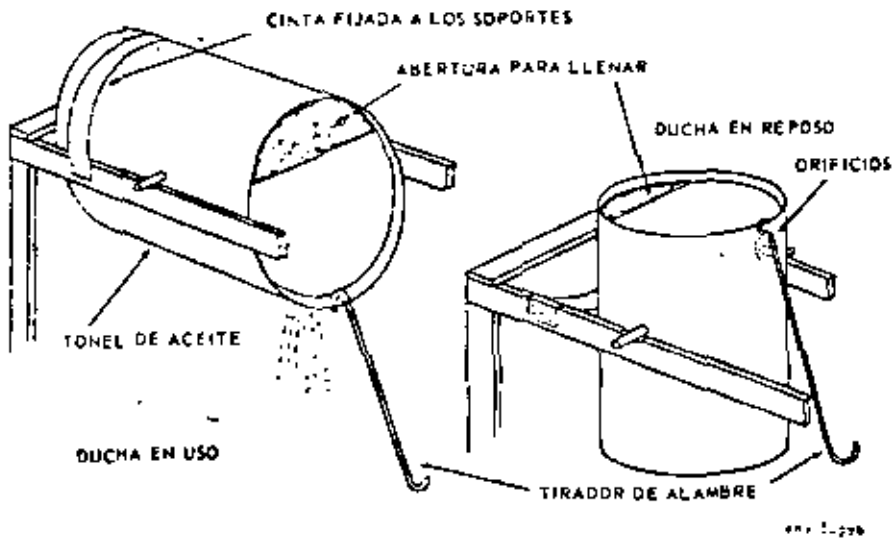
Adaptado de: Canadá, Department of National Health and Welfare (1967) *Environmental health in disaster*, Ottawa, pág. 81.

Este calentador puede hacerse a base de un tonel de petróleo de 200 litros. La entrada de agua fría es un tubo de 4 cm de diámetro, que se extiende hasta 5 cm, aproximadamente, del fondo del tonel. La salida del agua caliente está situada tan cerca como sea posible del borde superior, a fin de que no se pierda el agua caliente por rebosamiento. El agua caliente del tonel se sustituye por agua fría, que impulsa hacia arriba el agua caliente hasta el tubo de salida. El tonel está colocado sobre ladrillos de chimenea, que forman soportes hasta una altura aproximada de 6 ladrillos; detrás del tonel se adapta una chimenea metálica. Se emplea un fuego de madera de agua y aceite y los ladrillos sirven de pantalla para reducir la ventilación. Todo el calentador puede cubrirse con tepe.

Lavanderías

En campamentos temporales puede esperarse que la gente lave sus ropas en tinas metálicas o de material plástico, pero en campamentos de duración prolongada es necesario proporcionar lavanderías colectivas. Cuando se necesitan cuartos de desinfección, estos deben estar junto a las lavanderías. Siempre que sea posible, conviene suministrar agua caliente. Se recomienda un lavadero para cada 100 personas. Será necesario establecer un calendario para el uso de lavanderías tomando como base una familia, pues de otro

FIG. 32. DUCHA IMPROVISADA



Adaptado de: Canadá, Department of National Health and Welfare (1967) *Environmental health in disaster*, Ottawa, pág. 82.

Esta ducha puede hacerse de manera muy sencilla con un tonel de aceite de 20 litros, suspendido de la horquilla de un árbol o de soportes improvisados. Debajo de cada ducha debe colocarse una tarima y debajo de ésta un pozo de absorción.

modo los lavaderos tendrán exceso de demanda en algunos momentos y nadie los utilizará en otros. El agua residual debe eliminarse mediante desagües adecuados y separadores de grasa y jabón.

Desinfección y desinfestación

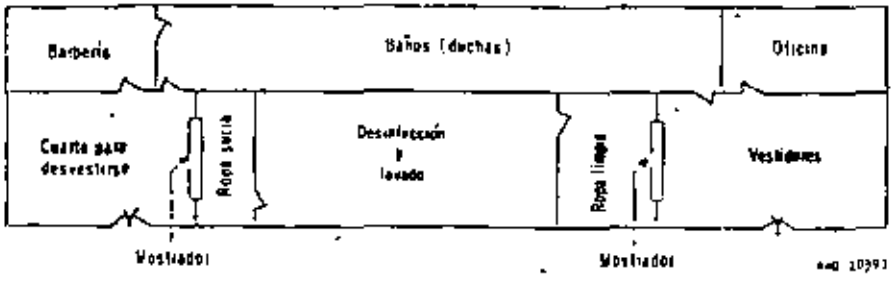
La desinfección es el proceso de destruir gérmenes patógenos. La desinfestación es el proceso de eliminar o destruir insectos, sus huevecillos y otros animales nocivos que transmiten enfermedades o causan molestias. Los procedimientos de desinfección son eficaces para desinfestar, pero lo contrario no siempre es válido. En la práctica, se emplea con más frecuencia la desinfestación que la desinfección. Los procedimientos empleados en la desinfestación destruyen a los animales, pero no matan forzosamente a los gérmenes patógenos transmitidos por parásitos como los piojos; por tanto, cuando exista algún riesgo de que los animales nocivos produzcan una epidemia, es más seguro emplear la desinfección.

Para que la desinfección sea eficaz se necesita personal preparado, pues si no se realiza debidamente alguna de las diversas fases del proceso de desinfección, no se alcanza el objetivo de ésta. Por tanto, deben encargarse de las operaciones de desinfección y desinfestación técnicos en saneamiento competentes y experimentados.

Los procedimientos empleados para la desinfección y la desinfestación suponen el empleo de agentes físicos como la luz ultravioleta, el calor seco, el agua hirviendo y el vapor, o agentes químicos como el anhídrido sulfuroso, el óxido de etileno, el aldehído fórmico, el formol, el cresol, el fenol y el ácido carbólico. Algunos de estos agentes son peligrosos y sólo deben utilizarse bajo vigilancia experta.

El sector o edificio donde se practique la desinfección debe dividirse en una parte « sucia » para recibir artículos infectados y una parte « limpia » para distribuir artículos desinfectados; la única comunicación entre esas dos partes debe ser a través de un cuarto de desinfección y lavado (para ropa, etc.) o por medio de un baño (para personas). En la figura 33 se presenta el plano de un servicio conjunto de baño y desinfección, que puede ser objeto de modificaciones según las necesidades de cada localidad.

FIG. 33. PLAN RECOMENDADO PARA UN SERVICIO COMBINADO DE BAÑO Y DESINFECCIÓN



Deben adoptarse disposiciones en el sector « sucio » para desinfectar los vehículos utilizados para el transporte de materiales infectados; el personal empleado en la manipulación de materiales infectados debe estar debidamente protegido contra las infecciones. En el sector « limpio » debe haber un espacio de almacenamiento para los artículos desinfectados.

Todos los artículos que no se dañen con el vapor se desinfectarán por este medio. El chorro de vapor puede dirigirse hacia abajo o hacia arriba. Los artículos de cuero, las ropas con revestimientos o correajes de cuero, las pieles, la goma y otros materiales que pueden ser averiados por el vapor, se tratarán con pulverizaciones de una solución de formol al 5 %.

Un servicio de desinfestación debe estar dispuesto de la misma manera que un servicio de desinfección. La desinfestación no será eficaz a menos que los individuos infestados hayan sido segregados previamente, pues de lo contrario toda la población del campamento tendrá que ser desinfestada.

Mataderos

Cuando no existe o es escaso el equipo de refrigeración, por lo general es necesario adoptar disposiciones sencillas para la matanza en los campamentos: [illegible] sitio escogido debe estar apartado, pero sujeto a vigilancia estricta.

El piso debe ser de concreto o asfalto, inclinado hacia un desagüe central provisto de una trampa o coladero para apartar los sólidos. Los residuos líquidos pueden eliminarse en un pozo de filtración. Debe suministrarse agua en abundancia para lavado. Para desollar las canales se utilizan ganchos colgados en una viga horizontal a una altura de unos 2 m, sostenida por dos postes verticales.

Los despojos, los huesos y otros desechos sólidos deben enterrarse, o quemarse en un incinerador cerrado. Si se entierran, es necesario excavar una serie de pozos y cubrir los despojos con un mínimo de 90 cm de tierra, perfectamente tratada con aceite pesado y muy bien apisonada.

Educación higiénica de las víctimas de desastres

La experiencia ha demostrado que las instalaciones sanitarias establecidas como parte del trabajo de socorro después de los desastres no siempre llenan su cometido porque son usadas indebida o insuficientemente. Entre las causas más importantes de esta errónea actitud de las víctimas de desastres se encuentran las siguientes: *a*) el efecto psicológico del desastre, manifestado principalmente por una actitud apática; *b*) el bajo nivel de vida de las víctimas antes del desastre, y *c*) su ignorancia por lo que respecta al uso y conservación de las instalaciones suministradas. Por tanto, la dotación de instalaciones sanitarias no es suficiente por sí misma para resolver el problema: la gente debe usarlas adecuada y frecuentemente, de manera que se alcance un nivel suficiente de limpieza personal y de higiene ambiental. En consecuencia, todo el personal de higiene del medio tiene el deber de participar activamente enseñando a las personas afectadas por el desastre a utilizar debidamente las instalaciones sanitarias, a seguir las normas de la higiene personal y a salvaguardar la salud de la colectividad.

Hay que tener presentes algunos puntos relacionados con la labor educativa:

1) Para que la enseñanza sea fructífera, debe fundarse en la confianza y la colaboración del público. A fin de ganar la confianza de éste, es sumamente importante que el personal sanitario adopte una actitud benévola; el autoritarismo es perjudicial.

2) Las instalaciones sanitarias usadas deben ser de un tipo fácilmente comprensible por el público. Generalmente pueden encontrarse soluciones sencillas y accesibles sin sacrificar los principios fundamentales de la higiene. Si no es posible evitar una instalación complicada, se necesita instruir paciente y constantemente al público para hacerla comprender y asegurar que se hace un uso correcto de ella.

3) La enseñanza directa y objetiva es la más eficaz.

4) En situaciones urgentes y de corta duración, no hay tiempo suficiente para iniciar procesos educativos, y el funcionamiento adecuado de las instalaciones sanitarias depende de una inspección eficaz. Para ayud[illegible] los

inspectores profesionales debe recurrirse a los jóvenes de la zona afectada y al personal de organismos de asistencia, como la Cruz Roja nacional. Deben practicarse inspecciones sistemáticas y periódicas.

5) En situaciones de urgencia se ha comprobado la utilidad de los medios de difusión para la educación en gran escala.

Las enseñanzas sobre saneamiento son necesarias especialmente en los aspectos siguientes:

1) evitar el uso de agua contaminada o dudosa;
2) evitar el despilfarro de agua;
3) colaborar en la distribución de agua;
4) colaborar en la protección del sistema de abastecimiento de agua;
5) colaborar en el uso adecuado de las instalaciones de eliminación de excretas y en la conservación de su limpieza;
6) evitar que se dispersen las basuras y observar las reglas para recogerlas debidamente;
7) colaborar en la reducción de las poblaciones de insectos;
8) mantener limpios los albergues y el campamento;
9) mantener limpios los recipientes de alimentos, platos, utensilios, etc.;
10) observar las reglas de higiene personal (cuerpo y ropas);
11) recoger apropiadamente el estiércol;
12) participar en las labores de limpieza de la colectividad.

6. REHABILITACION Y RECONSTRUCCION

No sería completa esta Guía sin una breve referencia a los trabajos de rehabilitación y reconstrucción después del desastre. La mayoría de los organismos especializados de las Naciones Unidas han indicado su buena disposición para ayudar en esta fase final del socorro en situaciones de desastre. Como la planificación para reconstruir comienza inmediatamente después del desastre y pueden organizarse muchos servicios de socorro de tal manera que prolonguen su actividad hasta la etapa de la rehabilitación, es importante incluir medidas de reconstrucción de la zona dañada dentro de los planes nacionales de atención al desastre. Hay que tener presente que la reconstrucción de una zona devastada no se limita a construir nuevos edificios, sino que abarca la reanudación íntegra de su desarrollo. Por consiguiente, los planificadores deben prestar la atención debida a la industria, la agricultura, el urbanismo y todos los demás aspectos socioeconómicos de la reconstrucción.

La autoridad encargada de la rehabilitación debe:

1) formular normas generales y adoptar decisiones (financieras, jurídicas, técnicas, operativas, etc.); queda aquí comprendida la labor de ministerios gubernamentales, autoridades locales, instituciones, sociedades de beneficencia y todos los organismos internacionales o extranjeros interesados;
2) establecer prioridades;
3) preparar planes (regionales, urbanos, etc.);
4) ejercer un control económico y técnico sobre la mano de obra y los materiales;
5) determinar los efectos del desastre sobre las construcciones; revisar los códigos de edificación; introducir el control técnico de edificios e instalaciones;
6) reconstruir las obras y edificios públicos;
7) ejecutar programas para reemplazar las viviendas destruidas;
8) disponer los medios para determinar, registrar y seleccionar las casas que pueden restaurarse.

Para planificar con fines de reconstrucción, se necesitan informaciones estadísticas sobre los puntos siguientes:

1) cantidad de personas interesadas, su distribución geográfica, grupos de edad, etc.;
2) cantidad de casas destruidas y tipo de viviendas antes del desastre;

3) mano de obra, materiales, equipo y recursos financieros disponibles;

4) niveles de renta; origen y cantidad de fondos invertidos en vivienda y servicios públicos;

Las normas generales sobre la vivienda deben especificar:

1) qué organismos deben afrontar el problema de la vivienda;

2) si hay que construir nuevas viviendas en el sitio anterior o en otras partes;

3) si debe darse consideración especial a determinados grupos de familias;

4) las normas de construcción para las casas habitación;

5) si deben introducirse cambios en la legislación que rige las relaciones entre propietarios e inquilinos;

6) si es necesario introducir nuevas industrias técnicas, iniciar la preparación de trabajadores de la construcción, etc.

Como la reconstrucción se relaciona con la restauración del medio residencial, es pertinente citar la definición de este ambiente adoptada por el Comité de Expertos de la OMS en Higiene de la Vivienda, en la que se engloban, « además de la estructura material que el hombre emplea para cobijarse, sus dependencias, es decir todos los servicios, instalaciones y dispositivos necesarios o convenientes para el bienestar social y la salud física y mental del individuo y de la familia ». [1]

En la reconstrucción de zonas urbanas afectadas por un desastre, también debe prestarse la atención debida a los nuevos conceptos del urbanismo. El urbanismo es la preparación sistemática de recomendaciones relativas a las normas generales y a la serie de actividades necesarias para alcanzar objetivos especificados en la vida de las colectividades urbanas. Los problemas fundamentales del urbanismo son:

1) programación de capitales;
2) participación del público;
3) forma o estructura urbana general;
4) reanudación del desarrollo;
5) espacios abiertos.

Los grandes cambios que supone la reanudación del desarrollo ejercen un efecto considerable sobre las condiciones ambientales y, por consiguiente, se encarece a los gobiernos que incluyan ingenieros sanitarios en sus grupos de planificación para restaurar zonas devastadas por desastres. Los ingenieros sanitarios deben comprender que pueden contribuir de forma muy valiosa no sólo durante la fase de socorro sino también durante todas las etapas de rehabilitación y reconstrucción hasta que se hayan eliminado todas las huellas del desastre.

---

[1] *Org. mond. Salud, Ser. inf. téc.*, 1961, Nº 225.

Anexo 1

MODELO DE TEXTO PARA UN FOLLETO SOBRE SANEAMIENTO DE URGENCIA EN EL HOGAR *

Los desastres naturales pueden interrumpir muchos servicios públicos. Si sufre averías el servicio de agua que abastece una colectividad, quedará interrumpido el suministro de agua a los hogares hasta que puedan hacerse las reparaciones. Si se averían los alcantarillados, no será posible eliminar las excretas humanas por los procedimientos habituales. La falta de un servicio de recogida y eliminación de basuras provoca el aumento de ratas, moscas y otros agentes que transmiten enfermedades. También se dificulta la circulación normal del abasto de víveres.

El agua impura y los alimentos malsanos producen enfermedades. La basura y las excretas humanas pueden contribuir a propagar enfermedades; una casa sucia y un cuerpo poco limpio pueden producir el mismo efecto. Por tanto, es importante que las familias se encarguen ellas mismas de algunos servicios hasta que se normalice la situación o se reciba ayuda. Para ello, deben seguirse en el hogar algunas reglas sencillas de saneamiento. A continuación se describen unas cuantas medidas fáciles que pueden proteger a las familias.

1) Sólo debe beberse agua u otros líquidos que positivamente no estén contaminados. Hay que almacenar suficiente agua para la familia durante el período de alarma.

2) La familia debe saber dónde se encuentra la válvula que regula el abastecimiento de agua para la casa, de manera que pueda interrumpirse ese suministro en caso necesario. Debe verificarse el buen funcionamiento de la válvula. Si se necesita un instrumento, por ejemplo, una llave de tuercas, para hacer funcionar la válvula, debe conocerse el sitio donde se encuentra para localizarla rápidamente en una situación de urgencia. Es necesario saber dónde puede obtenerse agua para beber, cocinar y lavarse en casos de emergencia si falla el abastecimiento externo.

3) Hay que estar preparados para purificar el agua destinada a la bebida dentro del propio hogar. Pueden emplearse varios procedimientos:

---

* Basado en *Emergency sanitation at home*, folleto publicado por la Oficina de Defensa Civil de los EUA, 1963.

La ebullición: El agua puede hacerse adecuada para beber hirviéndola durante 5 a 10 minutos, con lo que se destruyen los gérmenes.

Cloración: Pueden conseguirse soluciones de cloruro de cal al 5 %; de esa solución se pone una gota por cada litro de agua límpida (3 gotas si el agua está turbia). Después de añadir la cantidad adecuada de cloruro de cal, se agita y se deja reposar el agua durante 30 minutos. Debe apreciarse un sabor o un olor característico de cloro, que es el signo de que se ha purificado el agua; en caso contrario, se añaden unas cuantas gotas más, se espera durante 15 minutos y se vuelve a probar.

Tabletas yodadas: Para purificar el agua y hacerla potable pueden emplearse tabletas que liberan yodo. Habitualmente basta una tableta para un litro de agua límpida; para agua turbia deben utilizarse dos tabletas.

Tintura de yodo: Puede emplearse tintura de yodo ordinaria para purificar el agua. Se agregan dos a tres gotas a cada litro de agua límpida (8 a 10 gotas para agua turbia), se mezcla y se deja reposar durante 30 minutos.

4) Deben comerse únicamente alimentos sanos preparados en condiciones higiénicas. Hay que mantener una reserva para dos semanas y reemplazar lo que se vaya consumiendo.

5) No deben utilizarse víveres ni líquidos que puedan estar contaminados.

6) En caso de que no haya acceso a excusados ingleses o éstos no funcionen, deben desecharse las excretas humanas en recipientes cubiertos; hay que aprender a hacer bolsas para inmundicias.

7) Las excretas y la basura deben enterrarse debajo de 30 cm por lo menos de tierra apisonada.

8) Hay que atender y observar debidamente las instrucciones de las autoridades sanitarias.

Anexo 2

RELACIONES ENTRE EL COMITE NACIONAL DE SOCORRO Y OTROS ORGANISMOS

En la sección 4 se indicó la importancia de establecer un órgano central para coordinar los trabajos de socorro. El jefe de higiene del medio tiene que colaborar con otros muchos funcionarios que intervienen en operaciones de socorro. Por tanto, debe conocer el funcionamiento del puesto central de mando del que tiene que depender por lo que respecta a normas generales, información, procedimientos administrativos, comunicaciones, transportes y otros muchos asuntos. Ese funcionario tiene que ser una persona de fuerte personalidad, fecundo en recursos, inteligente y capaz de hacer que se escuche su opinión cuando se estén elaborando planes de acción. El éxito de las operaciones de higiene del medio dependerá en gran parte de las relaciones que tenga ese funcionario con los dirigentes de la organización central de socorro. Como hay poco tiempo para establecer vínculos eficaces con ellos después del desastre, deben sentarse las bases para esa relación durante el período de planificación en previsión de desastres. Los contactos personales y las relaciones amistosas con los directores de las operaciones de socorro contribuirán a mejorar la marcha de las actividades.

Otras secciones del departamento sanitario

Servicios preventivos

Es indispensable la coordinación apropiada del trabajo de saneamiento con otras medidas preventivas, especialmente para luchar contra epidemias o prevenir el brote de éstas. En regiones vastas afectadas por una epidemia, la organización de grupos móviles constituidos fundamentalmente por personal médico, de enfermería y saneamiento, permitirá utilizar con más eficacia el personal y los vehículos disponibles. Sin embargo, debe procurarse organizar grupos especiales para fines concretos; la dirección debe estar a cargo del miembro del grupo cuya especialidad sea la más importante en esas circunstancias. El personal de saneamiento no debe emplearse para ningún otro trabajo.

Asistencia médica

Los puestos de primeros auxilios y los hospitales de campaña tienen sus propios problemas de saneamiento, y si se descuidan las precauciones sanitarias necesarias pueden llegar a ser fuentes de infección. Las actividades de más importancia en que debe colaborar el personal de saneamiento con el encargado de la asistencia médica son las siguientes:

1) dotación abundante de agua pura para hospitales y puestos de primeros auxilios;

2) dotación de medios para eliminar debidamente aguas negras, aguas residuales y desechos sólidos, especialmente algodón sucio, apósitos, etc.; los apósitos deben destruirse, de preferencia mediante incineración;

3) inspección de las condiciones de higiene del servicio de alimentos en hospitales de campaña;

4) inspección de los medios y procedimientos para lavar, desinfectar y desinfestar.

Educación sanitaria

En todo momento debe haber cooperación estrecha entre el personal de higiene del medio y el de educación sanitaria. Conjuntamente pueden preparar material informativo para boletines de prensa, conferencias, transmisiones por radio y televisión, unidades móviles de educación sanitaria, carteles, folletos, etc. Esos materiales deben estar ideados de manera que fomenten los hábitos higiénicos y obtengan la colaboración del público, esencial para el uso correcto de las instalaciones sanitarias.

Servicios administrativos

Es necesario mantener un buen entendimiento con los servicios de personal, suministros, transportes, finanzas y otros similares. Hay que destacar que la eficiencia de los servicios administrativos y el éxito de las operaciones de emergencia dependen de una buena logística.

Sociedad Nacional de la Cruz Roja [1]

Entre los organismos de socorro más activos se encuentran las sociedades de la Cruz Roja. Sus atribuciones durante la fase de socorro están definidas por los estatutos y las normas de cada sociedad, pero en general se dedican a proporcionar albergue, víveres y ropa, así como a suplementar los servicios gubernamentales de asistencia médica y enfermería. En zonas donde no están suficientemente desarrollados los servicios médicos y de salud pública,

[1] Con la expresión « Sociedad de la Cruz Roja » quedan aquí comprendidas también las sociedades de la Media Luna Roja y del León y el Sol Rojos.

toda la responsabilidad de los servicios preventivos y de asistencia médica durante las operaciones de socorro puede recaer en la Cruz Roja, que acaso tenga también que intervenir en la dotación de todos los medios y servicios relacionados con el alojamiento, v. g., abastecimiento de agua, eliminación de excretas y lucha contra la fauna nociva. Hay muchos aspectos en los que debe establecerse colaboración estrecha entre los servicios de higiene del medio y la Cruz Roja. Los aspectos principales de esta colaboración son:

1) saneamiento en albergues provisionales y campamentos;

2) higiene de los alimentos en centros de alimentación en gran escala;

3) saneamiento en los centros de asistencia médica (puestos de primeros auxilios y hospitales);

4) abastecimiento de agua;

5) eliminación de desechos;

6) lucha contra la fauna nociva;

7) centros de desinfección, desinfestación, lavandería y baños.

Se recomienda muy especialmente que los servicios de higiene del medio y la sociedad nacional de la Cruz Roja colaboren en la planificación de medidas de saneamiento en casos de urgencia, en previsión de desastres. La sociedad de la Cruz Roja, en conformidad con sus normas generales, probablemente tenga dentro de sus atribuciones el almacenamiento de suministros y equipo necesarios para trabajos de saneamiento en situaciones de urgencia.

Organización de la defensa civil

En algunos países, la organización de la defensa civil se encarga totalmente de las operaciones de socorro. En otros, interviene por lo menos en actividades de alerta, evacuación, búsqueda y rescate. Esas actividades se ejecutan inmediatamente antes o después de ocurrir el desastre. Como en ellas interviene el personal de saneamiento, su colaboración con los funcionarios de la defensa civil tiene que ser muy estrecha. Como resultado del contacto con la oficina de la defensa civil hay un conocimiento inmediato de la catástrofe, lo que significa una movilización más rápida, elemento de suma importancia en situaciones de urgencia.

Las fuerzas gubernamentales

1. Las fuerzas armadas

Los ejércitos modernos están bien equipados y mecanizados. Pueden ser muy útiles en operaciones de socorro porque tienen personal bien disciplinado y adiestrado, buenos vehículos de campaña, máquinas pesadas para remover tierra, camiones cisternas, purificadores móviles de agua y muchas otras piezas de equipo y suministros que son útiles en las labores de saneamiento. La fuerza aérea puede proporcionar helicópteros y [illegible]nes para

rescate y para el transporte rápido de personal y suministros. La marina puede ser muy útil para las colectividades costeras en casos de desastre. Todas esas posibilidades deben explorarse y aprovecharse al máximo posible. En estos casos también la iniciativa del director del programa de higiene del medio desempeña una función importante para hacer un buen uso de esas oportunidades.

2. La fuerza de policía

Las tareas principales de la policía consisten en preservar la paz, mantener el orden y proteger la propiedad. El mantenimiento del orden suele ser difícil cuando el público está sobrecogido por el pánico, pero es indispensable para toda actividad de socorro, en particular el saneamiento. Acaso llegue a ser necesaria la protección de las fuentes de agua o de las instalaciones de distribución de agua, y tal vez haya que pedir la ayuda de la policía para conseguir la evacuación de un sitio o ejecutar una desinfestación obligatoria. En esos casos, para asegurar su pronta intervención, debe mantenerse un contacto estrecho con la policía. Si no se dispone de policías suficientes, puede pedirse la ayuda de las fuerzas armadas a fin de restablecer el orden.

Otros servicios gubernamentales o municipales

1. Brigadas de incendio

El personal de las brigadas de incendio está bien preparado para labores de búsqueda y rescate, lucha contra incendios, inspección de edificios con fines de seguridad, y prevención de accidentes. Una brigada de bomberos habitualmente dispone de buenos camiones cisternas que pueden ser desinfectados y utilizados para la distribución de agua.

2. El departamento de obras públicas

Los departamentos de obras públicas cuentan con equipo pesado, camiones cisternas, bombas móviles y fuentes de energía adecuados para uso en el saneamiento de emergencia. También cuentan con ingenieros y técnicos competentes que pueden emplearse en los servicios de abastecimiento de agua y eliminación de excretas. Si los servicios de agua y alcantarillado están a cargo del departamento de obras públicas, hay más razones aún para que el servicio de higiene del medio estreche sus relaciones de trabajo con ese departamento.

3. Comunicaciones

Es evidente la importancia de un servicio eficiente de comunicaciones durante una emergencia. Es necesario transmitir rápidamente mensajes e instrucciones al personal de campaña, así como informes sobre la marcha de los trabajos y solicitudes de suministros a la oficina central de socorro. Las

comunicaciones por radio y teléfono facilitan la labor, reducen la cantidad de visitas al teatro de operaciones y ahorran tiempo. Si en la zona afectada las comunicaciones no están debidamente organizadas, debe hacerse uso del equipo de campaña del ejército. El personal de higiene del medio debe utilizar de la mejor manera los medios disponibles de comunicación.

Sociedades benéficas

Las sociedades, clubs y otros grupos que prestan voluntariamente ayuda en situaciones de urgencia proporcionan una buena fuente de mano de obra auxiliar. En tiempos normales, deben organizarse cursos de orientación y preparación para los miembros de los grupos benéficos. Un programa mínimo podría constar de una serie de conferencias y demostraciones; para los grupos voluntarios podrían ser útiles los folletos informativos desprovistos de detalles técnicos innecesarios. En la práctica, deben comisionarse voluntarios para desempeñar tareas sencillas y bien definidas bajo la vigilancia de personal profesional de saneamiento. Las sociedades benéficas pueden contribuir también con fondos para la adquisición de pequeños artículos.

Organismos bilaterales y multilaterales

Los organismos bilaterales (como la Agencia para el Desarrollo Internacional, de los Estados Unidos) y las organizaciones multilaterales (por ejemplo, las establecidas en virtud de pactos regionales de desarrollo) tienen recursos de mano de obra, equipo, suministros y fondos que pueden estar disponibles para actividades de socorro en favor de la población afectada. No hay que pasar por alto esas posibilidades y conviene recordar que el servicio de higiene del medio debe coordinar la labor de saneamiento de esas instituciones.

Anexo 3

ASISTENCIA DE ORGANISMOS INTERNACIONALES

Liga de Sociedades de la Cruz Roja

Los párrafos siguientes, tomados del *International Disaster Relief Manual*[1] definen las funciones de la Liga de Sociedades de la Cruz Roja en casos de desastres naturales:

La Liga de Sociedades de la Cruz Roja, fundada el 5 de mayo de 1919, es la federación internacional de Sociedades Nacionales de la Cruz Roja, asociación de duración ilimitada que tiene la condición jurídica de una sociedad anónima...

La Liga persigue los objetivos generales de fomentar y facilitar en todo tiempo las actividades humanitarias de las sociedades nacionales y de asumir las responsabilidades que le incumben como federación de esas sociedades...

En ciertas condiciones, y con el asentimiento de la sociedad nacional interesada, la Secretaría de la Liga puede actuar con el carácter de un organismo operativo y también como institución coordinadora...

El socorro de urgencia de la Cruz Roja está destinado a atender las necesidades físicas de los individuos afectados por el desastre y de sus familias. La amplitud de esas necesidades está determinada por la naturaleza del desastre y por las condiciones ambientales creadas por el mismo. El socorro de urgencia puede abarcar alimentación, vivienda, ropa, asistencia médica y de enfermería, y servicios de registro e información. Puede también comprender servicios tales como los consultivos; las actividades de orientación vocacional y de empleo del tiempo libre; la localización y reunión de familias.

Además de sus necesidades físicas, los individuos afectados por el desastre pueden experimentar cierto grado de tensión emocional. Al planificar los servicios de socorro de urgencia, debe tomarse este factor en consideración porque las necesidades emocionales de las personas pueden ser tan importantes como sus necesidades físicas.

Tomando como base estas declaraciones y las normas generales de la Liga estipuladas en el *Manual*, la Liga proporciona asistencia en grandes desastres a solicitud de la Sociedad Nacional de la Cruz Roja. La política de la Liga por lo que respecta a donativos se restringe a artículos de primera necesidad para los seres humanos, pero a solicitud del jefe de los servicios médicos se proporcionan algunos suministros de saneamiento como desinfectantes del agua y plaguicidas.

La Sección C, Capítulo 4 del *Manual*, titulada « Centros de asistencia en gran escala », se refiere a múltiples asuntos de higiene del medio como las condiciones de espacio, la calefacción y la iluminación, la lucha contra insectos y roedores, la protección contra incendios y las prácticas de seguridad, el abastecimiento de agua, las instalaciones para aseo personal y lavado de ropa, la eliminación de desechos humanos y basuras, y la organización de campamentos de tiendas. En la Sección B, Capítulo 5, se recomienda la contratación de un « técnico de saneamiento » cuyas obligaciones son las siguientes:

El técnico de saneamiento está a las órdenes del jefe de los servicios médicos y ayuda al personal del centro de asistencia en gran escala en trabajos de:

1) Inspección de cocinas, cuartos de aseo, letrinas y otros servicios.
2) Desinfección de locales de vivienda, letrinas, cuartos de aseo, piscinas, pozos y recipientes para basura, y sistemas de desagüe.
3) Examen del agua potable y medidas indicadas para purificarla.
4) Organización y construcción de una estación de despiojamiento.
5) Enlace con las autoridades locales que, en condiciones normales, se encargan de inspeccionar el abastecimiento de agua y el saneamiento público.
6) Campañas contra las moscas y lucha antivectorial.

La importancia que atribuye la Liga de Sociedades de la Cruz Roja a las medidas de higiene del medio aparece con toda claridad en las normas y procedimientos que indica el *Manual*. Los funcionarios de higiene del medio de todos los países deben estar informados acerca de la asistencia que puede proporcionar la Liga, mantener contacto con la Cruz Roja nacional y establecer medios de comunicación y colaboración de tal manera que, cuando sea necesario, pueda obtenerse la ayuda de la Liga sin retrasos indebidos.

La 20ª Conferencia Internacional de la Cruz Roja, celebrada en Viena en octubre de 1965, destacó la importancia de planificar las labores de socorro a fin de hacer frente a los desastres, y aprobó unánimemente una resolución en la que se pide a la Secretaría de la Liga de Sociedades de la Cruz Roja que continúe fomentando y ayudando a las sociedades nacionales de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja a organizarse y estar siempre listas para emprender actividades de socorro.

La Asamblea General de las Naciones Unidas, en su XXIII período de sesiones, celebrado en diciembre de 1968, aprobó una resolución en la que se invita a los gobiernos que aún no hayan procedido así, a hacer preparativos de orden nacional para afrontar los desastres naturales, y se insta al Secretario General, en colaboración con la Liga de Sociedades de la Cruz Roja y con otras organizaciones internacionales interesadas, a examinar formas de ampliar la asistencia a los gobiernos en este dominio.

La Liga de Sociedades de la Cruz Roja publicó recientemente un manual sobre socorro en casos de desastre,[1] que orienta sobre la planificación y la ejecución práctica del socorro y describe planes para preparar a diferentes clases de personal encargado de actividades de socorro. Contiene una « Guía para un plan de socorro en desastres naturales », presentada de tal

[1] Liga de Sociedades de la Cruz Roja (1959) *International disaster relief manual*, Ginebra.

[1] Liga de Sociedades de la Cruz Roja (1970) *Red Cross disaster relief handbook*, Gine

manera que sirve como lista de verificación de artículos que deben incluirse al elaborar un plan nacional. Ese manual es un volumen de hojas insertables que puede fácilmente ser revisado y actualizado. La Liga se propone enviar grupos de expertos a diversos países para estimular y ayudar a los gobiernos y a las sociedades nacionales de la Cruz Roja a preparar planes de socorro. La Liga promueve también programas de enseñanza para que personal especial de socorro preste servicio fuera de sus propios países, y está organizando un curso para dirigentes.

Las Naciones Unidas y sus organismos especializados[1]

Naciones Unidas

Las Naciones Unidas han recibido muchas solicitudes de asistencia de países en desarrollo asolados por desastres naturales. Como resultado de esas solicitudes, el Consejo Económico y Social, en su 36° período de sesiones, celebrado en 1963, pidió al Secretario General que sin demora adoptase, conjuntamente con los organismos especializados y la Liga de Sociedades de la Cruz Roja, las medidas adecuadas para prestar asistencia en forma de socorro rápido y concertado, para emprender trabajos de reconstrucción en caso de desastres naturales, y para estudiar los tipos de asistencia que correspondería proporcionar a las Naciones Unidas, el orden de magnitud de los recursos que podría necesitar el Secretario General para este fin, y los diferentes procedimientos para obtener esos recursos.

El Secretario General informó a la Asamblea General en su XIX período, celebrado en 1965, acerca de la medida adoptada por las Naciones Unidas y sus organismos especializados; recomendó que la asistencia de las Naciones Unidas se concentrara en el envío rápido de expertos con competencias técnicas especiales al lugar de un desastre, en el suministro de equipo especial de rescate, y en la elaboración de planes amplios de socorro en casos de desastre, en colaboración con cada uno de los gobiernos. Se autorizó al Secretario General a disponer de un total de EU$ 100 000 del Fondo de Operaciones para ayuda de urgencia en un año, con un máximo normal de EU$ 20 000 por país en caso de desastre. El Secretario General también enumeró los campos principales en los que sería más necesario el asesoramiento de las Naciones Unidas para desarrollar programas de rehabilitación y reconstrucción de largo alcance.

[1] Los datos que aparecen en esta sección y en las siguientes se han tomado de los documentos enumerados a continuación:

1. Naciones Unidas, Asamblea General (1956) *Assistance in cases of natural disaster: reports of the Secretary General*, Nueva York (documento multicopiado A/3643);
2. Naciones Unidas, Secretaría del Comité Administrativo de Coordinación (1966) *International action in cases of natural disasters: a manual on the resources and procedures of the United Nations family*, Nueva York (documento multicopiado), y
3. Naciones Unidas, Consejo Económico y Social (1970) *Assistance in cases of natural disaster: Interim report of the Secretary General* (documento multicopiado E/4553).

En 1968, la Asamblea General reiteró la importancia de la planificación preventiva como medio de mitigar los efectos de los desastres naturales y reconoció la importancia de la investigación científica y de la tecnología moderna para reducir los efectos de los desastres naturales sobre el hombre y la sociedad. En 1969, la Asamblea General aprobó una resolución en virtud de la cual se aumenta la cantidad que puede retirar el Secretario General para ayuda de urgencia en relación con desastres naturales hasta EU$ 150 000 en un año, con un máximo normal de EU$ 15 000 por país en caso de desastre, en la inteligencia de que el Secretario General está autorizado para conceder un máximo de EU$ 20 000 a su discreción. La Asamblea General también autorizó al Secretario General a adelantar, del saldo sobrante en un año, cantidades no superiores a EU$ 10 000 por país para ayudar a los gobiernos, previa solicitud, en la elaboración de planes destinados a hacer frente a desastres naturales.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, por medio de su programa ordinario de asistencia técnica, ayuda de diversas maneras a los gobiernos a prever y contrarrestar los peores efectos de los desastres mediante proyectos de técnica de construcciones antisísmicas y sismología, construcción y rehabilitación de edificios, hidráulica fluvial, servicios meteorológicos e hidrológicos, pronóstico del tiempo, sistemas de pronóstico y previsión de inundaciones y tifones, investigaciones sobre migración de langostas y lucha contra esta plaga, etc.

Aunque no se ha establecido todavía un sistema preciso para proporcionar asistencia inmediata en el momento de un desastre, entre diciembre de 1959 y enero de 1970 se aprobaron 30 proyectos relacionados con los desastres naturales y que cuentan con un presupuesto de más de EU$ 30 000 000 en total. Se ha concluido aproximadamente la mitad de esos proyectos.

El representante residente del PNUD en cada país recibe solicitudes del gobierno y actúa normalmente como coordinador de los trabajos de emergencia del sistema de las Naciones Unidas.

Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados

El Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados tiene a su disposición un fondo de emergencia para socorro a los refugiados, que asciende a EU$ 500 000. Ese fondo está destinado a gastos en situaciones de urgencia que son consecuencia de grandes movimientos repentinos de refugiados y no resultado de desastres naturales. No obstante, es posible (como ocurrió en Agadir y Skopje) que los refugiados lleguen a ser víctimas de un desastre natural. En esas ocasiones el Alto Comisionado ha podido asignar una partida del fondo de emergencia para socorro a los refugiados que viven dentro de una zona bajo su mandato y han sido afectados por un desastre natural.

Organización Mundial de la Salud

Una parte importante del programa ordinario de actividades de la OMS consiste en proporcionar asesoramiento y asistencia técnica en aspectos tales como la lucha contra las enfermedades transmisibles, el saneamiento del medio y otras ramas de la sanidad que se relacionan estrechamente con la capacidad de las administraciones de salud pública para hacer frente a situaciones de urgencia.

La Constitución de la OMS especifica que una de sus funciones es la de proporcionar la ayuda técnica adecuada en casos de emergencia, prestar a los gobiernos la cooperación necesaria que soliciten, o acepten (Artículo 2), y prescribe el establecimiento de un fondo especial para hacer frente a emergencias y contingencias imprevistas (Artículo 58). En el cumplimiento de esas obligaciones, la OMS con frecuencia ha proporcionado asistencia directa en situaciones de urgencia causadas por desastres naturales y ha colaborado con otras organizaciones del sistema de las Naciones Unidas, el Comité Internacional de la Cruz Roja y, en particular, la Liga de Sociedades de la Cruz Roja.

En 1954, la Séptima Asamblea Mundial de la Salud decidió establecer un «Fondo Especial del Consejo Ejecutivo» de EU$ 100 000 que habría de emplearse a discreción del Consejo para situaciones de urgencia y contingencias imprevistas; las cantidades así empleadas se reponen mediante una asignación específica en el presupuesto del año siguiente.

Para obtener sin demora los materiales y equipo que se necesitan urgentemente con fines de socorro médico de emergencia, la OMS tiene un servicio especial de adquisiciones para los gobiernos, que funciona sin costo alguno. Durante 1969 la OMS respondió a solicitudes de asistencia en desastres naturales de la manera siguiente:

Argelia (inundaciones): servicios del personal de la OMS en los países; grupo de lucha antipalúdica.
Guatemala (huracán): suministros médicos; desinfectantes del agua.
Irak (inundaciones): asesoramiento para la lucha antipalúdica.
Paquistán (huracanes): suministros médicos.
Siria (inundaciones): suministros médicos; servicios de un epidemiólogo; asesoramiento sobre higiene del medio; servicios del personal de la OMS en los países.
Somalia (sequía): servicio del personal de la OMS en los países.
Túnez (inundaciones): suministros médicos; servicios de un grupo epidemiológico; asesoramiento en ingeniería sanitaria.
Yugoslavia (terremoto): asesoramiento en epidemiología e ingeniería sanitaria.

La OMS puede ofrecer asistencia en casos de urgencia a un gobierno sin esperar una solicitud concreta, cuando es evidente que esa asistencia puede mejorar materialmente los recursos físicos u orgánicos disponibles, o cuando la situación amenaza la salud pública de países vecinos.

La OMS, con la colaboración de la Liga de Sociedades de la Cruz Roja, ha asumido la responsabilidad de coordinar los servicios de socorro médico proporcionados por entidades oficiales y privadas en muchas situaciones graves de urgencia.

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF)

El UNICEF se interesa primordialmente por amplios programas de asistencia a madres y niños de los países en desarrollo; no obstante, esa asistencia adopta el carácter de ayuda de emergencia cuando no existen otros medios inmediatamente asequibles. Entre los suministros que proporciona normalmente el UNICEF en el período inmediatamente posterior a un desastre se hallan la leche, cápsulas vitamínicas, medicamentos y vacunas; en ciertas ocasiones también se han proporcionado arroz, mantas, ropa y vehículos. Para acelerar el envío de esos suministros, la Junta Ejecutiva revisó las normas establecidas en 1965 para la ayuda de emergencia y formuló el principio de que los suministros y vehículos que estuvieran disponibles en el país afectado podían emplearse para fines de socorro y que también podía recurrirse a las reservas del Centro Principal de Envase y Montaje del UNICEF en el puerto libre de Copenhague. Además, el Director Ejecutivo tiene a su disposición un fondo de reserva para ayuda de emergencia de EU$ 100 000 y en circunstancias especiales puede recurrir a otros EU$ 100 000.

Cuando se pide al UNICEF ayuda prolongada después de desastres, se da preferencia a la restauración de servicios permanentes maternoinfantiles. Recibe la máxima prioridad la restauración o el restablecimiento de equipo y suministros proporcionados en virtud de anteriores proyectos realizados con ayuda del UNICEF. Además de proporcionar equipo y suministros no asequibles habitualmente en el país para la restauración de servicios sanitarios, escolares y otros servicios públicos, en casos excepcionales el UNICEF puede acordar subvenciones limitadas en efectivo para fines concretos.

Desde 1965 hasta 1969, la asistencia del UNICEF en desastres naturales en Colombia, India, Irak, Italia, Siria, Yemen del Sur y Yugoslavia sumó alrededor de EU$ 2 750 000.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

La FAO proporciona ayuda de emergencia para afrontar la escasez de alimentos y ayudar a rehabilitar la agricultura en zonas asoladas por calamidades repentinas como terremotos, inundaciones e invasiones de langosta.

Conforme a las asignaciones de emergencia del Programa Mundial de Alimentos, se presta ayuda para adquirir víveres. Aunque no hay recursos destinados específicamente para asistencia técnica en casos de desastres, en

situaciones especiales la FAO envía especialistas para asesorar sobre medidas de protección contra enfermedades de los animales, reparación de sistemas de riego, colonización de tierras, condiciones de las maderas para reconstruir casas, etc. Las medidas de rehabilitación de duración prolongada forman parte de los programas normales y no del socorro de emergencia.

La FAO reconoce la importancia de la planificación preventiva contra los desastres y destaca de manera especial la necesidad de hacer preparativos por anticipado. En 1967 se distribuyó entre los gobiernos y los funcionarios de campaña un folleto sobre *Procedimientos de alimentación y nutrición en tiempos de desastre*; entre otras cosas, se refiere a la necesidad de establecer un comité permanente que se encargue de las medidas de precaución y de la organización del socorro. La FAO reúne también mensualmente información sobre las condiciones de las cosechas y la situación general en materia de alimentos en todo el mundo, como parte de una actividad sistemática para mantener una vigilancia constante sobre cualquier escasez grave de alimentos que pudiera estar gestándose y hacer las advertencias oportunas para emprender una acción correctiva o de socorro.

Programa Mundial de Alimentos

La administración del Programa Mundial de Alimentos está bajo la responsabilidad conjunta de las Naciones Unidas y de la FAO. De todas las organizaciones del sistema de las Naciones Unidas, el Programa Mundial de Alimentos tiene los recursos financieros más amplios para socorro en casos de desastre. La ayuda de emergencia se presta principalmente en forma de alimentos, para poblaciones afectadas no sólo por desastres naturales repentinos sino también por crisis provocadas por el hombre y penuria de alimentos causada por sequías, plagas y enfermedades.

Desde 1962 hasta 1969, se dio a víctimas de desastres naturales asistencia alimentaria por valor de unos EU$ 62 200 00. Cuando se estableció el Programa, se autorizó un gasto de EU$ 7 000 000 por año para ayuda de emergencia; en 1966 la cifra se elevó a EU$ 15 000 000 y en 1969 a EU$ 20 000 000. El incremento se atribuye en parte a la grave crisis del año 1969 y en parte al hecho de que los gobiernos tienen un conocimiento cada vez mayor de la disponibilidad de esa asistencia.

La asistencia en casos de desastre no se limita al socorro inmediato de los que sufren, sino que casi invariablemente va seguida de proyectos de rehabilitación o reconstrucción. El Programa no acumula víveres para situaciones de urgencia, sino que constituye reservas destinadas a proyectos de desarrollo económico y social que, en caso necesario, pueden destinarse temporalmente a uso de emergencia. La ayuda en forma de alimentos que se proporciona en virtud del programa ordinario del Programa Mundial de Alimentos está orientada hacia proyectos de fomento de riego, hidráulica fluvial y gestión de cuencas para ayudar a impedir o reducir al mínimo los efectos de inundaciones, ciclones, sequías y desastres análogos.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)

La contribución principal de la UNESCO a la ayuda de emergencia en desastres naturales se relaciona con estudios científicos de terremotos y erupciones volcánicas; este trabajo abarca la reunión y el análisis de datos y la preparación de científicos. La UNESCO ha hecho arreglos con los principales centros de datos sismológicos, la Asociación Internacional de Volcanología y otras instituciones, para recibir aviso inmediato cuando se ha registrado un terremoto o una erupción volcánica, de manera que pueda enviarse inmediatamente una misión a investigar las causas y los efectos, asesorar sobre medidas para la protección de la población, etc.

Desde 1962 la UNESCO ha enviado misiones importantes para estudiar en detalle los efectos de los terremotos en 10 lugares; esas misiones resultaron tan fructíferas que en 1968 se decidió extender las misiones científicas al examen de los efectos de los huracanes. La UNESCO colabora estrechamente con instituciones nacionales e internacionales no gubernamentales en el estudio de terremotos, erupciones volcánicas, huracanes e inundaciones, así como en la organización y el empleo de sistemas de alarma y de medidas de protección apropiadas.

En 1968 la UNESCO se hizo cargo de algunas actividades de la Unión Internacional de Socorro y se dedicó a proseguir la labor de la Unión en el estudio científico de desastres naturales y de medios de protección contra sus efectos. La UNESCO aceptó también continuar la publicación de una reseña de los aspectos científicos de la prevención de desastres en forma de un resumen anual de informaciones y datos.

Otras organizaciones del sistema de las Naciones Unidas

La *Organización Internacional del Trabajo* no proporciona socorro de emergencia, pero mantiene una lista de peritos dispuestos a asesorar en materia de operaciones de rescate durante desastres en las minas y sobre medidas de precaución. La Organización se interesa principalmente en las necesidades a largo plazo procedentes de desastres naturales; su contribución principal se encuentra en el dominio de la formación profesional durante los periodos de reconstrucción y rehabilitación. La OIT proporciona también expertos para servicios de asesoramiento y formación, así como para ciertos tipos de equipo de demostración.

La *Organización Meteorológica Mundial* se interesa por los aspectos meteorológicos de la detección de desastres y los sistemas de alarma, y desempeña una función importante en la coordinación internacional de actividades en este dominio. Junto con la Comisión Económica para Asia y el Lejano Oriente, la OMM se ha ocupado activamente de establecer en Asia Sudoriental el Comité Intergubernamental sobre los Tifones y está explorando la posibilidad de organizar comités análogos en otras partes.

La *Organización de Aviación Civil Internacional* suministra prontamente asistencia temporal y especialmente expertos para dirigir y manejar servicios de tierra en los aeropuertos. La OACI puede también proporcionar equipo para restablecer servicios aeronáuticos en ciertos casos y zonas, pero menos rápidamente.

El *Fondo Monetario Internacional* ayuda a sus miembros durante desastres naturales en conformidad con los artículos de su acuerdo y con sus procedimientos y normas establecidos. Los recursos del Fondo pueden destinarse rápidamente para atender gastos ocasionados por un desastre natural. El Fondo puede también enviar funcionarios para ayudar en asuntos propios de su competencia.

La *Unión Internacional de Telecomunicaciones* ha adoptado disposiciones para dar prioridad dentro del sistema internacional de telecomunicaciones a mensajes de los que pueden depender vidas humanas.

Otras organizaciones intergubernamentales

El *Consejo de Asistencia Económica Mutua* se interesa en la prevención de inundaciones y la hidráulica fluvial; ha colaborado en el establecimiento de acuerdos entre países vecinos para emprender actividades conjuntas de prevención y socorro en zonas fronterizas expuestas a inundaciones. El Consejo ha elaborado también reglamentos para el diseño y la planificación de estructuras y edificios en zonas sísmicas.

La *Organización de Estados Americanos* estableció en 1968 un fondo Interamericano de Ayuda de Emergencia para suministrar alimentos, equipo médico y medicinas, u otras clases de asistencia material, técnica y financiera a cualquiera de sus miembros amenazado o que haya sido víctima de una situación de urgencia, cualquiera que sea su origen. Un Comité Interamericano de Ayuda de Emergencia se encarga de concertar acuerdos para la movilización eficiente y rápida de artículos, servicios y recursos disponibles; el Comité se encarga también de prestar la asistencia técnica necesaria para la preparación de planes nacionales de prevención de emergencias.

Organizaciones no gubernamentales

El *Comité Internacional de la Cruz Roja* se interesa primordialmente en conflictos armados y perturbaciones internas que requieran la intervención de un órgano de la Cruz Roja, específicamente neutral. Por acuerdo mutuo entre el Comité Internacional de la Cruz Roja y la Liga de Sociedades de la Cruz Roja, esta última es la que afronta situaciones de urgencia consecutivas a desastres naturales.

La *Organización Internacional de la Defensa Civil* se interesa en los problemas de movilización y evacuación. Mantiene una relación estrecha con los [illegible]nos nacionales de defensa civil, facilita el intercambio de información y experiencias y coordina actividades para establecer y organizar cuerpos de defensa civil. La Organización también realiza estudios sobre procedimientos para evacuar civiles y sobre el establecimiento de zonas de seguridad, y practica investigaciones sobre problemas de la defensa civil.

Otras organizaciones internacionales no gubernamentales interesadas en fomentar, organizar y dar apoyo a actividades de socorro son la Unión Internacional de Socorro, la Federación Internacional de Salvavidas, la Asociación Internacional de Rescate y Primeros Auxilios a los Heridos, la Comisión Internacional de Rescate Alpino y la Conferencia Internacional de Lanchas Salvavidas.

Servicios gubernamentales de socorro

Varios gobiernos han establecido servicios permanentes de socorro para prestar asistencia de emergencia en el extranjero a solicitud del gobierno del país afectado o de las Naciones Unidas; éstas aún están estudiando asuntos relacionados con la condición jurídica de esos servicios y procedimientos para utilizar y coordinar sus actividades. Por ejemplo, el Gobierno de Noruega ha establecido un Servicio Quirúrgico para Desastres y un Grupo de Higiene en Campaña que puede entrar en funciones rápidamente; la Fuerza Permanente de Suecia al Servicio de las Naciones Unidas, unidad técnica preparada y equipada para realizar operaciones para el mantenimiento de la paz, también puede proporcionar asistencia en casos de desastres naturales. Otros gobiernos con servicios análogos son Austria, Bélgica, Checoslovaquia, Finlandia, Francia e Italia.

La mayoría de los gobiernos de los países desarrollados tienen medios y sistemas apropiados para proporcionar a otros países ayuda de emergencia en desastres naturales; su ayuda se efectúa de manera directa o por medio de la Cruz Roja nacional y de la Liga de Sociedades de la Cruz Roja.

Anexo 4

RESERVAS DE EQUIPO Y SUMINISTROS

La cantidad de equipo y suministros que debe almacenarse para usarla en situaciones de desastre depende de factores tales como las clases de desastre que puedan registrarse y la probabilidad de que ocurran, el número de personas y las dimensiones de la zona que puede estar afectada, los sistemas de transportes y comunicaciones, la disponibilidad comercial de los materiales y suministros necesarios, los recursos financieros del organismo de socorro o de los departamentos gubernamentales interesados, y los procedimientos y reglamentos seguidos para las adquisiciones. Por tanto, no es posible dar una lista precisa de los suministros y equipo que se necesitan.

Sin embargo, a continuación y con fines de orientación se presenta una lista provisional de equipo y suministros de saneamiento para atender las necesidades de 10 000 personas. En algunos países o localidades pueden necesitarse otros artículos, y tal vez algunos se consideren innecesarios. El organismo de socorro y los departamentos gubernamentales interesados en trabajos de esta índole en cada país deben hacer una evaluación lógica de sus necesidades. El equipo y los suministros pueden acumularse en un lugar o distribuirse a varias regiones en cantidades suficientes para su traslado inmediato de una región a otra en caso de desastre.

Artículo	*Cantidad*
Abastecimiento de agua	
Equipo móvil de cloración, montado en camión o remolque, con 2 cilindros de cloro líquido	1
Equipo móvil para hipoclorito, montado en camión o remolque, con depósitos de solución, mangueras y accesorios	5
Unidad móvil de depuración de agua con capacidad de 200–250 litros/minuto	4
Taller o unidad móvil de reparaciones, con herramientas para reparar y colocar tubos, accesorios, materiales de acoplamiento, herramientas para excavar, montacargas, llaves para tubos, válvulas, mangueras, equipo y materiales de soldadura, botas, guantes de trabajo, gafas protectoras, etc.	1
Camiones cisternas para agua, de 7 m³ de capacidad	10
Depósitos para distribución de agua de 0,2–10 m³ de capacidad	100–200

Artículo	*Cantidad*
Depósitos portátiles elevados, con elementos y accesorios de sostén, fáciles de armar, de 10–20 m³ de capacidad	5–10
Equipo y barrenos para perforar pozos	2 juegos
Bombas de agua manuales de 15–20 litros/min de capacidad	100
Bombas eléctricas o de motor de 200–250 litros/min de capacidad	4
Tubos (de hierro colado, galvanizados, de cemento amianto), de 1,25–10 cm de diámetro, con válvulas y accesorios	*a*
Cal clorada (25–30 %), almacenada en un lugar fresco y seco y renovada cada 6 meses	10–12 tons
Hipoclorito de calcio (60–70 %), en forma de polvo o granulado, almacenado en un lugar fresco y seco y renovado cada 2 años	5–10 tons
Tabletas que desprenden cloro o yodo	100 000
Alumbre, cloruro férrico y otras sustancias químicas para el tratamiento del agua	2–5 tons
Herramientas de albañilería completas	2–5 juegos
Herramientas de carpintería completas	2–5 juegos
Generadores montados en camiones	2
Depósitos plegables (de diversos tamaños) con una capacidad total de	100–500 m³
Agua residual, alcantarillado y eliminación de excretas	
Bomba móvil para lodo	2–5
Bombas de cieno (con diafragma inobstruible o de otro tipo)	2–5
Camiones cisternas para cieno, de 7 m³ de capacidad	5
Taladros (para tierra)	5–10 juegos
Tanque móvil de reparaciones con el equipo y las herramientas necesarias, carretas, botas, guantes de trabajo, herramientas para excavar, etc.	1 unidad
Tubos (de hierro colado, cemento amianto, hormigón), con materiales y equipo de acoplamiento, de 10–30 cm de diámetro	*a*
Moldes (de hierro o madera) para tubos y losas de hormigón	10–20 juegos
Material de desinfección a base de cresol (v. g., creolina)	50–100 barriles
Maderos, tablas, clavos, etc.	
Lucha contra la fauna nociva	
Pulverizadores de motor	2
Pulverizadores manuales de presión de 2–30 litros de capacidad	50
Espolvoreadores (manuales, de émbolo)	50
Espolvoreadores de motor	2
Pulverizador especial	1
Un surtido suficiente de accesorios y piezas de recambio para el equipo anterior	
Insecticidas:	
DDT en polvo de calidad técnica	0,5 tons
DDT al 75 % humectable en agua	1–2 tons
DDT en polvo al 10 %	1 ton

[a] La cantidad depende de su disponibilidad y distribución dentro del país.

Artículo	*Cantidad*
dieldrina al 0,625–1,25 % en concentrado emulsificable o polvo humectable	100 kg
lindano al 0,5 % en concentrado emulsificable o polvo humectable	100 kg
clordano al 2 % en concentrado emulsificable o polvo humectable	100 kg
malatión al 1 % en concentrado emulsificable o polvo humectable	100 kg
emulsión de diclorvos	100 litros
Rodenticidas anticoagulantes (warfarina, etc.)	1–2 kg
Trampas para roedores	100
Tela metálica contra las moscas	10 rollos
Botes de basura de 50-100 litros de capacidad	300-500
Camiones con duchas (para baño)	2

Anexo 5

EL EQUIPO DEL TECNICO EN SANEAMIENTO

Artículo	*Cantidad*
Equipo de trabajo	
Comparador para cloro residual y pH, junto con soluciones indicadoras de pH y ortotolidina	1
Termómetro, 0–100°C, con estuche protector	1
Cinta para medir, de tela o metal, de 30 m, graduada en m y cm	1
Cinta metálica de bolsillo para medir, de 2 m	1
Taza ordinaria para mediciones domésticas, de 500 ml	1
Tablilla sujetapapeles	1
Lámpara eléctrica de bolsillo con pilas y bombillas de recambio	1
Lupa de bolsillo de 5 × a 20 ×	1
Viales para recoger muestras	1 docena
Pluma para marcar con punta de fieltro	1
Brújula de bolsillo con estuche de plástico	1
Plomada	1
Nivel de burbuja	1
Cucharón para recoger larvas de mosquitos	1
Aspirador con tubos provistos de tapones, para capturar mosquitos	1
Juego completo de filtro de membrana para pruebas de agua	1
Manómetro de agua, con presión positiva y negativa	1
Nivel de mano	1
Juego para la determinación rápida de la fosfatasa	1
Tablero e instrumentos de dibujo	Lo que sea necesario

Materiales de dormir y cocinar para un grupo de 5 técnicos de saneamiento en campaña

Tienda(s)	10
Mantas	5
Catres de campaña	10
Sábanas	5
Sacos de dormir	5
Almohadas con fundas de recambio	1
Calentador de queroseno	1
Estufa de queroseno o gas	1
Lámpara de queroseno	1
Linterna de queroseno	1
Filtro de agua (de tipo doméstico)	1

Artículo	*Cantidad*
Lámparas eléctricas (con pilas de repuesto)	5
Botas de goma	5 pares
Frascos termos	2
Cantimploras	5
Utensilios diversos para cocinar	1 juego
Cubiertos	1 juego
Raciones diarias envasadas (no putrescibles)	50
Detergentes, jabón, tabletas para desinfectar agua, etc.	Según se necesite
Ducha portátil	1
Recipientes (de material plástico o de metal) para agua, con capacidad para 10-20 litros	2
Recipientes (de material plástico o de metal) para queroseno, con capacidad para 10-20 litros	2
Sillas de campamento	6
Mesas de campamento	2

Anexo 6

RESUMEN DE LAS NECESIDADES DE SANEAMIENTO EN SITUACIONES DE DESASTRE

Para facilitar su consulta, a continuación se resumen las principales recomendaciones y normas señaladas en la presente guía.

Durante la evacuación

Agua

Mínimo, 3 litros (0,8 US gal) por persona y por día en climas fríos y templados.
Mínimo, 6 litros (1 ½ US gal) por persona y por día en climas cálidos.
El agua procedente de fuentes sospechosas debe hervirse o desinfectarse.

Eliminación de desechos

Excavación para todos fines: de 60 cm (2 pies) de profundidad; 45 cm (1 pie 6 pulgadas) de anchura; 3 m (10 pies) de longitud, para 1 000 personas.

Alimentos

No putrescibles y que no requieran cocción.

Durante las operaciones de socorro

Campamentos de tiendas

Sitio:

la inclinación del terreno y la naturaleza del suelo deben facilitar el desagüe;
protegido contra condiciones adversas del tiempo;
lejos de criaderos de mosquitos y de basureros;
lejos de zonas comerciales e industriales.

Disposición

superficie de 3 a 4 hectáreas por 1 000 personas (330-440 pies² por persona);
caminos de 10 m (33 pies) de anchura;
distancia mínima entre las clavijas de la tienda y la orilla del camino, 2 m (7 pies);
distancia mínima entre las tiendas, 8 m (26 pies);
superficie mínima del piso dentro de la tienda, 3 m² (33 pies²) por persona.

Distribución de agua:

capacidad mínima de los depósitos, 200 litros (50 US gal);
distancia máxima de la tienda más alejada, 100 m (330 pies).

Recipientes de basura:

metálicos con tapa hermética;
capacidad, de 50 a 100 litros (13-26 US gal);
1 por cada 4-8 tiendas o 25-50 personas.

Servicio de letrinas:

5-6 asientos por cada 100 personas;
distancia de las tiendas, 30-50 m (100-160 pies).

Aseo personal:

banca-lavabo con servicio de los dos lados, de 3 m (10 pies) de longitud;
2 por cada 100 personas.

Edificios

Condiciones:

superficie mínima del piso, 3,5 m² (40 pies²) por persona;
volumen mínimo de aire, 10 m³ (350 pies³) por persona;
circulación mínima del aire, 30 m³ (1 100 pies³) por persona, por hora;
distancia mínima entre camas 75 cm (2 pies 6 pul).

Aseo personal:

un lavamanos por cada 10 personas o una banca-lavamanos de 4-5 m (13-17 pies) de longitud por cada 100 personas;
una ducha por cada 50 personas en climas templados, una por cada 30 personas en climas cálidos.
sectores separados para hombres y mujeres.

Servicio de retretes:

1 asiento para cada 25 mujeres, 1 asiento y 1 mingitorio para cada 35 hombres;
distancia mínima del edificio, 50 m (160 pies).

Recipientes de basura:

de 50-100 litros (13-26 US gal) de capacidad, 1 por cada 12-25 personas.

Abastecimiento de agua

Consumo diario:

hospitales de campaña, 40-60 litros (10-15 US gal) por persona;
centros de alimentación en gran escala, 20-30 litros (5-8 US gal) por persona;
albergues temporales y campamentos, 15-20 litros (4-5 US gal) por persona;
instalaciones para aseo personal, 35 litros (10 US gal) por persona.

Desinfección del agua:

cloro residual en aplicación sistemática, 0,7-10 mg/litro;
desinfección de tuberías: 50 mg de cloro libre por litro para contacto de 24 horas, o 100 mg de cloro libre por litro para contacto de 1 hora.
desinfección de pozos y manantiales: 50-100 mg por litro para 12 horas.

Protección del agua:

distancia entre el origen del agua y la fuente de contaminación 30 m (100

Protección de pozos:

revestimiento impermeable de 30 cm (1 pie) por encima y 3 m (10 pies) por debajo de la superficie del suelo;
radio de plataforma de hormigón alrededor del pozo, 1 m (3 pies 3 pul);
radio de la zona cercada, 50 m (160 pies);
fondo de pozos negros y letrinas, 1,5-3 m (5-10 pies) por encima de la capa acuífera.

Almacenamiento de agua:

capacidad suficiente para ½-1 día, tomando como base el consumo medio diario.

Calidad del agua:

total de sólidos disueltos: menos de 1 500 mg/litro;
cloruros: menos de 600 mg/litro;
microorganismos coliformes: NMP[1] 1-10.

Letrinas

Letrina baja de trinchera:

anchura, 30 cm (1 pie) o tan angosta como pueda excavarse;
profundidad, 90-150 cm (3-5 pies);
longitud, 3,0-3,5 m (10-12 pies) por 100 personas.

Letrina profunda de trinchera:

anchura, 75-90 cm (2 pies 6 pul-3 pies);
profundidad, 1,8-2,4 m (6-8 pies);
longitud, 3-3,5 m (10-12 pies) por 100 personas.

Letrina de pozo tubular:

diámetro 40 cm (16 pul);
profundidad, 5-6 m (16-20 pies);
1 por cada 20 personas.

Eliminación de basuras

Trincheras:

anchura, 1,5 m (5 pies);
profundidad, 2 m (7 pies);
longitud, 1 m (3 pies 3 pul) por 200 personas, de manera que se llene la trinchera en una semana;
cubierta de tierra apisonada hasta una profundidad de 40 cm (16 pul);
tiempo transcurrido para la descomposición, 4-6 meses.

Higiene de los alimentos

Desinfección de cubiertos:

agua en ebullición durante 5 minutos;
o: solución de cloro, 100 mg/litro durante 30 segundos;
o: compuestos cuaternarios de amonio, 200 mg/litro durante 2 minutos.

---

[1] Número más probable por 100 ml de agua.

Lucha antivectorial

Pulverización de insecticidas:

véanse los cuadros del Anexo 9.

Espolvoreo con DDT al 10 %:

30 g (1 onza) por persona.

Personal de saneamiento necesario

véase el Cuadro 1, pág. 29.

Anexo 7

CUESTIONARIO SOBRE ABASTECIMIENTO URBANO DE AGUA PARA SUPERINTENDENTES DE ESTOS SERVICIOS *

Todas las preguntas de la lista siguiente pueden responderse sencillamente con un « Sí » o un « No ». Se preparó el cuestionario para ayudar a los superintendentes de instalaciones de abastecimiento de agua a determinar hasta qué punto está bien preparada su instalación para hacer frente a situaciones de urgencia; asimismo, para utilizarlo como guía con objeto de mejorar esa preparación. Además, puede conservarse este cuestionario para referencia futura como auxiliar de la planificación de programas y el registro de progresos.

Generalidades

Indique usted si dentro de su plan se han adoptado disposiciones para situaciones tan diversas como las siguientes:

1) ¿Está la colectividad dentro o en las orillas de una zona en la que pueda esperarse que se produzcan algunas destrucciones?

2) ¿Es la colectividad una zona potencial de recepción para evacuados?

¿Desempeña su servicio de salud pública alguna función en la planificación de servicios de agua en situaciones de urgencia?

¿Ha tenido en cuenta la planificación las relaciones y la dependencia recíproca que existen entre los diversos servicios: agua, electricidad, gas, transportes, etc.?

¿Existe una relación estrecha con otros servicios públicos?

Inventario básico de recursos hidráulicos

¿Se ha hecho un inventario de todos los recursos hidráulicos?

Diga usted si el inventario comprende:

1) aguas subterráneas y superficiales.

2) estanques, depósitos, piscinas y otras extensiones de agua, públicas y privadas, disponibles por medio de interconexiones.

---

* A base de un cuestionario publicado por el Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos de América.

¿Muestran los datos: *a*) la cantidad, *b*) la calidad y *c*) la localización de los recursos hidráulicos?

¿Se ha incluido en el inventario el agua que se halla a una distancia relativamente cercana pero fuera de los límites de la localidad?

Servicios

1) ¿Se han identificado las dificultades que impiden aumentar la producción en situaciones de emergencia?

2) ¿Se han hecho planes y se han fijado fechas para eliminarlas?

¿Se ha determinado la capacidad máxima de producción continua del servicio de tratamiento de agua?

Protección

Indíquese si, para proteger las instalaciones, servicios y recursos contra multitudes sobrecogidas por el pánico, se han adoptado las medidas preventivas siguientes:

1) planes para mantener una vigilancia continua de los abastecimientos de agua, las instalaciones de tratamiento y el equipo, contra actos de vandalismo.

2) elaborar planes y procedimientos para dar protección material a las instalaciones, servicios y recursos en situaciones de urgencia.

3) instalar iluminación nocturna y cercas.

Comunicaciones

Indíquese si en caso de un desastre podrá contarse con un sistema de comunicaciones, o la radio o el teléfono móvil, para mantener contacto entre:

1) los servicios públicos (agua, gas, electricidad, etc.).

2) brigadas operativas, de conservación y reparaciones.

¿Podrá disponerse de un sistema de aviso para notificar al público acerca del uso del agua, contaminaciones, etc.?

¿Se han señalado a la atención del público las condiciones que podrían presentarse en caso de una emergencia por lo que se refiere a los abastecimientos de agua?

Prioridades para el consumo de agua en casos de urgencia

¿Existe una lista en la que se indique un orden de prioridad para los consumidores esenciales de agua? (Los hospitales deben estar en primer lugar.)

El gobierno local o el departamento local de servicio de agua, ¿tienen autoridad en casos de urgencia para prohibir el uso del agua para fines no esenciales como el lavado de coches o el riego de céspedes?

¿Está equipado el sistema de distribución de agua con válvulas de cierre para imponer las prioridades de consumo de agua?

¿Se han identificado otras fuentes de abastecimiento de agua para usos industriales y para el equipo de bomberos? (Ejemplos: agua de pozos o agua no potable.)

Reparaciones, reconstrucción y construcción

¿Se ha conferido autoridad a un organismo gubernamental de la colectividad para llevar a cabo reparaciones importantes, trabajos de reconstrucción o nuevas construcciones?

El organismo encargado de las construcciones, ¿dispone de equipo pesado como rasadoras, tractores, excavadoras, hormigoneras?

¿Se han identificado fuentes de abastecimiento para materiales de construcción, reparación y reemplazo, como cemento, arena, acero, alambre eléctrico, tubos, válvulas, accesorios, etc.?

¿Se ha pensado en financiar las actividades del servicio de agua en situaciones de urgencia?

Documentos fundamentales

Indíquese si se dispone de los siguientes:

1) mapas de la ciudad a una escala práctica con puntos importantes marcados.

2) planos mecánicos detallados de las instalaciones de tratamiento, distribución y tratamiento de agua, así como de las interconexiones con abastecimientos de agua industriales y de otra índole.

3) dibujos detallados del sistema de distribución, con tamaños de tuberías, accesorios, acoplamientos, localizaciones de válvulas.

4) notas de reconocimientos efectuados de las instalaciones.

5) exposición por escrito de los procedimientos operativos ordinarios.

6) procedimientos de emergencia fundados en las diversas hipótesis.

7) acuerdos de ayuda mutua.

8) listas de abastecedores fácilmente accesibles de productos químicos esenciales.

9) listas de personal preparado y de las tareas que tienen asignadas en situaciones de urgencia.

10) copias del plan de servicios de agua en casos de emergencia.

11) copias de esos documentos en un lugar seguro en caso de emergencia.

12) lista al corriente, por nombre, domicilio y número de teléfono, de personas esenciales y de quienes las sustituyan, que estén familiarizadas con la naturaleza y localización de esos documentos fundamentales y tengan acceso a ellos.

Personal

¿Disponen las autoridades de los servicios de agua de personal auxiliar preparado?

¿Se ha preparado al personal en procedimientos de detección química, biológica y radiológica, así como en procedimientos operativos para reparar daños?

¿Cuenta el personal con un ingeniero sanitario o puede disponer de él?

¿Tiene el personal de los servicios de agua un sistema de identificación para atravesar las líneas de policía y bomberos?

¿Se practican periódicamente ejercicios de operaciones de emergencia?

¿Se adiestra al personal (ordinario y auxiliar) en técnicas de emergencia para obtener, tratar y distribuir agua?

¿Existe un programa permanente para preparar personal directivo y operarios en labores de gestión y operaciones en casos de emergencia?

¿Está destinado el programa de enseñanza a proporcionar al personal experiencia en el servicio?

¿Se han adoptado disposiciones para proteger y prestar asistencia médica de emergencia a los operarios en condiciones peligrosas?

Transportes

¿Existen en la localidad vehículos que puedan utilizarse para transportar agua potable?

¿Se han adoptado disposiciones para disponer de esos vehículos para el transporte de agua en casos de urgencia?

¿Existen planes para establecer un sistema de distribución central de agua, es decir, toma de agua para incendios o una instalación análoga?

En caso contrario, ¿se ha pensado en un sistema de distribución de esa índole?

Dentro de los planes, ¿se han adoptado disposiciones para utilizar las lecherías locales y otras instalaciones embotelladoras para embotellar y transportar agua?

Suministros de reserva y equipo de emergencia

¿Son suficientes las reservas de productos químicos y piezas de recambio para una emergencia de 30 días?

¿Está en vigor un programa preventivo de conservación?

¿Se revisa periódicamente el equipo de emergencia?

¿Existe un inventario del equipo móvil de reserva de la localidad, como aparatos de cloración y bombas, que puedan llevarse rápidamente a otros lugares en casos de emergencia?

Energía eléctrica

¿Se dispone de una fuente de energía de reserva si se estropea la fuente principal?

¿Se dispone de generadores y bombas de emergencia?

¿Existe una reserva accesible de combustible, por ejemplo, combustible líquido para poner en marcha instalaciones auxiliares de energía en caso de que falle una central eléctrica?

En la medida en que es factible, ¿se ha provisto de protección contra riesgos al equipo generador de energía?

Laboratorio

¿Se han adoptado disposiciones para ampliar los actuales servicios de laboratorio con objeto de tener un servicio de inspección de calidad del agua en casos de urgencia, en particular la detección de contaminaciones químicas, biológicas y radiológicas?

¿Se ha preparado al personal ordinario y al auxiliar para detectar contaminantes químicos, biológicos o radiológicos en el agua?

Información pública

¿Están informados los consumidores de agua acerca de las medidas que deben adoptar: *a*) las autoridades de los servicios de agua de la localidad, y *b*) los propios consumidores si falla el servicio de agua como resultado de un desastre?

Ayuda mutua y asistencia

Indíquese si existen acuerdos que dispongan prestar asistencia por lo que respecta a:

1) recursos hidráulicos,
2) personal,
3) materiales y equipo,
4) escasez de suministros como los productos químicos.

¿Se han hecho planes para realizar intercambio de personal con fines de dar enseñanza en el servicio sobre los diversos sistemas de instalaciones de abastecimiento de agua?

¿Existe un estrecho contacto, por lo que respecta a la planificación de agua en la localidad, entre las partes en los acuerdos de asistencia?

Anexo 8

DESINFECCION DE CAÑERIAS MAESTRAS DE AGUA *

Cuando se coloca o repara una sección de una cañería maestra de agua es imposible evitar la contaminación de la superficie interna con la tierra, el lodo o el agua que hay en la trinchera mientras se fijan en su lugar las tuberías. También puede producirse la contaminación por accidente, negligencia o mala intención; esos riesgos se reducirán con vigilancia adecuada durante las horas en que no se trabaja y con la obturación de los extremos abiertos después de terminar las labores del día. Sin embargo, debe considerarse que la tubería está contaminada a pesar de que se adopten todas las precauciones para prevenir la entrada de sustancias extrañas. En consecuencia, debe desinfectarse la cañería maestra antes de ponerla en servicio.

Para obtener buenos resultados de la desinfección y evitar los peligros de obstrucciones subsiguientes y averías en las válvulas, deben retirarse antes todos los objetos extraños fregando y limpiando con chorros de agua la tubería. También deben limpiarse y desinfectarse los materiales de empaque y acoplamiento inmediatamente antes de usarlos, mediante la inmersión en una solución de cloro a 50 ppm durante 30 minutos por lo menos.

La limpieza con chorros de agua de la sección de la cañería maestra puede combinarse con la prueba de presión hidrostática para descubrir uniones defectuosas y filtraciones. Una vez terminada esa prueba, debe hacerse el lavado arrojando agua a una velocidad mínima de 0,75 m por segundo. La presencia de tomas de agua para incendios, válvulas de aire, válvulas de compuerta y otras aberturas en la sección que va a desinfectarse o cerca de ella facilita la inyección y extracción de agua para la limpieza y la desinfección.

Para desinfectar las cañerías maestras son útiles los estropajos de espuma plástica que recientemente han comenzado a fabricarse. Al ser desalojados por la presión del agua, estos estropajos limpian por fricción la superficie interna del tubo; también pueden aislar la sección que va a desinfectarse del resto de la cañería maestra y previenen la pérdida de la solución desinfectante.

* Véase también: Cox, C. R. (1964) *Práctica y vigilancia de las operaciones de tratamiento del agua*. Ginebra (*Organización Mundial de la Salud; Serie de Monografías*, Nº 49) págs. 175-180.

Para desinfectar las cañerías maestras de agua, los preparados más comúnmente utilizados son los compuestos de cloro como los descritos en las páginas 46 y 47. La concentración de la solución desinfectante debe ser mucho más alta que la que se emplea normalmente para la cloración del agua. En condiciones normales, se recomienda una concentración de 10 ppm cuando el cloro permanece en la cañería maestra durante 12 a 24 horas; se necesita una aplicación durante 24 horas cuando el cloro tiene que penetrar a través de una capa de materia orgánica hasta la superficie interna. En situaciones de urgencia, cuando no es posible dejar una sección de la cañería maestra fuera de servicio durante un tiempo prolongado, puede acortarse el período de contacto aumentando proporcionalmente la concentración de la solución; por ejemplo, para un período de contacto de 1 hora, la concentración de la solución debe variar entre 120 y 240 ppm.

Cuando se utilizan soluciones fuertes, deben eliminarse minuciosamente de la cañería maestra después de terminada la desinfección; el empleo de agua altamente clorada puede afectar la salud y el bienestar, aparte de que la acción corrosiva del cloro puede averiar tubos, válvulas, tomas de agua y la fontanería doméstica y sus accesorios.

Procedimientos de aplicación

El cloro en estado gaseoso puede inyectarse directamente en la sección de la cañería maestra mediante un equipo de cloración en seco provisto de un difusor especial de gas o de un tubo de plata y fijado a una toma de agua para incendios u otra abertura por medio de una válvula especial de obturación. Después de haber lavado totalmente la sección, se cierra parcialmente la válvula de entrada para llevar la presión del agua por debajo de 1,7 kgf/cm² (25 lb/pulgada²). En la boca de agua para incendios o en la abertura donde sale el agua se mide la velocidad de la corriente para determinar la proporción a la que debe inyectarse el gas de cloro. Para obtener una concentración de 10 ppm en la sección que va a desinfectarse, la tasa de inyección del gas cloro debe ser de 0,9 kg/24 h por cada litro por segundo de agua corriente (0,12 lb/24 h por cada US gal/min o 0,14 lb/24 h por cada UK gal/min). Se abre la válvula del cilindro del cloro y se ajusta de tal manera que el medidor indique la tasa necesaria de emisión de cloro.

Tan pronto como se descubre el olor del cloro en el agua que sale de la cañería maestra, se toman muestras de agua para determinar el contenido de cloro. Es conveniente el procedimiento de gota-dilución para altas concentraciones de cloro residual; si se emplea el procedimiento de la ortotolidina,[1] debe producirse un color rojo intenso en la muestra al añadir el reactivo. Cuando se alcanza el contenido de cloro deseado, se cierra la boca de salida de agua y se mueven las válvulas correspondientes para detener la circula-

[1] *Normas internacionales del agua potable*, Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 196[illegible], [illegible] 175.

ción de agua y de gas cloro. El agua tratada de esa manera se deja reposar en la cañería maestra durante 12-24 horas y después se lava perfectamente esa cañería hasta que el agua salga limpida y sin olor a cloro.

Se emplea un procedimiento semejante para introducir una mezcla de gas cloro y agua por medio de un aplicador de soluciones de cloro; debe añadirse una manga especial de goma a la válvula obturadora y al difusor de tubo de plata. Puede necesitarse una bomba relé para obtener una presión por lo menos tres veces más alta que la de la cañería maestra, a fin de asegurar la inyección adecuada de la solución.

Cuando se emplea hipoclorito de calcio o cal clorada para desinfectar una sección de una cañería maestra, el procedimiento más fácil de aplicación consiste en inyectar una solución concentrada de cloro por medio de un clorador portátil. Si la válvula de entrada se mantiene parcialmente abierta, puede entrar en la tubería una pequeña corriente de agua para ayudar a dispersar el producto químico. La boca de agua o la válvula de salida se cierra cuando se descubre el olor de cloro en el agua que fluye, y se deja llenar la sección de la cañería maestra. Se regula la válvula de entrada de tal manera que se inyecte la cantidad necesaria de solución desinfectante antes de que la tubería esté completamente llena.

Cuando no hay clorador ni bomba para inyectar la solución desinfectante, se cierra la válvula de entrada después de la operación de limpieza con chorros de agua y se deja secar por desagüe la sección; luego se cierra la boca de agua o la válvula de salida, con lo cual queda aislada del resto de la cañería maestra la sección que va a desinfectarse. Por medio de un embudo o una manga se vierte lentamente la solución desinfectante en una boca de agua, válvula o abertura intermedia hecha con este fin, hasta llenar completamente la sección. Deben adoptarse precauciones para dejar que escape el aire atrapado en el tubo; cuando no hay válvula de aire u otro orificio por el cual pueda salir el aire, pueden separarse una o más conexiones de servicio o perforarse un orificio en la parte superior de la tubería.

Si la sección que va a desinfectarse es corta, pueden colocarse cantidades previamente pesadas de hipoclorito de calcio o de cal clorada en forma de polvo a intervalos regulares dentro de los tubos mientras se fijan éstos en su lugar; más tarde, cuando se introduce el agua, el polvo se mezcla con ésta y produce concentraciones altas de cloro. Este procedimiento tiene la desventaja de que el polvo es arrastrado por el agua hasta el extremo más lejano de la sección, incluso cuando el agua entra lentamente, y no es posible una distribución uniforme del desinfectante.

Mientras la solución desinfectante permanece en las tuberías, deben hacerse funcionar las válvulas y bocas de agua en esa sección de la cañería maestra para cerciorarse de que todas las superficies entran en contacto con el desinfectante. Las válvulas en cualquiera de los extremos de la sección tratada deben permanecer cerradas durante todo el período de contacto, para impedir la pérdida de solución desinfectante.

Al terminar el período de contacto, deben tomarse muestras de la solución desinfectante para comprobar que el contenido de cloro permanece a la concentración señalada. Después debe lavarse perfectamente la sección a fin de eliminar la solución desinfectante. Diariamente deben tomarse muestras para análisis bacteriológicos durante los tres días siguientes a la desinfección, con objeto de verificar que la operación tuvo buen éxito.

La concentración de cloro debe ser de 10 ppm durante todo el período de contacto, lo cual requiere que la concentración inicial de la solución sea por lo menos del doble (20 ppm). El cuadro siguiente muestra la cantidad de desinfectantes necesaria para tubos de diversos diámetros con objeto de obtener una concentración de cloro de 20 ppm, aproximadamente.

El volumen en litros de la solución desinfectante necesaria para 100 m de tubería puede expresarse por la fórmula $V_l = 5{,}07\ d^2$, en la que d es el diámetro del tubo en pulgadas.

El volumen (en galones norteamericanos) de la solución desinfectante necesaria para 100 yardas de tubería puede expresarse por la fórmula $V_g = 1{,}22\ d^2$, en la que d es el diámetro de la tubería en pulgadas.

CANTIDAD DE DESINFECTANTES NECESARIA PARA OBTENER UNA CONCENTRACION DE 20 ppm

Diámetro del tubo		Cal clorada (25 % de cloro libre)		Hipoclorito de calcio (70 % de cloro libre)		Hipoclorito de sodio (5 % de cloro libre)	
mm	pul	g por 100 m	onzas por 100 yardas	g por 100 m	onzas por 100 yardas	litros por 100 m	US gal por 100 yardas
75	3	37	1,2	15	0,4	0,18	0,04
100	4	65	2,1	26	0,7	0,33	0,08
150	6	146	4,8	53	1,7	0,73	0,18
200	8	260	8,4	82	3,0	1,30	0,31
250	10	405	13,4	145	4,7	2,03	0,49
300	12	584	19,2	210	6,8	2,92	0,66
400	16	1040	33,6	368	11,8	5,20	1,27

Anexo 9

DATOS UTILES PARA LA LUCHA ANTIVECTORIAL

Los cuadros siguientes se han tomado del 17º informe del Comité de Expertos de la OMS en Insecticidas.[1] Debe tenerse presente que en mayor o menor grado todos los plaguicidas son tóxicos, por lo que la prudencia en su manipulación debe ser sistemática y formar parte integrante de los programas en que se aplican plaguicidas. El empleo de rodenticidas sumamente tóxicos como el fluoracetato de sodio, la fluoracetamida y el sulfato de talio debe estar a cargo exclusivamente de personal especializado y competente en la manipulación inocua de esos compuestos y en el tratamiento de las intoxicaciones debidas a esos productos. En el informe antes mencionado se examinan los principios generales en que se fundan las medidas de seguridad que deben observarse al utilizar plaguicidas.[2]

CUADRO 1. PLAGUICIDAS APLICABLES EN ROCIAMIENTO DE ACCION RESIDUAL CONTRA LOS VECTORES DEL PALUDISMO

Producto tóxico	Dosis en g/m²	Duración media de la eficacia (en meses)
DDT	1 ó 2	6 a 12
dieldrina[a]	0,5	6 a 12
lindano	0,5	3
malatión	2	3
OMS-33	2	3

[a] Este insecticida se ha abandonado en la mayoría de los países por el peligro que representa para el hombre y los animales domésticos. Se ha observado que en programas de larga duración se han registrado intoxicaciones en los operarios, incluso cuando usaban velos, gorras y guantes además de sombreros y trajes de faena. No debe utilizarse la dieldrina para rociamientos interiores sino en caso de necesidad absoluta y adoptando medidas estrictas de precaución y una rigurosa vigilancia médica.

[1] Comité de Expertos de la OMS en Insecticidas (1970) *Resistencia a los insecticidas y lucha antivectorial: 17º informe*, Ginebra (*Org. mund. Salud Ser. Inf. tecn.*, Nº 443), Anexo II.
[2] *Ibid.*, pám. 282-292.

CUADRO 2. LARVICIDAS EMPLEADOS CONTRA LOS MOSQUITOS

Producto tóxico[a,b]	Dosis (g/ha)	Observaciones
Abate	56-112	En los sectores de escasa vegetación, utilizar emulsiones oleosas o acuosas. Son convenientes los preparados granulosos para penetrar en sectores de vegetación densa. Para los tratamientos larvicidas de acción residual o los que se aplican antes de la eclosión, se necesitan dosis más altas.
DDT	224	
dieldrina	112	
Duraban[c]	11-16	
fentión[c]	22-112	
fenitrotión	224-336	
heptacloro	112	
lindano	112	
malatión	224-672	
paratión	112	NO DEBE APLICARSE PARATION EN ZONAS URBANAS.
metilparatión	112	
verde de París	840	El verde de París se aplica en pastillas (6 %) a razón de 16,8 kg/ha con equipo terrestre o aéreo.
gasoil		En las cuencas colectoras, la aplicación debe bastar para cubrir toda la superficie del agua; en los cursos de agua, la dosis debe ser de 140-190 l/ha. Si se agrega un agente tensioactivo, puede reducirse el volumen a 19-47 l/ha.
aceite larvicida		Aplicarlo a razón de 19-47 l/ha.

[a] Puede haber reglamentos que limitan el empleo de esos compuestos, por lo que debe consultarse a las autoridades competentes. También debe leerse detenidamente la etiqueta para informarse sobre las restricciones relativas a las personas autorizadas para manipular el producto y sobre los peligros que presenta éste para animales a los que no está destinado.

[b] Antes de aplicar insecticidas a cultivos, terrenos de pastoreo cerrados o abiertos o tierras no cultivadas, debe consultarse a las autoridades agrícolas respecto a los procedimientos de aplicación aprobados.

[c] No debe aplicarse Duraban ni fentión a las aguas que contengan peces útiles.

CUADRO 3. INSECTICIDAS EMPLEADOS EN LOS TRATAMIENTOS ESPACIALES EXTERIORES CONTRA LOS MOSQUITOS

Producto tóxico	Tasa de aplicación (g/ha)	Observaciones
carbarilo	224-1120	Los tratamientos se aplican en forma de nebulizaciones, térmicas o no, o de polvos secos. En general, las aplicaciones se hacen con equipo terrestre.
DDT	224	
diclorvos	56-280	
fentión	112	
lindano	112-224	
malatión	112-560	La eficacia de los tratamientos espaciales depende de las condiciones del medio, especialmente del viento. Las aplicaciones suelen efectuarse en bandas de 30 a 90 m de anchura (100-300 pies).
naled	56-280	

CUADRO 4. COMPUESTOS ORGANOFOSFORADOS[a] EMPLEADOS EN TRATAMIENTOS DE ACCION RESIDUAL CONTRA LAS MOSCAS

Producto tóxico[a]	Concentración del preparado listo para su empleo[b] (%)	Dosis (g/m²)	Observaciones
			EVITAR LA CONTAMINACION DE LOS ALIMENTOS Y DEL AGUA POTABLE. Durante las horas de trabajo no deben aplicarse estos productos en los cuartos de ordeño ni en las instalaciones de elaboración de alimentos.
diazinón	1,0-2,0	0,4-0,8	Puede utilizarse en toda clase de establecimientos donde se manipulen alimentos,[c] inclusive los cuartos de ordeño. En los establecimientos avícolas no deben rociarse ni las aves ni las excretas que puedan ponerse en contacto con los animales.
dimetoato	1,0-2,5	0,4-1,0	Aceptable para el tratamiento de granjas lecheras y avícolas, pero deben retirarse los animales. No debe emplearse en cuartos de ordeño.
fenitión	1,0-2,5	0,4-1,0	Su empleo en establos, gallineros o instalaciones de elaboración de alimentos no está autorizado en todos los países.
Gardona	1,0-5,0	1,0-2,0	Puede utilizarse en establos y otros albergues de animales, pero no se acepta su empleo en gallineros en todos los países.
malatión	5,0	1,0-2,0	Se utiliza en establos, gallineros y otros establecimientos de manipulación de alimentos;[c] en cuartos de ordeño e instalaciones de elaboración de alimentos sólo puede utilizarse malatión de primera calidad. En las granjas avícolas puede hacerse el tratamiento sin retirar las aves.
naled	1,0	0,4-0,8	Autorizado para el tratamiento de establos (pero no de cuartos de ordeño) y de establecimientos donde se manipulan alimentos. A la concentración de 0,25 % puede aplicarse a perchas de gallinero, nidos, etc., sin hacer salir a las aves.
ronnel	1,0-5,0	1,0-2,0	Puede utilizarse en establos, cuartos de ordeño, establecimientos donde se manipulan alimentos[c] y en granjas avícolas. No es necesario retirar a los pollos durante la pulverización, pero debe evitarse el rociamiento directo de los animales; no deben tratarse las excretas a menos que estén fuera del alcance de los pollos.

[a] Deben seguirse las instrucciones que figuran en la etiqueta. Para obtener información sobre los productos químicos que deben emplearse contra parásitos del ganado o de las cosechas, hay que dirigirse a los servicios agrícolas nacionales, estatales o locales. No se permite el empleo de compuestos organofosforados en el interior de restaurantes en ciertos países europeos (v.g., Dinamarca).

[b] Aumenta la eficacia del tratamiento si se añade azúcar en proporción de 2,5 veces por una de producto tóxico.

[c] Quedan comprendidos establos, cuartos de ordeño, restaurantes, fábricas de conservas, tiendas de alimentos, almacenes y establecimientos similares.

CUADRO 5. INSECTICIDAS COMUNMENTE EMPLEADOS CONTRA LAS CUCARACHAS ALEMANAS

Insecticida	Preparado	Concentración (%)
OMS-33	pulverización	1,0
	cebo	2,0
clordano	pulverización	2,0-3,0
	polvos	6,0
diazinón	pulverización	0,5-1,0[a]
	polvos	2-3[a]
diclorvos	pulverización	0,5
	cebo	1,9
dieldrina	pulverización	0,5[b]
	polvos	1,0
Dursban	pulverización	0,5[b]
fenitión	pulverización	3,0[b]
Kepone	cebo	0,125
malatión	pulverización o polvos	5,0

[a] Las concentraciones más altas sólo deben aplicarlas personas experimentadas u operarios especializados en plaguicidas.

[b] Sólo deben aplicarlos operarios especializados en plaguicidas.

CUADRO 6. RODENTICIDAS DE DOSIS UNICA UTILIZADOS CONTRA LAS RATAS GRISES Y NEGRAS

Compuesto	Dosis con efectos agudos por vía oral[a] (mg/kg)	Porcentaje habitual en los cebos
antu[b]	6	1,5
óxido arsenioso	13	1,5
fluoracetamida	13-15	2,0
norbormida[b]	12	1,0
fósforo amarillo	1,7	0,05
escila roja[b]	300	10,0
fluoracetato de sodio	5[c]	0,3
sulfato de talio	23	0,3-1,5
fosfuro de zinc	40	1,0-2,5

[a] Determinada en ratas de *R. norvegicus* de laboratorio.

[b] No se emplea contra las ratas negras.

[c] 2 mg/kg para las ratas negras.

CUADRO 7. RODENTICIDAS DE DOSIS MULTIPLES EMPLEADOS CONTRA RATONES, RATAS NEGRAS Y GRISES

Rodenticida[a]	Dosis en partes por millón[b]		
	Ratones	Ratas negras	Ratas grises
Difacinona	125-250	50-100	50-100
cumafuril	250-500	250-500	250
pindona	250-500	250-500	250
warfarina	250-500	250-500	50-250

[a] Puede emplearse en cebos secos o líquidos.

[b] Factores de dilución:
500 ppm (0,05 %) = 1 parte de concentrado al 0,5 % por 9 partes de cebo.
250 ppm (0,025 %) = 1 parte de concentrado al 0,5 % por 19 partes de cebo.
100 ppm (0,01 %) = 1 parte de concentrado al 0,5 % por 49 partes de cebo.
50 ppm (0,005 %) = 1 parte de concentrado al 0,5 % por 99 partes de cebo.

Preparación de suspensiones a base de polvos dispersables en agua

CUADRO 8. CANTIDAD DE POLVO DISPERSABLE EN AGUA NECESARIA PARA PREPARAR SUSPENSIONES PULVERIZABLES DISPUESTAS PARA EL USO

Porcentaje del polvo dispersable en producto activo	Kilogramos de polvo dispersable en agua necesarios para preparar unos 380 litros (100 USgal; 83 UKgal) de suspensión pulverizable a la concentración de:				
	5 %	2,5 %	1 %	0,5 %	0,25 %
90	21,0 (46,3)	10,5 (23,1)	4,2 (9,3)	2,1 (4,6)	1,0 (2,3)
75	25,2 (55,6)	12,6 (27,8)	5,0 (11,1)	2,5 (5,6)	1,3 (2,8)
50	37,8 (83,3)	18,9 (41,7)	7,6 (16,7)	3,8 (8,3)	1,9 (4,2)
25	75,6 (166,7)	37,8 (83,3)	15,1 (33,3)	7,6 (16,7)	3,8 (8,3)

La fórmula general es:

$$X = \frac{A \times B \times D}{C}$$

en la que: X = cantidad requerida de polvo dispersable en agua
A = concentración deseada de la suspensión pulverizable (%)
B = cantidad de suspensión que se desea preparar
C = porcentaje del polvo dispersable en producto activo

$$D = \begin{cases} 1 & \text{si X y B se expresan, respectivamente, en kg y en litros} \\ 8{,}33 & \text{si X y B se expresan, respectivamente, en lb y USgal} \\ 10 & \text{si X y B se expresan, respectivamente, en lb y UKgal} \end{cases}$$

Ejemplo: para preparar 380 litros (100 USgal) de suspensión al 1 % a partir de un polvo dispersable al 50 %.

$$X = \frac{1 \times 380 \times 1}{50} = 7{,}6 \text{ kg } \left(X = \frac{1 \times 100 \times 8{,}33}{50} = 16{,}7 \text{ lb}\right)$$

hacen falta 7,6 kg (16,7 lb) de polvo dispersable.

Preparación de concentrados para emulsión y de líquidos para pulverización

CUADRO 9. PREPARACION DE CONCENTRADOS PARA EMULSION A PARTIR DE PRODUCTOS TECNICOS

Concentración deseada (%)	Peso de producto técnico necesario para preparar el volumen de concentrado indicado:[a]		
	100 litros	100 USgal	100 UKgal
35	35 kg	292 lb	350 lb
25	25 kg	208 lb	250 lb
15	15 kg	125 lb	150 lb
12,5	12,5 kg	104 lb	125 lb
6,25	6,25 kg	52 lb	62,5 lb

[a] Añadir 2 partes de emulsificante por cada 100 partes de concentrado.

La fórmula general que expresa la cantidad de producto de calidad técnica es:

$$X = \frac{A \times B \times C}{100}$$

en la que: X = cantidad requerida del producto de calidad técnica
A = contenido deseado del concentrado emulsionable (%)
B = cantidad de concentrado que se desea preparar

$$C = \begin{cases} 1 & \text{si X y B se expresan, respectivamente, en kg y en litros} \\ 8{,}33 & \text{si X y B se expresan, respectivamente, en lb y USgal} \\ 10 & \text{si X y B se expresan, respectivamente, en lb y UKgal} \end{cases}$$

Ejemplo: para preparar 190 litros (50 USgal; 41,5 UKgal) de concentrado al 25 % a partir de un producto de calidad técnica.

$$X = \frac{25 \times 190 \times 1}{100} = 47{,}5 \text{ kg } \left(X = \frac{25 \times 50 \times 8{,}33}{100} = 104 \text{ lb}\right)$$

hacen falta 47,5 kg (104 lb) de producto de calidad técnica.

CUADRO 10. PREPARACION DE UNA EMULSION A PARTIR DE DIVERSOS CONCENTRADOS

Porcentaje del concentrado en producto activo	Partes de agua necesarias por cada parte de concentrado para obtener preparaciones a la concentración de:				
	5 %	2,5 %	1 %	0,5 %	0,25 %
90	18	35	89	178	356
80	15	29	79	158	316
50	9	19	49	99	199
25	4	9	24	49	99
10	1	3	9	19	39

La fórmula general es:

$$X = \frac{A}{B} - 1$$

en la que: X = número de partes de agua que hay que añadir a una parte de concentrado emulsionable
A = porcentaje del concentrado en producto activo
B = concentración requerida del preparado final (%)

Ejemplo: Para preparar una emulsión al 0,5 % a partir de un concentrado al 25 %:

$$X = \frac{25}{0{,}5} - 1 = 49$$

es necesario añadir 49 partes de agua a una parte de concentrado.

Cantidad de preparado necesario para obtener una dosis dada de producto activo por unidad de superficie

CUADRO 11. CANTIDADES DE LIQUIDO PARA PULVERIZACION

Cantidad aplicada (en peso por unidad de superficie)	Número de litros * de preparado necesario para tratar 100 m² (1000 pies²) empleando las concentraciones siguientes de insecticida de calidad técnica:				
	0,25 %	0,5 %	1,0 %	2,5 %	5,0 %
2 g/m² (200 mg/p²)	—	—	20	8	4
1 g/m² (100 mg/p²)	—	20	10	4	2
0,5 g/m² (50 mg/p²)	20	10	5	2	1
0,2 g/m² (20 mg/p²)	8	4	2	0,8	0,4

* Un litro equivale aproximadamente a 0,25 USgal o a 0,2 UKgal.

CUADRO 12. CANTIDADES DE CONCENTRADO PARA EMULSION O DE POLVO SECO

Dosis		Cantidad necesaria de solución al 25 % *		Cantidad necesaria de polvo al 5 %	
kg/ha	lb/acre			kg	lb
4,54	10	18,2 litros	4,8 USgal 4,0 UKgal	90,8	200
2,27	5	9,1 litros	2,4 USgal 2,0 UKgal	45,4	100
1,36	3	5,5 litros	1,4 USgal 1,2 UKgal	27,2	60
1,0	2,2	4,2 litros	1,1 USgal 0,9 UKgal	20,0	44
0,45	1	1,8 litros	1,9 USqt 1,6 UKqt	9,1	20
0,23	0,5	900 ml	1,9 USpt 1,6 UKpt	4,5	10
0,045	0,1	200 ml	6,1 USfl oz 6,4 UKfl oz	—	—

* Es decir, con 0,25 kg/litro (2,1 lb/USgal; 2,5 lb/UKgal).

Las fórmulas generales son:

para los concentrados $X = \frac{A \times 100}{B \times C}$

para los polvos $X = \frac{A \times 100}{B}$

en las que: X = cantidad de solución (litros) o de polvos (kg)
A = dosis deseada (kg por ha o lb por acre)
B = concentración del producto empleado (%)

$$C = \begin{cases} 1 & \text{si X y A se expresan, respectivamente, en litros y kg} \\ 8{,}33 & \text{si X y A se expresan, respectivamente, en USgal y lb} \\ 10 & \text{si X se expresa en UKgal} \end{cases}$$

Ejemplos: Para obtener una dosis de 4,54 kg por ha (10 lb por acre).

a) empleando una solución al 25 %.

$$X = \frac{4{,}54 \times 100}{25 \times 1} = 18{,}2 \text{ litros } \left(X = \frac{10 \times 100}{25 \times 8{,}35} = 4{,}8 \text{ USgal}\right)$$

hacen falta 18,2 litros de concentrado por ha, o 4,8 USgal de concentrado por acre.

b) empleando polvos al 5 %.

$$X = \frac{4{,}54 \times 100}{5} = 90{,}8 \text{ kg } \left(X = \frac{10 \times 100}{5} = 200 \text{ lb}\right)$$

hacen falta 90,8 kg de polvo por ha o 200 lb de polvo por acre.

Conversión de dosis en partes por millón

CUADRO 13. CONCENTRACIONES DE PRODUCTO ACTIVO CORRESPONDIENTES A UNA PARTE POR MILLON

1 mg (0,015 grano) por kg
1 g (15,4 granos) por tonelada métrica
0,007 grano (0,45 mg) por libra
1 ml (0,035 UKfl oz) por 1000 litros
0,16 UKfl oz (4,5 ml) por 1000 UKgal
0,13 USfl oz (3,8 ml) por 1000 USgal

CUADRO 14. FACTORES DE DILUCION PARA EL CONCENTRADO AL 25 %

Concentración necesaria (ppm)	Cantidad de concentrado al 25 % * que es necesario añadir a los siguientes volúmenes de agua:		
	1 millón de litros	1 millón de USgal	1 millón de UKgal
1	4 litros	4 USgal	4 UKgal
0,1	400 ml	3,2 USpt	3,2 UKpt
0,01	40 ml	5,1 USfl oz	6,5 UKfl oz
0,001	4 ml	0,5 USfl oz	0,6 UKfl oz

* Que contiene 0,25 kg/litro (2,1 lb/USgal; 2,5 lb/UKgal).

CUADRO 16. RELACION ENTRE LA DOSIS DE TRATAMIENTO Y LA CONCENTRACION A UNA PROFUNDIDAD DETERMINADA

Dosis de tratamiento		Concentración (ppm) a la profundidad indicada*	
g/ha	lb/acre	2,5 cm (1 pulgada)	30 cm (1 pie)
2240	2,0	8,8	0,74
1120	1,0	4,4	0,37
560	0,5	2,2	0,18
280	0,25	1,1	0,092
112	0,10	0,44	0,037
56	0,05	0,22	0,018
28	0,025	0,11	0,0092
11	0,01	0,044	0,0037

* La concentración (ppm) a otras profundidades o para otras dosis de tratamiento se obtiene mediante una regla de tres simple; por ejemplo, la concentración (ppm) a 10 y 20 cm de profundidad es, respectivamente 1/3 y 1/6 de la concentración a 2,5 cm de profundidad.

Medida de las superficies para las aplicaciones espaciales

CUADRO 18. SUPERFICIE EN HECTAREAS DE BANDAS DE DIFERENTES DIMENSIONES*

Longitud de la banda (m)	Superficie (ha) de bandas con las anchuras siguientes:			
	25 m	50 m	100 m	500 m
1600	4,0	8,0	16,0	80,0
1000	2,5	5,0	10,0	50,0
600	1,5	3,0	6,0	30,0
400	1,0	2,0	4,0	20,0
250	0,63	1,25	2,5	12,5

* Pueden obtenerse otros valores mediante una regla de tres simple o con las fórmulas siguientes:

$$\text{Hectáreas} = \frac{\text{longitud (m)} \times \text{anchura (m)}}{10\,000} \text{ o } \frac{\text{longitud (km)} \times \text{anchura (m)}}{10}$$

$$\text{Acres} = \frac{\text{longitud (pies)} \times \text{anchura (pies)}}{43\,560}$$

$$\text{ó } 0{,}121 \times \text{longitud (millas)} \times \text{anchura (pies)}$$

CUADRO 17. RELACION ENTRE LA COBERTURA AEREA, LA VELOCIDAD DE LA AERONAVE Y LA ANCHURA DE LA BANDA TRATADA

Velocidad de la aeronave*		Cobertura aérea por minuto para las anchuras de banda indicadas:				
km/h	mi/h	15,2 m (50 pies)	22,8 m (75 pies)	30,5 m (100 pies)	61,0 m (200 pies)	152,4 m (500 pies)
128	80	3,2 ha 8 acres	4,9 ha 12 acres	6,5 ha 16 acres	13,0 ha 32 acres	32,4 ha 80 acres
144	90	3,6 ha 9 acres	5,5 ha 13,5 acres	7,3 ha 18 acres	14,6 ha 36 acres	36,4 ha 90 acres
160	100	4,0 ha 10 acres	6,1 ha 15 acres	8,1 ha 20 acres	16,2 ha 40 acres	40,5 ha 100 acres
192	120	4,8 ha 12 acres	7,3 ha 18 acres	9,7 ha 24 acres	19,4 ha 48 acres	48,6 ha 120 acres
240	150	6,1 ha 15 acres	9,1 ha 22,5 acres	12,1 ha 30 acres	24,3 ha 60 acres	60,7 ha 150 acres

* Un nudo = 1,85 km/h = 1,15 mi/h.

Pueden determinarse otros valores de la cobertura mediante una regla de tres simple o con las fórmulas siguientes:

Hectáreas por minuto = (anchura de la banda en m) × (km por hora) × 0,00166

Acres por minuto = (anchura de la banda en pies) × (millas por hora) × 0,002.

Según la superficie que cubre una aeronave por minuto, se calibra el dispositivo de pulverización para arrojar la cantidad deseada de plaguicida por unidad de superficie. El rendimiento por minuto se determina multiplicando la superficie cubierta en un minuto por la cantidad de plaguicida que va a aplicarse por unidad de superficie.

Ejemplo : Para aplicar 220 ml por hectárea desde una aeronave que cubre 4,0 hectáreas por minuto:

$$220 \times 4{,}0 = 880$$

Se calibra la aeronave para dispensar 880 ml por minuto.

Factores de conversión de unidades métricas e inglesas

Longitud

1600 m	= 1,6 km	= 1 milla terrestre (mile)	= 1760 yd = 5280 ft
1×10^5 cm	= 1000 m	= 1 kilómetro (km)	= 0,625 milla = 1100 yd
91,4 cm	= 0,91 m	= 1 yarda (yd)	= 3 ft = 36 in
1000 mm	= 100 cm	= 1 metro (m)	= 1,093 yd = 3,28 ft = 39,37 in
0,3048 m	= 30,48 cm	= 1 pie (ft)	= 12 in
25,4 mm	= 2,54 cm	= 1 pulgada (in)	= 1/12 ft
10 000 μ	= 10 mm	= 1 centímetro (cm)	= 0,394 in = 0,033 ft
1000 μ		= 1 milímetro (mm)	= 0,0394 in
0,001 mm	= 0,0001 cm	= 1 micra (μ)	= 0,000039 in (aproximadamente 1/25 O

Superficie

	259 ha	= 1 milla cuadrada (sq mile)	= 640 acres
	100 ha	= 1 kilómetro cuadrado (km^2)	= 0,39 sq mile = 247 acres
10 000 m^2	= 0,01 km^2	= 1 hectárea (ha)	= 2,47 acres
4047 m^2	= 0,405 ha	= 1 acre	= 4840 yd^2 = 43 560 ft^2
	10 000 cm^2	= 1 metro cuadrado (m^2)	= 1,2 yd^2 = 10,76 ft^2 = 1550 in^2
	0,84 m^2	= 1 yarda cuadrada (yd^2)	= 9 ft^2 = 1296 in^2
930 cm^2	= 0,093 m^2	= 1 pie cuadrado (ft^2)	= 144 in^2
	6,45 cm^2	= 1 pulgada cuadrada (in^2)	= 0,007 ft^2
	100 mm^2	= 1 centímetro cuadrado (cm^2)	= 0,155 in^2
	93 m^2	= 1000 pies cuadrados (ft^2)	

Volumen

1000 litros	= 1 metro cúbico (m^3)	= 1,307 yd^3 = 35,32 ft^3
2,83 m^3	= 100 pies cúbicos (ft^3)	= 3,7 yd^3
0,77 m^3	= 1 yarda cúbica (yd^3)	= 27 ft^3
28,32 litros	= 1 pie cúbico (ft^3)	= 0,037 yd^3 = 1728 in^3
16,39 cm^3	= 1 pulgada cúbica (in^3)	= 0,000579 ft^3

Capacidad

3,79 litros	= 1 galón E.U.A. (USgal)	= 0,83 Imp gal = 231 in^3
4,55 litros	= 1 galón U.K. (Imp gal)	= 1,2 USgal
1000 ml	= 1 litro	= 0,26 USgal = 0,22 Imp gal
32 onzas de capacidad	= 1 cuarto de galón (qt)	= 0,94633 litro
40 onzas de capacidad, aproximadamente	= 1 cuarto de galón UK	= 1,136 litros
3 cucharadas de té	= 1 cucharada sopera	= 0,5 onzas de capacidad

Peso

1000 mg	= 1 gramo (g)	= 0,0352 oz
28,35 g	= 1 onza (oz)	= 1/16 lb = 437,5 granos
64,8 mg	= 1 grano	= 1/7000 lb
453,6 g	= 1 libra (lb)	= 16 oz
1000 g	= 1 kilogramo (kg)	= 2,2 lbs = 35,27 oz
1000 kg	= 1 tonelada métrica	= 2200 lb
907 kg	= 1 tonelada corta	= 2000 lb = 0,893 ton. largas
1018 kg	= 1 tonelada larga	= 2240 lb = 1 Br. ton. = 1,12 toneladas cortas

Peso de distintos volúmenes de agua a 16,7°C (62°F)

1 ft^3	= 62,3 lb
1 litro	= 1000 g = 1 kg = 2,2 lb
1 USgal	= 8,3 lb
1 Imp gal	= 10 lb

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

CURSO " METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO ".

CORPUS CHRISTI WATER DIVISION CONTINGENCY PLAN

SURVIVAL AND OPERATIONS FOR HURRICANE CONDITIONS AND DISASTERS

John T. Novak

México, D. F.

3 - 7 de diciembre, 1979.

CORPUS CHRISTI WATER DIVISION

CONTINGENCY PLAN

SURVIVAL AND OPERATIONS

FOR

HURRICANE CONDITIONS AND DISASTERS

CITY OF CORPUS CHRISTI
WATER DIVISION

Atlee M. Cunningham, P.E.
Water Superintendent

Revised February 14,1975

WATER DIVISION
CORPUS CHRISTI, TEXAS

February 14, 1975

FOREWORD

Corpus Christi, being located near the Gulf of Mexico, will be vulnerable to damaging winds and high tides during hurricanes that are passing near or through the city. During the height of the hurricane, all Water Division personnel will be confined to buildings and shelters and little work will be possible in the open area. It is because of this condition that all preparations must be made well in advance of the high winds and water, both at your home and in the Water Division.

To insure that this plan is successful, it is necessary that all foremen and supervisors be familiar with the various warnings, preparatory steps and their station as set out in the plan. To completely insure the success of the plan, all must cooperate both before and during the hurricane. The families of all employees must be adequately protected or relocated where suitable protection is available prior to the employees reporting to their designated station. Storm shelters and city facilities will be made available for this purpose.

Our success and survival will depend upon the abilities and the cooperation of the employees.

Atlee M. Cunningham
Water Superintendent

CONDITION III

This condition will be declared by the Director of Public Safety and/or Civil Defense Director when the National Weather Service indicates the possibility of a landfall within thirty-six hours close enough to cause damaging winds or tides in the City of Corpus Christi.

CONDITION II

This condition will be declared by the Mayor or City Manager when the course of the hurricane has been established and the National Weather Service suggests a landfall within eighteen hours near enough to the City of Corpus Christi to cause damaging winds or tides.

CONDITION I

This condition shall be declared by the Mayor or City Manager when damaging tides or hurricane-force winds are imminent.

WATER DIVISION

EMERGENCY AND DISASTER PLAN "ABLE"

February 14, 1975

Condition "ABLE" operating procedure (Central Office)

Station: Superintendent's Office, Sam Rankin and Mestina, Phone: 884-3011

In the event of office destruction: Savage Lane Pump Station, Phone: 884-9032

Personnel in Charge: Atlee M. Cunningham, P.E, Water Superintendent 12101 Up River Road, Phone: Res. 241-4560; Office 884-3011, Ext. 333, or 883-3432

Assistant: Wayne Tibbets, Construction Superintendent, 1309 Meadow Lane; Phone: Res. 991-0967; Office 884-3011, Ext. 335, or 883-3432

or Field designated personnel, depending on circumstances

Instructions to Superintendents:

1) On receiving notice of condition III, the division head will immediately notify, by phone or otherwise, all superintendents or supervisors of existing conditions and order Plan III to be put into effect.

2) The division head will issue instructions to fill all underground storage to capacity and to maintain such.

3) On receiving notice of condition II, the division head will notify all superintendents of the condition and will immediately start progress checks of all departments of the division.

4) On receiving notice of condition I, the division head will notify all superintendents of the condition and set up routine for 24 hour operation.

5) The division head will be responsible at all times for maintaining close contact with the existing control center during the emergency. He will, by phone or message, keep in close contact with all departments of the division and by coordination, maintain one effective operating unit throughout the emergency.

Condition "ABLE" operating procedure (Pumping Plants):

Station: Savage Lane Pump Station (Caldwell and Holly Road)

Phone: 884-9032 and radio - Savage Lane
Phone: 883-4155 - Caldwell
Phone: 991-2225 - Holly Road

Personnel in Charge: Ralph Moore, 3029 Brawner Parkway, Pumping Plant Supervisor; Phone: Res. 855-7485, Bus. 884-9032

A. F. Parrish, Sr., Chief Pump Operator, 910 Campbell Street; Phone: Residence - 852-4240

Instructions to Chief Operators and Supervisors:

1) On receiving notice of Condition III, the supervisors will notify all operating personnel of the condition and have them remain on a standby basis while off duty.

2) On receiving notice of Condition II, the supervisors will notify all operating personnel to complete the arrangements for protection of their families and prepare to report for duty immediately on call.

3) The supervisor will maintain sufficient personnel to perform routine operations at all times.

4) The supervisor will check all equipment, have suitable supplies and be prepared for the worst possible conditions. They shall secure all windows and doors not in use, check those that are in use, obtain sheeting and shoring materials, wagon sheets or tarps. They shall have all loose boards or light objects removed from the plant grounds or securely lashed to fixed objects. They shall maintain normal operations and use extra personnel long enough to make Condition II preparations, then let them return home to remain on call.

5) On receiving notice of Condition I, the supervisor, as instructed by the division head, will notify all or part of his personnel to report for duty, obtain food supplies, check the communications and remain in a state of readiness throughout the emergency condition.

6) The supervisor will at all times maintain close contact with the division head in the central office.

Assignment of Pumping Plants Personnel:

Operation: (Normal)

1) Duties - to maintain routine and emergency operations.

2) Stations - operating stations.

3) Personnel - Savage Lane

Personnel:

Chief Operator:

A. F. Parrish, 910 Campbell; Phone: Residence 852-4240, Business - 883-4155

Pump Operators:

R. G. Garza, 4201 Violet Rd.; Residence 241-4485, Business-884-9032

Nathanial Horn, 4730 Ayers, Corpus Christi, Texas; Residence 854-1592; Business - 884-9032

R. C. Ross III, 910 Hazel Drive; Phone: Residence - 991-1018 - Business 884-9032

Condition "ABLE" operating procedure (Lake Corpus Christi & Wesley Seale Dam)

Station: Lake Corpus Christi

Phone: 547-2122
Messenger

Personnel in Charge: Jap P. Smith, Reservoir Supervisor, 428 MacLeod, Phone: Res. 884-1086, Bus. 547-2122 (Mathis)

Instructions to Reservoir Supervisor:

1) On receiving notice of Condition III, the supervisor will notify all maintenance personnel of the condition and have them remain on standby basis while off duty.

2) On receiving notice of Condition II, the supervisor will notify all personnel to complete protection arrangements for their families and prepare to report for duty immediately on call.

3) The supervisor will have all vehicles serviced, elevated tank filled, available shoring and sheeting material, windows fixed with storm windows, all water wells secured. He shall have all loose boards or light objects revoved from the immediate vicinity or securely lashed to fixed objects. He shall maintain normal operating strength and use extra personnel only long enough to make Condition II preparations.

4) On receiving notice of Condition I, the supervisor, if so instructed by the division head, will notify all or part of his personnel to report for duty and remain in a state of preparedness throughout the emergency.

5) The supervisor will at all times remain in close contact with the division head in the central office.

Assignment of Reservoir Personnel:

Damage Control (Buildings and Machinery):

Duties - to repair storm damage to buildings and machinery

Station - Reservoir Operating Station

Personnel: Juan Urquizo, Water System Mechanic, Mathis, Phone: Residence -547-2084 , Business - 547-2122

Equipment: 2 one-half ton pickup trucks

Condition "ABLE" operating procedure (Production)

Station: Cunningham and Stevens Filtration Plants

Phone: 241-1261; Unlisted 241-1171 (Cunningham Plant)

Phone: 241-2349 (Stevens Plant)

Personnel in Charge:

M. A. Speed, Engineer III, 1218 Crescent, Phone: Res. 991-9362, Bus. 241-1261, 241-2349 or 884-3011, Extension 333

Orville F. McCown, Plant Supervisor, Route 2, Mathis, Phone: Res. 547-2950; Bus. 241-2349

H. H. Estes, Plant Supervisor, Route 2, Box 629, Corpus Christi, Phone: Res. 241-7029; Bus. 241-1261

Instructions to Supervisors:

1) On receiving notice of Condition III, the Production Superintendent will notify all maintenance and operating personnel of the condition and have them remain on a standby basis while off duty.

2) On receiving notice of Condition II, the Production Superintendent will notify all operators and maintenance personnel to complete protection arrangements for their families and prepare to report for duty immediately on call.

3) The Production Superintendent will maintain sufficient personnel to perform routine operation at all times.

4) The Production Superintendent will have all vehicles, compressors, pumps, light plants and emergency chlorinators serviced, checked and suitably prepared for the worst possible conditions. He shall have all windows in the chemical storage facilities fitted with storm windows, all external exhaust fans secured, and lowered or sealed, all doors well braced with the exception of those being used for operations. He will store wagon sheets and sufficient shoring material in each area to adequately brace any weakened section. He shall have all loose boards or light objects removed from plant grounds or securely lashed to fixed objects. He shall maintain normal operating strength and use extra personnel long enough to make Condition II preparations then let them return home to remain on call.

5) On receiving notice of Condition I, the Production Superintendent if so instructed by the division head, will notify all, or part,

of his personnel to report for duty, place pumps in all sections, distribute wagon sheets or tarps to all motors, start the emergency diesel unit, obtain food supplies, notify Celanese and Suntide Companies to give operational instructions as to their raw water pumping stations, check communications with booster stations and make final check of the plant. He will remain in a state of readiness to maintain production throughout the emergency condition.

6) The Production Superintendent will, at all times remain in close contact with the division head in the central office.

Assignment of Production Personnel:

1) Duties - maintain routine and emergency operation

2) Stations - operating stations

3) Personnel - (Cunningham Filter Plant)

Personnel: (Cunningham Plant)

E. C. Kelley, Chief Filter Plant Operator, 2417 Violet Road; Phone: Residence - 241-1603, Business - 241-1261

D. G. Mata, Principal Filter Plant Operator, 3617 Rushing; Phone: Residence - 241-7366, Business - 241-1261

I. M. Leal, Filter Plant Operator, 13310 McBurnett; Phone: Residence - 241-1141, Business - 241-1261

L. A. Henry, Filter Plant Operator, 3430 Starlight Lane, Residence - 241-1055, Business - 241-1261

J. R. Benningfield, Sr. Filter Plant Operator, 2712 McCain Residence - 241-4116, Business - 241-1261

W. A. Scott, Sr. Filter Plant Operator, 2708 McCain Dr., Phone: Residence - 241-4116, Business - 241-1261

(Stevens Plant)

C. R. Davis, Chief Filter Plant Operator, 5706 Hampshire; Phone: Residence - 884-8958, Business - 241-2349

R. K. Stockstill, Principal Filter Plant Operator, 10845 Mayfield; Phone: Residence - 241-4450, Business - 241-2349

Leo Hoelscher, Sr. Filter Plant Operator, 4130 Violet Rd; Phone: Residence - 241-1063, Business - 241-2349

J. C. Diggs, Sr. Filter Plant Operator, 4429 Christi; Phone: Residence - 852-5172, Business - 241-2349

Damage Control (Electrical):

1) Duties - Maintain all electrical service to all operating units of production.

2) Station - Engine Room No. 1

3) Personnel - Orville F. McCown, Stevens Plant Supervisor, Mathis; Phone: Residence - 547-2950, Business - 241-2349

Damage Control (Piping and Buildings):

1) Duties - to repair storm damage to buildings and machinery

2) Station - Filter building and engine room

3) Personnel -

B. F. Talley, Maintenance Mechanic Foreman, 2984 Japonica; Phone: Residence - 241-7725, Business - 241-1261

R. H. Coates, M. M. Foreman, 4902 Monitor, Phone: Res. 853-9228 Business - 241-2349

3 Maintenance Men

Damage Control (Instrumentation):

1) Duties - to maintain operation of all instruments

2) Station - Filter building

3) Personnel -

H. B. McCown, Instrument Repairman, 404 Wildwood, Phone: Residence - 241-2710, Business - 241-2349

Quality Control (Chemicals):

1) Duties - to maintain necessary chemical and bacteriological quality of water

2) Station - Central laboratory

3) Personnel -

L. H. Hoelscher, Laboratory Technician, 4429 Congressional Dr.; Phone: Residence - 853-7894, Business - 241-1261

Equipment: Automotive - One 5-ton winch truck
One 2½ ton flat bed truck
One 4-Dr. sedan
One 4-Dr. compact sedan

Portable - One 1½" pump
One 3" pump
One 4" pump
One 200 amp A.C. welder
One gas welding rig
One 1" electric drill

Condition "ABLE" Operating Procedure (Distribution):

Station: Maintenance of Lines Operation Office, Sam Rankin and Mestina, Phone 884-3011, Extensions 333, 213

Personnel in Charge:

Paul Werner, P.E., Distribution Supt., 601 Pasadena; Phone: Residence - 852-1932, Business - 884-3011, Extension 333

Wayne Tibbets, Construction Superintendent, 1309 Meadowlane; Phone: Residence - 991-0967, Business 884-3011, Extension 335

Instructions to Distribution and Construction Superintendents:

1) On receiving notice of Condition III, the superintendents will notify all foremen of the condition and have them remain on a standby basis while off duty.

2) On receiving notice of Condition II, the superintendents will notify all foremen and workers to complete arrangements for protection of their families and then report for duty.

3) The superintendents will have all vehicles, compressors, pumps, light plants and heavy equipment serviced, checked and suitably prepared for the worst possible conditions. They shall prepare adequate shoring material, wagon sheets, nails and tools in the office to protect maps and records from water damage. They will have all loose lumber or light objects removed from the yards or lashed securely to fixed objects. They shall have installed storm windows or protection to prevent flying objects from breaking windows. They shall maintain forces at 70 percent strength, or over, during normal hours while on Condition II, with a suitable night crew to prevent work accumulation.

4) On receiving notice of Condition I, the superintendents will notify all or part of emergency personnel to report for duty, if so instructed by the division head. They will remain in a state of readiness to immediately carry out orders as issued to them.

5) The superintendents will, at all times, maintain close contact with the division head in the central office.

Assignment of Distribution and Construction Personnel:

Damage Control (Mains and Lines):

1) Duties - repair of mains, placing barricades or red lights, filling holes and other duties.

2) Station - Water Maintenance and Operations Office, 1317 Nestins

3) Personnel -

Assistant Distribution Superintendent,
Phone: Residence Business 884-3011, Ext. 333

Mike Vargo, General Water System Foreman, 4529 Dolphin; Phone: Residence 853-7573, Business 884-3011, Extension 333

Jerry Sosebee, Sr. Water System Foreman, 324 Baker; Phone: Residence 992-3703, Business - 884-3011, Extension 333

Gene Boswell, Sr. Water System Foreman, 4602 Newberry; Phone: Residence 855-7916, Business - 884-3011, Extension 213

Jack Van Cleave, Sr. Water System Foreman, 699 Aristocrat, Phone: Residence 937-2207, Business 884-3011 - Extension 213

J. H. Williams, Sr. Water System Foreman, 4201 Christi; Phone: Residence 853-7005, Business - 884-3011, Extension 213

Geronimo Benavides, Water System Foreman, 1318 N. Mesquite; Phone: Residence 882-0117, Business 884-3011, Ext. 213

Henry Laska, Water System Foreman, 130 Las Palmas; Phone: Residence 937-5507, Business 884-3011, Extension 213

Joe Guevara, Water System Foreman, 4810 Larcade; Phone: Residence 854-4028, Business 884-3011, Extension 213

48 Men

Damage Control (Valves):

1) Duties - line up valves to route water to essential industries or consumers such as Central Power & Light, hospitals, emergency centers and others, in case of flooding, explosion, fire, building construction and large main failures.

2) Station - Water Maintenance and Operations Office

3) Personnel -

Jim McNorton, General Water System Foreman, 322 Aberdeen; Phone: Residence 852-0468, Business 884-3011, Ext. 333

Kenneth Boland, Sr. Water System Foreman, 1410 Brentwood, Phone: Residence 853-7712, Business 884-3011, Ext. 333

John Hamill, Water System Inspector, 3434 Southland Dr.; Phone: 883-6650, Business 884-3011, Extension 333

John Dumas, Water System Foreman, 2115 Lexington; Phone - Residence 882-8717; Business 884-3011, Extension 333

Jap Murphey, Water System Inspector, 4306 Hollywood Terrace, Phone: Res. 855-6987 - Bus. 884-3011, Ext. 213

2 Crews 16 Men

Damage Control (Buildings):

1) Duties - Prepare and install window protection, shoring and water proofing material for building interiors.

2) Station - Water Maintenance and Operations Office

3) Personnel - Ralph Galvan, Water System Foreman, 550 Hiawatha, Phone: Res. 884-4798 - Bus. 884-3011, Ext. 213

Norah Elzy, Labor Foreman, 4718 Molina, Phone: Res. 853-4531 Bus. 884-3011, Extension 213

2 Crews 9 Men

Damage Control (Water Pressures):

1) Duties - Maintain close check on pressures in the distribution system and make reports to the Maintenance and Operations and central office.

2) Station - Water Maintenance and Operations Office.

3) Personnel: Refugio Acuna, Water Meter Supervisor, 9502 Huntington, Phone: Res. 24101185, Business 884-3011, Ext. 333

Boyd Winfield, Water Meter Foreman, 1317½ 5th St., Phone: Res. 884-5977, Bus. 884-3011, Extension 333

Ronnie Smith, Water System Foreman, 6330 Whitaker Dr., Phone: Res. 991-2273, Bus. 884-3011, Ext. 333

Material Supply:

1) Duties - Maintain an adequate supply of gasoline for pumps, compressors, and light plants at all times, food supplies, flashlights and batteries, etc.

2) Personnel - Mike Perez, Garage Serviceman, 415 Delores, Phone: Res. 884-1336 - Bus. 884-3011, Extension 333

Equipment Operator Pool:

1) Personnel - 7 Men

Manpower Pool:

1) Personnel - Rolando Ramirez, Tap Crew Leader, 2017 Isle
Phone: Res. 883-8904 - Bus. 884-3011, Ext. 213

F. G. Rodriguez, Tap Crew Leader, 2511 Mary, Phone: Res. 834-0324 Bus. 884-3011, Extension 213

Benjamin Barrera, Tap Crew Leader, 1801 Hawthorne, Phone: Res. 882-[illegible]336, Bus. 884-3011, Extension 213

3 Crews 9 Men

Equipment:

Automotive	2	Four Door Sedans
	17	Half Ton Pick Ups
	3	Pick Ups, 3/4 Ton
	1	Pick Up, 1 Ton
	3	Loadsters, 2 yd. cap.
	1	Maintainer, 9" Blade
	2	# 155 Parson Trenchers
	1	Dragline Crawler, 5/8 Yd.
	1	Backhoe, Truck Mounted
	3	Backhoes, Tractor Mounted
	1	Portable Crane, 9 Ton
	1	Crawler Crane, TD 14
	3	Trucks with Hydro Crane, 2½ Ton
	5	Dump Trucks, 2½ Ton
	1	Dump Truck, 15 Yd.
	1	Cable Dump, 11 Yd.
	1	Tilt Trailer, 12 Ton
	9	Tool Trucks, 2 Ton
	1	Tractor/Loader, 3/4 Yd.
Portable	4	Centrifugal Pumps, 2"
	1	Generator, 500 Watt
	9	Centrifugal Pumps, 3"
	2	Centrifugal Pumps on Trailers, 4"
	3	Compressors on Trailers, 125 cfm
	1	Truck Mounted Compressor, 125 cfm, with 5 KW Generator

WATER DIVISION EMPLOYEES

Refugio Acuna	9502 Huntington	241-1185
Geronimo Benavides	1318 Mesquite	882-0117
B. R. Barrera	1801 Hawthorne	882-5336
Kenneth Boland	1410 Brentwood	853-7712
Otto Berckenhoff	3330 Houston	853-8537
Eugene Boswell	4602 Newberry	855-7916
Joe Cantu	3017 Churchill	884-7598
Norah Elzy	4718 Molina	853-4531
John O.Dumes	2115 Lexington	882-8717
A. L. Garcia	4140 Angela	852-1082
Marcus Garcia	1901 Yale	852-1097
Joe Gatica	2637 Balsey	883-9955
Joe Guevara	4810 Barcade	854-4028
John Hamill	3434 Southland	883-6650
Henry Laska	130 Las Palmas	937-5507
James McNorton	322 Aberdeen	852-2617
Jap Murphey	4306 Hollywood Terrace	855-6987
Victor Olvera	820 Francisco	882-4794
Mike Perez	418 Dolores	884-1336
Ronnie Smith	6330 Whitaker Drive	991-2272
Jerry Sosubee	324 Baker	882-3703
Wayne Tibbets	1309 Meadowlane	991-0967
Jack Van Cleave	599 Aristocrat	937-2207
Mike Vargo	4529 Dolphin	853-7573
Paul Werner	601 Pasadena	852-1932
J. H. Williams	4201 Christi	853-7005
Boyd Winfield	456 Eldon	854-4904
Florencio Rodriguez	2511 Mary	884-0324
Francisco Rodriguez	1405 18th	883-9545

OFFICIAL CORPUS CHRISTI
CIVIL DEFENSE SHELTER LIST

1) Estimated shelter capacity is indicated after each building.

2) These are FALLOUT SHELTERS ONLY, and are to be used only in the event of a nuclear attack or accidental explosion. All agreements between the Corpus Christi Civil Defense Office and the owners of these buildings so specify. These buildings are not to be used as hurricane or tornado shelters unless specific permission is requested and received from the building owner or his designated representative.

3) Locate and plan now to use the nearest public Fallout Shelter available to you. There are not sufficient shelter spaces in many areas at present, and it is the responsibility of each individual to provide his own shelter protection for his family use. The Corpus Christi Civil Defense Office will be pleased to assist with your Fallout Shelter planning and protection.

4) The public Fallout Shelters listed below are in most instances stocked with survival supplies such as crackers, water, basic medical kits, radiological detection equipment, sanitation kits, and emergency communication equipment. People seeking to use these shelters in the event of an emergency should make arrangements to bring blankets, sleeping pads or bed rolls, and any special requirements that will be needed, such as baby needs, special diets, and individual required medical items, etc.

5) Everyone is urged to become familiar with the warning siren signal instructions and with the effects of nuclear fallout. The alert signal is a steady blast of the siren of 3 minutes duration, repeated 5 times with 30 second breaks. The take-cover signal is a wailing tone for 3 minutes duration by the sirens, repeated 5 times with 30 second breaks.

6) Following is official list of Fallout Shelters, addresses and capacity:

Apartments, Riviera	4302 Ocean Drive	1,293
Apartments, 4600 Ocean Drive	4600 Ocean Drive	1,364
Broadway Sewer Plant	300 W. Broadway	52
Buccaneer Bowl	4300 So. Alameda	116
Centre Theater	410 No. Chaparral	471
Commerce Building	416 No. Chaparral	408
C. C. Academy	5700 Up River Rd.	729
C. C. Bank and Trust	801 Leopard	145
C. C. Caller-Times Building	820 No. Lower Broadway	901
City Hall	302 No. Shoreline	432
Cunningham Water Plant (Calallen)	14025 Leopard St.	300

CIVIL DEFENSE SHELTER LIST
(Continued)

C. C. International Airport	Rural Route 2, Highway 44	56
C. C. State National Bank	502 No. Water St.	1,735
Emerald Cove Hotel	1102 So. Shoreline	5,653
Eighteen Hundred Building	1803 So. Staples	67
Federal Building	521 Star	120
First Baptist Church	3115 Ocean Drive	313
Gulf Compress	200 Parr & 201 No. 19th	7,735
Gulfway National Bank	6000 S. Padre Island Drive	56
Incarnate Word Academy	2900 So. Alameda	1,994
King High School	5225 Gollihar	1,081
Memorial Medical Center	2600 Hospital Blvd.	2,190
Morgan Avenue Baptist Church	1525 Morgan	194
Mt. Carmel Home for Aged	4100 S. Alameda	103
Oil Industries Building	723 No. Upper Broadway	170
J. C. Penny Building (Downtown)	219 No. Chaparral	1,288
Petroleum Tower	809 No. Carancahua	6,498
Pittsburgh Plate Glass (2)	Lawrence Drive	230
Public Elevator - West Silos	Navigation Blvd.	1,164
W. B. Ray High School	3200 So. Staples	235
Sears & Roebuck Store	1311 Leopard	712
Second Baptist Church	605 Furman	50
Six Hundred Building	Leopard & Upper Broadway	17,500
Spohn Hospital	1436 Third St.	2,356
Stevens Filter Plant	13101 Up River Rd.	424
St. Josephs Catholic Church	710 So. 19th St.	84
St. Lukes Methodist Church	3151 Reid Dr.	64
Tunnel Intersection	Leopard and Broadway	156
Vaughan Building	Leopard and Carancahua	13,285
Walgreens Drugstore (Downtown)	413 No Chaparral	702
West Side Sewer Plant	Saratoga and Greenwood	68
Ada Wilson Hospital	3500 So. Alameda	189
Wilson Tower and Building (2)	605 Leopard St.	5,289
F. W. Woolworth Store	323 No. Chaparral	600
Waensche Elevator	Talbert Road, Hiway 44	378
Wynn Seale Jr. High School	1707 Ayers	2,046

7) The Corpus Christi Civil Defense Emergency Operation Center, and Emergency Broadcasting Control Center will go into operation immediately in the event of an emergency. Each individual should have a battery operated radio to tune in on the Emergency Control Center which will issue information and instructions governing the period of the emergency at 1440 kilocycles.

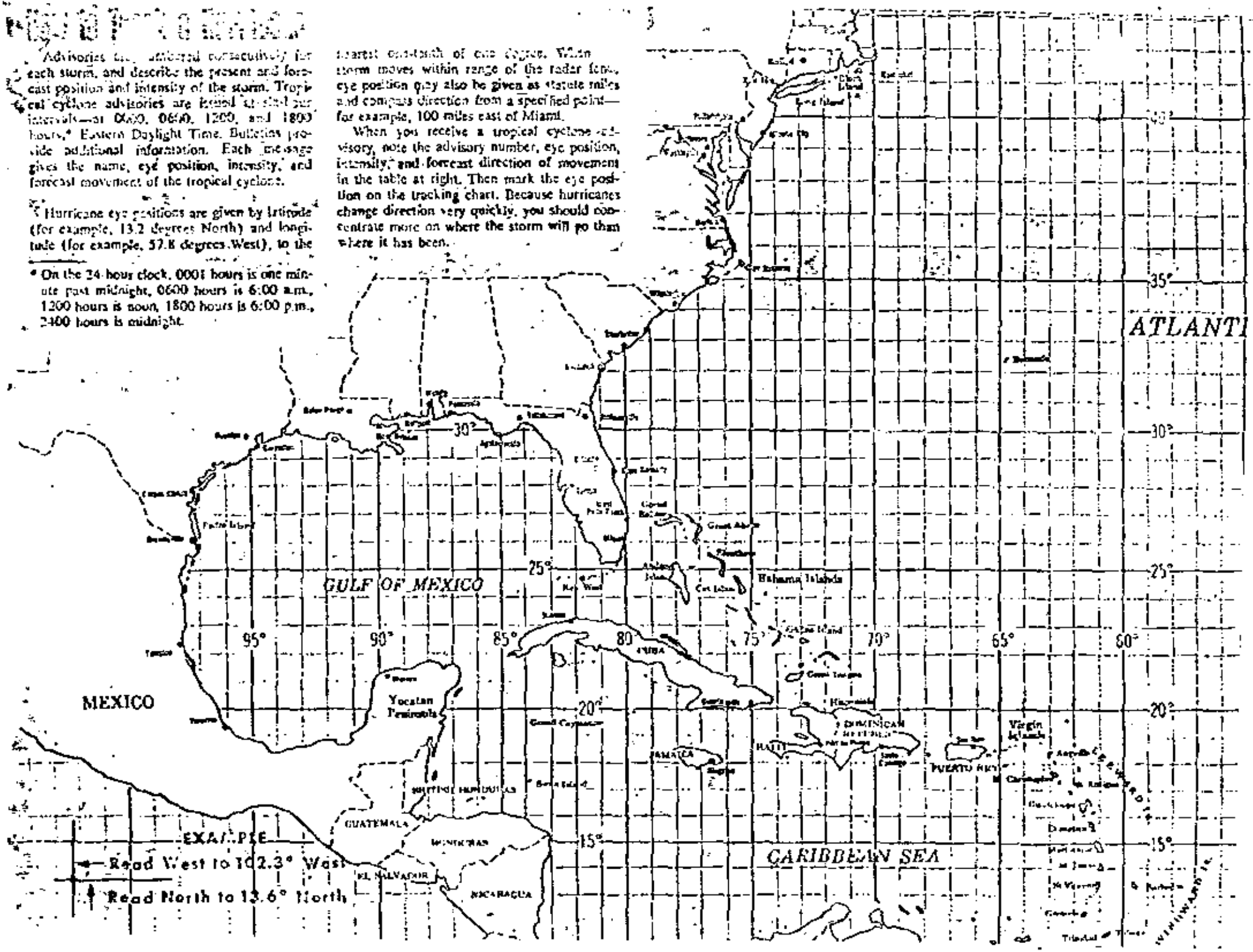
8) Each family or individual is urged to have a plan to be used in the event of any emergency. The Corpus Christi Civil Defense Office, located in the Corpus Christi Police Department Building at 1616 Buffalo Street in the basement Room B-3, Telephone No. 884-3811, Extension 57, stands ready and willing to assist with literature, plans and latest survival information available.

Advisories are numbered consecutively for each storm, and describe the present and forecast position and intensity of the storm. Tropical cyclone advisories are issued at fixed intervals—at 0600, 0900, 1200, and 1800 hours,* Eastern Daylight Time. Bulletins provide additional information. Each message gives the name, eye position, intensity, and forecast movement of the tropical cyclone.

Hurricane eye positions are given by latitude (for example, 13.2 degrees North) and longitude (for example, 57.8 degrees West), to the nearest one-tenth of one degree. When storm moves within range of the radar fence, eye position may also be given as statute miles and compass direction from a specified point—for example, 100 miles east of Miami.

When you receive a tropical cyclone advisory, note the advisory number, eye position, intensity, and forecast direction of movement in the table at right. Then mark the eye position on the tracking chart. Because hurricanes change direction very quickly, you should concentrate more on where the storm will go than where it has been.

* On the 24-hour clock, 0001 hours is one minute past midnight, 0600 hours is 6:00 a.m., 1200 hours is noon, 1800 hours is 6:00 p.m., 2400 hours is midnight.



centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

"METODOLOGIA EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO".

T E M A 6

EL TERREMOTO Y LA REHABILITACION DEL SERVICIO DE AGUA EN LA PLANTA SANTA LUISA

Diciembre, 1979.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERIA SANITARIA

Y

EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

EL TERREMOTO Y LA REHABILITACION DEL SERVICIO DE AGUA EN LA PLANTA SANTA LUISA

Trabajo presentado al XV Congreso de Ingeniería Sanitaria a celebrarse del 21 al 26 de junio de 1976 en Buenos Aires, República de Argentina.

Guatemala, junio de 1976.

EL TERREMOTO DE GUATEMALA Y LA REHABILITACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA

Por Ingenieros:

Walter Castagnino
Asesor CEPIS-OPS/OMS

Guillermo Guzmán Chinchilla
de la Empresa Municipal de Agua
de la Ciudad de Guatemala, y,
Profesor de la Escuela Regional
de Ingeniería Sanitaria (ERIS)

I. INTRODUCCION: Relación del desastre, daños, pérdidas de vida, situaciones del país y de la Ciudad de Guatemala.

II. Los Terremotos. Información Sismológica.

III. Sistema de Agua Potable.

IIIa. Daños que sufrieron las plantas de EMPAGUA (diagnóstico inicial).

IIIb. Situación del servicio de agua en la Ciudad Capital y áreas de influencia, producción total, población beneficiada y calidad del agua, análisis de laboratorio durante y después del desastre.

IV. Daños ocasionados por el desastre.

IVa. Daños que posteriormente se descubrieron.

IVb. Daños que sufrió el sistema de distribución de EMPAGUA.

IVc. Estimación de Inversiones indispensables.para la rehabilitación de los sistemas de EMPAGUA.

V. Asesoría CEPIS/OSP/OMS

Va. Características de la Planta Santa Luisa.

Vb. Reparación de daños y solución adoptada en Planta Santa Luisa.

VI. Reparación de daños.

VII. Informes de Laboratorio

SITUACION DE EMERGENCIA EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA CIUDAD DE GUATEMALA, CON MOTIVO DEL TERREMOTO QUE AZOTO AL PAIS EL 4 DE FEBRERO DE 1976.

Trabajo presentado por los Ingenieros Walter Castagnino del CEPIS/OSP/OMS, y Guillermo Guzmán Chinchilla, Jefe de Operación y Mantenimiento de EMPAGUA y Catedrático de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria.

LA SITUACION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE GUATEMALA ERA COMO SIGUE (ANTES DEL TERREMOTO).

La nueva Ciudad de Guatemala fue trasladada al Valle de la Ermita o de la Virgen, que hoy ocupa, el 2 de enero de 1776. como consecuencia del terremoto de Santa Marta que destruyó la antigua Capital el 29 de julio de 1773.

La Ciudad estaba conmemorando varios centenarios: El Tricentenario de la fundación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (fundada el 31 de enero de 1676;) El Bicentenario de la fundación de la Nueva Guatemala (el 2 de enero de 1776) y el Bicentenario de la Iniciación de los trabajos del Acueducto de Pinula (17 de febrero de 1776).

Los guatemaltecos también conmemorábamos que la Ciudad había sobrepasado el millón de habitantes; la ciudad de Guatemala y su área de influencia urbana al conmemorarse el II Centenario de su fundación tenía una población estimada de 1,094,400 h. (datos EDOM 1972-2000).

La ciudad situada a una altura promedio de 1450 mts., se había extendido horizontalmente invadiendo varios municipios vecinos; su población, se había multiplicado enormemente debido por una parte a la explosión demográfica y al hecho de que por ser la capital de un país con administración gubernativa demasiado centralizada, como ocurre en muchos países de América Latina, albergaba aproximadamente a la quinta parte del número total de habitantes del país.

La ciudad de Guatemala: "Flor de Pascua en el cinturón de América" como la llamara el poeta guatemalteco, premio Nobel de Literatura Lic. Miguel Angel Asturias, tiene un clima agradable, fue fundada en el valle de la Ermita o de la Virgen en 1776 y se encuentra rodeada de grandes depresiones y montañas pero bien ventilada de modo que su terminal aérea "La Aurora", goza de fama de ser uno de los aeropuertos con el mayor número de días despejados, y su posición geográfica es sumamente ventajosa como Terminal Aérea Internacional en el centro de América; numerosas lineas aéreas toman este aeropuerto como escala obligada; entre ellas están la PAN AMERICAN, Iberia, Sabena, Taca, KLM, etc., así como otras lineas de México, Centroamérica, Panamá, y Sud-América.

Otras vías de comunicación las forman la red de carreteras, tales como la del Atlántico, que pasando por la Ciudad de Guatemala va al Pacífico, El Salvador y Honduras y un sistema de ferrocarriles también cruzan el país y enlazan los sitios de producción con los puertos del Atlántico, Pacífico y países fronterizos.

2. Día 4 de febrero a las 3h. 2m y 33 segundos.

Dormitaban en paz cinco y medio millones de guatemaltecos cuando a las 3 horas con dos minutos y 33 segundos, una puñalada artera de la Naturaleza, abrió de un solo golpe una gigantesca herida en el país, (otrora habitado por la gloriosa raza maya) de NE al Oeste, quedando "herido, pero no de muerte" el territorio de Guatemala.

El sismo provocó la mayor destrucción imaginable en la República de Guatemala, causada por una gigantesca falla conocida como "la del Motagua" y la cual cruzó el país del NE al Oeste formando una grieta de 175 kms. de largo, con un ancho que variaba de 30 cms. a 1.50 m.

Se arruinaron muelles en los puertos, carreteras, puentes, vías férreas, desapareciendo poblaciones. Los daños se estiman en más de mil millones de Quetzales. El sismo no respetó iglesias modernas ni ruinas del terremoto de 1773, así como templos de origen maya.

El primer sismo de 30 segundos de duración y con una magnitud de 7.2 grados en la escala de Ritcher, (7.5 según la US Geological Survey) tuvo su epicentro a una distancia de 55 a 60 kms. en el departamento de El Progreso (falla del Motagua, ver croquis). El número de sismos del 4 al 5 de febrero fue de 222.

Arrasó un área de 39502 km^2, formándose la grieta antes dicha con una profundidad desconocida, haciendo retroceder los ríos contorsionándose la tierra como una enorme culebra (los indígenas descendientes de la raza maya representaban a "Cabracán" Dios de los terremotos por una serpiente gigantesca, resultado de ver como se transmitían las ondas de los sismos en la superficie) y que en sus primeras convulsiones destruyó 253,751 viviendas, borrando del mapa poblaciones enteras, dejando sin techo al 20% de los habitantes del país y perdiendo la vida 22,768 personas, quedando heridas 76,500. (datos al 10 de febrero). A esta misma fecha el número de sismos ya era de 644. Cerros y montañas se deslizaron, grandes embalses de agua se formaron, rieles de ferrocarril fueron cortados al ras. Los puentes y carreteras se corrieron por tramos lateral y verticalmente, uno de ellos, el de Agua Caliente, vital para las comunicaciones, lanzó al abismo la losa de rodadura quedando solamente las pilas, y aislando el país por esa importante ruta.

Las líneas de cal que marcaban los campos de futbol fueron descontinuadas, dejando espacios de más de un metro entre sus extremos; el muelle más antiguo del país se sumergió dentro de la Bahía de Amatique y las campanas de todos los pueblos doblaron a muerte antes de caer.

El amanecer del día siguiente iluminó la dantesca visión de la que no fue posible tener una idea antes por haberse suspendido la energía eléctrica al instante del terrible sismo.

Gracias a la radio-emisora "Fabulosa" perteneciente al sistema "SERCANO" y operando mediante una pequeña planta de gasolina de 1 KW, el mundo supo de nuestra tragedia, la radio-emisora lanzó sus "ayes quejumbrosos" pero gracias a ese lastimero quejido, el corazón de todos los pueblos de buena voluntad supieron de Guatemala a escasas horas del desastre: "Angeles con alas de acero" surcando el azul del cielo trajeron consuelo, alimentos viviendas y abrigo[1] a nuestros atérrorizados compatriotas, vinieron formando un tren aéreo; fue entonces cuando se oyó la voz de nuestro Presidente que dijo: "Guatemala está en pie", "Guatemala no está sola".

El sismógrafo de nuestro Observatorio Nacional Meteorológico, después del primer trazo fatídico que escribiera en esa madrugada, ahora hace dos meses (31 de marzo de 1976) llevaba registrados 1592 sismos con un zig-zag tembloroso. Nuestros volcanes activos, el de Fuego, el Pacaya, El Santa María y Santiaguito, menos mal enmudecieron de pánico, no lanzaron al aire sus habituales columnas de fuego, ni sus penachos kilométricos de humo y cenizas. El país estaba de duelo. Resonó de nuevo la voz del Presidente diciéndonos: "Nuestra meta es reconstruir sin dejar de producir". Los guatemaltecos estamos ahora temerosos de la llegada de la estación lluviosa que nos puede ocasionar avenidas colosales, grandes inundaciones y más destrucción y muerte, pero la esperanza nos mantiene, así como el amor y el cariño que nos demostró la humanidad entera y que las legiones de ángeles de acero nos obligan a levantar el espíritu y aceptar sin lamentaciones la tragedia que estamos viviendo.

Personal médico y paramédico trajo hospitales, tiendas de campaña, alimentos y cocinas para prepararlos, ropa, abrigo; ingenieros y ayudantes en enormes camiones transportaron puentes y personal para instalarlos, maquinaria pesada para limpiar nuestros caminos, para remover de escombros nuestras ciudades, pueblos y aldeas.

Las naves aéreas gigantescas aterrizaban en una operación de ayuda contínua. Los helicópteros y Chinooks, así como las avionetas de los Clubs Aéreos locales, inmediatamente levantaban de nuestra Terminal Aérea rompiendo todos los records y entregando su valiosa carga en carreteras inmediatas a las poblaciones o en los campos de labranza.

---

1 Ver ayuda enviada y transportada por vía aérea.

La ayuda vino de todas partes, desde Canadá hasta Argentina, de Europa, sobresaliendo España, Suiza, Alemania, Italia, Noruega. Vinieron aviones gigantes de Pakistán, Israel, Japón.

Llegó ayuda también de otros países por medio de líneas aéreas regulares que cedieron voluntariamente lugar en sus naves, o bien fue pagada por los donantes. Por las carreteras llegó ayuda de México y Centroamérica; por el mar llegaron cargamentos que luego fueron transportados por líneas aéreas locales, furgones del ferrocarril, trailers o camiones.

Fue una enorme muestra de hermandad y solidaridad; nuestro gobernante había dicho al finalizar el día 4: "No esperemos que la ayuda nos venga del cielo, sino que tratemos de levantarnos por nosotros mismos. Exhorto a todos los pobladores del país, sean de la condición que sean a abrazarnos en una actitud solidaria, identificándonos con la aflicción humana, pues solo la solidaridad y el trabajo constructivo, podrá rehacerlos de las profundas heridas que ha sufrido el pueblo, en todos sus estratos sociales". La llegada de la ayuda aérea internacional a que antes hice referencia nos reconfortó sobremanera, todos pudimos comprobar: "No estábamos solos".

La religión nos recordó la llegada de la Semana Santa, con sus bellísimas procesiones, con sus alfombras de flores, invitamos desde ya que nos vengan a visitar a todos los pueblos hermanos del mundo para que se solacen con nuestro cielo azul, nuestra lujuriosa primavera en la cual estallan los árboles con flores multicolores como bougambilias, costaricas, llamaradas del bosque, jacarandas; para todos ellos habrá lugar en nuestros corazones, así como también en nuestras tiendas de campaña y champas miserables pero llenas de amor, de fe y esperanza en el futuro.

Los periódicos nos informaron que una procesión del Cristo Sufriente será llevado en hombros hasta el cráter de nuestro volcán de Agua (3650 m. de altura) para implorar al Todopoderoso: Paz para toda la Humanidad.

El primer diagnóstico del desastre nos lo proporcionaron los vuelos a 20,000 pies de altura de los aviones U-2 Norteamericanos y foto-interpretados el 8 y el 13 de febrero, que nos presentaron la cauda del terremoto. Las fotos dieron una radiografía de lo que abajo había ocurrido, pero el que visitaba las poblaciones se daba cuenta, ya con los pies en el suelo, que el daño era mayor, pues las fotos no mostraban las rajaduras de las casas que aún no habían caído.

Mas o menos 135 poblaciones fueron afectadas en 17 de los 23 departamentos que tiene el país; en la capital las zonas 6, 3, 7, 11, 5 y 19 recibieron el mayor impacto.

II. LOS TERREMOTOS

La superficie de la tierra se encuentra en constante movimiento, generalmente las vibraciones pasan inadvertidas; existen dos grupos de actividades internas del globo terrestre: las fuertes y repentinas trepidaciones llamadas sismos o terremotos y las pequeñas denominadas microsismos.

Existen movimientos de extraordinaria lentitud y gran amplitud llamados orogénicos o continentales.

Algunos han dado muerte a numerosas personas y otros en cambio puede decirse que han pasado desapercibidos por haberse desarrollado en zonas inhabitables, entre los mayores se encuentra el del Mediterráneo que dio muerte de 100 a 200,000 personas.

Los terremotos pueden ser producidos por hundimientos o por desplazamientos de grandes masas, generalmente eran atribuidos a los volcanes pero no se considera ya que el volcanismo sea la causa principal.

Hace una década se viene hablando de nuevas teorías como la del desarrollo de plataformas flotantes que constituyen la litósfera y que tienen unos 100 kms. de espesor y flotan sobre una zona delgada denominada astenósfera.

En 1911 Wegener había expresado sus ideas sobre la deriva continental, ya que todos los terremotos ocurren en los bordes de las plataformas litosféricas. Otras teorías se basan (U.S.G.S.) en experimentos realizados por la inyección de fluidos de desperdicio, en el proceso de hinchamiento de las rocas o "dilatancia" (URSS). Y por último también se estudia el comportamiento del agua subterranea a grandes profundidades. Científicos de Estados Unidos, Rusia, China Continental, Japón y México, siguen estudiando activamente los terremotos mediante redes de instrumentos instalados cerca de las fallas. Este año Estados Unidos lanzó un satélite únicamente destinado a estudiar los movimientos continentales y terremotos.

José Vassaux de Guatemala, presenta una estadística sobre 147 fuertes temblores ocurridos en Guatemala a partir de 1526 a 1958.

Por considerar muy importante el estudio hecho por ICAITI en Guatemala, se reproducen en este trabajo mapas que muestran fallas, volcanes y epicentros de temblores en el área centroamericana, estudiados por el Dr. Dengo.

La zona donde tiene origen un terremoto se denomina "hipocentro" y el punto situado en la superficie donde emerge y adquiere mayor intensidad se denomina "epicentro". Las curvas y ondas conforme las cuales decrece la intensidad de un sismo o de igual fuerza de sacudimiento se llaman "isosistas" y las curvas que se obtienen las informaciones primeras de los sismos se llaman "homosistas o cosistas".

La velocidad de la onda sísmica es muy variable. En el Rin fue de 700 mps. y en Charleston en 1866, llegó a 2,500 mps. Se advierte que pueden llegar a 16,000 mps. cuando atraviesan el globo terrestre.

Para clasificar los terremotos hay diversas escalas: unas basadas en su intensidad como las de Rossi y Forel, pero en la actualidad las más corrientemente empleadas son las de Ritcher y Mercalli. Las primeras por los geólogos para determinar la energía en el hipocentro y las segundas que se estiman tomando como base los daños ocasionados.

Los aparatos más empleados para medir los sismos se denominan sismógrafos, acelerógrafos y péndulos invertidos o astáticos. Las ondas con las cuales queda registrado un sismo se llaman sismogramas.

La dirección de los sismos se identifica por la de las paredes dañadas, muchas veces el terreno se agrieta o hunde en longitudes considerables formando fallas o grietas, pudiendo observarse desplazamientos horizontales que pueden llegar a tener más de un metro de ancho y longitudes de más de 200 kilómetros como el registrado en Guatemala en febrero de 1976.

La distribución de las zonas sísmicas o de mínima resistencia, forma dos círculos máximos: el "Alpino-caucásico-malayo" y el Andino-japonés-malayo". (ver gráfico).

En lo que concierne a América Central, el Istmo está cruzado de fallas. En Guatemala las más importantes son las de corrimiento como la de Las Minas y las longitudinales de desplazamiento horizontal del Motagua, del Polochic, Jocotán, Jalpatagua y cerca de la Capital están las de Mixco, Hincapié y Vista Hermosa.

Durante el período 1961-1967 han ocurrido aproximadamente 29000 terremotos en el mundo, de intensidades moderada a fuerte. Los terremotos, al decir de Henry T. Simmons "producen ondas corporales que irradian del origen, el "epicentro" y que se desplazan a mayor velocidad a través de la propia tierra que las ondas superficiales.

La América Central en su límite Sur, Océano Pacífico, tiene una cantidad enorme de volcanes (+ 34 solo en Guatemala, algunos como el Tacaná y el Tajumulco de más de 4,000 metros) paralelos a la fosa mesoamericana de mas de 4,000 m. de profundidad y en el Norte, Mar Caribe, la fosa de Bartlett con profundidad hasta de 5,000 metros.

<u>Escala de Mercalli Modificada en 1931 por Wood & Anderson:</u>

La unidad de aceleración armónica que se usa en esta escala es el Gal o sea el equivalente de un centímetro por segundo al cuadrado.

Grado 1: Temblor insensible, aceleración menor de 0.5 Gal: Vibración no percibida por el hombre y sólo conocida por la registradora de los sismógrafos sensibles a los movimientos débiles.

Grado II; Temblor muy ligero, aceleración de 0.5 a 2.5 Gal: Movimiento sentido por muy pocas personas en relación al número de los que se dieron cuenta del fenómeno. Este se presenta como un estrechamiento análogo al producirse por el rápido paso de un carro. Rara vez se puede apreciar la duración real del temblor y menos definir la dirección del movimiento. Más frecuentemente sentido en los pisos altos y sobre todo estando despiertos y en silencio en la noche.

Grado III; Temblor ligero, aceleración de 2.5 a 6.0 Gal: Movimiento sentido ligeramente por alguna que otra persona estando fuera de los edificios. En el interior de éstos es percibido por mayor número de personas aunque no por todos. Se observan estremecimientos o ligeros balanceos de los objetos pequeños, golpeteos de la cristalería y vajillas que se encuentran tocándose ligeramente unas con otras, al modo como sucedería si pasase cerca y sobre un empedrado desigual más o menos cargado. Los líquidos guardados en vasijas de gran superficie se mueven ligeramente. El temblor puede despertar a alguien que duerma, pero sin causarle sobresalto.

Grado IV; Temblor mediano, aceleración de 6.0 a 10 Gal: Temblor sentido por mucha gente en las calles y plazas a pesar de la agitación producida por el tráfico ordinario. En el interior de las casas se presentan muchos hechos que observar: unas veces se siente un estremecimiento análogo que hubiera producido un mueble pesado al derribarse; otras, hallándose el observador sentado en el lecho, le parece sentir como que va en una embarcación agitada por las olas; los objetos suspendidos libremente como cortinas, lámparas, arañas, etc., no muy pesadas, oscilan notoriamente; las campanillas de muelles de los relojes tintinean y los péndulos de los mismos se separan según posición que guardan con relación a la dirección de propagación de la onda sísmica. Los objetos que están en equilibrio poco estable caen o cambian de posición ligeramente; líquidos se derraman, ordinariamente las personas que duermen se despiertan, ya que las puertas y ventanas se golpean o se abren y, generalmente muchas personas salen al exterior de los edificios.

Grado V; Temblor algo fuerte, aceleración de 10 a 20 Gal: Toda la gente siente el temblor con espanto, por lo que muchos salen al exterior. Algunos creen estar a punto de ser derribados; los líquidos contenidos en depósitos se agitan notablemente y salpican al chocar las ondas con los bordes. Caen algunos cuadros de las paredes y los libros suelen salirse de los anaqueles según sea la dirección de propagación de las ondas sísmicas. Algunos cristales de ventanas y vidrieras suelen rajarse y aún saltar en astillas. Algunas campanas pequeñas de capillas suenan si la duración del temblor se prolonga.

Grado VI; Temblor fuerte, aceleración de 20 a 35 Gal: en el interior de los edificios muchos objetos pesados se mueven extraordinariamente terminando por caerse. Numerosas casas de mampostería a pesar de una sólida construcción, sufren apreciables desperfectos, tales como grietas en los muros, caída de porciones considerables de revestimiento, desprendimiento y caídas de tejas, rotura de chimeneas, incluso su colapso completo. Caída de adornos mal ajustados, así como daños en las torres, campanarios, etc.

Las campanas pesadas de los templos pueden llegar a sonar solas. Los edificios en mal estado, por su construcción, por descuido o por la calidad de los materiales, sufren notablemente, algunos quedando inservibles para ser habitados. Las construcciones erigidas con buena técnica, tanto en mampostería como en concreto y acero, resisten perfectamente esta clase de sismos, en la misma forma que determinadas construcciones clásicas muy corrientes en los países tropicales, hechas de armazón de madera y aún de cañas con revestimiento de arcilla, resisten sin mayores deterioros los impactos de los sismos de este grado.

Grado VII; Temblor muy fuerte, aceleración de 35 a 60 Gal: El pánico cunde en general entre toda la gente. Los edificios mejor construidos crujen y se bambolean, numerosos cristales de puertas, ventanas, así como de armarios o vitrinas se quiebran saltando a veces en pedazos; el follaje de las plantas se mueve como si soplase viento de mediana intensidad, ocurre lo mismo con objetos ligeros, fácilmente agitables. Las puertas y ventanas se abren en la misma forma que lo hacen armarios y libreras. Frecuentemente este grado de sismos puede cambiar el caudal y hasta la composición de las aguas. Algunos edificios de cierta clase de construcción aparentemente segura, pueden hundirse o derrumbarse en conjunto, así como las paredes aisladas y largas se desploman en serie o en secciones.

Grado VIII; Temblor ruinoso, aceleración de 60 a 100 Gal: Las casas y los edificios sólidamente construidos sufren notablemente, presentándose peligrosas rajaduras en los muros y observándose hundimientos parciales o totales. Las chimeneas de mampostería o de concreto sufren fracturas o desplomes con relación a su verticalidad. Las casas de madera aunque resisten bajo ciertos aspectos, se deforman definitivamente. Las estatuas y objetos similares situados cerca del suelo, se desvían giran o tuercen sobre sus soportes o sus pedestales; o muchos de ellos terminan por caer al suelo. Los tallados de piedra se derrumban, los troncos de los árboles y en especial, las palmeras se balancean fuertemente como si las agitasen vientos huracanados. Dentro de las habitaciones los muebles más pesados cambian de lugar y algunos pueden caer al suelo. Ya se ha tenido experiencia de la forma cómo se comportan los edificios modernos construidos de concreto armado al ser atacados por sismos de esta categoría, y se ha podido llegar a conclusiones optimistas respecto al grado de resistencia que prestan en estos casos; sin embargo, en algunas ocasiones pueden ocurrir fallas en algunos miembros o secciones de estas edificaciones, pero aún así, se ha observado en general, una buena resistencia, la cual, en el peor de los casos permitirá la evacuación completa de sus habitantes sin que se llegue a lamentar desgracias personales durante dicha acción.

Grado IX; Temblor destructivo, aceleración de 100 a 250 Gal: Prácticamente todos los edificios de mampostería se derrumban o sufren graves daños, de tal manera que en su mayoría quedan inhabitables. Los edificios con características antisísmicas, (concreto armado, estructura de acero, etc.), resisten bastante bien estas vibraciones pero es frecuente observar cuarteaduras importantes en los muros o tabiques así como caída total del revestimiento y expulsión de bloques de ladrillos de los lienzos de paredes muy grandes. Las casas de madera sufren notablemente alcanzando desperfectos como desencaje de piezas, deslizamiento de techos, y, a veces pueden desvencijarse totalmente.

Grado X; Temblor fuerte, aceleración de 250 a 500 Gal: la mayor parte de los edificios mejor construidos y aún de concreto y acero, quedan gravemente dañados o parcialmente destruidos, indudablemente como sismos de este grado, de los cuales hasta hoy existen muy pocas experiencias sobre todo en las ciudades modernas, es un tipo de temblores con los que se puede poner a prueba en la actualidad la verdadera técnica de las construcciones antisísmicas. La violencia y las características de los movimientos de categoría, son de tal magnitud y presentan modalidades tan extraordinarias, que difícilmente se podrán clasificar los estragos de su acción destructora. Las presas y diques de estructura monolítica, los que por su categoría son construidos con óptimas normas de seguridad se han visto fallar en las formas más inconcebibles, dando lugar a catástrofes secundarias como son las inundaciones de valles y ciudades.

Los terrenos poco consistentes, y aún más si son húmedos, dan lugar a la apertura de grietas de hasta varios metros de profundidad y diferentes anchuras, observándose desprendimientos de rocas y masas de tierra que en algunas ocasiones han interrumpido los cauces de los ríos formando depósitos y aún lagos artificiales con las consiguientes perturbaciones inherentes a tales casos.

Grado XI y XII; Temblor catastrófico, aceleración mayor de 500 Gal: Estos dos grados de la escala de Mercalli, aún cuando especifican el grado de destrucción que proporcionan, por no tener experiencias concretas de sus efectos, no es posible puntualizar en detalle la magnitud de la de la destrucción a que pueden dar lugar a la consideración de un terremoto que tiene vías de cataclismo.

Los Temblores ocurridos en Guatemala llegaron hasta 9 grados en la escala de Mercalli.

INFORMACION SISMOLOGICA.

A continuación se presenta la información obtenida de publicaciones o bien directamente de las siguientes instituciones: ICAITI, Observatorio Nacional Meteorológico de Guatemala y U.S. Geological Survey, como una ilustración de la situación de la América Central en los aspectos sismológicos y morfotécnicos.

1) Topografía y División Política de la América Central.

2) Información Geofísica y Distribución de volcanes de América Central.

3) Unidades morfotécnicas de América Central.

4) Zona de fallas de la parte media de América Central.

5) Fracturas del Pacífico y El Caribe.

6) Mapa de Guatemala mostrando poblaciones afectadas.

El terremoto de Guatemala, según el informe preliminar editado por Robert A. Page, pendiente de revisión por parte del U.S. Geological Survey y de conformidad con la intensidad observada y la clasificación en la escala modificada de Mercalli, la cual se copia en otra parte de este trabajo para que se den cuenta de la gravedad del terremoto que llegó al grado IX en cualquier parte de la ciudad de Guatemala.

Zonas de mayor intensidad sísmica se encontraron dispersas a través de la ciudad.

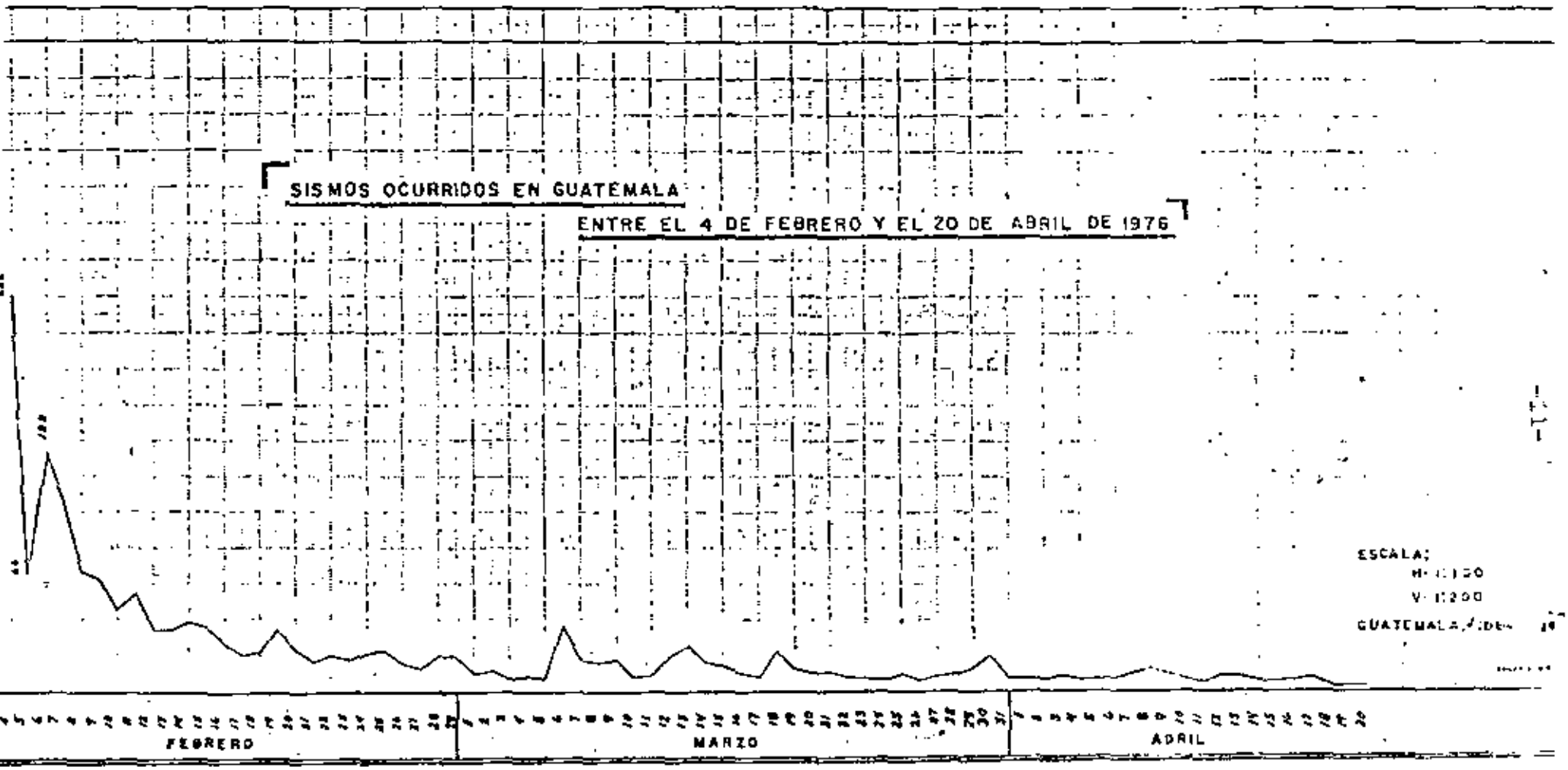
Al 5 de junio se llevaban registrados 1859 sismos pero en el resumen sismológico del observatorio Nacional Meteorológico del 4 de febrero al 20 de abril habían sido clasificados por intensidad, duración sensible, distancia epicentral en Kms. un número de 1734, correpondiente a los cinco primeros días 594. (Se anexa gráfico).

La primera falla (Plaker y Bonilla) observaron la grieta en el suelo a través de 240 kms., de distancia, no pudiéndose observar al Este de Morales por haber pantanos; en Chuarrancho parece que se desvió la falla hacia Mixco en las proximidades de la Ciudad de Guatemala.

Alvaro Espinosa y Raúl Husid investigaron la Ciudad de Guatemala a través de 723 cuestionarios, la Universidad de San Carlos prestó toda su colaboración, en base de los datos obtenidos de intensidad se ploteó la intensidad de los daños en la Ciudad de Guatemala. Fueron escudriñados 100 kms. de ancho, en la zona de la falla.

Al 19 de febrero según el Comité de Emergencia habían ocurrido 22525 muertes y 74027 heridos.

Ver gráfico de Distribución de Sismos entre el 4 de febrero y el 20 de abril.


SISMOS OCURRIDOS EN GUATEMALA
ENTRE EL 4 DE FEBRERO Y EL 20 DE ABRIL DE 1976
ESCALA;
FEBRERO
MARZO
ABRIL

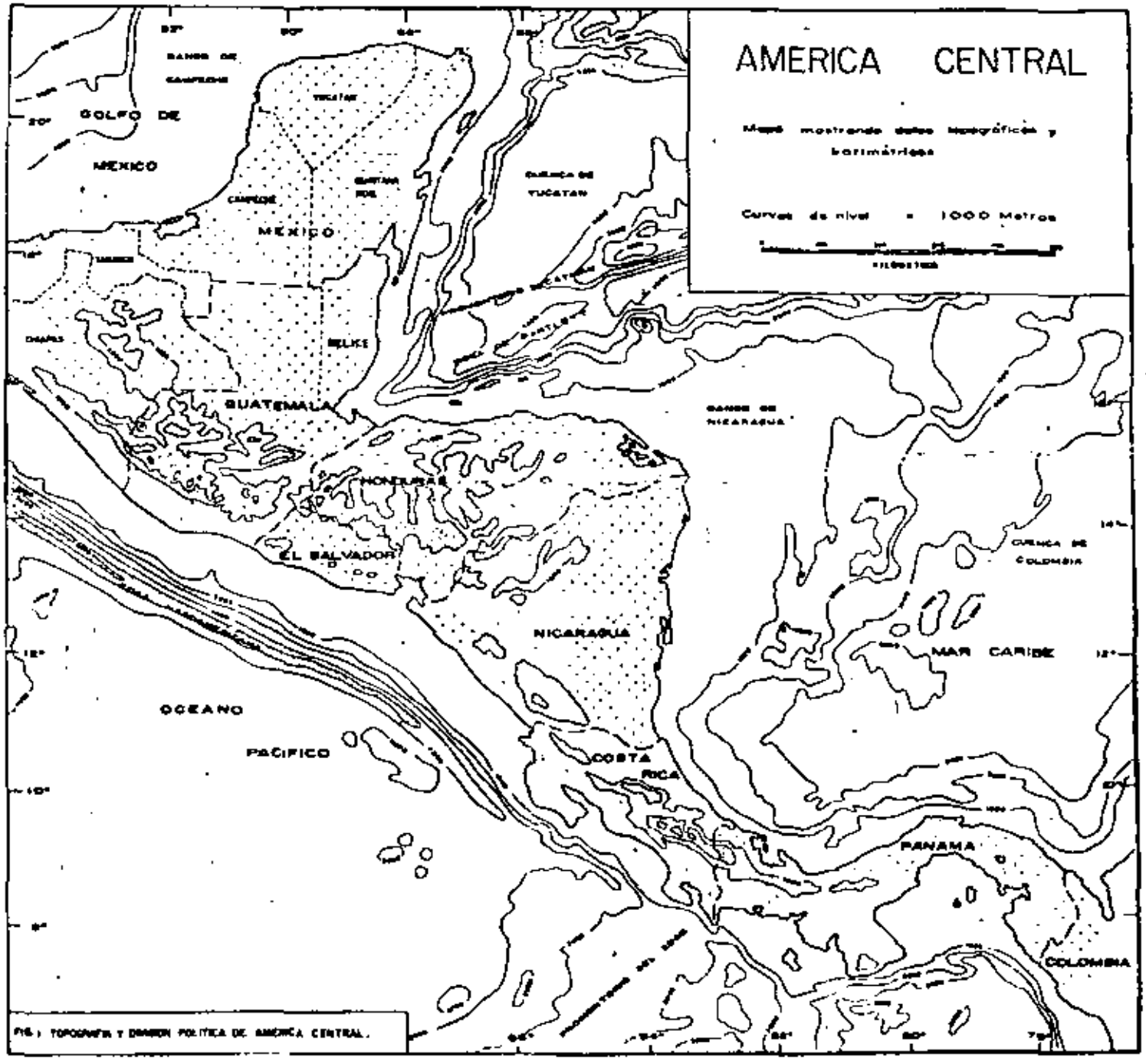


FIG.1 TOPOGRAFIA Y DIVISION POLITICA DE AMERICA CENTRAL.

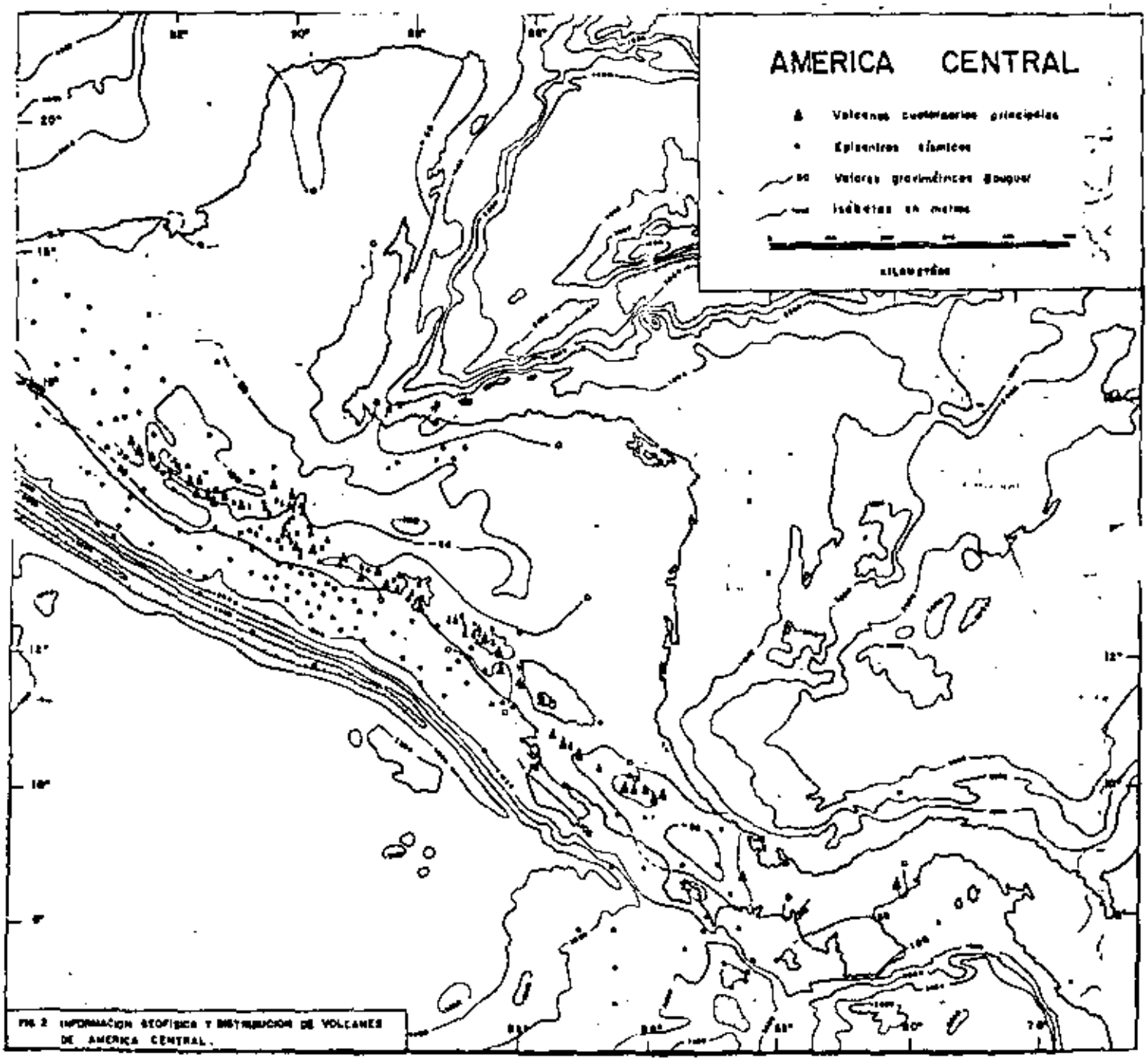


FIG. 2 INFORMACION GEOFISICA Y DISTRIBUCION DE VOLCANES DE AMERICA CENTRAL.

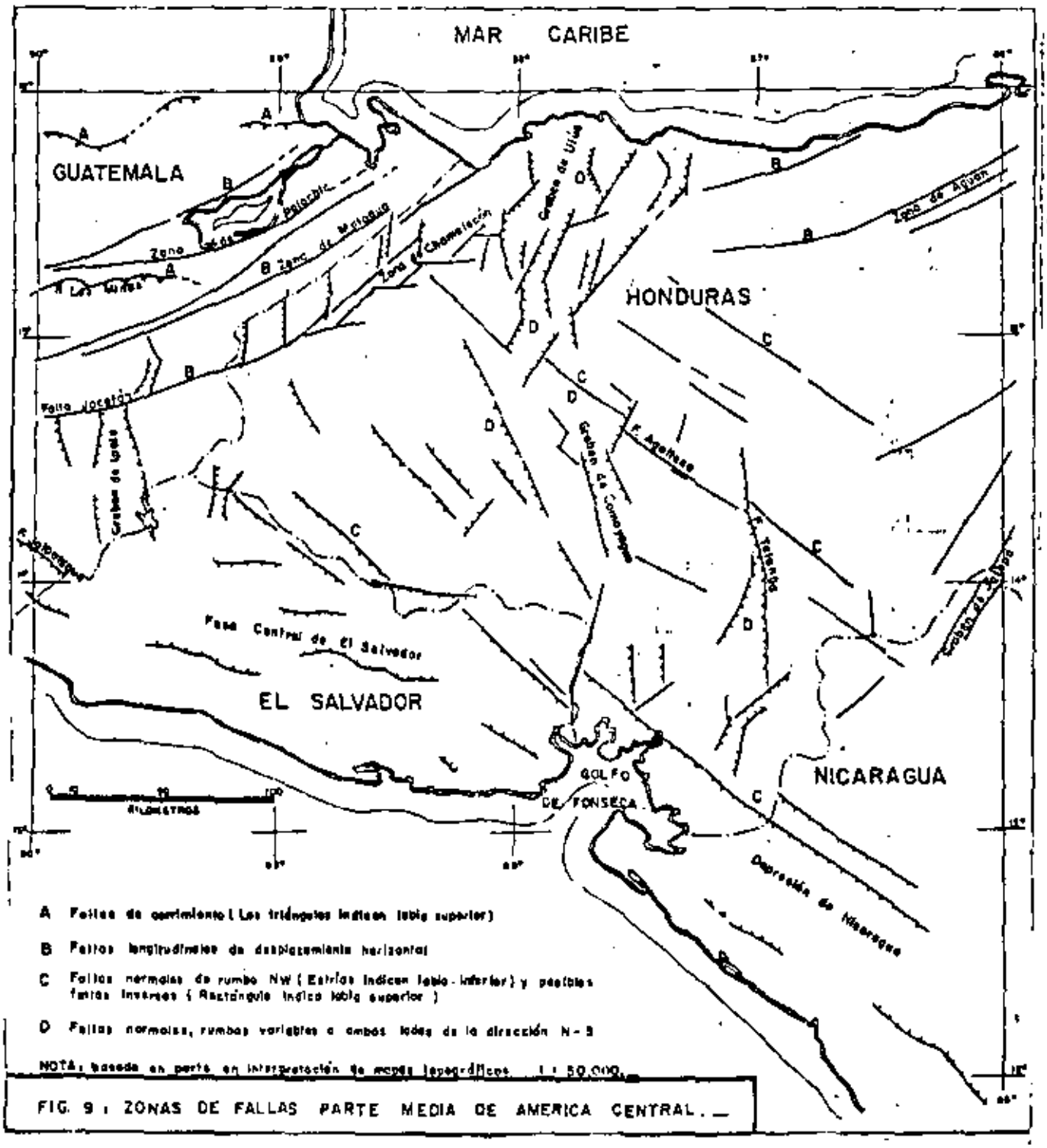
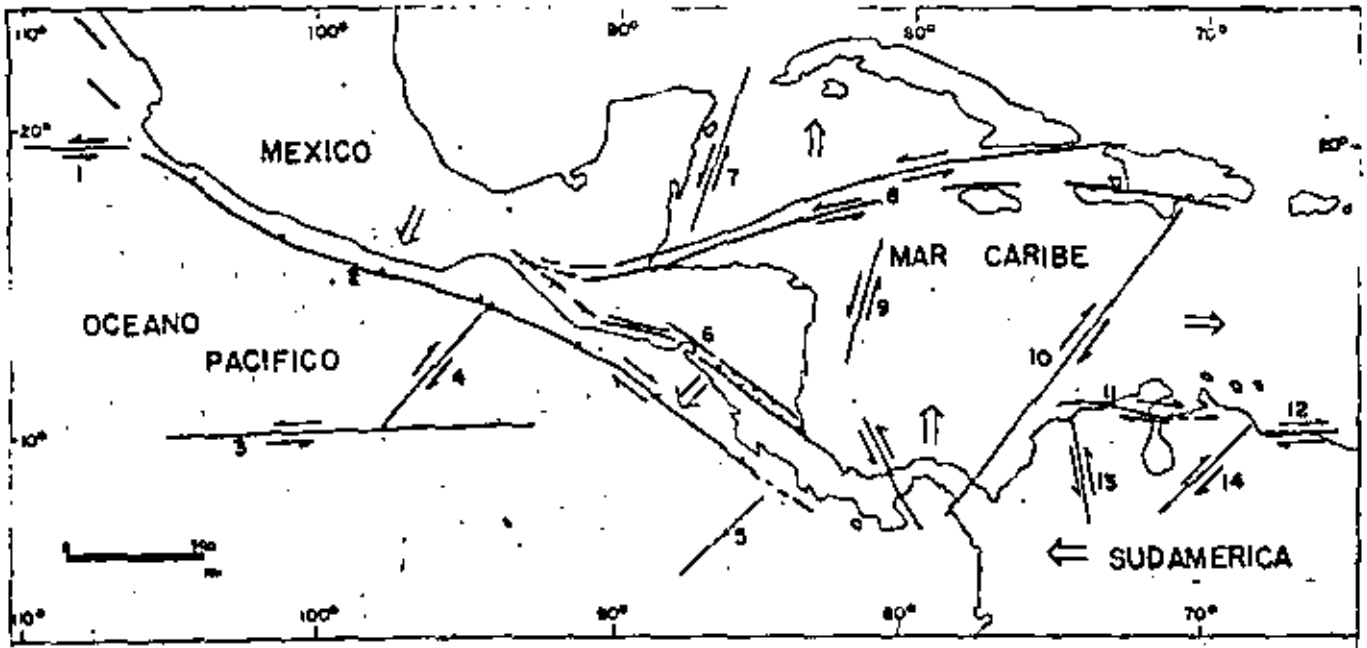


FIG. 9 : ZONAS DE FALLAS PARTE MEDIA DE AMERICA CENTRAL.

DENGO-ICAITI

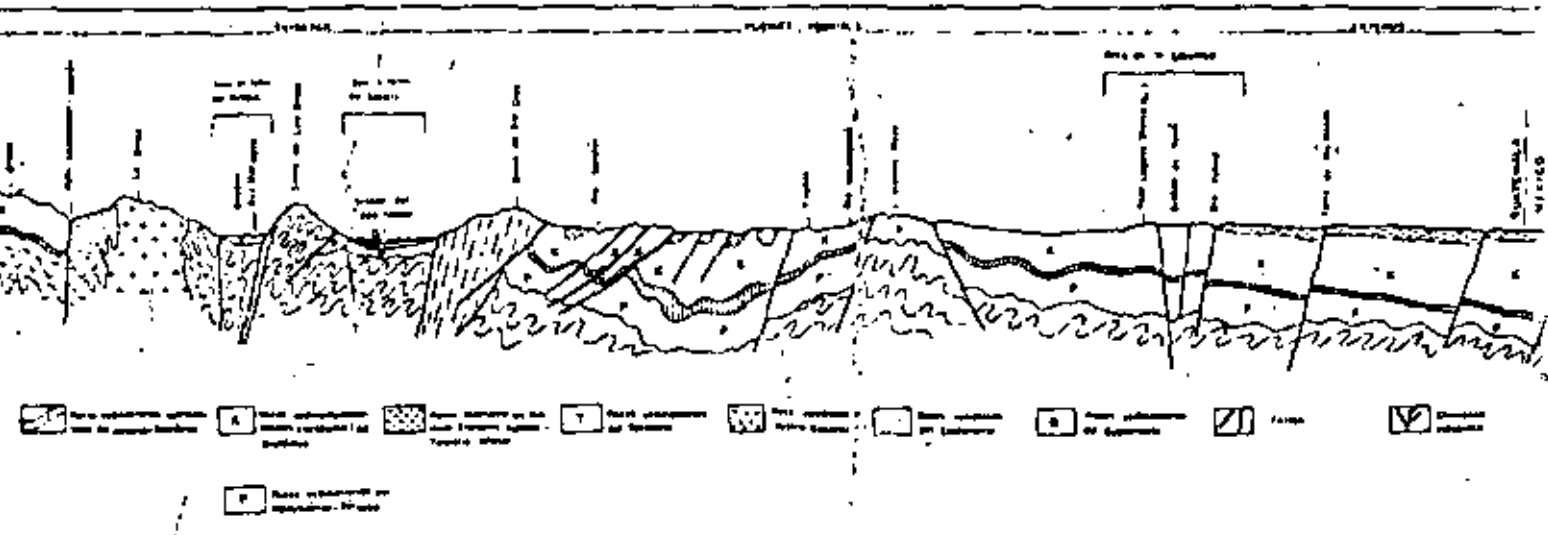


1 Clarion
2 Fosa Mesoamericana
3 Clipperton
4 Tehuantepec
5 Coco
6 Graben de Nicaragua
7 Belice
8 Fosa de Bartlett
9 Tulves
10 Beata
11 Oca
12 El Pilar
13 Colombia
14 Bucaramanga

Dirección del desplazamiento horizontal
Falla de cerrimiento
Falla normal sin desplazamiento horizontal
Dirección principal del movimiento de los bloques verticales.

NOTA: Según Dengo (1967)

FIG. 15: FRACTURAS DEL PACIFICO Y EL CARIBE



DENGO-ICAITI

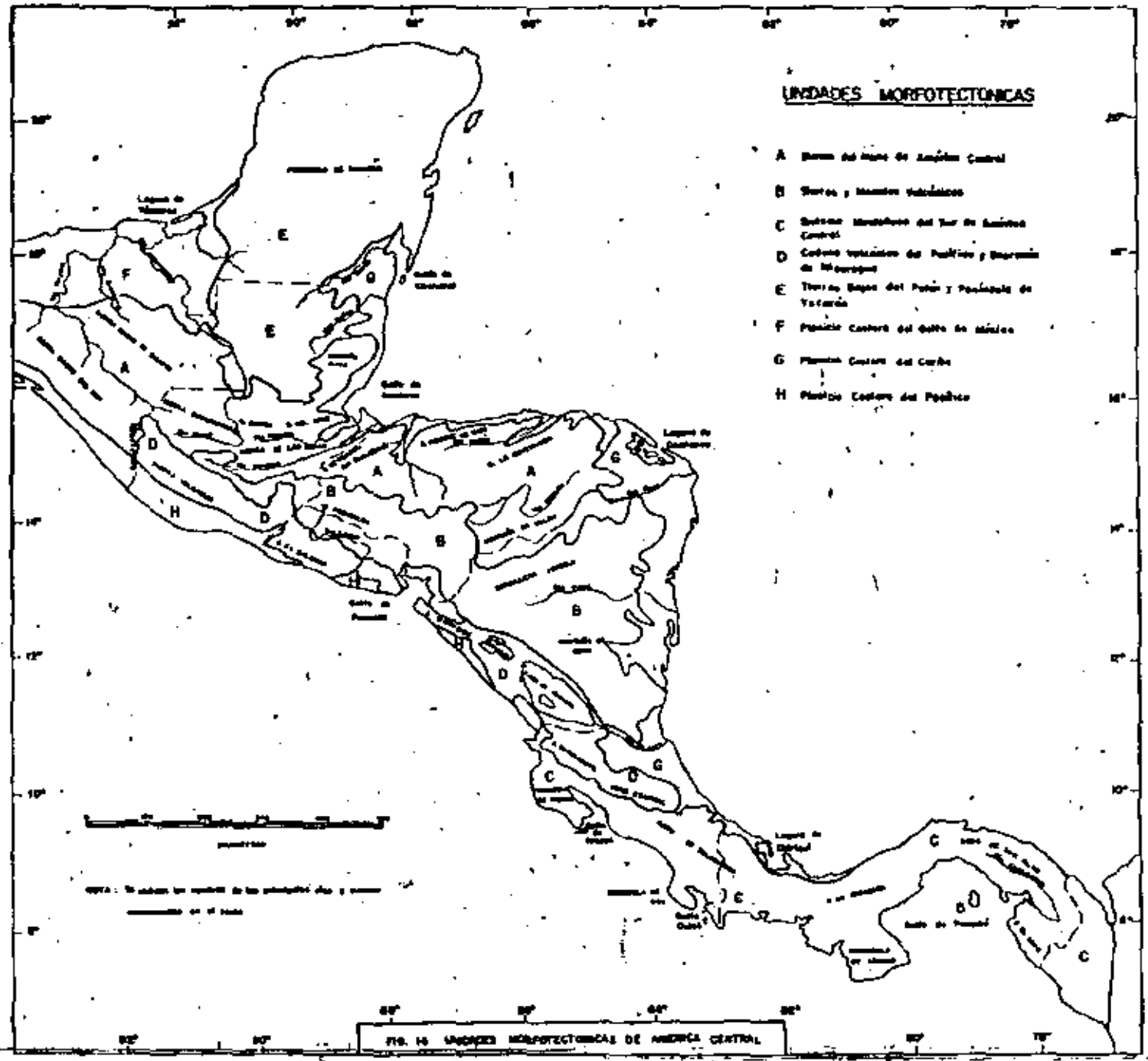
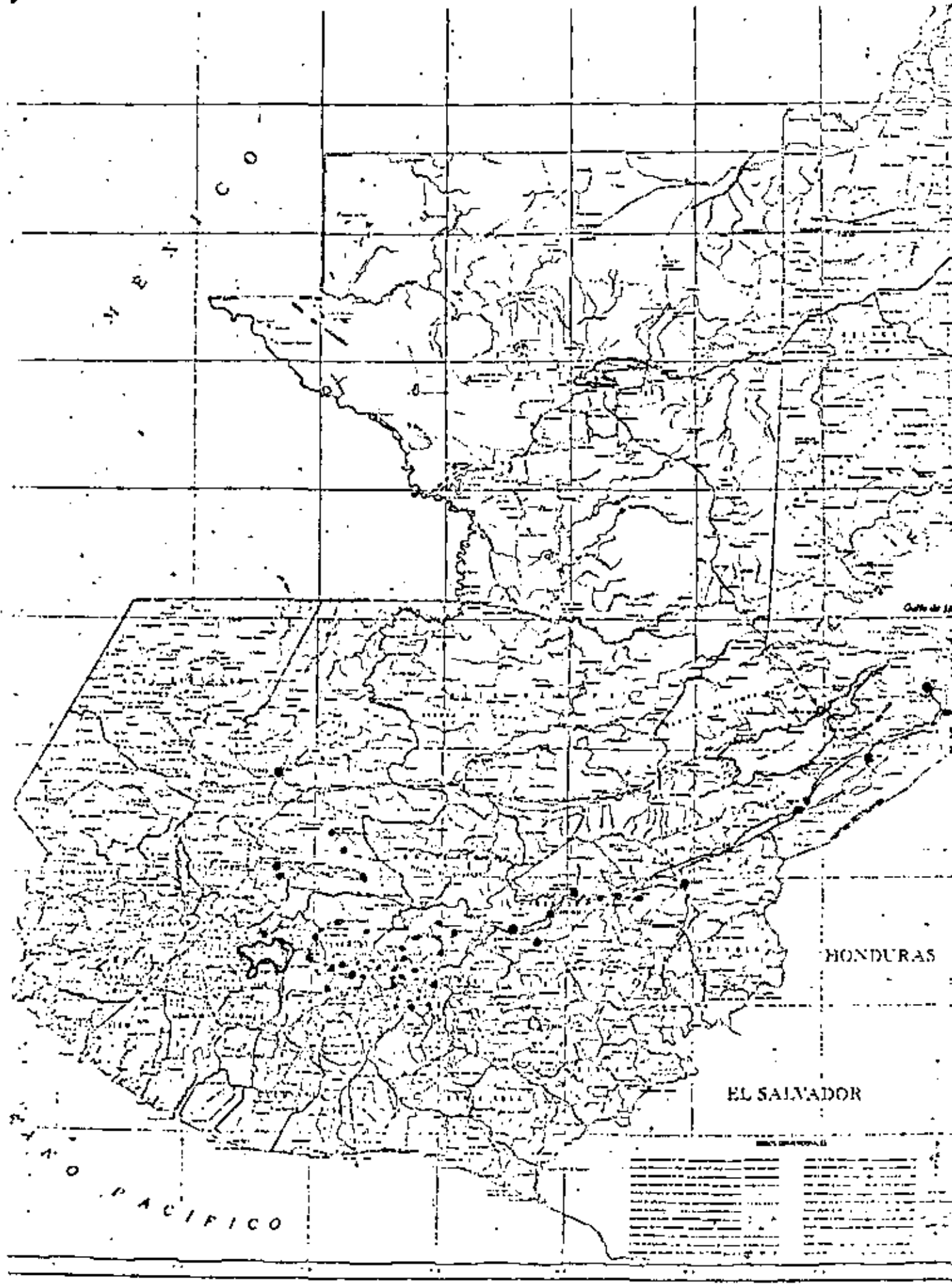


FIG. 16 UNIDADES MORFOTECTONICAS DE AMERICA CENTRAL

DENGO-ICAITI



CIÚDADES Y POBLACIONES AFECTADAS POR EL TERREMOTO

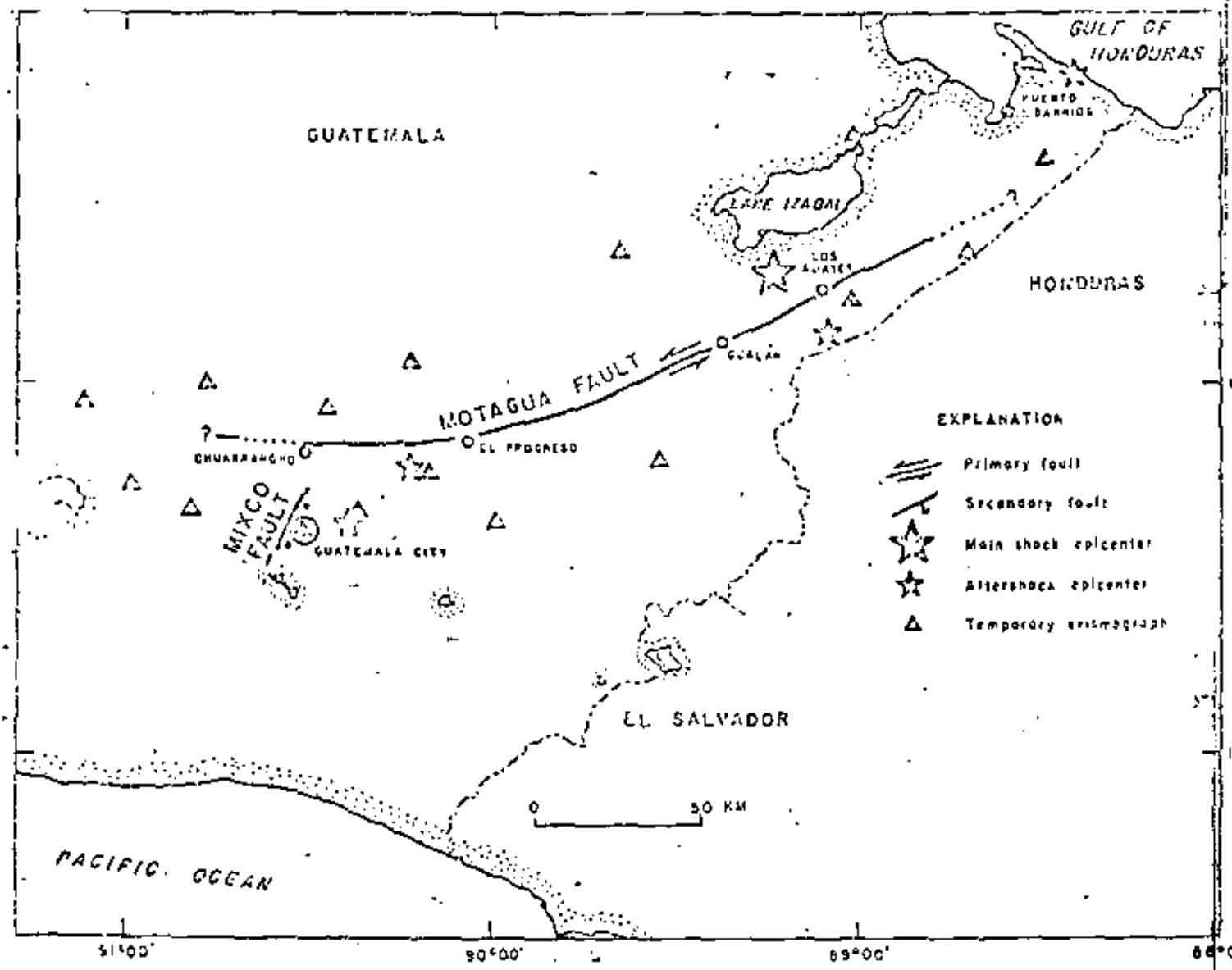


Figura 1 : Localización del área de fallas, epicentros del sismo principal del 4 de febrero de 1976 y de los cuatro grandes sismos posteriores. Localización de los sismógrafos temporales instalados por el Departamento Norteamericano de Levantamientos Geológicos.

U.S.G.S.

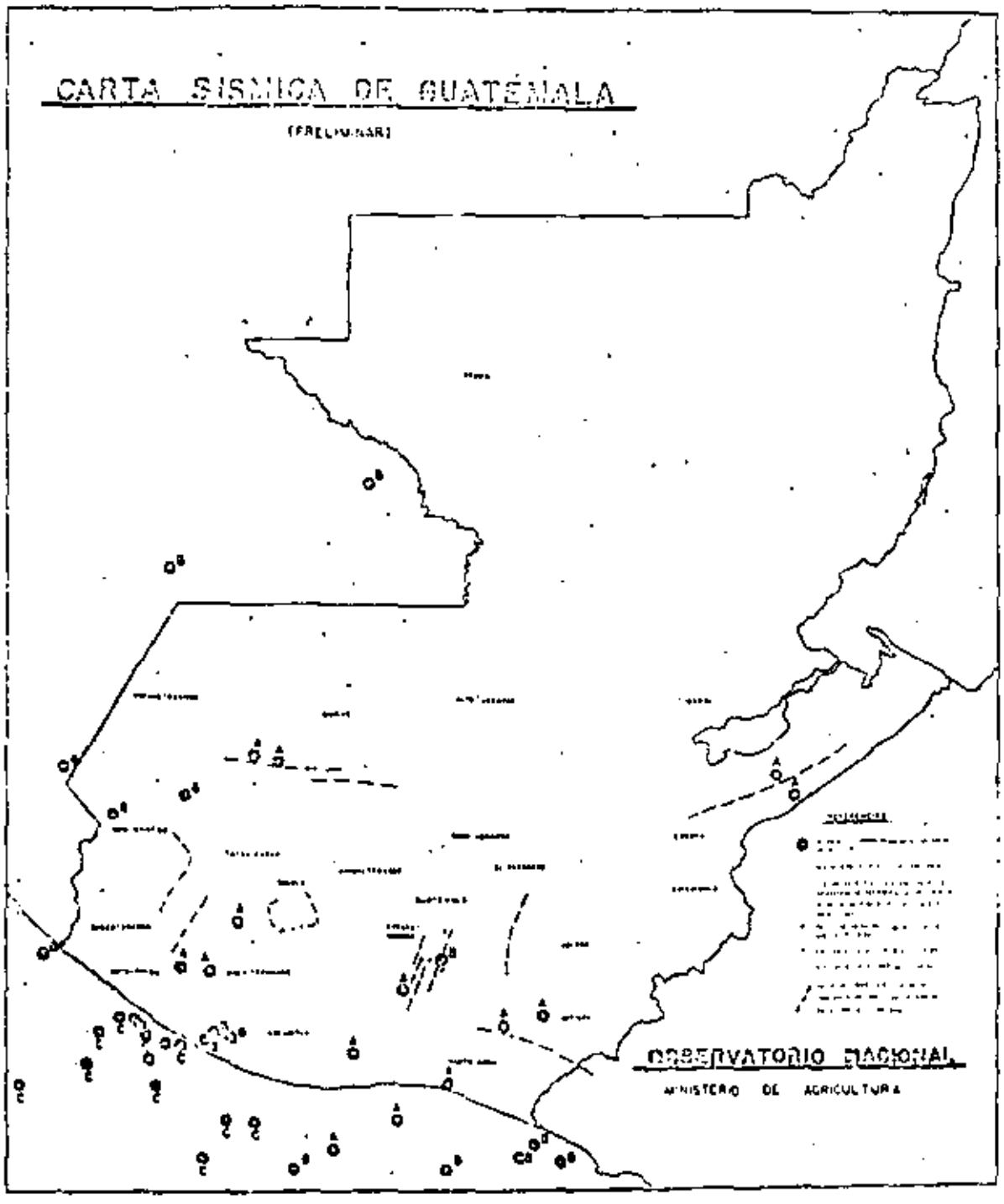


Figura 2. : Mapa de la actividad sísmica de 1940 a 1970 compilado por José Vassaux, Observatorio Nacional Meteorológico.

Las areas con trazos son las regiones de frecuente actividad sísimica, los círculos indican la frecuencia sísmica en zonas específicas durante este período así: A = menor de cinco veces; B = entre seis y diez veces, y C = mayor de 10 veces.

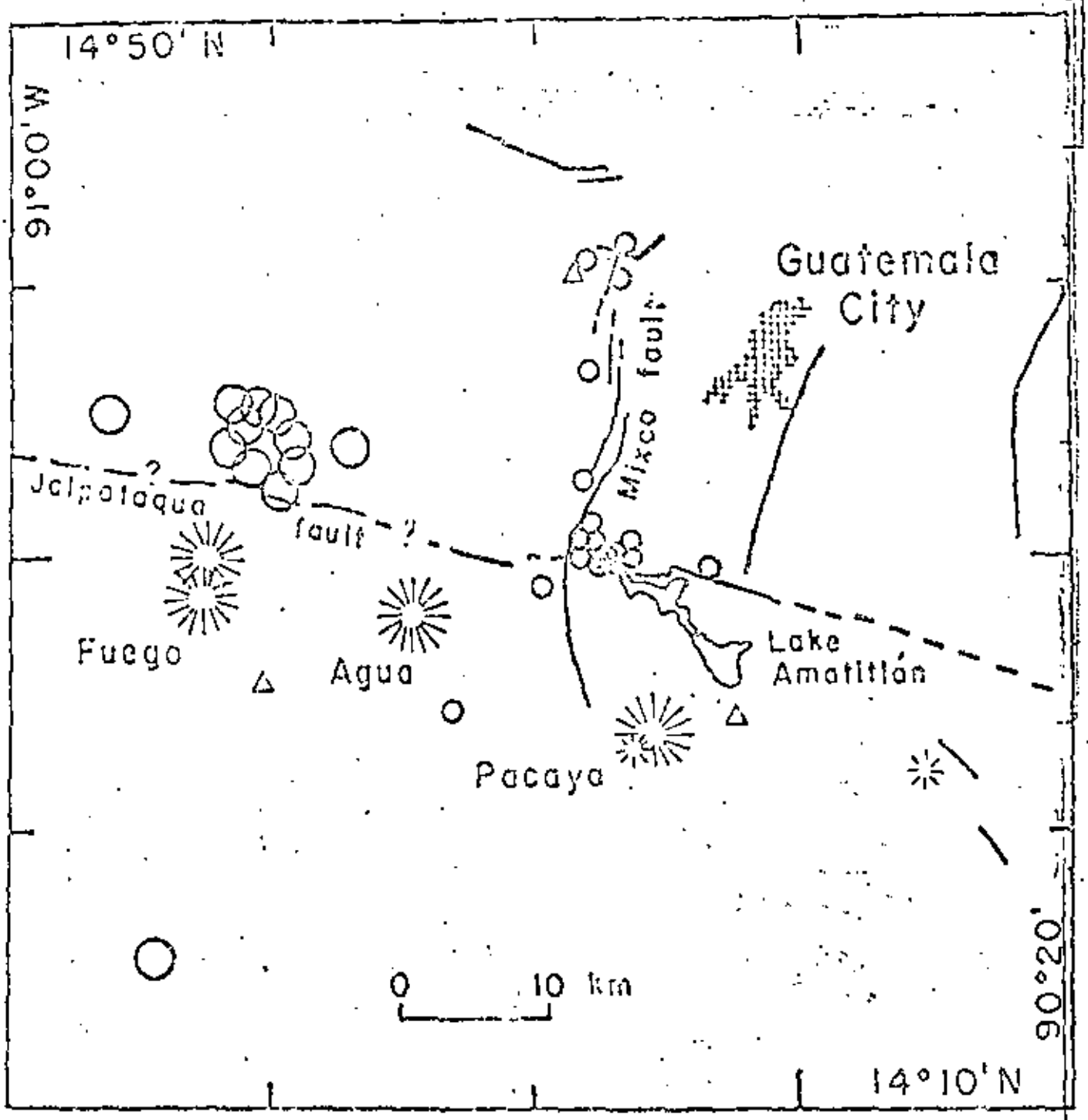


Figura 3: Mapa de lozalización sísmica durante 1973-74 determinada con la información de tres estaciones; triángulación sísmica. El tamaño de los círculos refleja el error estimado en la localización calculada. Comparar el diámetro con la escala.

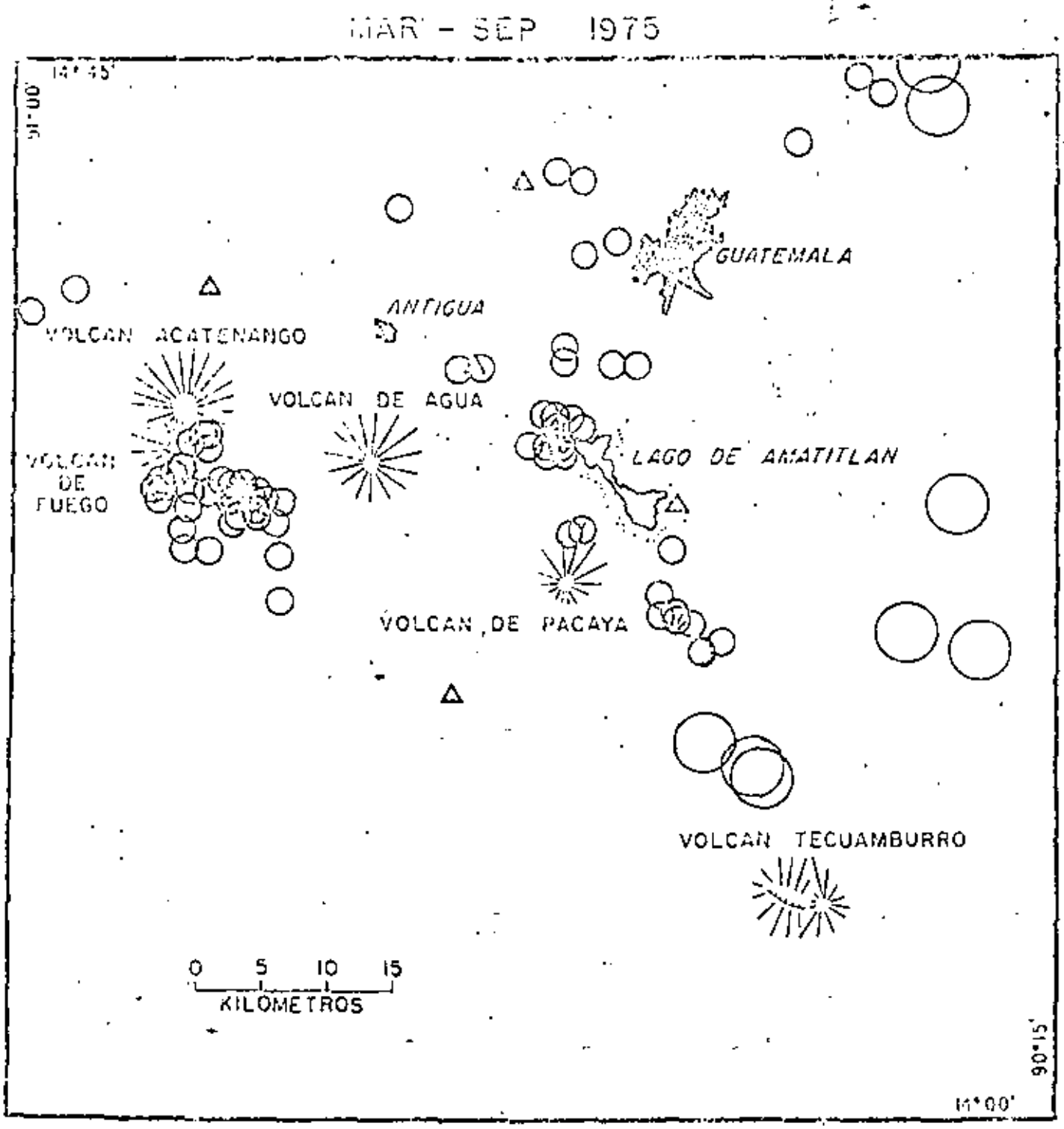


Figura 4. : Mapa de localización sísmica por medio de círculos durante el período de marzo a septiembre de 1975. El diámetro de los círculos de localización refleja el error estimado en kms. de la localización calculada.

DAÑOS CAUSADOS POR EL TERREMOTO POR DEPARTAMENTOS

No.	Departamentos	Superficie Km^2	Población censo 1973	Muertos	Heridos	Viviendas destruídas			Personas sin vivienda
						Area Urbana	Area Rural	Total	
1	Guatemala	2,126	1,108,220	3,350	16,094	76,167	24,423	100,590	459,947
2	El Progreso	1,922	73,122	2,001	7,662	3,773	8,429	12,202	47,000
3	Sacatepequez	465	99,988	1,551	8,842	8,667	3,409	12,076	46,178
4	Chimaltenango	1,979	194,735	13,754	32,377	19,227	28,542	47,769	190,000
5	Escuintla	4,384	277,031	-	-	-	-	-	-
6	Santa Rosa	2,955	177,159	40	291	62	44	106	1,183
7	Sololá	1,061	127,268	110	300	150	499	649	3,610
8	Totonicapán	1,061	166,809	27	89	2,699	15,248	17,947	78,124
9	Quezaltenango	1,951	312,787	14	228	44	22	66	1,478
10	Suchitepequez	2,510	202,253	-	-	-	-	-	-
11	Retalhuleu	1,856	127,244	-	-	-	-	-	-
12	San Marcos	3,791	389,760	-	-	-	-	-	-
13	Huehuetenango	7,400	368,567	-	-	-	-	-	-
14	El Quiché	8,378	298,686	831	5,672	2,095	12,072	14,167	56,283
15	Baja Verapaz	3,124	106,957	152	718	2,425	8,827	11,252	46,114
16	Alta Verapaz	8,686	280,524	18	953	342	865	1,207	3,984
17	El Peten	35,854	64,114	-	-	-	-	-	-
18	Izabal	9,038	169,818	73	379	1,106	7,612	8,718	37,497
19	Zacapa	2,690	105,739	693	1,998	4,242	11,246	15,488	59,196
20	Chiquimula	2,376	158,177	50	378	419	761	1,180	4,846
21	Jalapa	2,063	118,074	91	473	2,151	5,982	8,133	21,491
22	Jutiapa	3,219	233,232	12	48	444	1,757	2,201	9,132
		108,889	5,160,264	22,768	76,502	124,013	129,738	253,751	1,066,063

NOTA: Datos al 10 de febrero de 1976

III. SISTEMA DE AGUA POTABLE:

La Ciudad de Guatemala estaba abastecida por varios sistemas, los cuales fueron construyéndose desde su fundación hasta nuestros días según lo requirieron los aumentos de población, así como la creación de nuevas industrias.

Al momento del desastre el agua potable provenía de las plantas de tratamiento siguientes:

1) Santa Luisa alimentada por las presas del Teocinte, abastecidas por medio de los ríos San Antonio, Agua Viva, La Manguita, La Piedrona y la Presa Acatán, todos por gravedad, además las Plantas de Bombeo de Santa Rosita y Canalitos, produciendo un promedio de 39.94 MLD.

2) El Cambray alimentado por los ríos Las Minas y Pinula (por gravedad y el Panasequeque o San Miguel (por bombeo) desde la Planta de Bombeo de Hincapié con un caudal de 14.17 MLD.

3) La Brigada con aguas procedentes de las presas de la Brigada, Las Limas, El Milagro, San Miguel y Panconchá (por gravedad). El Sifón por bombeo y caudales de infiltración de los túneles de Xayá, las que daban un caudal de 11.72 MLD.

4) El manantial Ojo de Agua conjuntamente con varios pozos, por bombeo dan 50.69 MLD.

5) La Planta semiautomática del sistema Atlántico-Las Ilusiones dan por bombeo 13.52 MLD.

6) Una cadena de pozos profundos y plantas de bombeo pequeñas completaban el total de servicio por la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad, llegando a la producción de 152.10 MLD.

Aparte se encuentra la Empresa Privada de El Mariscal y los pozos de agua de algunas colonias y edificios de Guatemala y su zona de influencia.

Al ocurrir el terremoto y por causas debidas en primer término al enorme y rápido crecimiento de la Ciudad y su área de influencia urbana desde hace algunos años se ha ido acentuando la escasez de agua potable, incrementada dicha escasez por una red de distribución antigua con gran cantidad de fugas, concentración de población en edificios de muchos pisos en breve tiempo, atraso en la construcción del Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá que aportará, según pronósticos para el año 1978: 960 lps ó 92.4 MLD en su primera fase; actualmente se construye la planta en "Lo de Coy".

EMPAGUA, para aliviar la escasez inició un nuevo programa de pozos profundos con carácter de emergencia.

IIIa. DAÑOS QUE SUFRIERON LAS PLANTAS DE EMPAGUA.

DIAGNOSTICO INICIAL

Día 4 de febrero

3h. 3m. temblor TERREMOTO

4h. No había comunicaciones telefónicas ni alumbrado.

8h. Recorrido de visita de plantas, anotándose fugas de agua.

1. Primera Visita a Planta La Brigada.

a. Se encontró que en el tanque de sedimentación se había rajado el tabique central, cayendo dentro del mismo, por lo que el agua rebalsó; estaba suspendida la dosificación de sulfato de aluminio por estar caída la tolva, la cual se rompió.

b. Hubo un corto circuito, se envió a don José Román para efectuar el arreglo de las conexiones eléctricas y a colocar de nuevo el dosificador.

c. Cloración suspendida.

d. Filtros rápidos a Gravedad; el del lado poniente se encontró sin agua y sin arena, posteriormente se comprobó que tenía mucho lodo y que el arena había desaparecido.

2. Visita a la Presa La Brigada.

No se sufrió ningún daño mayor. Se observaron grietas en el camino de San Juan, activándose más la grieta que presentaba; se observaron grietas paralelas en la cuenca y paralelas al curso del río.

3. Visita a la Planta Santa Luisa.

Se intentó visitar la Planta Santa Luisa, regresé por habérseme indicado que no había paso. Posteriormente se me informó que se podía llegar a la Planta Santa Luisa a través de la Colonia o Proyecto de Urbanización "Kanayujú" -camino al Instituto Austríaco-Guatemalteco-. No había radio por falta de energía eléctrica. No había teléfono en Acatán.

Pasé a los Pozos de Diagonal VI y Ciudad Vieja (ambos no estaban en servicio) en el primero se cayó a la calle el cilindro saliéndose el gas, el encargado solo cerró la llave del cilindro (quedó rota la conexión: tubo de plata) Pozo de Ciudad Vieja.

4. Visita a la Planta El Cambray:

Los tanques en buen estado. Se cerró la llave de salida

de ambos, una fuga al pie del tanque circular se detectó en el tubo de 18" HF. El ingeniero Francisco Eduardo Blanco estuvo a cargo de la reparación de dicha obra.

5. Visita al Tanque del Guarda Viejo:

Se encontró que estaban vacíos debido a las fugas y a la falta de caudal ya que la Planta Ojo de Agua, carecía de energía eléctrica por lo que las bombas así como los pozos no funcionaban.

Se acordó con los trabajadores presentes que el punto de reunión fueran las Bodegas de la Zona 4, por estar allí concentrados los vehículos y que eran necesarios los radios portátiles.

En la zona 4 nos encontramos con el Gerente y otros Ingenieros de EMPAGUA y se dio principio a la asignación de actividades de rehabilitación.

La primera directiva después de informar cada quien lo que sabía fue:

Planta Santa Luisa: se le encomendó al Ing. Civil y Sanitario Víctor Hugo Montoya.

Planta El Cambray: al Ingeniero Civil y Sanitario Francisco Eduardo Blanco V.

Planta La Brigada: al Ingeniero Civil y Sanitario Guillermo Guzmán Chinchilla.

La primera noticia por radio que tuvimos fue dada por el vehículo T-26 que solicitaba auxilio en vista de haberse quedado atrapado en medio de los derrumbes del camino de acceso a la Planta de Bombeo El Atlántico y que a la vez nos informaba del problema serio ocurrido por allá. En seguida nos comunicamos con el Ingeniero Luis Hugo Solares, para ver la posibilidad de conseguir maquinaria para tratar este primer problema.

El Ing. Víctor Hugo Montoya, se dirigió a Santa Luisa en el Pick-Up grúa T-33 de doble transmisión, ya que se sabía que el paso estaba bloqueado. Efectivamente encontró en el transcurso del camino 3 derrumbes, 2 a inmediaciones de la zona 5, los cuales pudo pasar dadas las características del vehículo en que iba, no así el tercer derrumbe localizado arriba de Santa Rosita, que era enorme, por lo que tuvo que tomar el camino que por la lotificación Kamajuyú conduce a Santa Luisa, (camino que también está en malas condiciones). Al llegar a la Planta (11 horas), el cuadro que se le presentó fue triste, pues pudo contemplar la destrucción de los 3 tanques sedimentadores grandes y aparentemente la destrucción parcial de los 2 tanques pequeños antiguos de sedimentación.

INFORMACION CORRESPONDIENTE AL TERREMOTO DEL 4 DE FEBRERO EN EL CUAL SE INDICAN:

1) La hora de suspensión del servicio de agua y la fecha correspondiente.

2) Hora en que se recobró el servicio.

3) Daños ocurridos.

-. OJO DE AGUA: Fecha 4 de febrero de 1976.

Hora de paro: 3 horas 3 minutos.
Hora de arranque: 13 horas, 10 minutos.
Normalización completa: 4 de febrero de 1976, 13 horas, 40 minutos, no se trabajó por interrupción del servicio eléctrico.

-. HINCAPIE: 4 de febrero de 1976.

Hora de paro: 3 horas 0 minutos.

Arranque y normalización: 6 de febrero de 1976 a las 15 horas.

Daños: 1) Derrumbes en el camino de acceso antes del puente de Hincapié.
2) Derrumbes sobre la planta rodeando sub-estación de transformadores.
3) Fusibles quemados
4) Corrimiento de tableros
5) Gran cantidad de derrumbes en la cuenca de los ríos que alimentan las plantas con miles de metros cúbicos de material delesnable asolvando la presa y no permitiendo el bombeo, hasta que fue limpiada la presa, aún así con turbideces y color extremadamente altos.

-. EL ATLANTICO: 4 de febrero de 1976.

Hora de paro: 3 horas.
Hora de arranque: Primera Unidad: 13 de febrero a las 15 horas con 10 minutos; entró el agua a las Ilusiones a las 17 horas con 35 minutos.

Segunda Unidad: el 23 de febrero a las 10 horas. Esta unidad solo trabajó durante el día hasta el 13 de abril, fecha en que se terminó de instalar el compresor para protección de la línea de conducción de agua.

Normalización: día 13 de abril a las 16 horas, 8 minutos, fecha y hora en que se convino en la Gerencia laborar en esa planta con el horario establecido por terremoto.

- Ilusiones:

4 de febrero	A las 3:00 suspendió
13 de febrero	A las 18:00 horas entró Atlántico.

- Santa Luisa:

4 de febrero	A las 3:00 horas suspendió entrada de las líneas de 18" y 20" del Teocinte y Acatán. Canalitos paró.

- El Cambray:

4 de febrero	A las 3:00 horas suspendió entradas Hincapié. Paró a las 3:15 horas. Río Pinula entró a las 16:30 horas.

- La Brigada:

4 de febrero	A las 3:05 horas suspendió entradas.
5 de febrero	A las 0:00 horas entraron las presas.
6 de febrero	A las 12:00 horas entró Xayá.

- Molino:

4 de febrero	A las 3:00 horas suspendió.
5 de febrero	A las 0:00 horas entró.

- Bethania:

4 de febrero	Paró a las 3:00 horas.
5 de febrero	Entró a las 0:00 horas.

- Belén:

4 de febrero	Paró a las 3:00 horas. Entró a las 18:00 horas.

DAÑOS:

1. Interrupción total del camino de acceso por grandes derrumbes, en algunos tramos destrucción total de la capa de rodadura.

2. Destrucción de la pista de acceso en lugar próximo a la Planta.

3. Destrucción del taller de la Planta por los derrumbes que cayeron sobre esas instalaciones.

4. Destrucción de la bodega de la Planta.

5. Destrucción de la grúa.

6. Daños fuertes en la campana de aire protectora contra golpe de ariete. Fue necesario construir una torre trípode para poder levantar la campana que pesa varias toneladas, alzándola con polipastros y gatos mecánicos, reparar el soporte o cimiento de hormigón armado y volver a colocar en posición la campana.

7. Se obstruyó ingreso al tunel que sirve de By-pass para poder limpiar el desarenador, tanques de recepción y tanques de succión.

8. Destrucción y pérdida para su uso del vehículo Renault del operador Antonio Aceituno.

9. Destrucción del compresor para alimentar campana de aire.

10. Destrucción planta eléctrica de emergencia.

11. Destrucción y pérdida de gran cantidad de repuestos.

12. Pérdida de herramienta y accesorios por consecuencia de derrumbes, quedaron sepultados total del material del derrumbe el cual fue removido con maquinaria pesada.

13. Daños en cabina de mandos:

    a) Grietas
    b) roturas de vidrios
    c) corrimientos de paneles de mandos

14. Desplazamiento de uno de los muros de tanque

15. Hundimiento en la entrada auxiliar del agua de alimentación de la planta.

IIIb. SITUACION DEL SERVICIO DE AGUA EN LA CIUDAD CAPITAL Y AREAS DE INFLUENCIA.

(Informe Preliminar de la Emergencia Producida por el Terremoto del Cuatro de Febrero de Mil Novecientos Setenta y Seis)

A. INFORMACION GENERAL.

Al ocurrir el terremoto del 4 de febrero de 1976, la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala (EMPAGUA), hizo un análisis de cada abastecimiento o servicio de agua, para saber cuáles eran los daños y problemas principales.

Existen cuatro clases de sistemas de abastecimiento de agua: el primero por gravedad que lleva el agua desde la captación hasta el consumidor, pasando previamente por una planta de tratamiento; el segundo por bombeo, que requiere energía eléctrica para llevar las aguas hasta las plantas de purificación, de donde se distribuye el agua potable a la población; el tercero por medio de bombas se eleva el agua de pozos profundos, se desinfecta y luego se entrega a la red; y el cuarto construido por servicios privados, la mayoría por pozos. En la ciudad de Guatemala está asentado el mayor número de habitantes de la República (aproximadamente un millón, equivalente al 20% del total), población que se incrementa con cientos de miles de personas que viven en los municipios vecinos y que forman parte ya de la Metrópoli, los que en su mayoría son servidos por la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala. Algunas urbanizaciones de municipios vecinos tienen servicios propios, pero a la hora de una catástrofe, acuden a las plantas y caudales de la EMPAGUA.

Dichas plantas de purificación son las siguientes:

1. ATLANTICO: Por bombeo eleva el agua de los ríos Los Ocotes, Bijagüe y Teocinte Chico, hasta la planta Las Ilusiones, donde recibe un tratamiento completo con doble cloración, después de tratada, se distribuye a varias zonas de la parte norte de la Ciudad, teniendo como refuerzo algunos pozos municipales distribuidos en esa zona.

2. SANTA LUISA: Recibe las aguas de las presas de El Teocinte, Acatán y otras fuentes menores como son Canalitos y Santa Rosita. Las dos últimas por bombeo. En Teocinte se aplica en tiempos de escasez una bomba Booster.

3. EL CAMBRAY: Que se alimenta con las aguas de los ríos Pinula y Las Minas por gravedad y de Hincapié por bombeo.

4. OJO DE AGUA: Que trabaja por bombeo y que capta las aguas de un manantial y varios pozos.

5. LA BRIGADA: Recibe el agua de la Presa La Brigada y otras fuentes pequeñas como Las Limas, El Milagro y varios pozos profundos. Se emplean bombas para un Tanque elevado que sirve para lavar los filtros rápido a gravedad y para darle presión a las colonias más elevadas.

6. BETHANIA: Se capta el agua del río Naranjo en tanques, se eleva por bombeo y se le aplica desinfección, abastece a la colonia del mismo nombre y a las zonas cercanas al Puente El Incienso.

7. Pozos profundos en el interior de la Ciudad y en el área de influencia: Belén, Florida, Brigada, Diamantes, El Molino y otros.

Además del servicio de agua que proporciona EMPAGUA, existe una planta particular en servicio desde 1931, la planta de agua de El Mariscal y que abasteco de agua potable a un 10% de la población, varios edificios que tienen pozos para su uso particular y los cuales no tienen control por parte de EMPAGUA y otros pozos en el perímetro municipal fuera de la Ciudad Capital.

Esta era la situación del servicio de agua potable antes del terremoto recién pasado.

Las labores de rehabilitación se iniciaron pocos minutos después del terremoto; los Ingenieros que tienen a su cargo la operación y mantenimiento de los servicios, trataron de comunicarse desde el amanecer del fatídico día 4 de febrero con las plantas de tratamiento, pero la falta de servicio eléctrico que opera los radios se lo impidió. Sin embargo, los operadores de estas plantas cerraron las válvulas de los tanques de distribución para evitar que el agua se escapara por las numerosas fugas en la red de distribución. (Estos operadores trabajan en turnos de 24 horas diarias). En vista de que por la vía telefónica no se podía establecer contacto con las autoridades de EMPAGUA, se dirigieron a las instalaciones donde están las bodegas de la Empresa y que es el lugar de donde salen a sus trabajos diarios los trabajadores de la red de distribución, sitio donde se reunieron con los demás ingenieros para que en forma planificada procedieran a la evaluación y reparación de los daños en los sistemas ya indicados.

IV. DAÑOS OCASIONADOS POR EL DESASTRE.

Reservorios
En la construcción de la Planta
Tanque de almacenamiento
Ruptura de Tuberías principales
Contaminación
Terremoto Interrupción de energía eléctrica
Fallas en el transporte
Falta de asistencia del personal

Un abastecimiento de agua debe ser considerado como un sistema dinámico por medio del cual se recolecta, se transporta, purifica y distribuye agua de calidad satisfactoria en las cantidades adecuadas y a presiones suficientes para uso público, doméstico o industrial.

Al ocurrir un desastre: terremoto: se tienen que tomar medidas de emergencia para determinar:

1. El estado del sistema después del desastre.
2. Establecimiento inmediato de objetivos básicos para recuperarlos o restaurarlos.
3. Diseñar un plan factible con objetivo de archivamiento.
4. Desarrollar un plan de acción.
5. Coordinación de actividades.
6. La toma de decisiones es una de las partes más importantes del proceso.

ANALISIS DE VULNERABILIDAD:

1. Identificar y describir los componentes separados del sistema total de suministros de agua.
2. Asignar características para describir el desastre: magnitud del terremoto.
3. Efectos estimados del diseño del desastre en cada componente del sistema.
4. Estimar la demanda de agua (calidad y cantidad) durante el período de desastre.
5. Mediante la información desarrollada en (3) determinar la funcionalidad de la operación o capacidad del sistema de aguas al encontrar los estimados en (4).

6. Si el sistema no alcanza a llenar requisitos, hay que identificar los componentes críticos del sistema que sean responsables de la falla. Estos componentes aislados e identificados, representan los componentes vulnerables del sistema bajo las condiciones de desastre.

La inspección, revisión y reparación de las fugas en las líneas de conducción y red de distribución se le encomendó al Ingeniero Infieri Víctor Paz y a sus auxiliares Manuel Puente y Mauricio Rosemberg.

IVa. DAÑOS QUE POSTERIORMENTE SE DESCUBRIERON EN LAS PLANTAS DE EMPAGUA Y MEDIDAS DE EMERGENCIA QUE SE ADOPTARON;

1. Planta de Bombeo Atlántico:

Se suspendió el bombeo por falta de energía eléctrica y se produjo un movimiento de los paneles. Se interrumpieron las comunicaciones por falta de radio (no hay teléfono) y el camino quedó obstruido por fuertes derrumbes. El automóvil de uno de los operadores de turno quedó aplastado, así como el compresor que trabaja con la campana de protección contra golpe de ariete, la cual quedó inservible bajo toneladas de material procedente de los taludes, falló también el soporte de H.A. de la campana doblándose un niple y perdiendo su verticalidad. El edificio del taller con techo tipo cáscara de hormigón armado, se destruyó por aplastamiento, así como parte del edificio destinado a los encargados de la planta. La caseta de mandos presenta daños y grietas en la mampostería. Los ejes de acero de algunas bombas quedaron torcidos y se presentó asolvamiento en la Presa. El escombrado del camino y cunetas provocó nuevos derrumbes, de los taludes que no habían encontrado su ángulo de reposo; el sistema del disipador de energía quedó aterrado y el agua estaba socavando la construcción. Enormes piedras cayeron en el embalse y en la cuenca del río formando lagunetas y se destruyó la boca-toma del "by-pass" utilizado para desasolvar la presa.

2. Santa Luisa:

Al haberse comprobado que había fugas en la línea de conducción de 18" y 20" HF, se optó por cerrar las válvulas en la presa del Teocinte. Los tanques de sedimentación (que son los más grandes de la Ciudad), estaban totalmente destruidos y vacíos, únicamente quedaban, pero dañados, los dos tanques pequeños que se habían transformado en uno solo por haberse caído la pared intermedia; se decidió hacerlos trabajar en el estado en que se encontraban. Los canales de mezcla y coagulación antiguo y nuevo presentaban grietas, pero no de importancia. Los filtros rápidos a presión, por ser de acero, no se dañaron. El edificio de dosificación estaba más o menos en buen estado, aunque con algunas grietas en la bodega principal y todos los vidrios rotos. Los tanques de distribución de Acatán, presentaban algunas grietas en las paredes, pero habían retenido parte del agua; posteriormente se localizaron salidas por la losa del piso.

La desinfección con cloro no podía efectuarse por falta de energía eléctrica.

3. Planta El Cambray:

Sólo llegaba por gravedad el agua de los ríos Pinula y Las Minas, aunque no en su totalidad, por haber fugas en las líneas de conducción; los tanques de distribución habían sido cerrados, pero una de las líneas de conducción de la Presa a la Planta y la otra que parte de los sedimentadores y va a los filtros, el agua se escapaba a borbotones, por haberse zafado un niple de la línea de distribución.

Los tanques de sedimentación no presentaban desperfectos, los filtros estaban bien, no se podía efectuar la desinfección por no haber energía eléctrica para operar la bomba de alimentación de agua a presión; por la misma razón no se podía operar la planta de bombeo de Hincapié que la abastece de agua.

4. Planta Ojo de Agua:

No sufrió daños por ser un manantial, únicamente debido a la suspensión de la energía eléctrica, dejó de trabajar y por roturas en las líneas de conducción ocasionadas por el golpe de ariete.

5. Planta La Brigada:

La presa no había sufrido daños aparentes ya que meses antes había sido reparada; pero el caudal de agua no estaba llegando a la planta porque al suspenderse la electricidad, se ordenó cerrar las válvulas de abastecimiento. El caudal que proporciona el río Xayá no estaba llegando por causa de los derrumbes ocurridos en las líneas de conducción, que obstruyeron los sifones. Se observó que los tabiques del tanque de sedimentación estaban completamente destruidos y no funcionaba la dosificación de químicos, por haberse caído y roto la tolva del dosificador de Sulfato de Aluminio.

La mitad de los lechos filtrantes estaba vacía ya que el agua había arrastrado a través de roturas de las losas del lecho filtrante el arena, por lo que fue necesario repararlos en seguida. Las bombas de los pozos no podían funcionar por falta de energía eléctrica, lo mismo ocurría con el equipo de cloración. A la salida de la planta se encontraron grietas y hundimientos que cruzaban la Calzada Revolución 20 de Octubre y que provocaron el rompimiento de las líneas de conducción, escapándose el agua y corriendo sobre el asfalto en forma de río.

6. Tanque de El Rodeo:

La estructura metálica sufrió un desplazamiento, violentando uno de los codos de la tubería, por el cual se vació completamente este depósito.

7. Planta Bethania.

a) Se suspendió el servicio por falta de energía eléctrica.

b) Se encontraron daños en el edificio de la guardianía.

c) Hubo desperfectos en las líneas eléctricas.

d) Fugas en el sistema de distribución.

8. Pozos:

El pozo de Diagonal 6 escupió el cilindro de cloro, escapándose el gas; no hubo víctimas por estar al aire libre. El operador cerró la llave del cilindro. Estaban fuera de servicio, según informara el Ing. Hugo Cabrera, 7 pozos profundos.

IVb. DAÑOS QUE SUFRIO EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE EMPAGUA:

Cuando ingresaron al servicio los diferentes caudales de los sistemas de producción, aunque en forma parcial, se evidenció gran cantidad de "fugas" localizadas en todas las zonas de la capital. Por tal razón simultáneamente a las labores de rehabilitación de las plantas, se iniciaron aceleradamente los trabajos de reparación de fugas, para lo cual los grupos que normalmente llevan a cabo esta labor, cuyo número es de ocho, se incrementaron hasta llegar a tener 40 cuadrillas totalmente equipadas y las cuales trabajaron intensivamente, principalmente durante las primeras tres semanas de emergencia. Se estableció como primera prioridad la reparación de las líneas de mayor diámetro, es decir, de aquellas que oscilan entre 24" y 8". Dichas fugas, aunque afortunadamente no fueron las más abundantes, si afectaron en forma definitiva la calidad del servicio que pudo prestarse, ya que fue necesario suspenderlo en sectores bastante extensos y muchas veces de alta densidad poblacional

Inmediatamente después y en algunos casos en forma simultánea, se procedió a la reparación de líneas de diámetro menor.

Merece un reconocimiento especial la abnegación y el espíritu de sacrificio manifestado por los trabajadores y técnicos encargados de este trabajo, así como la capacidad evidenciada en el desarrollo del mismo. También merece destacarse la colaboración de los vecinos reportando las fugas y el apoyo que brindaron a los grupos de reparación, quienes en muchos casos y por lo largo de las jornadas de trabajo carecían de los alimentos necesarios, cuya adquisición era casi imposible dada la situación prevaleciente, especialmente durante los primeros días. Los bomberos municipales, los voluntarios, el Ejército, La Fuerza Aérea y camiones particulares participaron en el transporte de agua a las zonas más necesitadas.

Prosiguiendo el análisis y tomando en cuenta la calidad del material el mayor número de fugas registrado en las tuberías de H.G. (en las roscas y coplas) fue:

	Total HG	Total en A.C.	Total en H.F.	Total P.V.C.	Total Totalorun
1/2"	20	--	--	25	45
3/4"	174	4	--	59	237
1"	17	--	--	2	19
1 1/4"	10	--	--	--	10
1 1/2"	20	--	--	2	22
2"	185	86	6	13	290
2 1/2"	3	--	--	1	4
3"	3	--	--	--	3
4"	2	35	12	3	52
5"	--	--	--	--	--
6"	1	11	4	--	16
8"	1	4	7	--	12
12"	-	1	1	--	2
14"	-	--	2	--	2
16"	-	--	1	--	1
% HG	436 AC	141 HF	33 PVC	105	715

NOTA: El número total de fugas fue de: 789

La diferencias que aparecen en el informe se deben a que no fueron clasificadas debidamente por clase de material, por diámetro de la tubería y por zona donde ocurrieron.

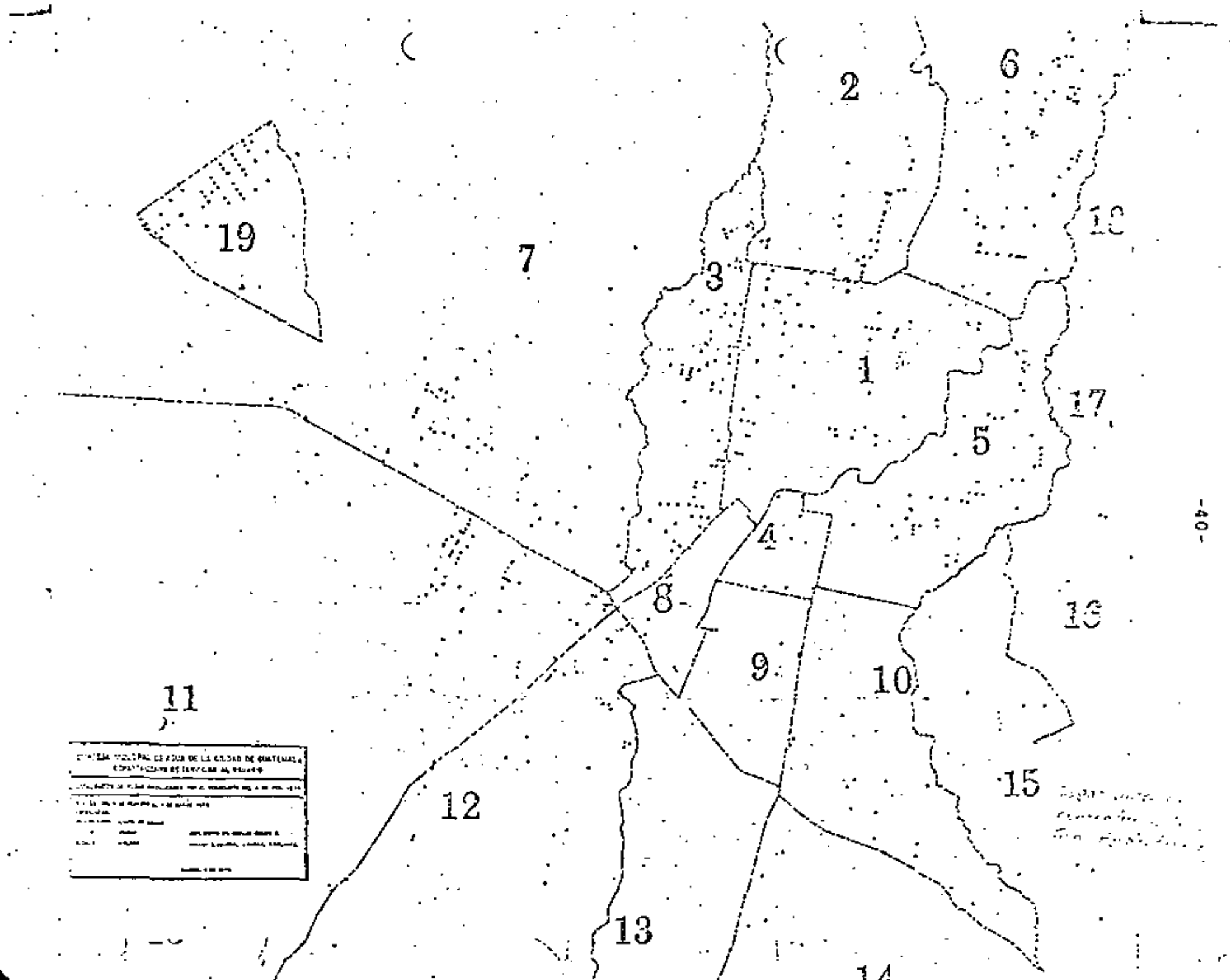
DIAMETRO Y CLASE DE TUBERIA DE FUGAS REPARADAS DEL 4 DE FEBRERO AL 4 DE MARZO 1975

DIAMETRO	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 6	ZONA 7	ZONA 8	ZONA 9	ZONA 10	ZONA 11	ZONA 12	ZONA 13	ZONA 14	ZONA 15	ZONA 16	ZONA 17	ZONA 18	ZONA 19	[illegible]
3/4"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1/2"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1 1/2"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1 1/2"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2 1/2"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
8"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
10"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
12"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
14"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
16"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
TOTAL	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

HG	437
AC	145
HF	34
PUC	110
TOTAL	726
	30 = 24 fugas

NUMERO DE FUGAS POR DIA DEL 4 DE FEBRERO AL 4 DE MARZO DE 1975

DIA	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4			FUGAS
ZONA 1				4	2	2	4	3	4		3	1	1	5	1	2	8		7			4	1	3		2	1	3					61
ZONA 2				4	1	2	6	1		2	2			2	3	4	2				1	3	1	1			1	1					37
ZONA 3		2	1	6	3	12	9	13	14	14	4		3	2	5	3	2			4	8	6	5	10		5	4	1					134
ZONA 4						1		1		2										1			2										7
ZONA 5		1				7	9	3	7	5	1		4	4				3		2	1	1		3	1	1		2					57
ZONA 6								4					12	10	11	8	9	5		5	3	2	4	5				2					85
ZONA 7			1	2	1	6	4	2	4	4	1	1	10	8	7		6			1	7		3	3	1								72
ZONA 8			4	2	1			2	1		1		1				2			1		2											17
ZONA 9							3		1	1						1				2			1				1						10
ZONA 10								1	7						4	1		1	1			1											16
ZONA 11	2	3	3	12	1	13	3	9	9	3			3	3	7	3	1			2	2	2											97
ZONA 12						6	4	5	5	4						1	5	2	1	1	3	3			1								41
ZONA 13			2		1	4				1													1		1								10
ZONA 14							1		2							1				1													5
ZONA 15			1						4				1					3		1													10
ZONA 16			1	2																1													4
ZONA 17											7							3		1	1	1											13
ZONA 18		1			1	2					6	2	9			3	4	1		2	1		2				2	1	1				28
ZONA 19					4	6	3	6	3	3	3		5	2	2	6	3	3	2	5	4	1	4	4	2		2						75
TOTAL	2	7	13	32	15	60	48	52	61	44	25	4	54	41	40	35	44	31	11	30	31	25	32	32	6	6	11	10	1				789*


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

Los tanques de lona proporcionados por el Ejército de los Estados Unidos se colocaron en los campamentos de refugiados en todo el país, su localización la hizo el Comité de Emergencia.

Durante el período comprendido del 4 de febrero al 4 de marzo se repararon aproximadamente 789 fugas en todos los diámetros y clases de material. La información recabada en cuanto al comportamiento de los diferentes materiales está siendo analizada y complementada en la actualidad, a efecto de tomar en el futuro las provisiones pertinentes con base en la experiencia adquirida.

IVc. ESTIMACION DE INVERSIONES INDISPENSABLES PARA LA REHABILITACION DE LOS SISTEMAS DE EMPAGUA. AL 9 DE MARZO DE 1976.

Como resultado de la evaluación efectuada, se llegó a establecer una primera estimación del monto de los daños causados por el terremoto del 4 de febrero y de los gastos necesarios para efectuar las diferentes etapas de rehabilitación. También se evidenció que era indispensable ejecutar una serie de trabajos complementarios, a fin de poder mejorar la eficiencia del servicio que podrá prestarse con aquellos elementos que resistieron a la destrucción y que serán reparados con carácter de urgente.

Las etapas en que se ha dividido el trabajo y los montos necesarios para su realización son los siguientes:

Primera Etapa:

1. Primera etapa de rehabilitación de los sistemas actuales de producción	Q 700,000
2. Primera etapa del Sub-Programa de construcción y equipamiento de pozos de emergencia	860,000
3. Adquisición de equipos de transporte	50,000
4. Otros gastos de ejecución y supervisión	190,000
	Q1.800,000

Segunda Etapa:

1. Segunda Etapa de rehabilitación de los sistemas actuales de producción	Q 215,000
2. Segunda etapa del Sub-Programa de construcción y equipamiento de pozos de emergencia	Q 375,000
3. Primera etapa de remodelación y reparación intensiva de la red	Q 380,000
4. Reparación y mejora de control de consumos	Q 110,000

5. Otros gastos de ejecución y supervisión	Q 120,000
	Q1.200,000

Tercera Etapa:

1. Reparación de la planta de bombeo Atlántico. (Incluyendo carretera de acceso)	Q 700,000
2. Reparación de la planta de bombeo Hincapié	Q 50,000
3. Reparación de la Planta de tratamiento La Brigada (1)	Q 25,000(*)
4. Reparación en la red de distribución	Q 200,000
5. Reparaciones en las líneas de conducción (2)	Q 500,000(*)
6. Remodelación de la red.	Q 700,000
	Q2,175,000

Resumen:

Primera Etapa	Q 1,800,000
Segunda Etapa	Q 1.200,000
Tercera Etapa	Q 2.175,000
	Q 5.175,000

(*) (1) Los daños encontrados posteriormente aumentarán esta cifra.
(*) (2) Estas en cambio se calculó posteriormente que disminuirían.

V. ASESORIA CEPIS/OSP/OMS

El Ingeniero Raymundo Hederra se hizo presente para ofrecer, nos la ayuda personal y de la OSP/OMS, el día 5 de febrero acompañando a uno de los autores del presente trabajo a visitar las Plantas de Tratamiento, habiendo hecho algunas observaciones en beneficio del re-establecimiento del servicio que fueron atendidas tan pronto como fue posible, ofreciendo que la OSP/OMS podría colaborar en la traída de algunos equipos o materiales de que estuviésemos desprovistos. Conjuntamente con la Dra. Alba Tabarini de Abreu, Jefe del Laboratorio Químico Bacteriológico que opera en la Facultad de Ingeniería se preparó una lista.

También ofreció que si fuese necesario la OSP/OMS estaba en la posibilidad de traer y contratar lo más pronto posible a un asesor por corto tiempo, lo cual fue agradecido y aceptado por el Gerente de EMPAGUA.

Fue así como vino el Ingeniero Walter Castagnino el día 12 de febrero, lo cual agradecimos sobremanera por tener conocimiento de que abandonó el lecho donde convalecía de una operación de una hernia, viniendo incluso a exponer su vida ya que los temblores continuaban a un ritmo bastante elevado.

El Ingeniero Castagnino entregó antes de irse, el 24 de febrero de 1976, el informe técnico que se titula: "Rehabilitación de la Planta Santa Luisa, Empresa Municipal de Agua, EMPAGUA"; las conclusiones y recomendaciones que aparecen en la página 20, se presentan al final de este trabajo.

Va. CARACTERISTICAS DE LA PLANTA SANTA LUISA.

CANAL DE MEZCLA: (antiguo)

Ancho	2.50 mts.
Largo	39.00 mts.

No se usa (usado como by pass en la emergencia)

CANAL DE MEZCLA (nuevo)

Ancho	14.00 mts.
largo	70.00 mts.

Capacidad de diseño = 60 M.L.D.
Agitación 4 minutos
Tiempo de mezcla 30 minutos promedio
para caudal de 37 M.L.D.

SEDIMENTADORES (antiguos, 1938)

Ancho	19.00 mts.
largo	40.00 mts.
profundidad	6.00 mts.

Capacidad = 18 M.L.D.
Volumen = 3844.78 mts.^{3}

SEDIMENTADORES DESTRUIDOS EL 4/II/76: (nuevos, 1958)

3 unidades

Ancho	45.00 mts.
largo	15.00 mts.
profundidad	7.00 mts.

Caudal máximo = 45 M.L.D.
Volumen = 14,175.00 mts.^{3}
Retención = 6.5 horas

ANTES DE 1964: 20 filtros

1 batería de 10 antiguos
1 batería de 10 nuevos
115 a 288 de metros ^{3}/Mt^2/día

DESPUES DE 1964: 19 filtros así:

1 batería 3 filtros pequeños arena y grava 31.6 lps.
1 batería 6 filtros grandes antracita 181.2 lps.
1 batería 10 filtros grandes arena y grava 187.2 lps.
Caudal máximo = 44 M.L.D
Caudal mínimo = 38 M.L.D
25/III 30 M.L.D. sin sedimentadores, solo filtración y desinfección.

Tratados el 27/5/76 38.2 MLD

CLORACION:

2 Unidades = 1 clorador de pie
1 rotametro

Consumo después del terremoto lbs. x 24 h.
Cl/res = 1.5

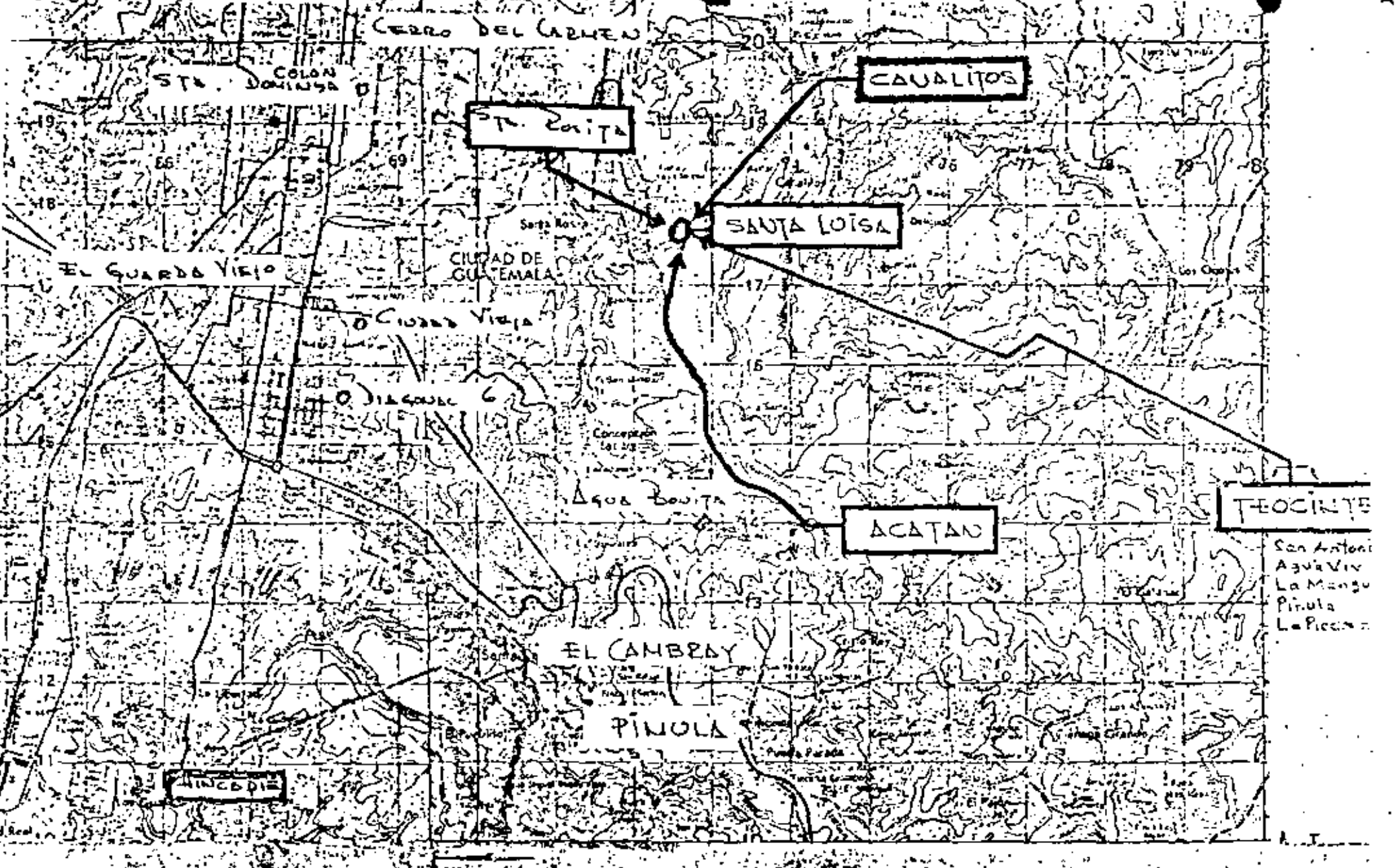
BODEGA CON CAPACIDAD DE 40,000 sacos de 110 lbs.

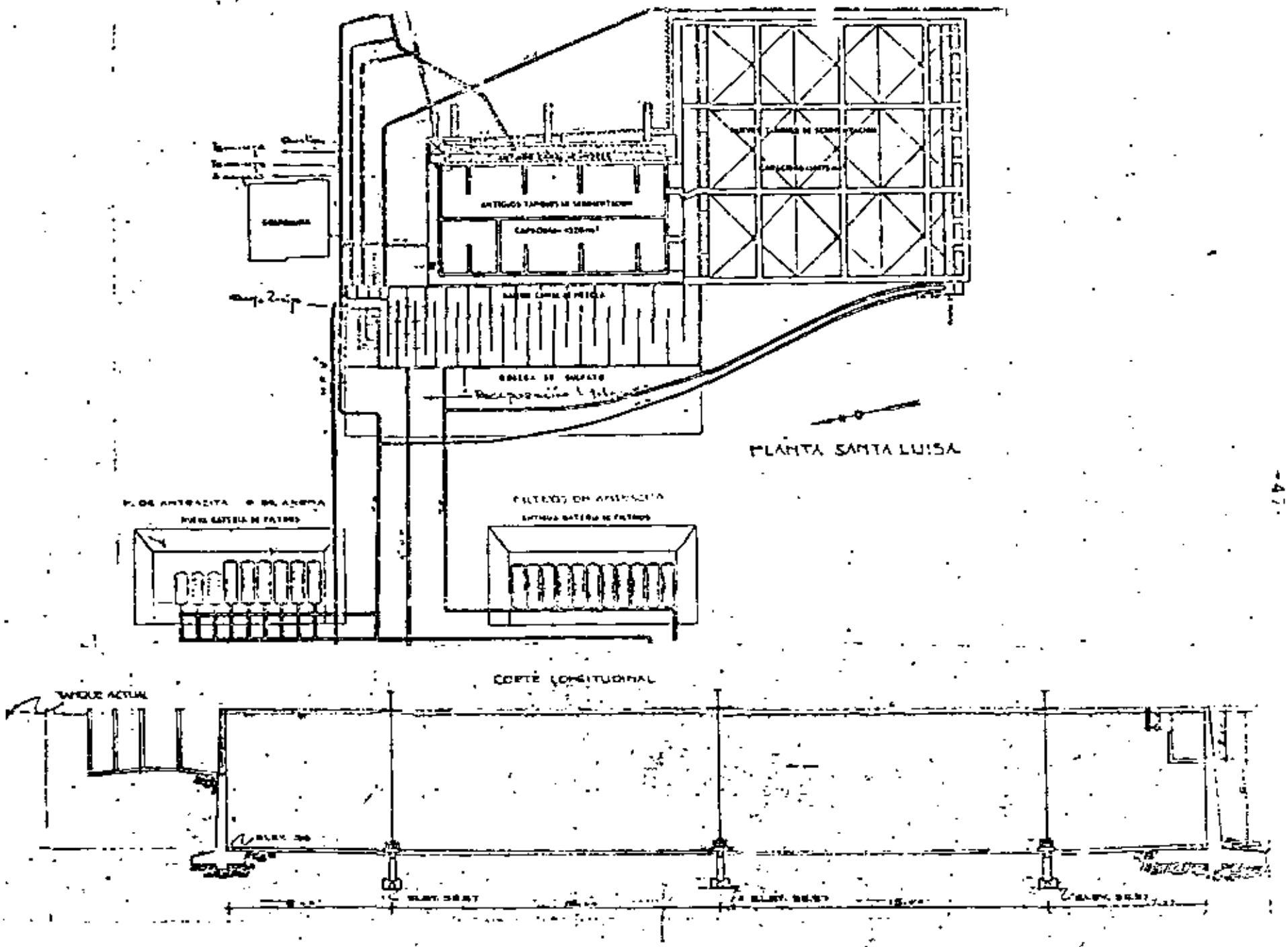
Longitud	56.00 m
ancho	12.00m
altura a la cuerda	4.00m
altura a la cáscara	6.00m

En la presa se utiliza para combate de algas

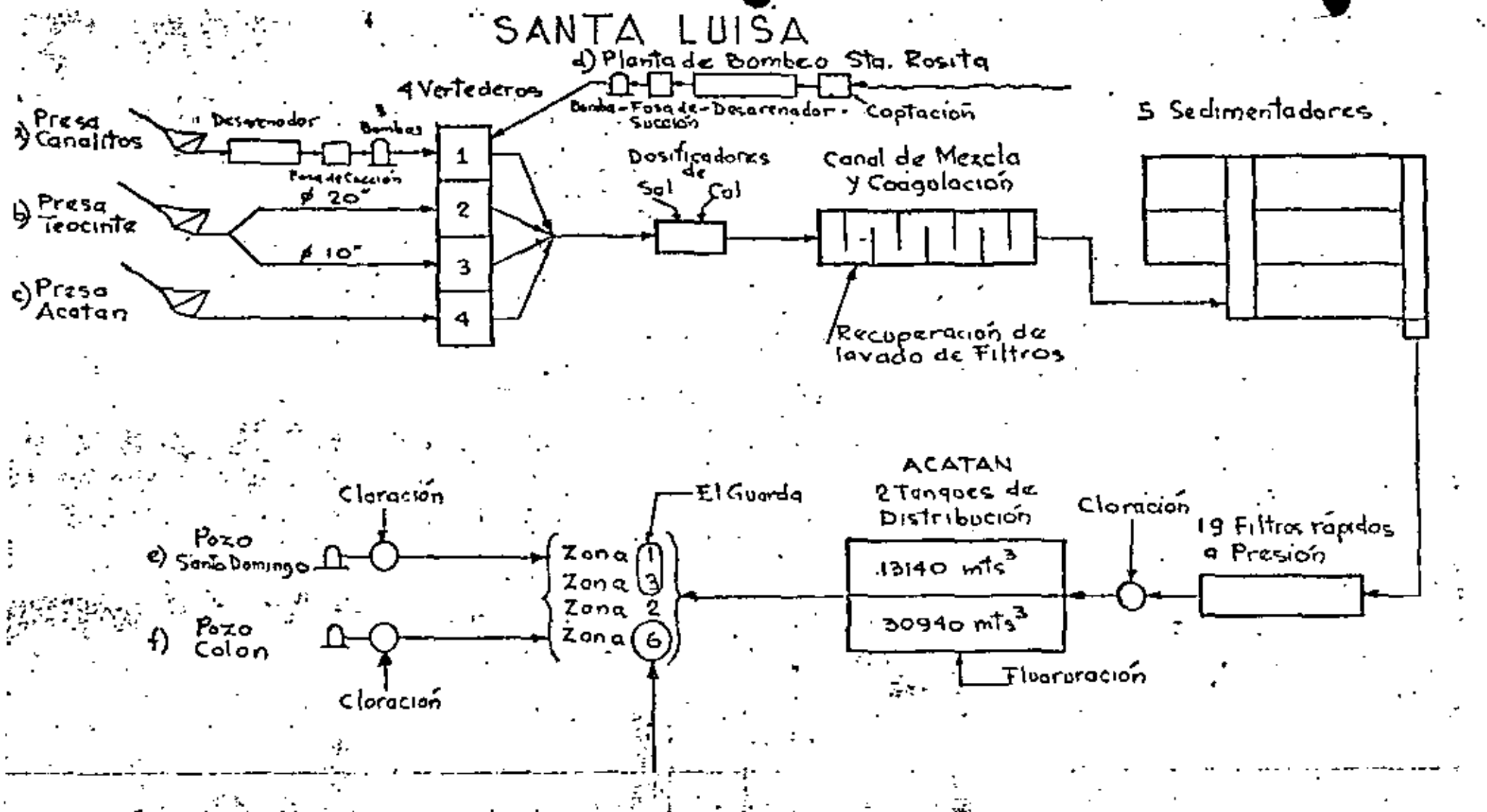
$Cu\ SO_4$

e Hipoclorito de calcio.


CERRO DEL CARMEN
STA. DOMINGA
COLON
STA. ROSITA
CAUALITOS
SANTA LOISA
CIUDAD DE GUATEMALA
EL GUARDA VIEJO
CIUDAD VIEJA
DIAGONAL 6
AGUA BONITA
ACATAN
THEOCINTE
EL CAMBRAY
PINULA
HINCADIE

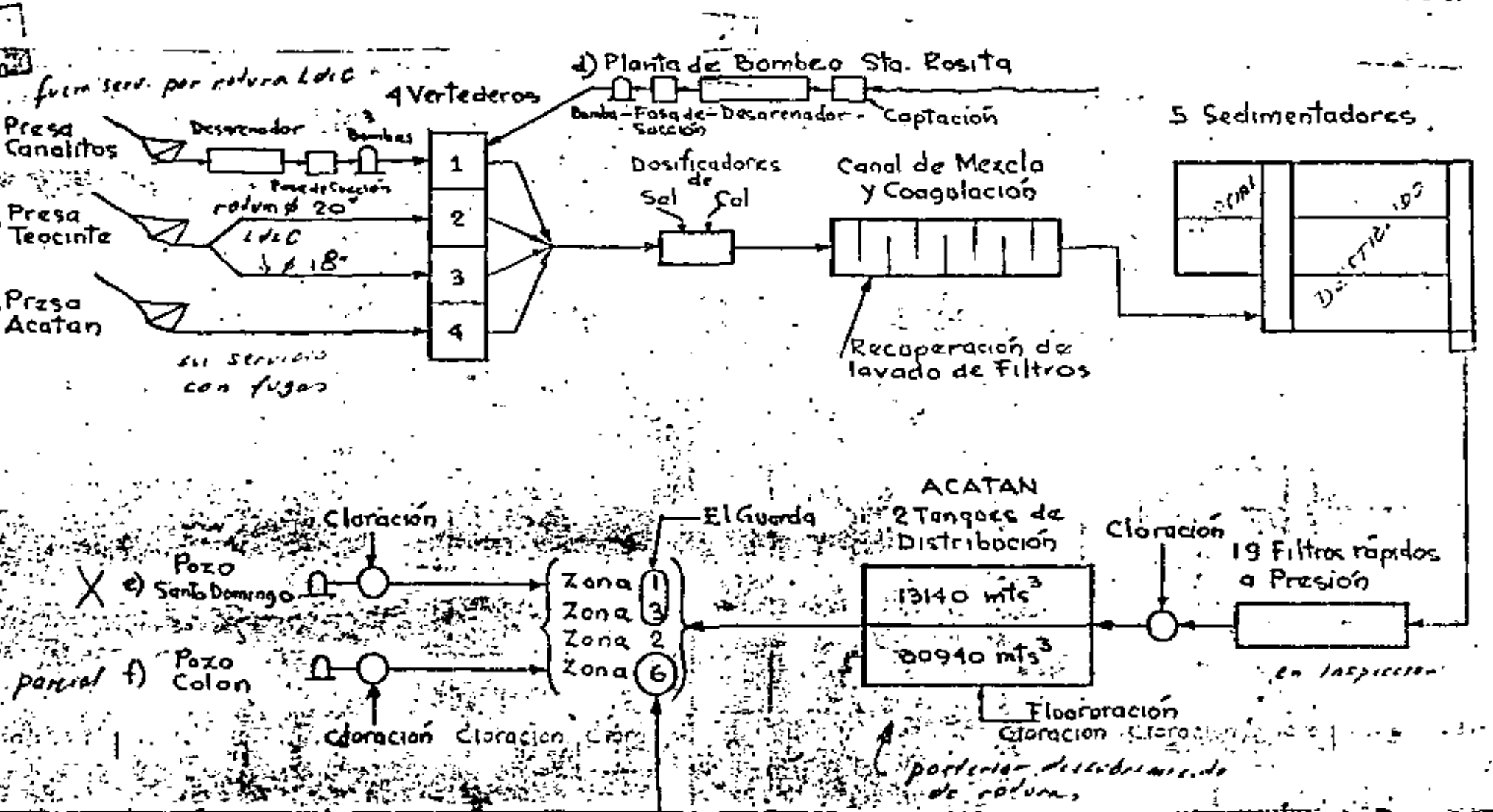

PLANTA SANTA LUISA
CORTE LONGITUDINAL
TANQUE ACTUAL

SANTA LUISA

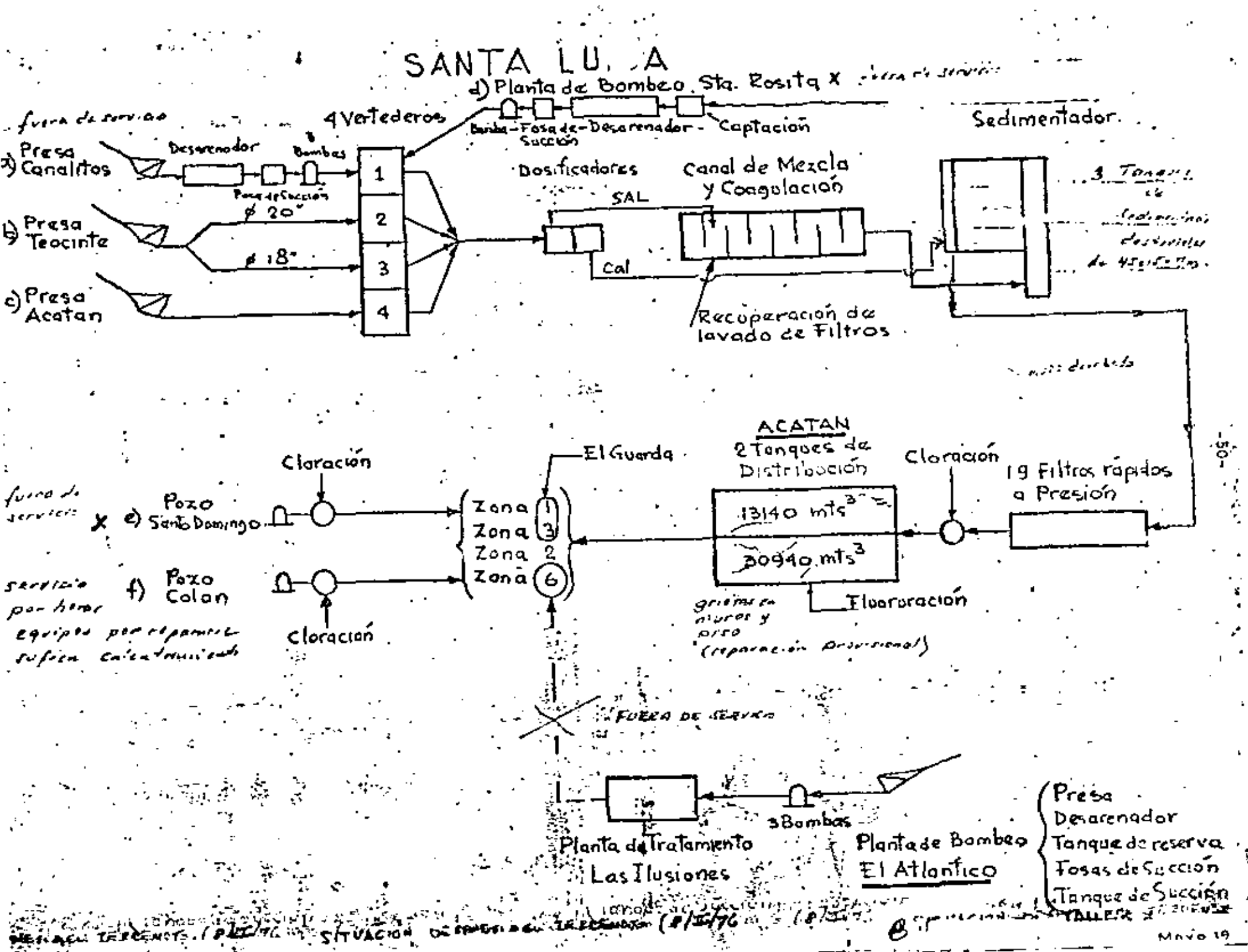

d) Planta de Bombeo Sta. Rosita
Bomba - Fosa de Succión - Desarenador - Captación
4 Vertederos
a) Presa Canalitos
Desarenador
Bombas
Fosa de Succión
b) Presa Teocinte
ø 20"
ø 10"
c) Presa Acatan
1
2
3
4
Dosificadores de Sal Cal
Canal de Mezcla y Coagulación
Recuperación de lavado de Filtros
5 Sedimentadores
ACATAN
2 Tanques de Distribución
13140 mts³
30940 mts³
Fluoruración
Cloración
19 Filtros rápidos a Presión
El Guarda
Zona 1
Zona 3
Zona 2
Zona 6
e) Pozo Santo Domingo
f) Pozo Colon
Cloración
Cloración

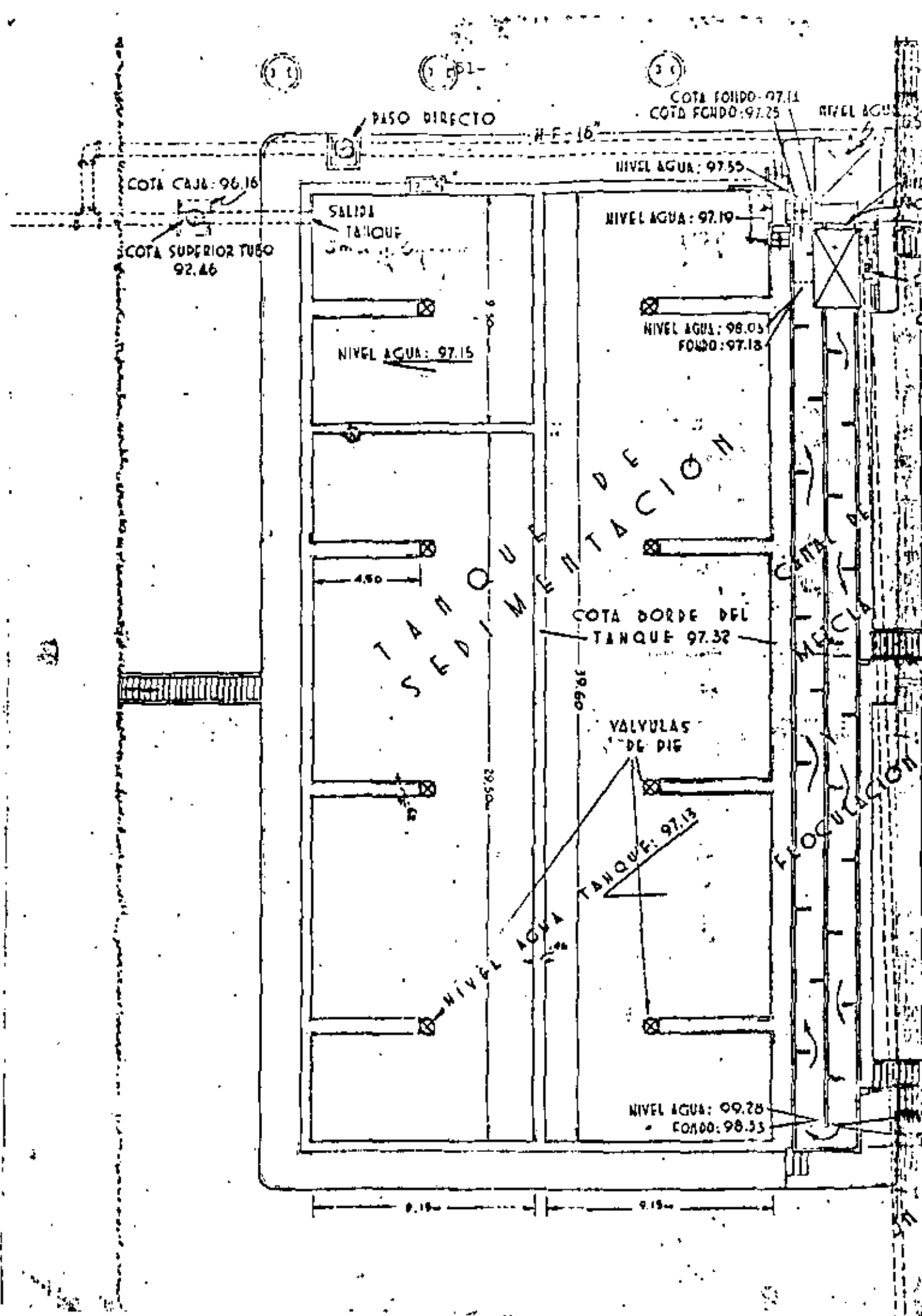
SANTA LUISA

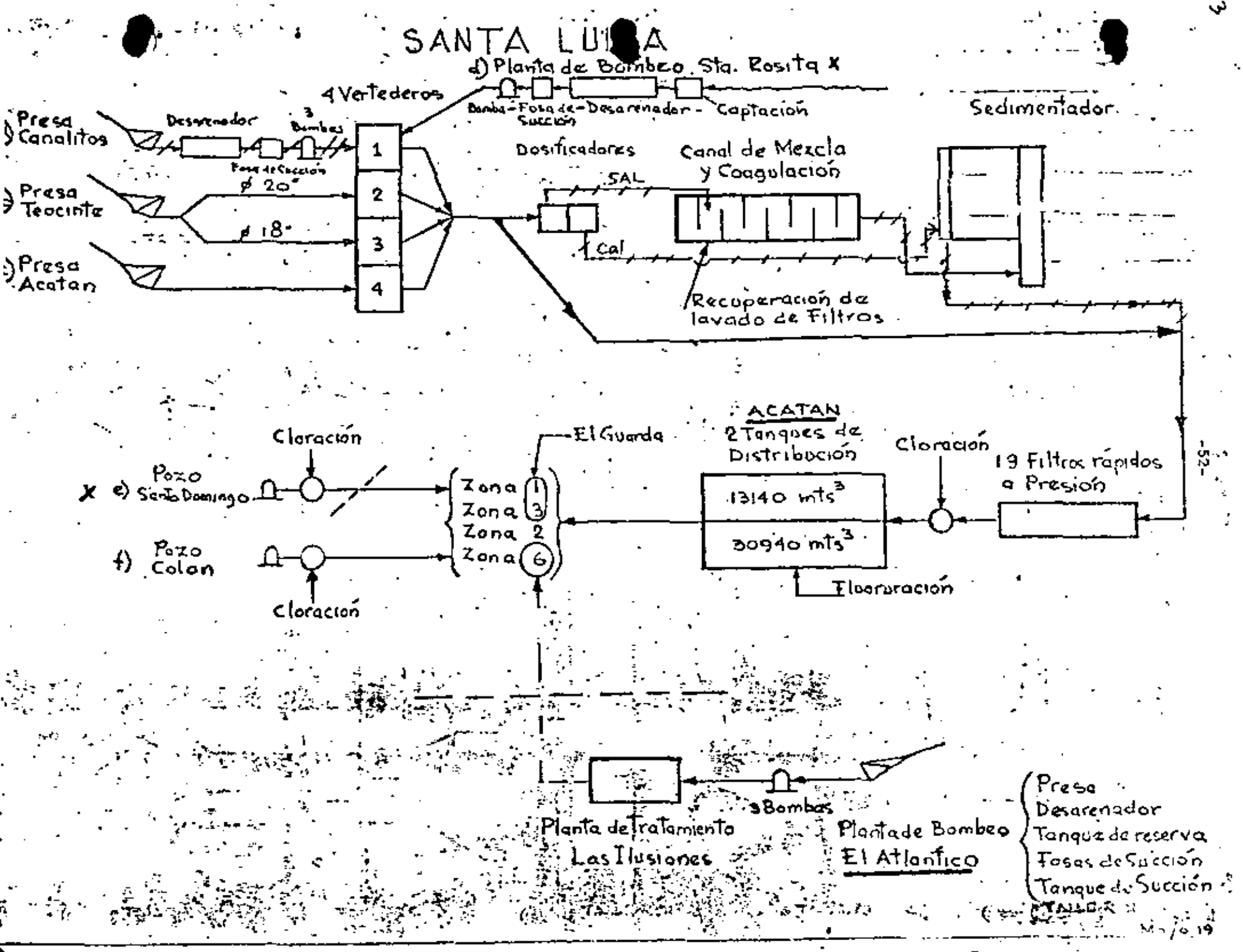
1er diagnóstico



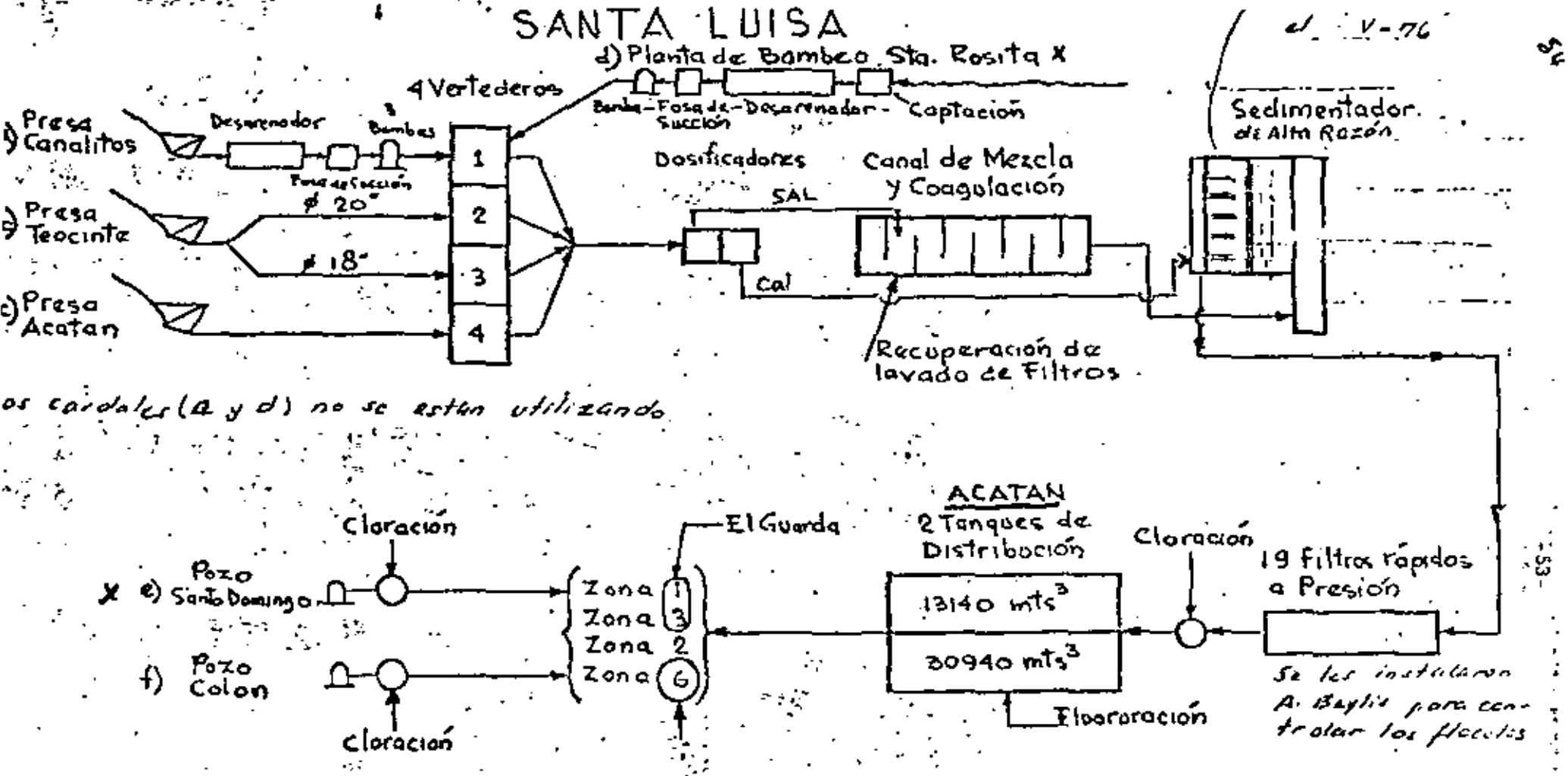
SANTA LU. A


d) Planta de Bombeo Sta. Rosita x
Bomba
Fosa de Succión
Desarenador
Captación
4 Vertederos
Sedimentador
fuera de servicio
a) Presa Canalitos
Desarenador
Bombas
Fosa de Succión
ø 20"
b) Presa Teocinte
ø 18"
c) Presa Acatan
1
2
3
4
Dosificadores
SAL
Cal
Canal de Mezcla y Coagulación
Recoperación de lavado de Filtros
3 Tanques de sedimentación
ACATAN
2 Tanques de Distribución
13140 mts³
30940 mts³
Cloración
19 Filtros rápidos a Presión
Fluoruración
El Guarda
Zona 1
Zona 3
Zona 2
Zona 6
Cloración
fuera de servicio
x e) Pozo Santo Domingo
servicio por tener equipos por reparar sufren calentamiento
f) Pozo Colon
Cloración
FUERA DE SERVICIO
Planta de Tratamiento Las Ilusiones
3 Bombas
Planta de Bombeo El Atlantico
Presa
Desarenador
Tanque de reserva
Fosas de Succión
Tanque de Succión
Mayo 19


PASO DIRECTO
H.F. 16"
COTA FONDO: 97.11
COTA FONDO: 97.25
NIVEL AGUA: 97.55
COTA CAJA: 96.16
SALIDA TANQUE
COTA SUPERIOR TUBO 92.46
NIVEL AGUA: 97.19
NIVEL AGUA: 97.15
NIVEL AGUA: 98.05
FONDO: 97.18
TANQUE DE SEDIMENTACION
CANAL DE MEZCLA
COTA BORDE DEL TANQUE 97.32
VALVULAS DE DIE
NIVEL AGUA TANQUE: 97.13
FLOCULACION
NIVEL AGUA: 99.28
FONDO: 98.33


SANTA LUCIA
d) Planta de Bombeo Sta. Rosita X
Bomba - Fosa de Succión - Desarenador - Captación
4 Vertederos
Presa Canalitos
Desarenador
3 Bombas
Fosa de Succión
Presa Teocinte
ø 20"
ø 18"
Presa Acatan
1
2
3
4
Dosificadores
SAL
Cal
Canal de Mezcla y Coagulación
Sedimentador
Recuperación de lavado de Filtros
ACATAN
2 Tanques de Distribución
13140 mts³
30940 mts³
Floruración
Cloración
19 Filtros rápidos a Presión
El Guarda
Zona 1
Zona 3
Zona 2
Zona 6
X e) Pozo Santo Domingo
f) Pozo Colon
Cloración
Cloración
Planta de Tratamiento Las Ilusiones
3 Bombas
Planta de Bombeo El Atlantico
Presa
Desarenador
Tanque de reserva
Fosas de Succión
Tanque de Succión
-52-

SANTA LUISA



Los caudales (a y d) no se estan utilizando

Se les instalaron A. Baylis para controlar los flocculos

Rehabilitación:

Planta Santa Luisa:

Las modificaciones del Sedimentador que quedó utilizable obedecen al diseño propuesto por el Ing. Castagnino Asesor CEAS - DIP. AMS -

Se convirtió en un Sedimentador de alta razón y se le agregaron canaletas de recolección.

Planta de Tratamiento El Atlantico Las Ilusiones

3 Bombas

Planta de Bombeo El Atlantico

Presa
Desarenador
Tanque de reserva
Fosa de Succión
Tanque de Succión

Mayo 19

% de Caudales Recuperados. Formación 1

SECCION DE AGUAS — GASTO EN: — LUGAR:

LECTURA: — DE 1,975

SECCION PLANTAS — AÑO HIDROLOGICO:

													TOTAL	%
[illegible]	434,04	402,97	425,40	446,49	459,75	337,18	[illegible]	346,16	396,00	438,37	441,37	464,64	4975,16	13,63
[illegible]	446,55	414,01	427,57	411,26	408,42	336,95	422,29	425,87	411,37	414,92	409,94	423,46	5313,11	13,73
[illegible]	206,55	169,26	157,68	137,51	159,11	119,42	192,55	244,51	233,55	232,72	218,62	216,15	2345,12	6,42
[illegible]	107,54	96,36	91,28	98,22	86,69	90,70	66,70	39,42	25,57	74,95	99,03	49,75	920,61	2,63
[illegible]	142,57	117,05	124,62	118,59	109,14	94,52	112,00	90,24	—	14,07	112,04	123,44	1160,94	3,47
TOTAL	1337,05	1099,36	1240,26	1202,77	1214,15	1133,47	1140,19	1145,00	1055,65	1135,06	1281,01	1283,45	14472,94	39,94
[illegible]	775	700	775	750	775	750	775	775	750	775	775	775	9145	,25
[illegible]	270,51	187,89	211,54	174,17	179,07	239,35	231,39	246,67	265,49	329,40	249,47	383,90	2985,95	8,18
[illegible]	185,10	194,28	213,70	285,70	313,59	272,34	205,01	226,07	229,55	152,47	101,47	44,97	2176,60	5,99
TOTAL	401,61	381,17	431,99	531,77	468,41	456,69	414,55	480,49	502,74	490,62	409,99	433,87	5264,00	14,42
[illegible]	206,55	123,07	125,06	94,41	101,92	119,71	122,46	169,24	183,15	237,14	221,16	217,51	1925,11	5,36
[illegible]	[illegible]	226,73	251,72	251,76	285,61	211,20	218,13	177,75	210,09	182,28	162,12	181,32	2350,35	6,56
[illegible]	8,09	7,85	8,60	8,40	8,15	8,12	8,15	5,53	7,30	8,27	8,40	8,68	100,11	,27
[illegible]	148,44	124,12	148,44	151,38	123,05	96,04	99,20	99,20	96,00	99,20	96,00	99,20	1389,33	3,81
[illegible]	149,17	146,00	155,00	130,65	154,59	144,00	154,00	149,00	159,00	154,79	150,00	155,00	1811,36	4,96
[illegible]	60,45	54,60	60,45	58,60	60,45	58,50	58,74	60,45	58,50	60,45	48,75	44,50	684,24	1,88
[illegible]	169,26	155,88	81,32	102,74	159,46	161,280	169,20	169,20	163,72	169,20	163,74	169,20	1840,38	5,04
TOTAL	921,09	842,87	837,42	706,72	819,02	700,33	541,37	828,97	872,98	912,93	838,17	775,71	10101,35	27,68
[illegible] 702	1021,11	923,92	721,98	773,37	988,23	917,14	931,59	949,29	971,285	1324,02	943,94	921,00	11684,16	31,46
DIAMANTE	658,27	624,68	625,07	649,52	595,37	522,28	571,81	524,92	516,21	565,99	532,71	686,17	7018,10	19,23
TOTAL	1679,45	1548,60	1347,05	1422,89	1583,60	1439,42	1503,40	1470,21	1487,55	1610,02	1476,65	1607,17	18702,26	50,69
[illegible]	444,22	377,37	456,20	391,70	395,75	328,68	434,97	420,72	371,42	400,61	421,82	462,20	4916,60	13,52
TOTAL	444,22	377,67	456,20	391,70	395,75	368,68	434,97	420,72	371,42	400,61	421,82	462,20	4916,60	13,52
15 y 15	21,61	19,60	21,70	5,60	—	—	—	—	—	—	—	—	68,51	,53
15 y 35	18,22	17,01	20,85	20,70	15,90	19,20	19,84	19,84	19,20	11,99	12,15	11,47	206,74	,57
[illegible]	—	—	—	—	24,60	—	—	—	—	—	—	—	24,60	,79
COLON	29,14	26,32	29,14	22,20	29,14	28,20	29,14	29,14	28,20	29,14	28,20	29,14	343,10	,94
CIUDAD VIEJA	—	—	7,02	—	3,71	21,60	22,32	22,32	—	18,54	18,46	21,57	136,86	,55
[illegible]	1,55	1,40	1,55	1,50	1,10	1,50	1,55	1,55	1,50	1,55	1,50	1,55	17,80	,05
[illegible]	13,48	12,14	13,72	14,50	8,15	15,00	15,50	15,50	13,52	8,18	11,10	11,47	153,41	,42
[illegible]	62,42	54,94	60,60	55,98	59,16	59,10	61,07	61,07	59,10	60,11	—	—	593,35	1,96
TOTAL	149,06	131,41	152,68	125,27	141,26	144,60	149,42	149,42	121,42	120,11	71,45	[illegible]	1515,09	4,25
TOTAL	[illegible]	4497,27	4734,61	4423,37	4601,11	4252,15	[illegible]	4449,51	4410,76	4726,[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	182,10
PROM.	156,17	150,42	153,72	147,47	148,71	145,11	146,61	144,27	147,51	152,53	152,22	154,47	159,20	

M. AÑO: — PROMEDIO:

MIN. AÑO: — CALCULO:

ANEXO 1

TERMINOS DE REFERENCIA QUE SE PLANTEARON PARA LA ASESORIA SOLICITADA EN LA REHABILITACION DE LA PLANTA DE FILTROS DE SANTA LUISA A EMPAGUA.

Guatemala 9 de febrero de 1976.

DURACION: 2 semanas.

Iniciación: Lo más pronto posible y en el mes de febrero de 1976.

1. ANTECEDENTES.

1.01 Con motivo del sismo del 4 de febrero se dañaron severamente los 3 sedimentadores mayores de la Planta Santa Luisa de EMPAGUA, hasta el punto de considerarlos inutilizables.

1.02 El personal de la División de Operación y Mantenimiento puso a trabajar las unidades de sedimentación pequeñas existentes en esta planta.

1.03 Actualmente la turbiedad del agua cruda es baja, pero en la temporada de lluvias sube considerablemente, la cual se inicia usualmente a mediados de mayo.

2. PROPOSITO DE LA ASESORIA.

2.01 Colaborar en la formulación de un programa de operación de la planta, para tener la mejor eficiencia de las unidades actualmente en servicio.

2.02 Asesorar en el diseño de instalaciones que aumentan la eficiencia de la sedimentación, para aprovechar al máximo la capacidad de los filtros y de paso de las tuberías.

2.03 Elaborar los lineamientos de un plan de rehabilitación de la planta, señalando las dimensiones y características más convenientes de las unidades de tratamiento, ésto como de guía de anteproyecto.

3. PLAN DE ACTIVIDADES.

3.01 Realizar una visita detallada a la Planta Santa Luisa y examinar los datos de operación y de calidades del agua existentes.

3.02 Formular un programa de trabajo en conjunto con las contrapartes de EMPAGUA.

3.03 Preparar el programa de operación referido en 2.01 e instruir al personal profesional y operadores sobre su puesta en marcha.

3.04 Asesorar en aspectos de diseño de instalaciones nuevas, tales como pantallas, celdas inclinadas y otras para aumentar la eficiencia de la sedimentación y demás unidades, aprovechando al máximo lo disponible y reacondicionando partes de la planta.

3.05 Hacer el plan de rehabilitación, tomando en cuenta el mejor uso de las obras existentes y la posible reparación de los tres sedimentadores mayores que quedaron fuera de uso por el sismo.

4. METODO DE TRABAJO

4.01 Toda la documentación se preparará en conjunto con las contrapartes nacionales.

4.02 EMPAGUA facilitará el transporte interno y todas las medidas para desarrollar esta consultoría en forma contínua, incluso servicios de dibujo, secretaría, oficinas, elementos y servicios de laboratorio disponibles.

4.03 El medio de enlace del consultor será por intermedio del Coordinador de Programas de la OPS/OMS en el país, a quien se le comunicarán los nombres de las contrapartes.

4.04 Al finalizar sus labores, el consultor entregará un informe final, cuya parte principal estará conformado por los tres documentos resultantes del cumplimiento de los propósitos (ver 2.01 al 2.03), incluyendo un breve resumen de actividades y modalidad de su desarrollo.

4.05 El consultor deberá atenerse a lo estipulado en el "Manual de Consultores de Corto Plazo" de la OPS/OMS y hará un esfuerzo especial por actuar conforme a la situación de emergencia que vive el país y al exceso de trabajo y de tensión que está viviendo el personal de EMPAGUA.

Vb. REPARACION DE DAÑOS Y SOLUCION ADOPTADA EN SANTA LUISA

El primer intento de restablecimiento del servicio en la Planta Santa Luisa, se hizo proporcionando agua cruda del río Acatán que, aunque tenía algunos sólidos en suspensión, su turbidez y color eran bastante favorables, empleando como by-pass la linea de 18" HF, el canal de mezcla y coagulación antiguo, así como los dosificadores de SAL (sulfato de aluminio) y CAL.

Se hizo pasar el agua floculada a través del tanque de sedimentación que quedó, y por la urgencia no se removieron los escombros, solo el lodo. Una de las válvulas de fondo no cerraba totalmente por haberse deformado el vástago y roto el pin que mantenía la tapadera o plato en su sitio. El agua se pasó a través de los filtros y se le aplicó cloración subiéndose la dosificación a modo de tener un cloro residual de 1.5 ppm.

De acuerdo con el consultor de OSP/OMS, Ingeniero Castagnino, para obtener mejor flóculo se conectó una manguera de 1" y 1/2" al dosificador de SAL (sulfato de aluminio) mezclándose la solución y dejándola caer al 2o. canal de mezcla (grande) a una distancia aproximada de 9m. y la cal por medio de otra manguera PVC de 1" 1/2 x 25m. de longitud, se vació en el tanque de sedimentación (pendiente de reforma) antes del vertedero a la altura del 1er. pasillo de norte a sur.

Se siguió con el diseño de la sección de pantallas inclinadas de polietileno que se tiene proyectadas a lo ancho de los 2 tanques de sedimentación juntos (19.50m.) Se pondrán 82 pantallas de polietileno de 1.20m. de alto (inclinadas a 60°) separadas 5cm. entre sí c/u con un espesor de 0.030", de color negro se sujetarán con soleras y columnas de madera y se dispondrán canaletas de recolección transversales y una mayor longitudinal para recibir el agua decantada. Posteriormente las pantallas se decidió reemplazar el polietileno por planchas de A.C. de 8' x 4' x 1/4". La longitud del vertedero que recogía el agua de los dos tanques de sedimentación en conjunto daban 18.12 m.

En el diseño propuesto se propone ampliar dicha longitud mediante 5 canaletas rectangulares de 8.40m. x 0.40 x 0.30 m. c/u, que permitirán disminuir la velocidad del agua sedimentada y evitar el arrastre del flóculo de sulfato de aluminio y que penetre en los filtros de presión a través del lecho filtrante a la línea de conducción, tanque de distribución y red.

Se procedió a revisar los lechos filtrantes posteriormente en los filtros rápidos a presión.

El asesor Ing. Castagnino, enviado por la OSP/OMS intervino en el cálculo para remodelar 2 de los tanques de sedimentación para transformarlos en un sedimentador de alta razón empleando pantallas inclinadas a 60°; luego los ingenieros nacionales completaron el diseño detallado de la armaduría para la fase constructiva. Se pusieron en servicio el 19 de mayo de 1976.

VI. REPARACION DE DAÑOS.

Los ingenieros guatemaltecos de Operación y Mantenimiento tenían a su cargo la labor de rehabilitación de los otros servicios y se dieron los trabajos de perforación de pozos y continuación de la búsqueda de fugas subterráneas a varias compañías por contrato. Los trabajos de construcción se encomendaron a la División de Construcción de EMPAGUA.

No se descuidó en ningún momento la toma de muestras en la Ciudad por parte del Laboratorio de EMPAGUA, adscrito a la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria; durante el mes de febrero se llevaron a cabo más de seiscientos análisis químico-sanitarios y bacteriológicos. (ver anexo).

La planta de Santa Luisa por medio de la rehabilitación diseñada por el asesor OSP/OMS Ing. Castagnino, se espera que a mediados de mayo estará tratando 35 MLD con turbideces arriba de 1000 ppm.

La rehabilitación básicamente consistirá:

1. En suprimir los tabiques que tenían los dos tanques que trabajaron después del terremoto como uno solo pero que el aumento de velocidad y disminución del período de retención asociado a la poca longitud del vertedero de salida provocaban arrastre de los flóculos.

2. Levantar uno de los muros mostrados con el No.1 en el plano de planta hasta una altura de 2m. bajo el nivel del pasillo perimetral, construcción de un panel de 82 pantallas con una inclinación de 60°, y una longitud de 20 mts. confeccionados con tela de polietileno de 30 mm. de espesor en dos franjas de 60 cm. cada uno para darle 1.20 m a la pantalla inclinada; la reparación se hará con bloques de madera de 5 x 5 cm. entre pantalla y pantalla.

3. Remodelación del piso con mayor pendiente para arrastre hidráulico de lados por medio de válvulas de fondo.

4. Construcción de canaletas de hierro soportadas por columnas y parte del antiguo colector de salida para aumentar la longitud del vertedero de agua decantada.

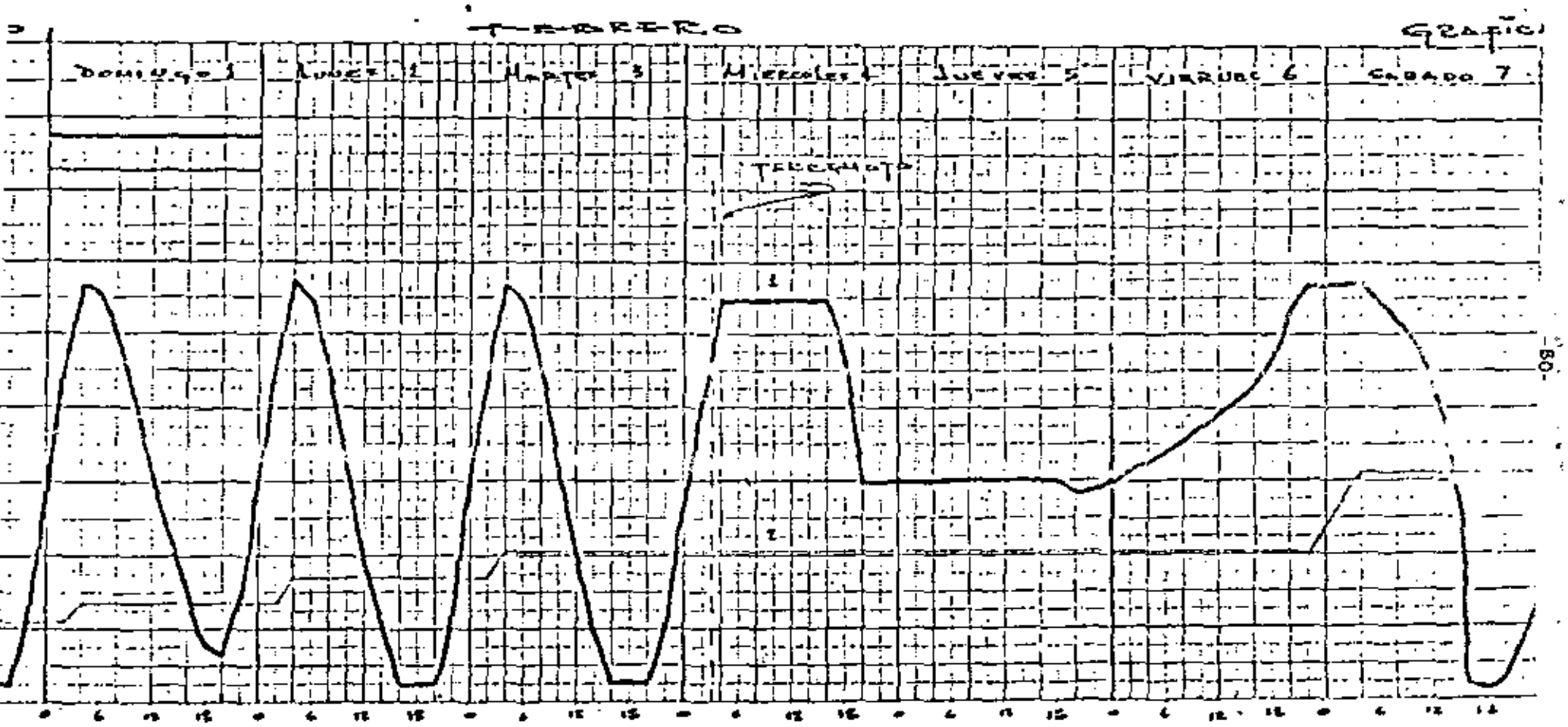
5. Reubicación de las salidas de sulfato de aluminio y de la cal para obtener mejor floculación y neutralización.

6. Construcción de un vertedero para conocer la cantidad de agua empleada en los filtros rápidos a presión, localizado en el canal que colecta el agua de lavado y retrolavado de los filtros.

7. Instalación de dispositivos Baylis para establecer si el flóculo atraviesa el lecho filtrante.

8. Análisis de control de agua cruda, al ingreso por los pozos vertederos, a la salida del canal de mezcla y coagulación, a la salida del sedimentador de alta razón, de las unidades de filtración de arena y grava así como los de la batería de antracita, y por último;

9. Análisis químico sanitario y control de cloro y fluor residual a la salida del Tanque de Distribución y en puntos extremos de la red de distribución. Se aplicó 1.5 ppm. de cloro residual durante el período 4 de febrero al 4 de junio 1976.


TRABERO
GRAFICO
DOMINGO 1
LUNES 2
MARTES 3
MIERCOLES 4
JUEVES 5
VIERNES 6
SABADO 7
TERCEROTE

VII. INFORMES DE LABORATORIO.

El Departamento de Laboratorio trabajó asiduamente durante el terremoto tomando muestras y haciendo análisis, no solo para la ciudad capital y su Empresa de Aguas, sino que también tomando otras para los organismos internacionales que querían auscultar la situación desde el ángulo de salud pública.

Como el desastre cubriera varios departamentos (provincias), otras entidades también mandaron muestras de agua a analizar.

El trabajo de laboratorio lo realizó la Doctora Alba Tabarini de Abreu, Jefe del Laboratorio de Aguas de EMPAGUA, adscrito a la Universidad, y colaboradores.

A continuación se presenta parte de los análisis durante esa temporada y los histogramas que indican el número total de análisis hechos.

AGUA DE LA [illegible]AD DE GUATEMALA
([illegible]ACUA)
SEMANA DEL 4 al 7 de FEBRERO DE 1976

SITIO	LUGAR	FUENTE	FECHA	HORA	TEMP.	COLOR Unid.	TURB. Unid.	NITRITOS mg/l	CLORO RESID.	COLIFORME TOTAL	OBSERV.
Tanque-Guarda	Vert. L.1	Ojo-Agua	4-2-76	14:40	23°C.	330.0	240.0	0.030	1.1	Negativo	Bact. Potable
" "	" "	" "	"	15:45	23°C.	160.0	180.0	0.015	1.9	"	"
" "	" "	" "	"	16:50	21°C.	80.0	8.5	0.002	1.2	"	"
" "	" "	" "	"	17:30	21°C.	10.0	5.1	0.002	1.3	"	"
" "	" "	" "	"	18:00	21°C.	10.0	4.2	0.001	1.3	"	"
" "	Vert.L.2	" "	"	16:50	21°C.	20.0	54.4	0.005	0.7	"	"
" "	" "	" "	"	17:30	20°C.	3.0	3.0	0.001	1.2	"	"
" "	" "	" "	"	18:00	20°C.	3.0	2.2	0.001	1.2	"	"
Tanque-Guarda	Vert.L.1	Ojo deAgua	5-2-76	10:25	24°C	1.0	3.5	0.001	0.8	Negativo	Potable
" "	" "	" "	"	11:45	24°C.	1.0	4.9	0.009	0.6	"	"
" "	" "	" "	"	15:20	24°C.	1.0	5.0	0.001	0.95	"	"
" "	" "	" "	"	16:30	22°C.	1.0	2.5	0.003	1.2	"	"
" "	" "	" "	"	17:40	21°C.	1.0	1.9	0.000	1.2	"	"
" "	Vert.L2	" "	"	10:50	24°C.	2.0	1.16	0.003	0.35	"	"
" "	" "	" "	"	11:45	24°C.	1.0	2.8	0.009	0.9	"	"
" "	" "	" "	"	15:20	24°C.	1.0	5.0	0.001	0.9	"	"
" "	" "	" "	"	17:40	21°C.	1.0	5.0	0.001	0.9	"	"
" "	" "	" "	"	18:30	19°C.	1.0	2.2	0.005	1.4	"	"

Vert. = Vertedero
Bact. = Bacteriológico

Analistas:
Moisés Dubón F.
Otto Samayoa

Supervisado por:
DRA. ALBA I. DE ABREU

SITIO	LUGAR	FUENTE PLANTA	FECHA	HORA	TEMP. °C.	COLOR UNID.	TURB. UNID.	NITRITOS mg/l.	CLORO RESID.	COLIF. TOTAL	OBSERV. Bact.
15Av.13-06Z.7	G.J.	Brigada	5-2-76	15:30	20	2.0	1.16	0.003	0.35	Negativo	Potable
"	G.J.	"	"	16:45	21	30.0	12.00	0.001	0.4	"	"
Campamento Mpal. Z.10	G.	Cambray	5-2-76	11:10	19	15.0	8.6	0.002	1.7	Negativo	Potable
Tanque-Guarda	Vert.L.1	Ojo-Agua	6-2-76	10:00	22	5.0	8.0	0.001	0.9	Negativo	Potable
" "	" "	" "	"	11:00	23	5.0	5.0	0.001	0.9	"	"
" "	" "	" "	"	12:00	23	5.0	1.0	0.001	0.8	"	"
" "	" "	" "	"	15:30	22	5.0	1.0	0.000	0.9	"	"
" "	" "	" "	"	16:30	21	5.0	1.0	0.000	0.9	"	"
" "	" "	" "	"	18:00	20	5.0	1.0	0.000	0.9	"	"
Tanque-Guarda	Vert.L.2	Ojo-Agua	6-2-76	11:30	23	3.0	5.0	0.001	0.8	"	"
" "	" "	" "	"	12:30	23	3.0	3.0	0.001	0.8	"	"
" "	" "	" "	"	15:00	21	1.0	1.0	0.000	0.8	"	"
" "	" "	" "	"	14:00	21	1.0	1.0	0.000	0.9	"	"
" "	" "	" "	"	18:00	20	1.0	1.0	0.000	0.9	"	"
15Av.13-06Z.7	G.J.	Brigada	6-2-76	11:15	19	4.0	2.8	0.001	0.7	Negativo	Potable
"	G.J.	"	"	15:30	20	3.0	2.6	0.000	1.2	"	"
Campamento Mpal. Z.10	G.	Cambray	6-2-76	10:30	20	5.0	7.0	0.001	1.2	"	"
"	G.	"	"	16:35	19	5.0	6.2	0.001	1.3	"	"

Analistas:

Moisés Dubón F.
Silvia Echeverría
Alfonso Izás
Otto Samayoa

Supervisado por:

DRA. ALBA I. DE ABREU
JEFE DEL DEPARTAMENTO CENTRAL DE INGENIERIA
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA

SITIO	LUGAR	FUENTE PLANTA	FECHA	HORA	TEMP. °C.	COLOR UNID.	TURB. UNID.	NITRITOS mg/l.	CLORO RESID.	COLIF. TOTAL	Observ.
Planta-Cambray	Vert. Entrada	Cambray	7-2-76	16:00	19	60.0	8.0	0.001	---	Positivo	Agua Cruda Sin Tratamiento.
" "	Tque. Dist.	"	7-2-76	15:25	21	10.0	8.0	0.002	0.8	Negativo	Potable Agua-Tratada
Planta-Santa Luisa	Entrada.	Teocinte	7-2-76	11:00	18	100.0	15.0	0.002	---	Positivo	Agua Cruda Sin Tratamiento
"	Tque. Dist.	Acatán	7-2-76	11:15	18	70.0	12.0	0.001	1.6	Negativo	Potable Agua-Tratada
"	Entrada Teocinte	Teocinte	7-2-76	17:25	19	80.0	40.0	0.006	---	Positivo	Agua-Cruda Sin Tratamiento.
"	Tque. Dist.	Acatán	7-2-76	17:45	20	18.0	10.0	0.000	1.7	Negativo	Potable Agua-Tratada

Analistas:

Oscar Díaz
David Mijangos

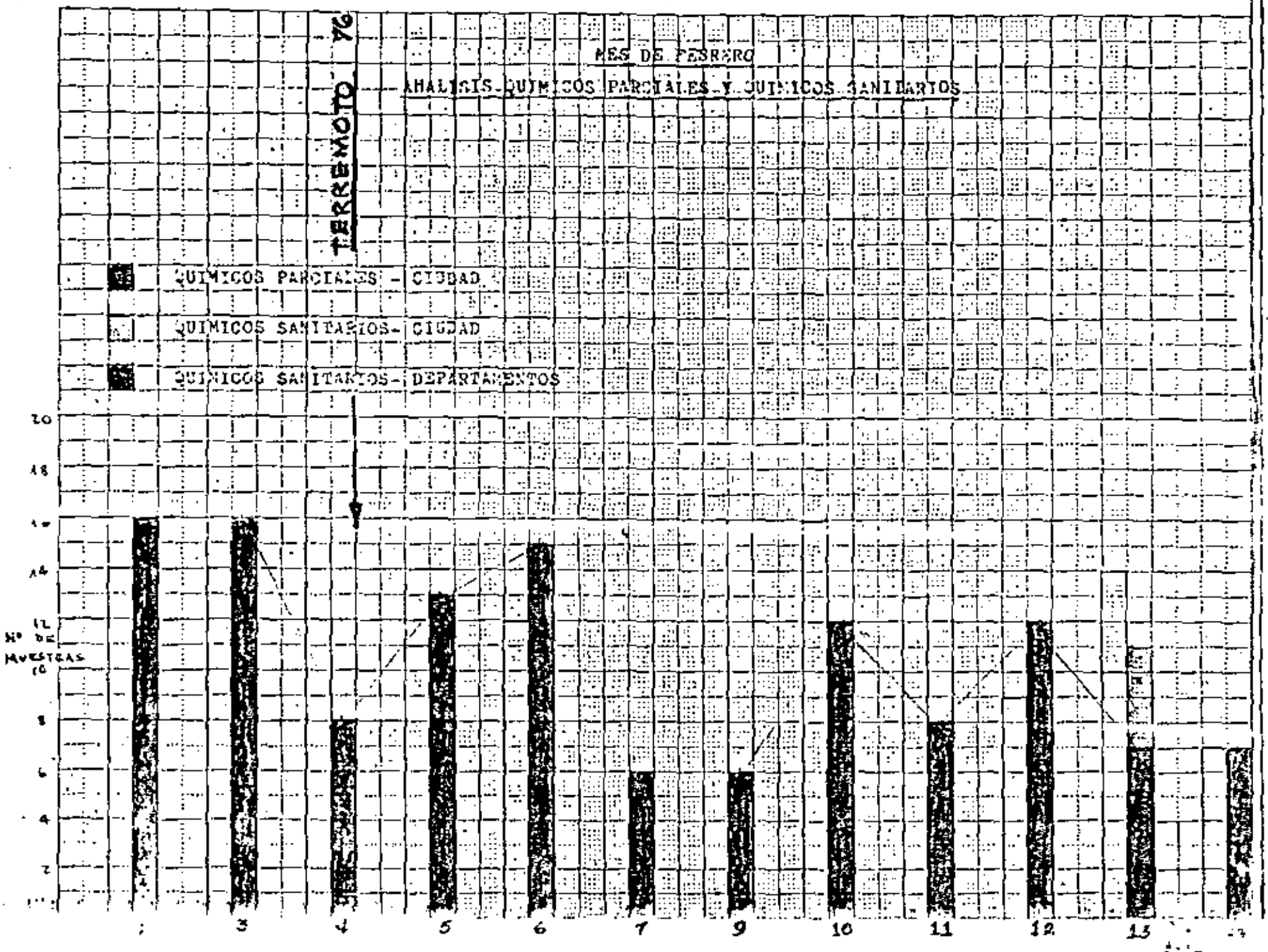
Supervisado por:

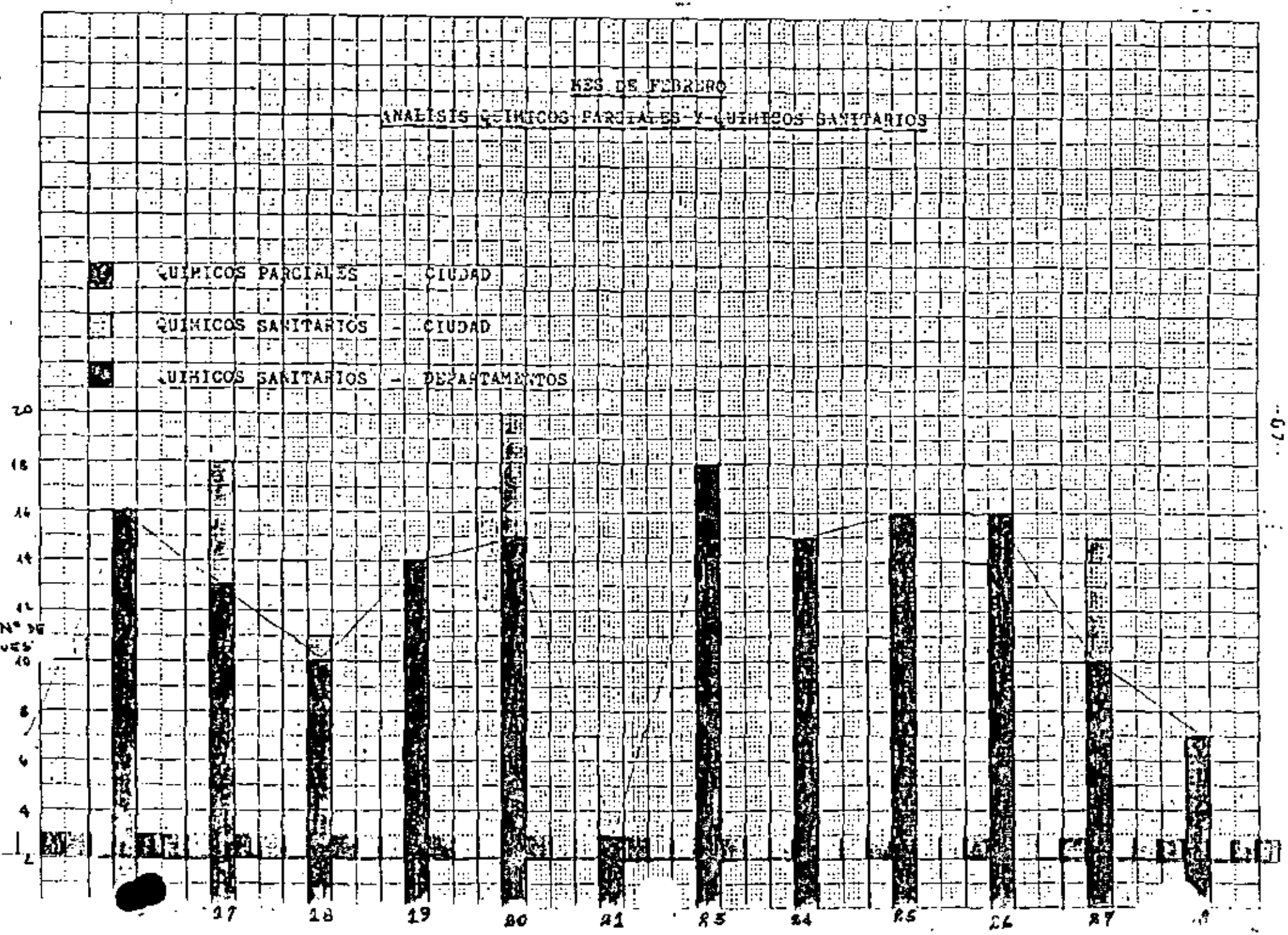
DRA. ALBA T. DE ABREU
JEFE DEL LABORATORIO DE BACTERIOLOGIA
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

157

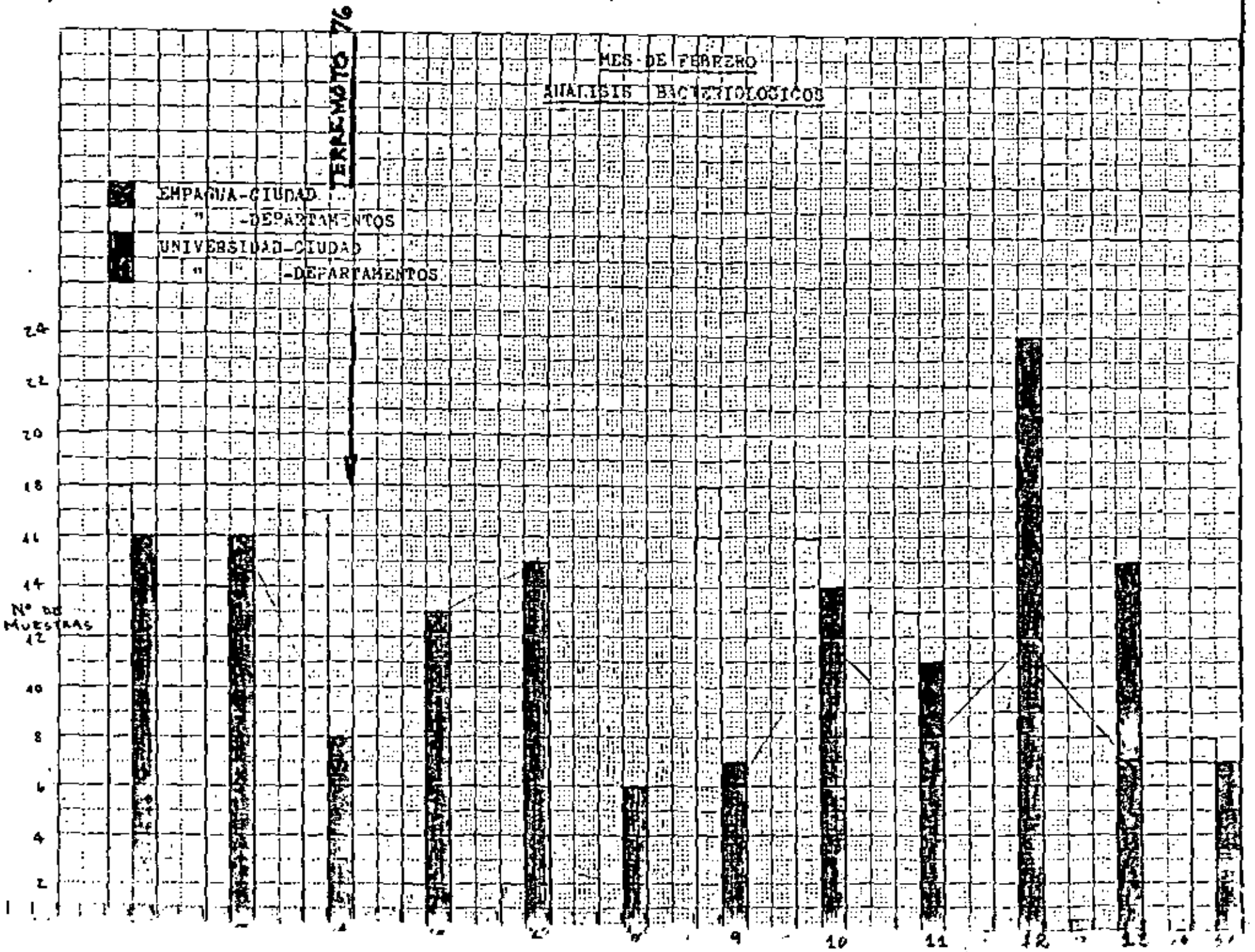
MES DE FEBRERO

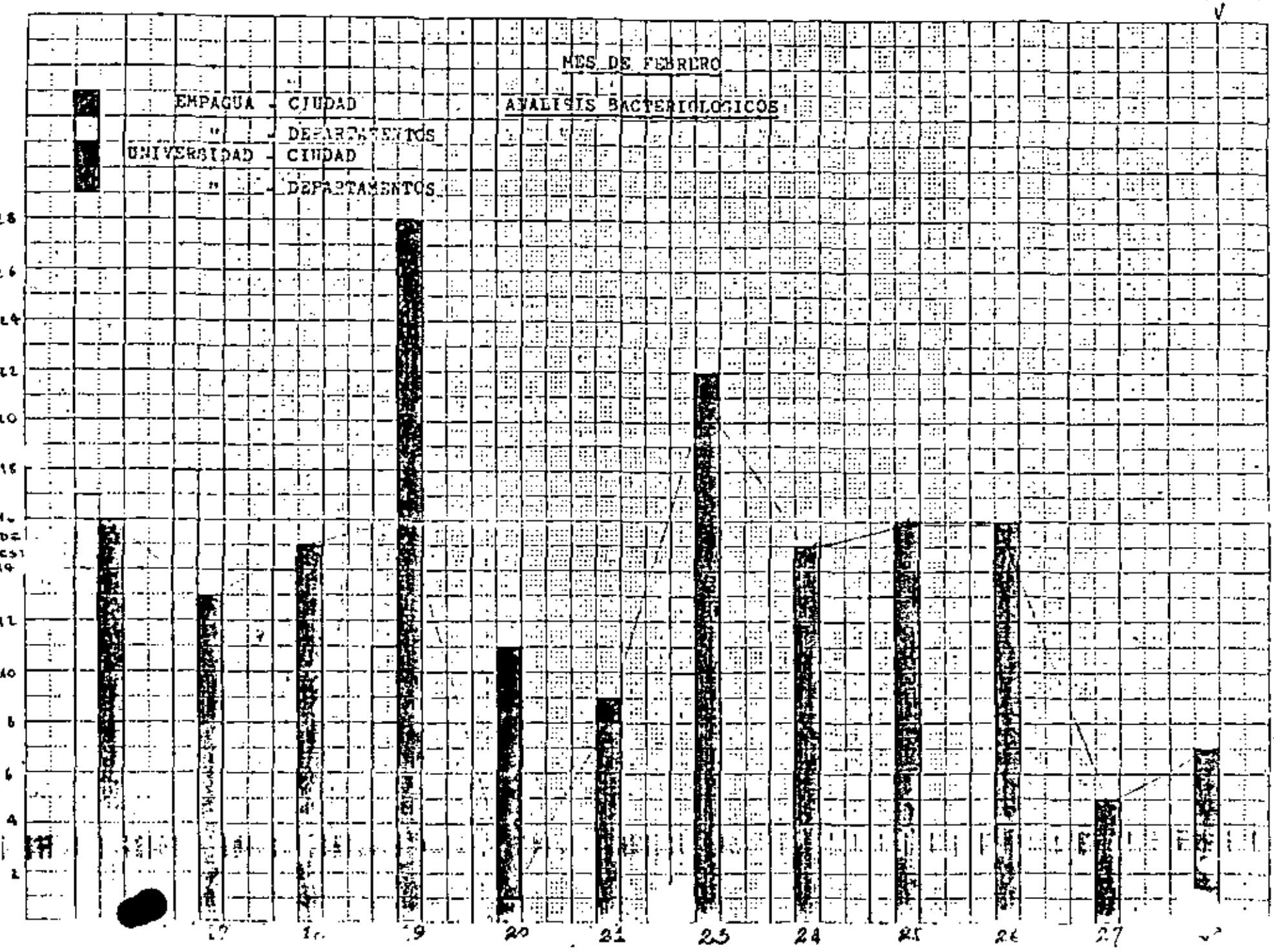
DIA	ANALISIS BACTERIOLOGICOS FECHA 75	FECHA 76	E.P.A.C.U.A. CAP. 75	E.P.A.C.U.A. CAP. 76	E.P.A.C.U.A. DEPTO. 75	E.P.A.C.U.A. DEPTO. 76	UNIVERSIDAD CAP. 75	UNIVERSIDAD CAP. 76	UNIVERSIDAD DEPTO 75	UNIVERSIDAD DEPTO 76	QUIMICOS PARCIALES E.M.P.A.C.U.A. CAP. 75	QUIMICOS PARCIALES E.M.P.A.C.U.A. CAP. 76	QUIMICOS PARCIALES E.M.P.A.C.U.A. DEPTO 75	QUIMICOS PARCIALES E.M.P.A.C.U.A. DEPTO 76	QUIMICOS SANITARIOS E.M.P.A.C.U.A. CAP. 75	QUIMICOS SANITARIOS E.M.P.A.C.U.A. CAP. 76	QUIMICOS SANITARIOS E.M.P.A.C.U.A. DEPTO 75	QUIMICOS SANITARIOS E.M.P.A.C.U.A. DEPTO 76
LUNES 2	3	2	14	16	--	--	--	--	4	--	14	16	--	--	--	--	--	--
MARTES 3	4	3	14	16	--	--	--	--	--	--	14	16	--	--	--	--	--	--
MIERCOLES 4	5	4	16	8	-1	--	--	--	--	--	16	8	--	--	-1	--	1	--
JUEVES 5	6	5	--	13	--	--	--	--	2	--	11	13	--	--	--	--	--	--
VIERNES 6	7	6	--	15	--	--	--	--	2	--	12	15	--	--	--	--	--	--
SABADO 7	8	7	--	6	--	--	--	--	--	--	--	6	--	--	--	--	--	--
LUNES 9	10	9	16	6	--	--	--	1	--	--	16	6	--	--	--	--	--	--
MARTES 10	11	10	16	12	--	--	--	2	--	--	16	12	--	--	--	--	--	--
MIERCOLES 11	12	11	13	8	--	--	--	3	--	--	13	8	--	--	--	--	--	--
JUEVES 12	13	12	9	12	--	--	--	--	-1	12	9	12	--	--	--	--	--	--
VIERNES 13	14	13	--	7	--	--	--	2	--	6	10	7	--	--	4	4	--	--
SABADO 14	15	14	-7	7	--	--	--	--	1	--	7	7	--	--	--	--	--	--
LUNES 16	17	16	16	16	--	--	--	--	1	--	16	16	--	--	--	--	--	--
MARTES 17	18	17	16	13	--	--	2	--	--	--	16	13	--	--	--	5	--	--
MIERCOLES 18	19	18	14	15	--	--	--	--	--	--	14	10	--	--	--	1	--	--
JUEVES 19	20	19	8	16	--	--	1	--	2	12	8	14	--	--	--	--	--	--
VIERNES 20	21	20	--	1	--	--	10	10	--	--	12	15	--	--	5	5	--	--
SABADO 21	22	21	7	8	--	--	--	1	--	--	7	3	--	--	--	--	--	--
LUNES 23	24	23	10	21	--	3	1	=	2	1	9	15	--	--	--	--	--	3
MARTES 24	25	24	15	15	--	--	--	--	--	--	15	15	--	--	--	--	--	--
MIERCOLES 25	26	25	13	16	--	--	--	--	--	--	11	16	--	--	--	--	--	--
JUEVES 26	27	26	--	16	--	--	--	--	--	--	14	16	--	--	--	--	--	--
VIERNES 27	28	27	--	5	--	--	--	--	--	--	4	10	--	--	5	5	--	--
SABADO 28	--	28	--	7	--	--	--	--	--	-	--	7	-	-	--	--	--	-





46 010





ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL	
ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SA
20	1	20	1	20	1	20	
20	1	20	1	20	1	20	
20	1	20	1	20	1	20	
20	1	20	1	20	1	20	
20	1	20	1	20	1	20	
20	1	20	1	20	1	20	
20	1	20	1	20	1	20	
20	1	20	1	20	1	30	
20	1	20	1	20	1	20	
20	1	20	1	20	1	20	
20	1	20	1	20	1	20	
20	1	20	1	20	1	20	
20	1	20	1	20	1	30	
20	1	20	1	20	1	30	
20	1	20	1	20	1	30	
20	1	20	1	20	1	30	
20	1	20	1	20	1	20	
20	1	20	1	20	1	30	
20	1	20	1	20	1	30	
20	1	15	1	20	1	30	
20	1	20	1	20	1	20	
20	1	20	1	20	1	20	
20	1	20	1	20	1	30	
20	1	20	1	20	1	30	
20	1	20	1	20	1	30	
20	1	20	1	20	1	51	
20	1	—	—	20	1	62	
20	1	—	—	20	1	58	
20	1	—	—	20	1	58	
620	31	595	18	620	31	893	
20	1	19	1	20	1	29	

MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO	
E	S	E	S	E	S	E	S
75	1	75	1	20	1	40	
66	1	83	1	20	1	75	
75	1	300	1	20	1	100	1
75	1	83	1	150	1	200	1
75	1	150	1	20	1	250	1
50	1	266	1	20	1	150	1
75	1	175	1	18	1	100	1
75	1	40	1	220	1	75	1
50	1	20	1	65	1	75	1
75	1	125	1	80	1	50	1
50	1	20	1	250	1	40	1
75	1	20	1	45	1	40	1
75	1	20	1	30	1	35	1
75	1	20	1	150	1	30	1
75	1	20	1	100	1	25	1
133	1	80	1	20	1	30	1
300	1	50	1	20	1	30	1
150	1	233	1	40	1	150	
75	1	700	1	20	1	866	1
75	1	250	1	15	1	600	1
50	1	150	1	15	1	150	1
75	1	116	1	25	1	100	1
75	1	100	1	45	1	50.	1
150	1	158	1	40	1	100	1
200	1	66	1	30	1	115	1
400	1	46	1	250	1	260	1
833	1	40	1	300	1	60	1
833	1	30	1	150	1	40	1
233	1	30	1	225	1	40	1
125	1	30.	1	75	1	500	1
87	1	—	—	45	1	1000	1
5035	31	3546	30	2593	31	5176	31
162	1	118	1	83	1	166	1

Información proporcionada al Asesor por la División de Operación y Mantenimiento.

1975

SEPT.		OCT.		NOV		DIC
E	S	E	S	E	S	E
1000	1	40	1	75	1	10
250	1	150	1	40	1	10
300	1	1000	1	30	1	10
700	1	800	1	50	1	10
200	1	250	1	30	1	10
150	1	150	1	20	1	10
150	1	80	1	20	1	10
250	1	100	1	100	1	10
400	1	80	1	10	1	10
150	1	75	1	50	1	10
250	1	40	1	20	1	15
180	1	50	1	20	1	15
1000	1	70	1	20	1	15
500	1	70	1	15	1	15
200	1	25	1	15	1	15
200	1	25	1	15	1	15
500	1	75	1	15	1	15
300	1	150	1	15	1	15
300	1	300	1	15	1	15
100	1	25	1	15	1	15
100	1	70	1	15	1	15
400	1	25	1	15	1	10
150	1	25	1	15	1	15
275	1	20	1	15	1	10
75	1	20	1	15	1	10
50	1	20	1	15	1	10
40	1	35	1	15	1	10
70	1	70	1	15	1	10
30	1	15	1	15	1	10
70	1	15	1	15	1	10
—	—	350	1	—	—	10
8000	30	4035	31	750	30	320
260	1	130	1	24	1	12

1975

RESUMEN

MES	ENTRADA TOTAL	ENTRADA PROM.	SALIDA
ENERO	620	20	1
FEB.	555	19	1
MAR	620	20	1
ABR	693	24	1
MAY	5035	162	1
JUN	3546	118	1
JUL	2593	83	1
AGO	5176	166	1
SEP	8060	260	1
OCT	4035	130	1
NOV	1150	44	1
DIC	380	12	1
TOT.	31643	1043	
PROM/mes	2636		
PROM/dia	86	86	1

EMPRESA MPAL. DE AGUA — DEPTO. DE SIST. — PLANTA SANTA LUISA

DIVISION DE OPERACION — DE GRAVEDAD — MES: Feb-Mzo

Y MANTENIMIENTO. — CONTROL DE PRODUCCION.

DIA	FEBRERO Turbidez Entrada	Turbidez Salida	Color	Cloro Residual		MARZO Turbidez Entrada	Turbidez Salida	Color	Cloro Residual
1	10	1		0.5		15	1		1.2
2	10	1	4.0	0.5		15	1		1.2
3	10	1		0.5		15	1		1.2
4	FERIADO					15	1		1.2
5	-	-	-	-		15	1	13.0	1.2
6	13			1.0		10	1	8.0	1.2
7	36	1		1.5		10	1	7.0	1.2
8	50	1	3.0	1.2		12	2.5	18.0	1.2
9	21	1		1.5		12	2		1.2
10	15	1	2.0	1.5		12	2		1.2
11	15	1	2.0	1.3		12	2	3.0	1.3
12	15	1		1.2		12	2		1.5
13	15	1		1.2		11	2		1.5
14	15	1		1.2		12	2		1.5
15	14	1		1.2		13	1	3.0	1.5
16	24	1	3.0	1.3		15	2	18.0	1.5
17	12	1	2.0	1.5		16	2	15.0	1.5
18	15	1	2.0	1.3		15	3	8.0	1.5
19	12	1		1.2		20	2	15.0 (4)	1.5
20	12	1	2.0	1.5		15	5	3.0 (2)	1.5
21	12	1	2.0	1.5		15	5		1.5
22	15	1	3.0	1.5		15	5	15.0 (15)	1.5
23	15	1		1.5		25	5	10.0 (11)	1.5
24	15	1	2.0	1.5		26	4	6.0 (10)	1.5
25	15	1	3.0	1.2		15	7	8.0 (9)	1.5
26	15	1	3.0	1.2		15	4	16.0 (7)	1.5
27	15	1		1.2		15	4	15.0	1.5
28	15	1		1.2		15	5		1.5
29	15	1		1.2		15	5	12.0	1.5
30	—	—	—	—		15	5	15.0	1.5
31						15	3	5.0	1.5
TOTAL									
PROM.									

CALCULO — FECHA: O [illegible]

EMPRESA MPAL. DE AGUA — DEPTO. DE SIST. — Planta Sta. Luisa

DIVISION DE OPERACION — DE GRAVEDAD — MES Abril-Mayo 19

Y MANTENIMIENTO. — CONTROL DE PRODUCCION.

DIA	ABRIL					MAYO			
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1	15	4.5	15.0	1.5		72	1		1.0
2	15	4	8.0	1.5		50	1		1.0
3	15	4	12.0	1.5					
4	15	4		1.5					
5	15	4		1.5					
6	15	5		1.5					
7	15	3		1.5					
8	15	3		1.5					
9	40	12	15.0	1.5					
10	30	20	12.0	1.0					
11	20	15		1.5					
12	20	3	23.0	1.5					
13	11	11	8.0	1.5					
14	15	8	8.0	1.5					
15	15	8		1.5					
16	15	10		1.5					
17	15	10		1.5					
18	20	10		1.5					
19	15	20	8.0	1.5					
20	15	3	18.0	1.5					
21	15	3	12.0	1.5					
22	15	3	25.0	1.0					
23	15	3	13.0	1.0					
24	10	1	12.0	1.0					
25	10	1		1.0					
26	10	3	12.0	1.0					
27	10	1	11.0	1.0					
28	10	2		1.0					
29	12	3		1.0					
30	100	60		1.0					
31									
TOTAL									
PROM.									

CALCULO — FECHA

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL INGENIERO ASESOR CEPIS/OSP/OMS.

De los estudios llevados a cabo puede concluirse que la rehabilitación a corto plazo de la planta de Santa Luisa, para estar en condiciones de afrontar las aguas de alta turbiedad del período lluvioso cercano, es factible la conversión del sedimentador antiguo en una unidad de alta razón por la colocación de pantallas de doble hoja plástica (*) con las dimensiones indicadas en la Figura 2 y en el apartado 3 de este informe que debe realizarse con relativa rapidez. También es menester modificar, con las particularidades que se observan en la predicha figura, las estructuras de salida del agua decantada. La preparación del agua en la cámara de mezcla, necesita en virtud de los valores de gradientes encontrados, cierta experimentación en los puntos de aplicación del sulfato de alúmina, aunque ya se indicaron modificaciones al respecto. Una buena ayuda consistirá en efectuar ensayos de jar-test de acuerdo a los valores calculados que servirán de guía al respecto.

De todo lo expuesto caben formular, en consecuencia, las siguientes recomendaciones:

A. Colocar una sección de pantallas que constituyan una unidad sedimentadora de alta razón de acuerdo a las características y dimensiones que se observan en la Figura 2 y en el apartado 3 de este informe. La primera pantalla se apoya en la llamada pasarela final del sedimentador, cuya pared será contínua desde esa cota hasta el piso. De la pantalla final se asegurará un tabique hasta la cota máxima de agua para evitar el pasaje del agua y obligarla a recorrer el camino indicado en la figura.

B. Deben ser instaladas cinco canaletas adicionales de salida del agua decantada, en la forma indicada en la Figura 2. Las cotas de vertederos laterales de estas canaletas serán iguales a la de la cresta del vertedero actual.

C. Aunque se consiguió una mejora de coagulación y floculación con las modificaciones de los puntos de aplicación de sulfato de alúmina y cal (el primero en el canal de mezcla antes del punto I y el segundo inmediatamente antes de la pasarela final del sedimentador) esto deberá modificarse en ocasión de la llegada de aguas turbias. A tales efectos, los valores encontrados de G y Gt serán útiles así como la fórmula indicada en el numeral 4.

Se recomienda asimismo, efectuar ensayos con polielectrolitos como se indicó en el mismo numeral para trasladar al jar-test las condiciones de gradientes en la cámara de mezcla.

(*) Se construyeron con armazón de hierro perfilado y pantallas de Duralita (asbesto-cemento) las canales con acero pintado con pintura anti-corrosiva (no prohibida para agua potable)

D. Durante las obras a realizar para la conversión del sedimentador, puede utilizarse la cámara de mezcla antigua con el equipo auxiliar de dosificación de sulfato de alúmina allí instalado. El agua puede enviarse directamente a los filtros, cuidando que la pérdida de carga no exceda la admisible. El ensayo efectuado al respecto el 18 de febrero así lo confirma.

E. En ocasión del período de lluvias y mientras no se posea sedimentador adicional, el lavado y extracción de lodos del sedimentador antiguo habrá que realizarlo con detención de la planta durante unas 6 horas. Ello pudiera obviarse si durante el período lluvioso se encontrara un lapso con aguas de baja turbiedad que permitiera proceder como se indicó en D.

F. Aún cuando las tasas de filtración y de lavado de filtros son actualmente bajas, no existe manera de conocer el término de la carrera de filtración excepto por la indicación de manómetros cuya confiabilidad es dudosa. Se recomienda en consecuencia, instalar detectores de flóculos de acuerdo a lo indicado en la Figura 3. Este equipo puede trasladarse a cada par de filtros, una vez efectuados los ensayos, pero sería aconsejable instalar una unidad permanente para cada par de filtros.

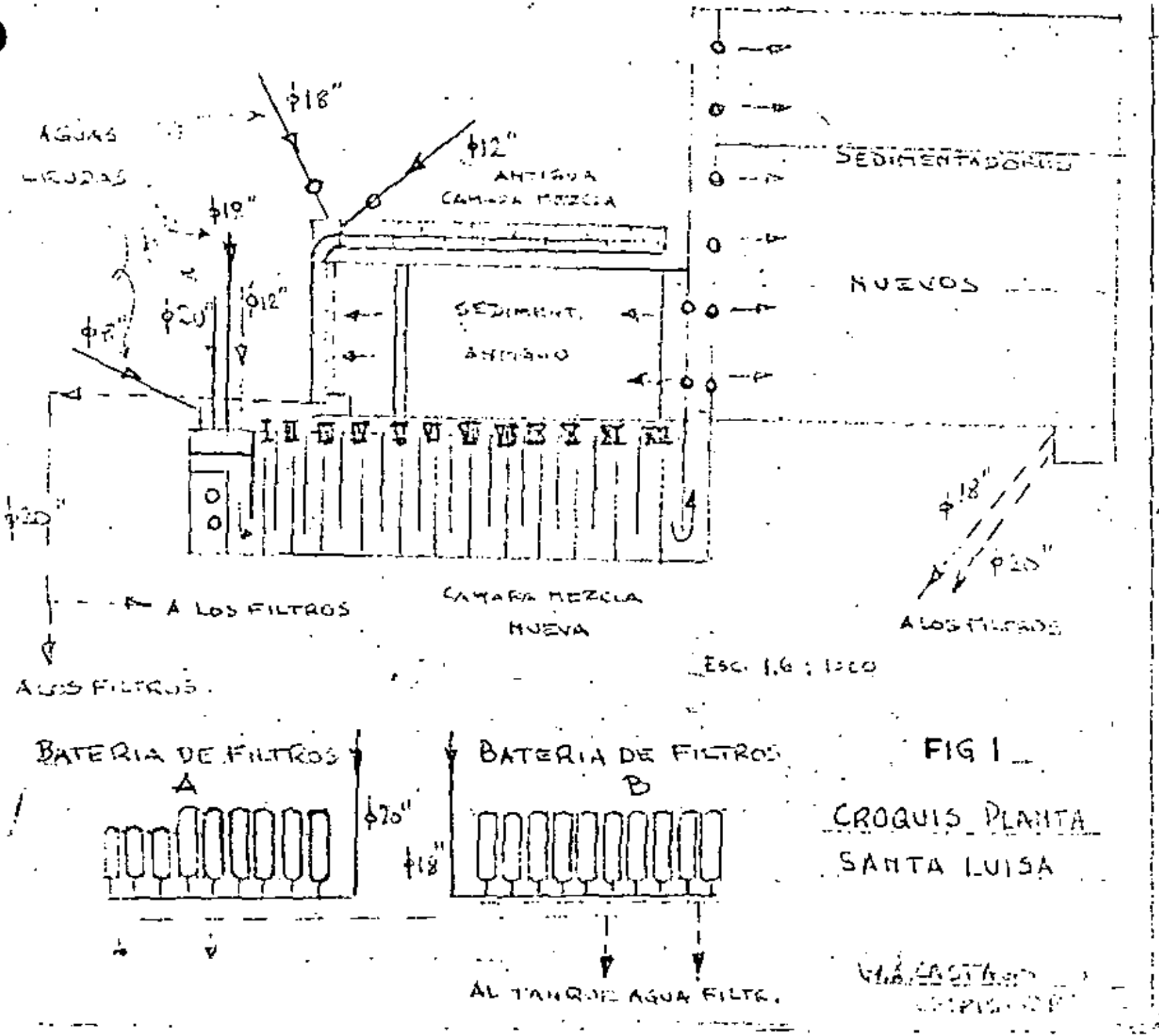
G. Es menester instalar un vertedero en el canal de desague de lavado de los filtros de la batería A. Eso puede realizarse al final del mismo mediante un angular de 50 x 50 x 5 mm o similar. En la batería B se aconseja colocar un orificio medidor entre las dos con el correspondiente manómetro diferencial de tubos en algún punto adecuado de la tubería de salida. Sólo así podrán medirse con alguna exactitud los caudales de lavado empleados.

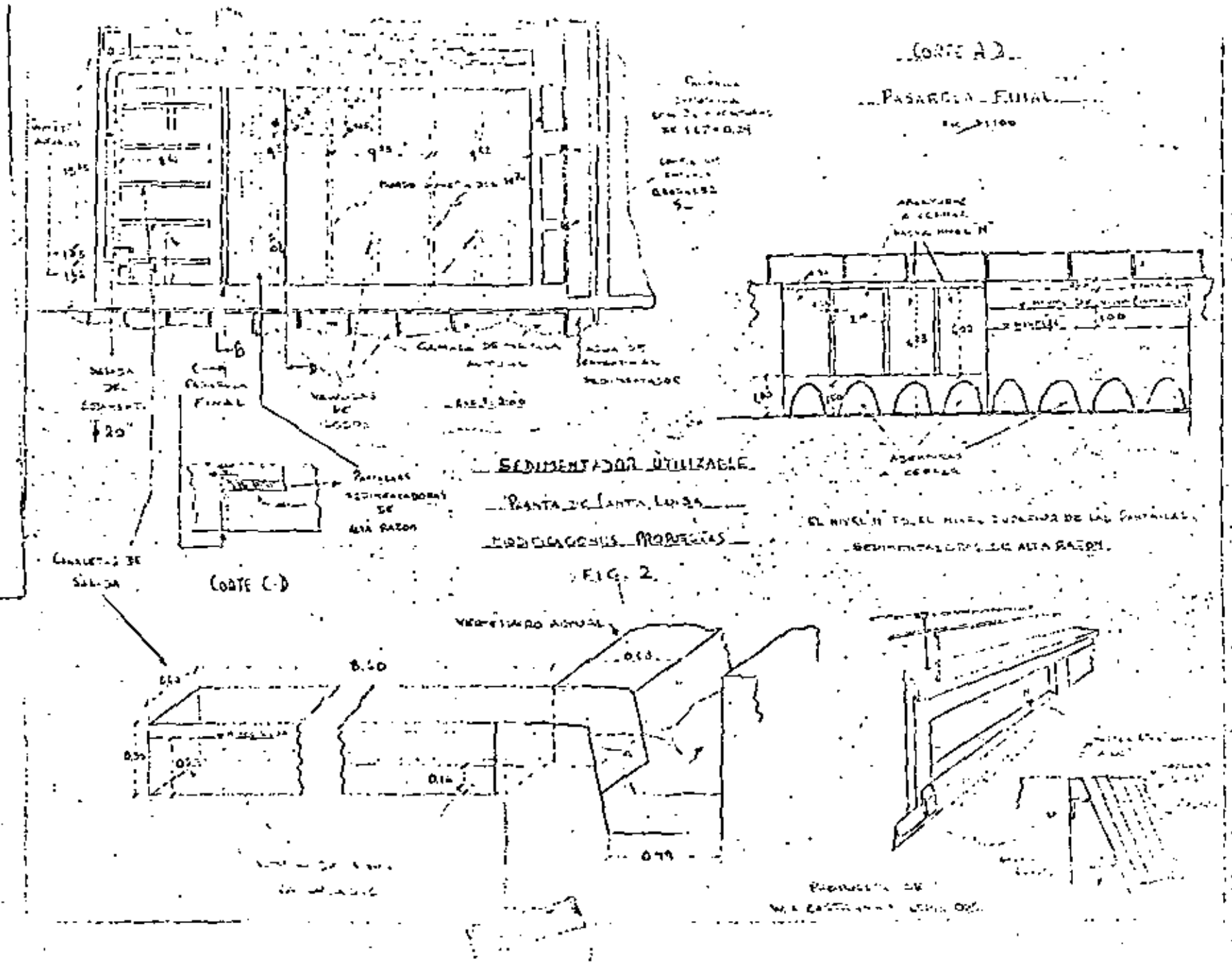
H. Debe ser investigado el estado de los mantos filtrantes mediante extracciones de muestras. Como mínimo debe procederse a una verificación de la altura actual de los mantos. Las muestras se extraerán con la bayoneta especial que se usa para estas operaciones.

I. El término de la carrera de filtración estará dado por pérdida de carga máxima o por aparición de flóculos en cantidad inadmisible, cualquiera de ellos que se presente primero.

J. Es conveniente reparar o reemplazar algunas válvulas y manómetros de los filtros en condiciones defectuosas, antes del comienzo de la temporada lluviosa.

K. La reparación de los llamados sedimentadores nuevos no debe ser decidida hasta observar el resultado de las medidas aquí propuestas. En todo caso, se estima que probablemente no será necesario rehabilitar la totalidad de esas unidades.


AGUAS CRUDAS
ϕ18"
ϕ12"
ANTIGUA CAMARA MEZCLA
ϕ19"
ϕ12"
ϕ20"
ϕ7"
SEDIMENT. ANTIGUO
SEDIMENTADORES NUEVOS
I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII
ϕ20"
A LOS FILTROS
CAMARA MEZCLA NUEVA
ϕ18"
ϕ20"
A LOS FILTROS
A LOS FILTROS
Esc. 1:6 ; 1:100
BATERIA DE FILTROS A
ϕ20"
ϕ18"
BATERIA DE FILTROS B
AL TANQUE AGUA FILTR.
FIG 1
CROQUIS PLANTA SANTA LUISA


CORTE A-B
PASARELA FINAL
CORTE C-D
SEDIMENTADOR UTILIZABLE
PLANTA DE SANTA LUCIA
HIDROGRAGRAMAS PROPUESTAS
FIG. 2
8.60

IX. SITUACIONES POR CORREGIR DESPUES DEL TERREMOTO.

Aunque los análisis de vulnerabilidad se deben hacer antes de que un infausto suceso ocurra, se preparó el siguiente para que quede como un hecho positivo lo que hay que ampliar o enmendar para poder tener la mayor confianza en determinadas plantas o instalaciones. Trataremos por lo tanto de mencionar las fallas para poder recomendar soluciones al final.

1A Se puso de manifiesto que las plantas pueden quedar aisladas físicamente, en todas faltó la energía eléctrica y aunque existen lámparas a gasolina, en momentos de pánico no está ninguno para prepararlas y ponerlas en uso, amén de ser peligrosas ya que pueden provocar incendios, los radios transmisores por igual razón y los teléfonos no funcionaron.

2A Vías de acceso: aunque todas las plantas cuentan con carreteras o calles de acceso, para un desastre como el ocurrido: terremoto, derrumbes, grietas, no hay ninguna medida de prevención posible.

3A No se había señalado ningún sitio sustituto para el Control General de Operaciones.

4A Los vehículos se encontraban en diferentes lugares de estacionamiento, la mayoría sin gasolina, no estaban presentes los pilotos, ni estaban las llaves para ponerlos en marcha.

5A Los linieros o vigilantes que deben rendir informes diarios de presas, lineas de conducción, puentes, vertientes y túneles, no se presentaron por no conocer dónde debían entregar sus informes.

6A La División de Operación y Mantenimiento no contaba con vehículos en perfecto estado, la mayoría muy antiguos o descompuestos.

7A Falta de agua con motivo de la rotura de tanques y salidas o fugas en las tuberías.

8A Equipos de cloración de emergencia no existen, solo se cuenta con hipocloradores, faltan suficientes bombas de achicar.

9A Herramientas y accesorios deben existir en una cantidad prudencial. Durante las emergencias los proveedores pueden estar en otros sitios, difíciles de localizar.

10A Falta de Personal: aunque la asistencia durante el día del desastre fue excepcionalmente buena, ya que muchos abandonaron sus hogares por cumplir con su trabajo, también es cierto que en ese momento se requiere mayor cantidad de personal que en los días normales.

11A Faltó servicio social o de sostén: el personal que se presentó tenía angustia por no saber de su familia, no llevaban alimentos, no hubo quien los atendiera. No se puede dejar de recono-

cer que el personal de Laboratorio se presentó a su labor habitual de toma de muestras.

12A Se necesita que en las plantas tengan los equipos y cristalería necesarios, para llevar a cabo los análisis urgentes para el buen funcionamiento de la planta.

13A No se contaba con elementos de medición para conocer caudales de agua tratada.

14A Relaciones públicas: no se proporcionó una información frecuente al público, había demasiada interferencia en los trabajos de rehabilitación por parte de los usuarios exigentes y mal informados.

15A Planos: no había planos en cada planta.

NOTA: El análisis detallado de daños aparece en el plano No.1 con indicaciones de su gravedad y localización.

Debe elaborarse un plan de reconstrucción por prioridades y que reciba el apoyo correspondiente.

SOLUCIONES QUE SE PROPONEN PARA MEJORAR LA SITUACION DE LAS PLANTAS QUE SE MENCIONARON EN EL ANALISIS DE VULNERABILIDAD.

1B Se recomienda contar con sistemas automáticos que provean iluminaición instantánea, y para evitar la incomunicación se debe contar con radio-transmisores a baterías, posteriormente podrían ponerse en servicio unidades pequeñas a gasolina o a diesel para que permitan atender lo más urgente como es dar a conocer las bajas, muertos, heridos, y los equipos fuera de uso.

2B Lo único que queda en el caso de interrupción de las vías de acceso es tratar de rehabilitarlas lo antes posible, usando el equipo que se hubiera solicitado al tener conocimiento de los daños ocurridos o de un total aislamiento.

3B Si se cuenta con medios de comunicación como radio-transmisores, los lugares de posible reunión son los de concentración de los vehículos ya que casi la totalidad de la flota tiene radio-transmisores, y luego programar el sitio donde exista mayor seguridad.

4B Se considera conveniente dejar los vehículos abastecidos desde el día anterior, ya que sin energía cuesta mucho más hacerlo. Deben registrarse los nombres y direcciones de los pilotos y las llaves deben quedar en un tablero.

5B Los linieros o vigilantes de las tuberías de conducción, puentes, vertientes, y túneles, deben instruirse para que se presenten a la planta que les corresponde tomando nota de cualquier irregularidad que impida una buena operación.

6B Los vehículos para la movilización de la División deben estar en calidad óptima, descartar los demasiado antiguos o descompuestos. La celeridad en el servicio es lo que cuenta para atender cualquier falla.

7B Personal auxiliar equipado con camiones cisternas, depósitos inflables de plástico o lona deben tenerse para situarlos en los puntos estratégicos, donde más escasez de agua se registre o en las áreas más perjudicadas.

8B Equipos de cloración o hipocloración portátiles y sus comparadores colorimétricos correspondientes deben estar en los vehículos destinados a reparación de fugas para desinfectar las líneas asímismo bombas de achicar.

9B Aunque se contaba con accesorios, faltaban herramientas, sobre todo las especializadas, es de hacerse constar que se trabajó infatigablemente para obtenerlas a la mayor brevedad posible.

10B Con cierta periodicidad debe entrenarse personal sustituto nuevo para poder hacerle frente a la escasez de personal, enfermedades, vacaciones o faltas por cualquier otro motivo.

11B El personal de Laboratorio es uno de los más importantes durante una catástrofe, ellos tienen a su cargo verificar que el agua llene los requisitos de potabilidad.

12B Deben proveerse los equipos más indispensables en las plantas (*), tratando de ubicarlos en anaqueles construidos con aditamentos para evitar se vuelquen y rompan.

13B Deben existir medidores para poder establecer la cantidad de agua producida o recuperada.

14B El público debe ser enterado de la gravedad del problema para que colabore ahorrando agua, la falta de información lo vuelve exigente.

15B En cada planta debe haber un juego de planos de la misma y por lo menos en dos sitios (conocidos por el personal de mando) debe haber archivos completos con todas las anotaciones al día.

Se reconoce por parte de EMPAGUA que la casi totalidad de sus funcionarios, técnicos y trabajadores cumplió con su deber.

EMPAGUA agradece al personal de otros servicios municipales como Drenajes, Limpieza, Construcción, la invaluable ayuda que proporcionó.

(*) Los más necesarios, de ser posible duplicados.

EMPAGUA agradece la ayuda prestada, en primer término por la OSP/ OMS y otras Entidades Nacionales.

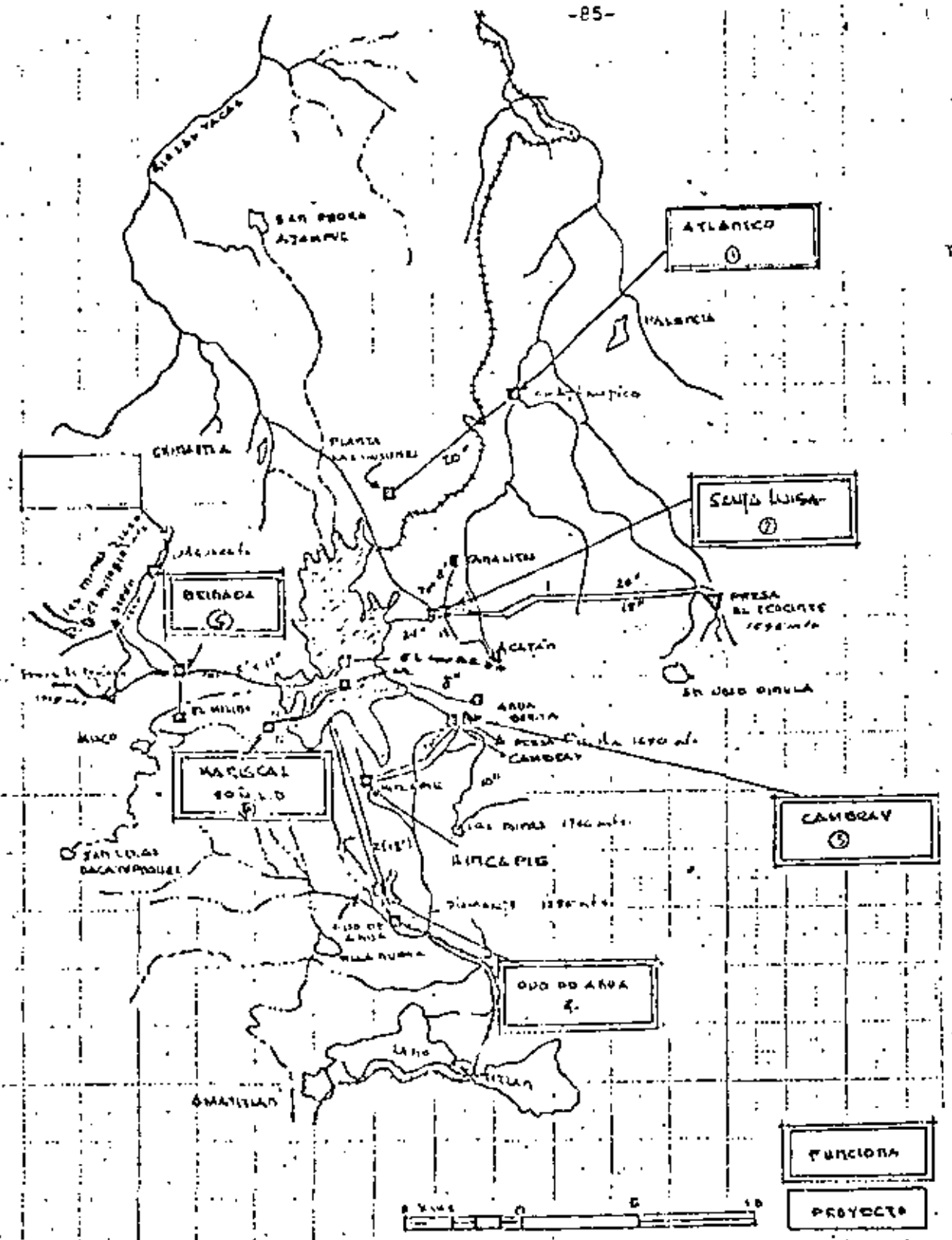
- Se recomienda llevar a cabo a la mayor celeridad posible los programas de abastecimiento de emergencia: perforación de pozos, detección de fugas, nuevos estudios de introducción de agua, rehabilitación de la red principal, para superar en breve tiempo el desastre.

- Urge preparar instructivos para evitar los casos de contaminación de cuencas que fueron debidamente reportados, pero que aún no ha sido posible erradicarlos.

- Urge la remodelación de la red por la expansión de servicios, traslado de asentamientos humanos debido al siniestro, por los nuevos edificios elevados y lograr la colaboración de los municipios vecinos para controlar posibles brotes epidémicos de las áreas situadas en el perímetro de nuestra Capital.

X.

A N E X O S



Atlantico
19.62 m.l.d
4111.6 - T 1954

① Santa Luisa
30.94 m.l.d
T 1951 - 52 - 1954 - 55

③ El Cambray
16.42 m.l.d
1589 m.s.n.m.

② Ojo de Agua
50.69 m.l.d
1255 m.s.n.m.

⑤ La Brigada
27.48 m.l.d
1610 m.s.n.m.

⑥ * Mariscal
20.00 m.l.d
1406 m.s.n.m.

Total servido
166.25

SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA

* Empresa Privada (1951)

DIRECCION DE AGUAS — GASTO EN: — LUGAR:

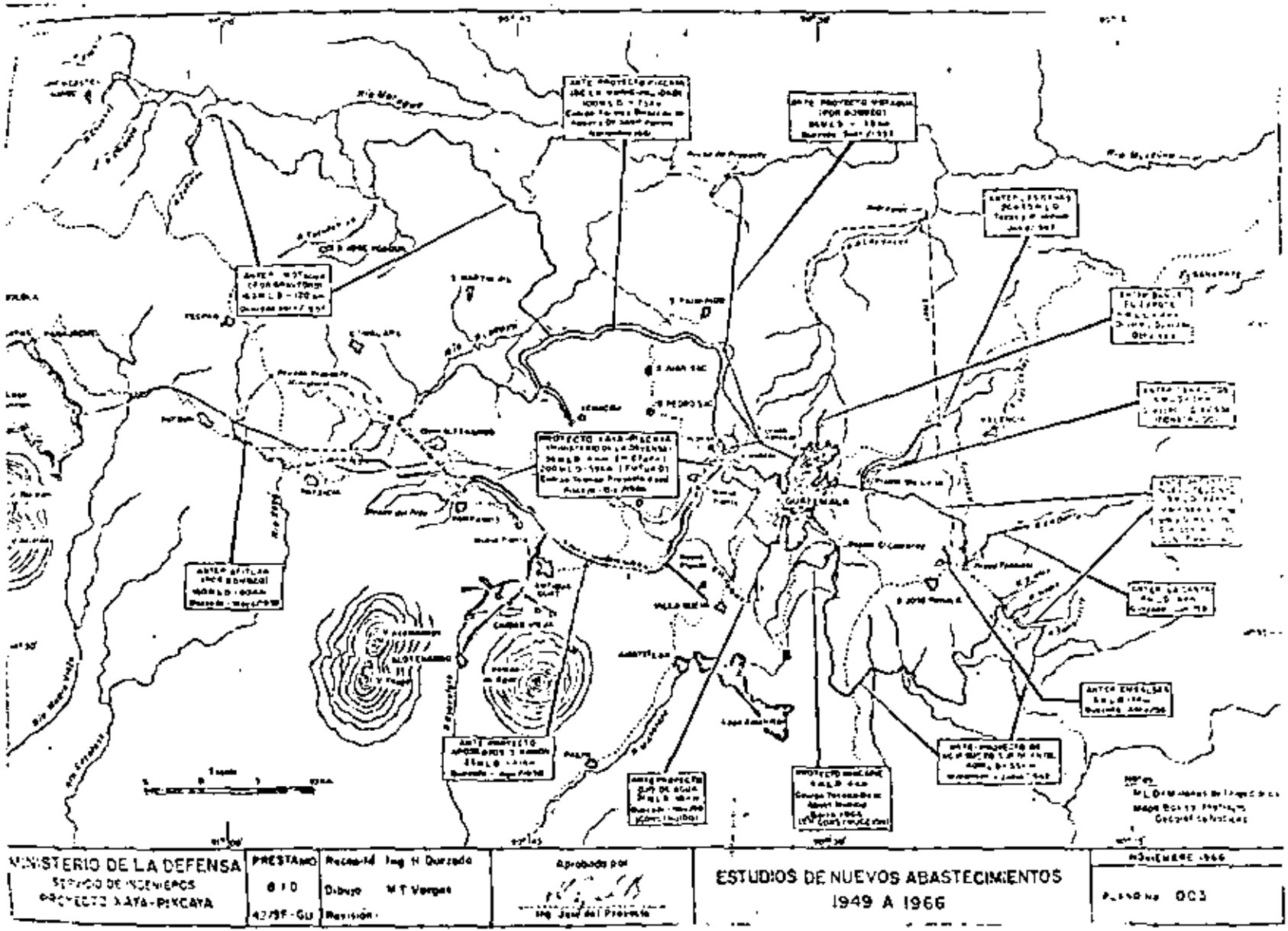
SECCION PLANTAS — LECTURA: — DE 1,975

AÑO HIDROLOGICO:

		Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
SISTEMA SANTA LUISA	Tranque 16°	424,04	402,03	429,40	446,49	469,75	387,66	349,37	345,16	390,08	403,57	447,38	464,69				4973,04
	Tranque 20°	466,57	414,01	429,67	411,21	408,40	336,40	423,65	426,83	411,33	414,92	409,94	422,41				5011,8
	Acatali	206,96	146,24	153,68	128,21	150,11	148,42	192,92	244,21	232,55	232,73	212,62	216,15				2332,12
	Ambrosio	107,97	96,96	92,28	90,22	86,69	91,90	66,78	39,42	28,57	74,95	99,03	99,75				940,51
	Lts. Santa	143,63	112,51	124,62	118,99	100,14	94,62	116,06	90,24	—	14,03	112,04	122,44				1150,41
	TOTAL	1349,26	1190,36	1249,69	1202,32	1274,10	1136,43	1340,19	1145,00	1065,43	1135,06	1271,01	1323,49				14407,[illegible]
SISTEMA EL CAMBRAY	Agua Vizcaíno	775	700	775	750	775	750	775	775	750	775	775	775				9145
	Pozos	272,01	237,89	241,94	172,13	179,07	235,25	251,35	244,67	265,69	329,40	299,67	287,90				2925,37
	Hincapie	195,10	194,38	212,70	206,70	213,69	212,35	206,81	226,07	229,55	152,43	101,67	46,97				2126,60
	TOTAL	241,81	1131,27	1231,94	1128,57	1168,41	1199,65	1214,65	1280,49	1302,74	1196,62	1166,99	1135,87				13264,00
SISTEMA LA ENGAÑADA	Tranque	206,69	132,07	125,76	98,88	106,93	115,71	135,45	169,24	183,16	237,14	221,16	217,51				1955,11
	Xaya	222,5	221,76	251,73	234,26	206,69	211,20	218,13	177,37	210,09	188,88	162,12	181,32				2327,35
	Dolores	8,59	7,24	8,68	8,64	8,15	8,12	8,66	8,53	7,30	8,27	8,60	8,68				100,11
	Pozos	149,49	134,12	148,46	151,38	122,05	96,00	99,20	99,20	96,00	99,20	96,00	99,20				1389,35
	Eden	149,99	146,00	155,00	150,60	154,59	149,00	154,00	149,00	150,00	154,79	150,00	155,00				1811,32
	Molino	60,45	54,10	60,45	58,50	60,45	58,50	58,74	60,45	58,50	60,45	48,75	46,50				684,64
	Rollo	147,22	132,88	137,22	103,74	159,46	161,280	169,20	169,20	163,74	169,20	163,74	169,20				1849,26
	TOTAL	944,99	848,47	1062,[illegible]	806,72	819,02	901,33	841,37	828,97	872,8	917,95	858,17	877,71				10015,35
SIST. [illegible]	Nacimiento 103	1021,13	723,98	781,98	793,97	968,23	917,14	931,55	945,29	971,14	1024,02	943,54	771,[illegible]				10[illegible],16
	Diamante	470,28	434,68	435,07	619,93	555,07	523,28	551,89	524,92	515,21	585,99	532,71	686,17				7019,10
	TOTAL	[illegible]	1162,66	1217,05	1413,[illegible]	1523,30	1439,42	1483,44	1470,21	1486,35	1610,02	1476,25	1457,92				17052,26
SIST. [illegible]	Planta Rodeo	444,22	379,67	446,20	391,70	392,75	368,68	434,98	420,72	371,42	400,61	421,82	462,[illegible]				4936,60
	TOTAL	444,22	379,67	446,20	391,70	392,75	368,68	434,98	420,72	371,42	400,61	421,82	462,[illegible]				4936,60
POZOS	4° y 5°	22,61	19,50	21,70	5,40	—	—	—	—	—	—	—	—				66,51
	4° y 3°	19,62	17,01	20,81	20,70	15,80	19,20	19,84	19,84	19,20	11,99	12,19	11,47				206,71
	Lts. Domínguez	—	—	—	—	24,10	—	—	—	—	—	—	—				24,10
	Colon	29,14	26,32	29,14	28,20	29,14	28,20	29,14	29,14	28,20	29,14	28,20	29,14				343,10
	Ciudad Vieja	—	—	7,02	—	7,31	21,60	22,32	22,32	—	18,54	18,46	21,[illegible]				138,86
	Nogal	1,55	1,40	1,55	1,50	1,10	1,50	1,55	1,55	1,50	1,55	1,50	1,55				17,60
	Manuel	13,45	12,16	12,72	10,50	8,15	15,00	15,50	15,50	12,52	8,78	11,10	11,47				152,91
	Diagonal 6	62,42	54,94	60,60	58,50	59,16	54,10	61,07	61,07	59,10	60,11	—	—				596,35
	TOTAL	141,61	121,41	152,60	125,08	141,26	144,60	149,42	149,42	121,52	130,11	71,46	[illegible]				1555,29
	TOTAL	3931,68	4603,94	4774,[illegible]	4437,[illegible]	4577,13	4393,15	4510,[illegible]	4499,91	4410,26	4329,[illegible]	4[illegible]	[illegible]				[illegible]
	PROM	163,19	167,262	153,[illegible]	143,91	149,71	145,11	146,21	144,99	147,31	139,56	150,33	156,02	150,20			

MAY. AÑO: / / / / / / PROMEDIO: / / / / / / 165

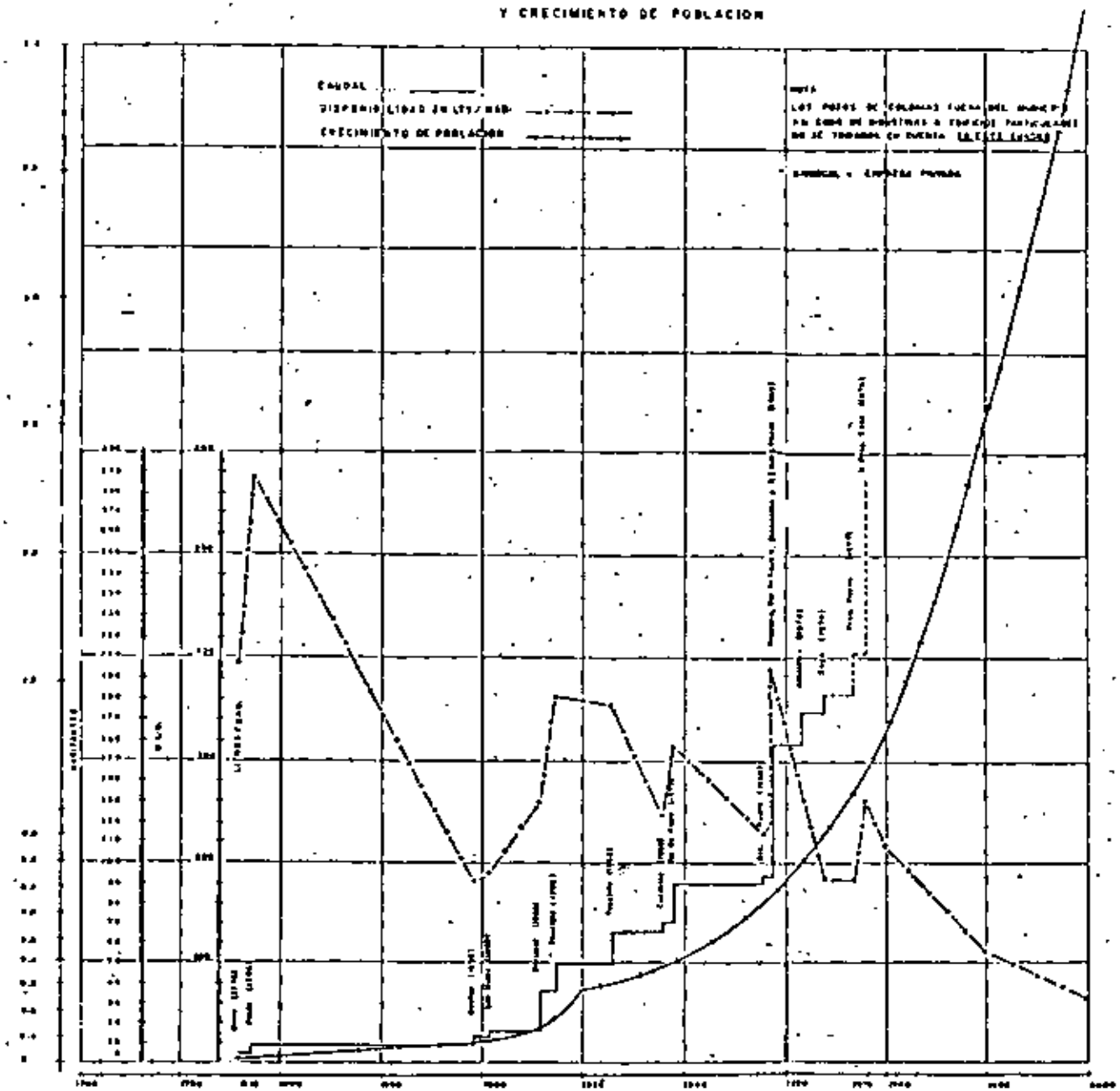
MIN. AÑO: CALCULO:


MINISTERIO DE LA DEFENSA
SERVICIO DE INGENIEROS
PROYECTO XAYA-PIXCAYA
PRESTAMO
B I D
42/SF-GU
Proyectó Ing. H. Quezada
Dibujo M.T. Vargas
Revisión
Aprobado por
Ing. José del Prado
ESTUDIOS DE NUEVOS ABASTECIMIENTOS
1949 A 1966
NOVIEMBRE 1966
PLANO No. 003

...A MUNICIPAL
DE AGUA
...A CIUDAD DE GUATEMALA

CUADRO DE PRODUCCION DE AGUA DISPONIBILIDAD EN LTS/HAB Y CRECIMIENTO DE POBLACION

DIVISION DE
OPERACION Y MANTENIMIENTO
PRODUCCION DE AGUA DISPONIBILIDAD EN LTS/HAB



PRODUCCION

	AÑO	NOMBRE	m³	
1	1776	NIÑO	5000	[illegible]
2	1786	PAJUA	5613	[illegible]
3	1917	ACATAN	3269	[illegible]
4	1905	SAN MARCOS	3428	[illegible]
5	1910	MARIONA	20000	[illegible]
6	1938	TECOMATE "A"	19000	[illegible]
7	1951	TECOMATE "B"	19113	[illegible]
8	1954	CANALITOS	5000	[illegible]
9	1959	OJO DE AGUA	19000	[illegible]
10	1960	SIN AGOSTA	[illegible]	[illegible]
11	1969	MANCHEN	7000	[illegible]
12	1961	OJO DE AGUA	10000	[illegible]
13	1962	GUAYANTES	19200	[illegible]
14	1964	PEMERAPTS	12140	[illegible]
15	1972	ATLANTICO	14000	[illegible]
16	1974	SAYA	6430	[illegible]
	1976	PRODUCCION ACTUAL	000	
17	1977 PROYL	POZOS	20000	[illegible]
18	1978 "	SAYA	84000	[illegible]

DISPONIBILIDAD EN LITROS POR HAB/DIA

AÑO	LITROS
1776	[illegible]
1786	[illegible]
1917	[illegible]
1905	[illegible]
1910	[illegible]
1938	[illegible]
1953	[illegible]
1954	[illegible]
1959	[illegible]
1960	[illegible]
1962	[illegible]
1964	[illegible]
1969	[illegible]
1972	[illegible]
1974	[illegible]
1976	[illegible]
1977	[illegible]
1978	[illegible]
1979	[illegible]
1980	[illegible]
2000	[illegible]

CRECIMIENTO DE POBLACION

AÑO	HABITANTES
1792	[illegible]
1846	[illegible]
1917	[illegible]
1921	[illegible]
1945	[illegible]
1950	[illegible]
1960	[illegible]
1970	[illegible]
1980	[illegible]
1990	[illegible]
1998	[illegible]
2000	[illegible]

* FUENTE DE ESTIMACIONES
DIRECCION PLANIFICACION
"SELAMI"

NOTA DE AGRADECIMIENTO

El trabajo intitulado "El Terremoto de Guatemala y la Rehabilitación de los Servicios de Agua en la Planta Santa Luisa", pudiéramos decir que no solamente fue hecho por los que lo presentan; al igual que el desastre que afectó a muchos y que para la recuperación inmediata necesitó el concurso de todas las buenas voluntades, se requirió el aporte de diversos Departamentos que prestaron ayuda; son ellos:

Departamento de Laboratorio
Sistemas de Gravedad
Sistemas a Bombeo
Sistemas de Distribución
Diseño
Construcción
Proveeduría
Contabilidad
Drenajes
Medición
Transportes
Interconexiones
Remodelación de Redes
Obras Civiles
Redes Secundarias

AGRADECIMIENTO DEL PUEBLO DE GUATEMALA.

Queremos dejar constancia del agradecimiento del pueblo de Guatemala a todas las naciones que nos ayudaron en los momentos de angustia que vivimos, No podemos nombrar a todas las Instituciones Nacionales e Internacionales como fuera nuestro deseo, ya que muchos actuaron anónimamente. Es por ello que el lema "JUNTOS PODEMOS" y "RECONSTRUYAMOS SIN DEJAR DE PRODUCIR", encendieron todos los corazones del mundo en que vivimos durante y después de la terrible tragedia.

Permítasenos pues agradecer a los pueblos que nos brindaron consuelo y ayuda, ya que "NUNCA ESTUVIMOS SOLOS".

Al Comité Nacional de Emergencia
A la Universidad de San Carlos de Guatemala
A las Municipalidades de la República
A la Benemérita Cruz Roja Nacional e Internacional
A la Legión de Angeles de Acero (Cuerpos y Compañías Aéreas de todo el mundo)
A los Técnicos y profesionales nacionales y extranjeros.
Al Observatorio Nacional de Meteorología
A la radio, prensa y televisión que nos informaron de todos los sucesos.
A las Iglesias de todos los credos que practicaron el amor a Dios, al ayudar a nuestros prójimos.
Al U.S. Geological Survey por sus estudios e informes.

A todos aquellos que vinieron a enterrar a nuestros muertos, a curar a nuestros heridos trayendo incluso sus médicos, hospitales, equipos, medicinas, alimentos, casas y abrigos.

A los Ingenieros y cuadrillas de trabajadores de aquí y de otros países.

A los Boy Scouts, estudiantes, soldados, obreros, artistas que lo abandonaron todo y tomaron la piocha y el azadón o los equipos mecánicos para la enorme tarea del descombre.

A la Oficina Sanitaria Panamericana y Organización Mundial de la Salud.

Hemos dejado de último a los compañeros de la Empresa Municipal de Agua y a la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Trabajadores de ambas entidades con quienes vivimos y morimos de angustia durante el largo período después del 4 de febrero.

Finalmente permítasenos ofrendar este trabajo a todos aquellos trabajadores desconocidos que murieron en el cumplimiento de su deber y que los representamos en la persona del Maestro de Obra Plomero don Manuel Puente, quien después de 37 años de servicios a EMPAGUA le entregó su corazón a Guatemala.

EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

Sistema de Teocinte-
Santa Luisa-Acatán.

ENCUESTA DE SERVICIOS PUBLICOS SISTEMA DE AGUA POTABLE

1		Población	Guatemala	Ciudad	Guatemala
	1.1	Municipio	Guatemala	Villa	
	1.2	Depto.	Guatemala	Pueblo Cantón Aldea Caserío	
2	2	Número de habitantes (Censo 73)			
3	3	Fuente de Abastecimiento		Estado	Presa Teocinte (1-2) Presa Acatán (1) Presa Canalitos (2) Captación Santa Rosita (2)

		Buena	Con daños	Destrucción
3.1	Agua entubada Municipal	( )	( )	( )
	Pozo profundo (púb.)	( )	( )	( )
	Pozo particular	( )	( )	( )
	Cisterna	( )	( )	( )

3.1.1	Manantial	( )	
3.1.2	Río	( )	San Antonio, La Manguita, Agua Viva, Vertientes de Acatán
3.1.3	Galerías	( )	
3.1.4	Lago	( )	
3.1.5	Lluvia	( )	
3.2	Por gravedad	( )	
3.3	Por bombeo	( )	

4 Nombre de la fuente

5 Institución que hizo la obra Municipalidad de Guatemala

5.1 Año en que se hizo la obra 1898-1937-1954

5.2 Construida (1) con fondos propios X

(2) con aporte del gobierno

(3) con préstamo

(4) Entidad que dió préstamo

(5) Se terminó ya de pagar sí (X) no ( )

6 Partes de que consta la obra ESTADO

6.1 Captación Presas Buena (X) con daños ( ) Destruido( )

6.2 Disminuyó el caudal sí ( ) no ( ) fué necesario cerrar válvulas
aumentó el caudal sí ( ) no ( )

7 7.1 Desarenador Hay ( ) bueno ( ) ESTADO con daños ( ) Destruido ( )
no hay ( )

8 8.1 Tanque Sedimentación Hay( ) bueno ( ) con daños ( ) destruido ( )

8.2 Se emplean coagulantes sí ( ) no ( ) canal en regular estado

9	Filtros	Hay	no hay	bueno	ESTADO con daños	destruidos
9.1	lentos	( )	( )	( )	( )	( )
9.2	rápidos a gravedad	( )	( )	( )	( )	( )
9.3	rápidos a presión	( )	( )	( )	( )	( )

10 Tanques de distribución

10.1 cubierto sí ( ) no ( )

10.2 material H.A. ( ) Metal ( ) madera ( )
Mampost. ( ) otro ( )

(3) 2 Baterías de filtros rápidos a presión--válvulas en mal estado

3 filtros pequeños de arena y grava

6 filtros grandes de antracita

10 filtros de arena y grava

11	Red de Distribución			
11.1	Pilas con lavaderos	Si hay		
11.2	Llena cántaros	Si hay		

				No. fugas	Kms.*
12	Se presentaron	si (x)	no ( )	muchísimas	
12.1	Tubería de A.G.	( )	( )		
12.2	H.G	( )	( )		
12.3	H.F	( )	( )		
12.4	H.D	( )	( )		
12.5	PVC	( )	( )		

13	Obras de arte y accesorios	bueno	con daños	destruidas
13.1	Válvulas	( )	( )	( )
13.2	Sifones	( )	( )	( )
13.3	Túneles	( )	( )	( )
13.4	Anclajes	( )	( )	( )
13.5	Puentes	( )	( )	( )
13.6	Pilastras	( )	( )	( )
13.7	Muros	( )	( )	( )
14	Edificios de Bombeo			
14.1	Estaciones bombeo	( )	( )	( )
14.2	Motores	( )	( )	( )
14.3	Bombas	( )	( )	( )
14.4	Arrancadores	( )	( )	( )
14.5	Páneles	( )	( )	( )
14.6	Varios	( )	( )	( )

* Se detectaron más o menos 800 fugas. Trabaja actualmente en ellas Hydrotronic, por contrato.

15 Desinfección se practica sí ( ) no ( )

15.1	Con cloro sufrió daños	sí ( )	no ( )	suspensión de energía
15.2	Con Hipoclorito	( )	( )	
15.3	Se suspendió	( )	( )	
15.4	Se cayeron los cilindros	( )	( )	
15.5	Sufrió daños el rotámetro	( )	( )	
15.6	Se escapó el cloro (escape gas)	( )	( )	
17.7	Hubo víctimas	( )	( )	
15.8	Casos fatales	( )	( )	

16 Pozos Profundos No Hay

16.1	Dejaron de producir	No Hay
16.2	Se asolvaron	No hay
16.3	Se desviaron	No hay
16.4	Se telescoparon	No Hay
16.5	Produjeron arena	No Hay

17 Conexiones Domiciliarias

17.1	Se suspendió el servicio	SI
17.2	Fugas internas	SI
17.3	Fugas externas	SI
17.4	Destruido el medidor	SI
17.5	Roto el grifo	SI
17.6	Tubería principal destruida	varias fugas

18 Quedaron aisladas despues del siniestro las instalaciones

19 Presencia del Personal despues del siniestro

19.1	Se presentaron	_____ %	_____
19.2	No se presentaron	_____ %	_____

19.

19.3	Se accidentaron	_____ %	_____
19.4	Se murieron	_____ %	_____
19.5	Faltaron por muerte de un familiar	_____ %	_____
19.6	No pudieron comunicarse por falta de teléfono, telégrafo, transporte	_____ %	_____

20 Bodegas

20.1	Se desplomaron		
20.2	Se incendiaron		
20.3	Se hundieron		
20.4	Se inundaron		

21 Otros daños

21.1	Vehículos incendiados		
21.2	Vehículos destruidos		
21.3	Vehículos chocados		
21.4	Vehículos soterrados		

Observaciones del servicio	Fecha	Hora
Se suspendió el servicio		
Se dió agua cruda desinfectada		
Se renovó el servicio.		

AYUDA LLEGADA POR AIRE

PAIS	No. de vuelos	Peso	
Alemania	12	251,923	
Argentina	5	97,072	
Austria	1	400	
Belgica	12	61,367	-C-130 asignado C.H.E. *
Bolivia	1	10,722	
Brasil	7	171.969	-C-130 y C-135
Bulgaria	1	8,241	
Canada	24	532,930	
Checoslovaquia	1	5,568	
Chile	2	29,619	
China .Taiwan	2	1,344	
Colombia	12	122,491	
Costa Rica	12	91,914	
Dinamarca	1	1,760	
El Salvador	3	12,500	
Ecuador	7	71,873	
España	29	576,179	
U.S.A.	400	5,509,294	
Francia	9	45,097	
Finlandia	1	418	
Haiti	2	7,281	
Holanda	4	37,664	
Honduras	26	180,450	
Hungria	2	4,569	
Inglaterra	7	37,323	
Israel	3	47,366	
Italia	3	896	
Jamaica	2	2,638	

PAIS	No. de vuelos	Peso
Japón	3	82,062
Libia	1	43,248
México	69	1654,415
Nicaragua	16	248,238
Noruega	1	132
Nueva Zelandia	1	5,500
Pakistan	1	19,584
Panama	28	136,641
Peru	4	60,022
Puerto Rico	5	92,796
R. Dominicana	2	22,096
Rusia	2	21,402
Suecia	1	1,958
Suiza	3	2,652
Uruguay	5	25,901
Venezuela	15	646,527
Yugoeslavia	1	498
TOTAL	749	14,194,191 lbs.

Informe General de ayuda llegada a Guatemala por vía aérea hasta el 18 de abril

(f) Tte. Cnel de Av. P.A. Luis Rolando Girón Escobar.

* Mex . 55,820
Travis Cal. 22,829
Caracas 22,000
Miami 159,344
N. Orleans 52,000.

ENTIDADES A LAS QUE SE LES DIO AYUDA	Al 9/IV/76
Comite Nacional de Emergencia	3, 543,606 lbs.
Cruz Roja Guatemalteca	1,323,062
Cáritas de Guatemala	283,394
C.E.P.A.	537,925
Ejercito de Salvación	346,984
Embajada U.S.A.	1,487,298
Hospital Rooselvet	83,087
Secretaría Asuntos Sociales de la Presidencia	257,907

Un total de 104 entidades.

VUELOS DE LA FUERZA AEREA DE GUATEMALA

Heridos	906
Evaluación	303
Personal Técnico	484
Prensa	100
Pasajeros	2125
Tropa	601
Total Personas	4519
Total carga	555,562.

HORAS DE VUELO EN LA FUERZA AEREA DE GUATEMALA POR TIPO DE AVION

Del 4 de febrero al 1o. de marzo de 1976

UH-1H	583 11/
C-47	140 17/
Aravá	116 15/
U 206	37 52/

BIBLIOGRAFIA

TESIS. Ing. Rolando de León. Guatemala marzo de 1965.
Experiencia en la operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Agua de Santa Luisa.

Informes, planos y estadística diarios de presas, plantas, tanques de distribución, pozos, sistemas de bombeo, redes de distribución y Laboratorio Químico Bacteriológico de EMPAGUA (adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos.)

La introducción del agua del Teocinte a la Capital, Revista de la Economía Nacional, noviembre 1938.

Planta de purificación de Aguas Santa Luisa y tanque de Agua Clara de Acatán.
Folleto de inauguración, Municipalidad de Guatemala, noviembre 1958.

Estudio de vertientes y cuencas que abastecen Guatemala.

Croquis de Operación de Plantas, División de Operación y Mantenimiento de EMPAGUA.

EMPAGUA DIVISION DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
Cuadro de producción de agua, disponibilidad en lps y crecimiento

Estudio de Nuevos Abastecimientos de Agua (1949-1966)
Ministerio de la Defensa - Proyecto XAYA-PIXCAYA.

Producción promedio en Millones de litros por mes y en millones de litros diarios de los abastecimientos existentes en 1975 EMPAGUA.

Características de los pozos de EMPAGUA (1968-71) datos de profundidad, caudal en GPM etc.

Características de las diferentes Plantas
Dirección de Aguas Municipales hoy EMPAGUA.

Dr. Gabriel Dengo- ICAITI-GUATEMALA
Estructura geológica, historia Tectónica y Morfológica de América Central, centro Reg. de Ayuda Técnica.
2a. edición revisada en 1973 AID-México/Buenos Aires.

MAPAS, Instituto Geográfico Nacional de Guatemala.

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
Identificación de poblados, fotos interpretadas en mapa: 1:500,000 *

Observatorio Nacional Meteorológico: Mapas de isosistas localización de poblaciones afectadas, lugares donde se colocaron sismógrafos.

Terremotos, por Henry T. Simmons. Revista Horizontes USA No.14

MSPAS/DGSS
Daños causados por el terremoto en los Departamentos, datos al 10/II/76.

Interim Report on the Guatemalan Earthquake of 4/II/76 and the activities of the U.S. Geological Survey Earthquake Investigation team Open file report 76-295 (preliminary) monto Park California March 1976

Total de muertos, heridos y daños personales y materiales expresados en porcentajes La Semana.

Resumen Sismológico Observatorio Meteorológico Nacional.
Ministerio de Agricultura, República de Guatemala.
4 de febrero - 20 de abril de 1976 (inédito).

OSP/OMS. Ing. Walter Castagnino, Febrero 1976
INFORME TECNICO: Rehabilitación de la Planta Santa Luisa EMPAGUA

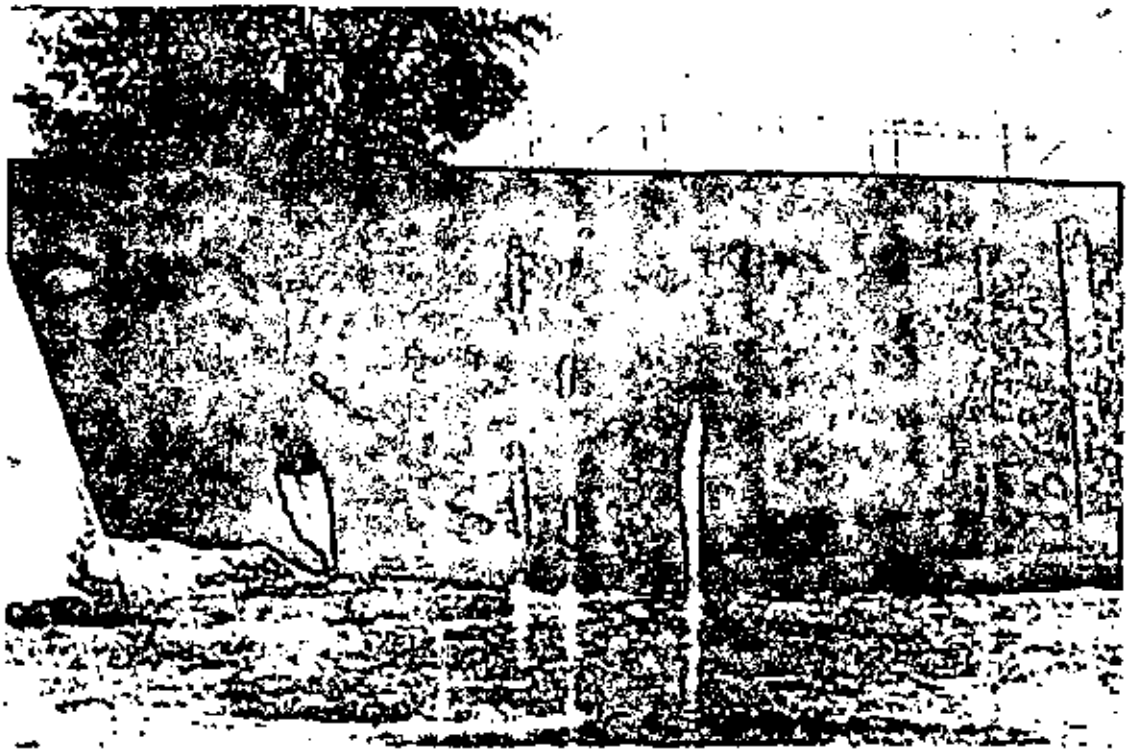
Informe General de la Ayuda llegada a Guatemala por vía aérea hasta 18/IV/76. (f) Tte. Cnel. Luis Rolando Girón E. 19-IV-76.

Fotos:
Municipalidad de Guatemala: Manuel de J. Mendizábal_ Carlos Carma Martínez; Ing. Raymundo Hederra; Cnel de Aviación P.A. J. Roberto Guzmán Chinchilla; Ing. Guillermo Guzmán Chinchilla.

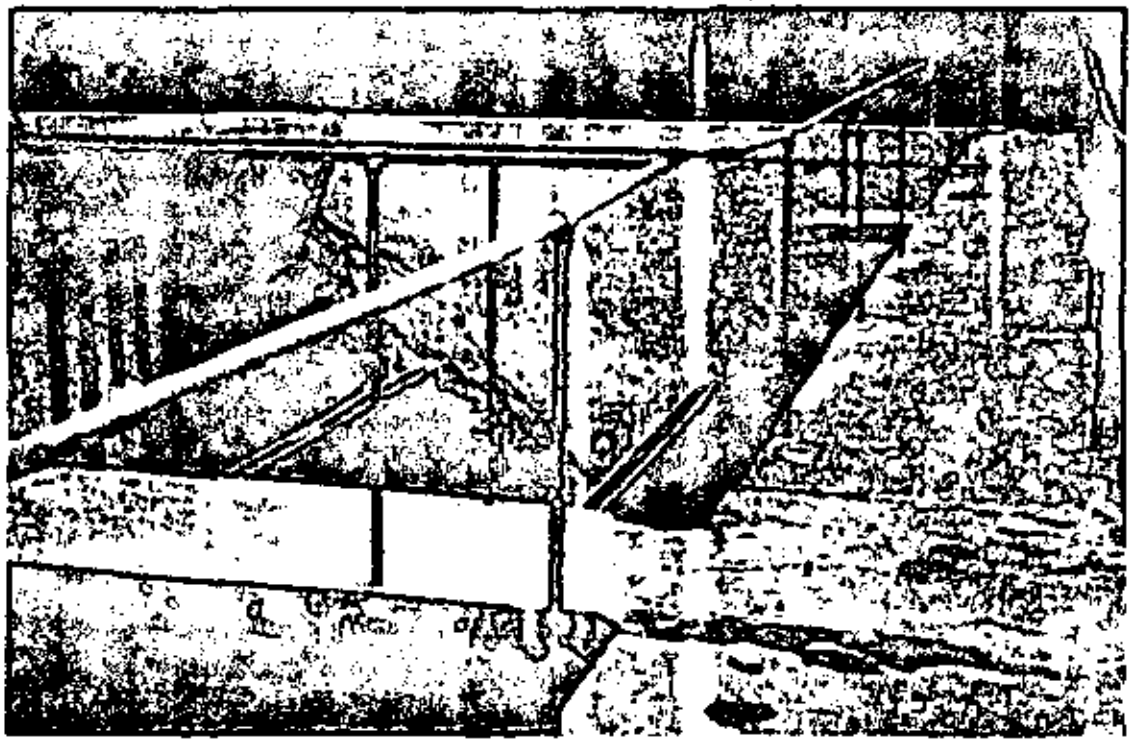
FE DE ERRATAS:
Las páginas 17 y 19 no existen por corrimiento en la numeración.

CLdeR.

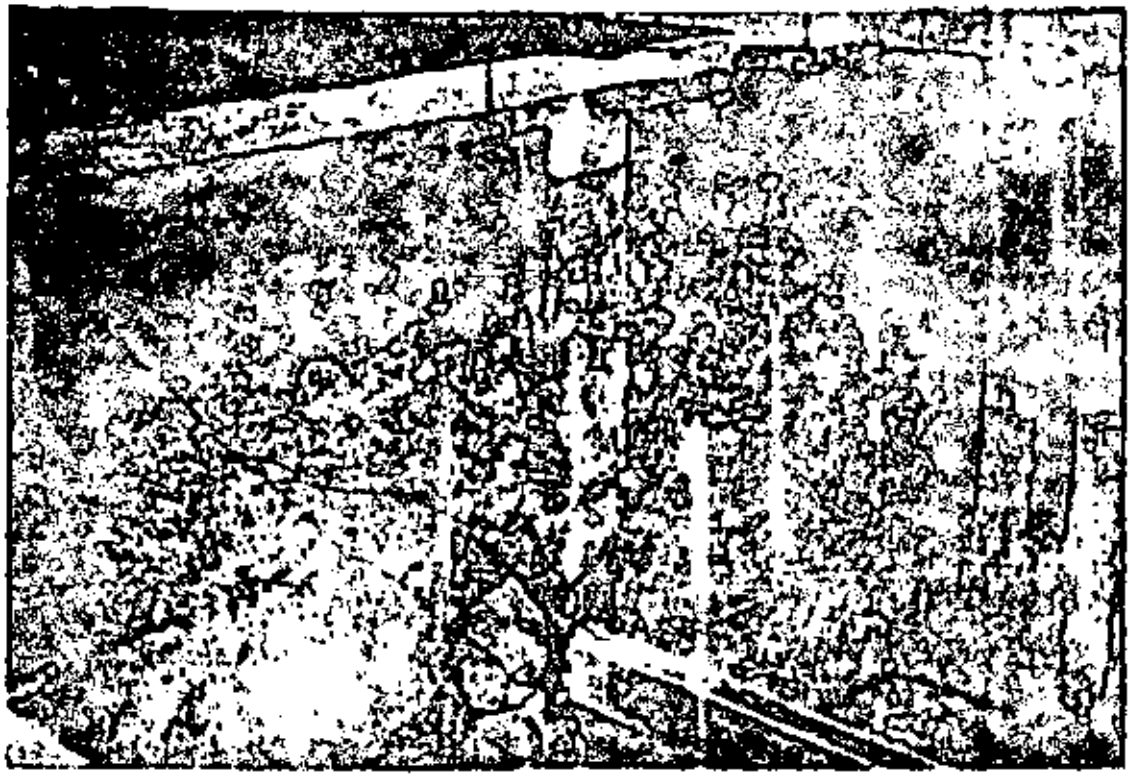
EL ALCALDE DE LA CIUDAD, EL GERENTE DE EMPAGUA Y LA JUNTA DIRECTIVA VISITAN LAS INSTALACIONES PARA CONOCER LOS DAÑOS.



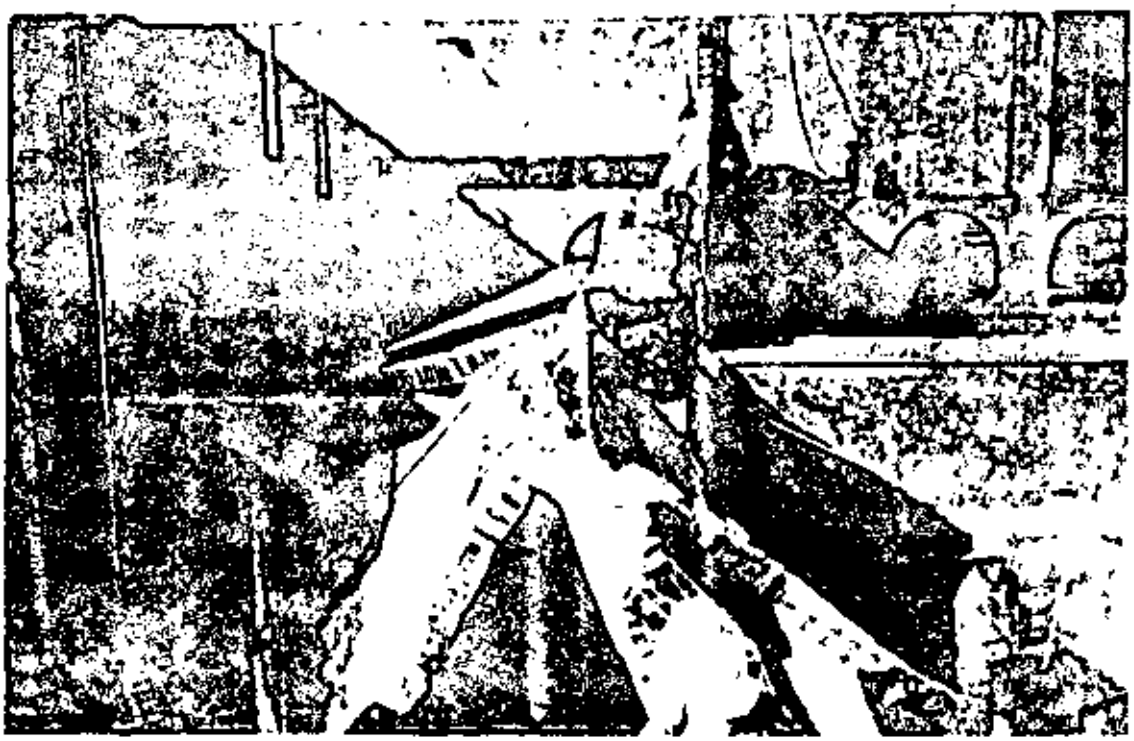
GRIETA EN UNO DE LOS TANQUES DE SEDIMENTACION (DE 45 m. DE LARGO X 15 m. DE ANCHO X 7 m. DE ALTO).



DAÑOS EN MUROS, VIGAS Y PASILLOS DE LOS TANQUES DE SEDIMENTACION.



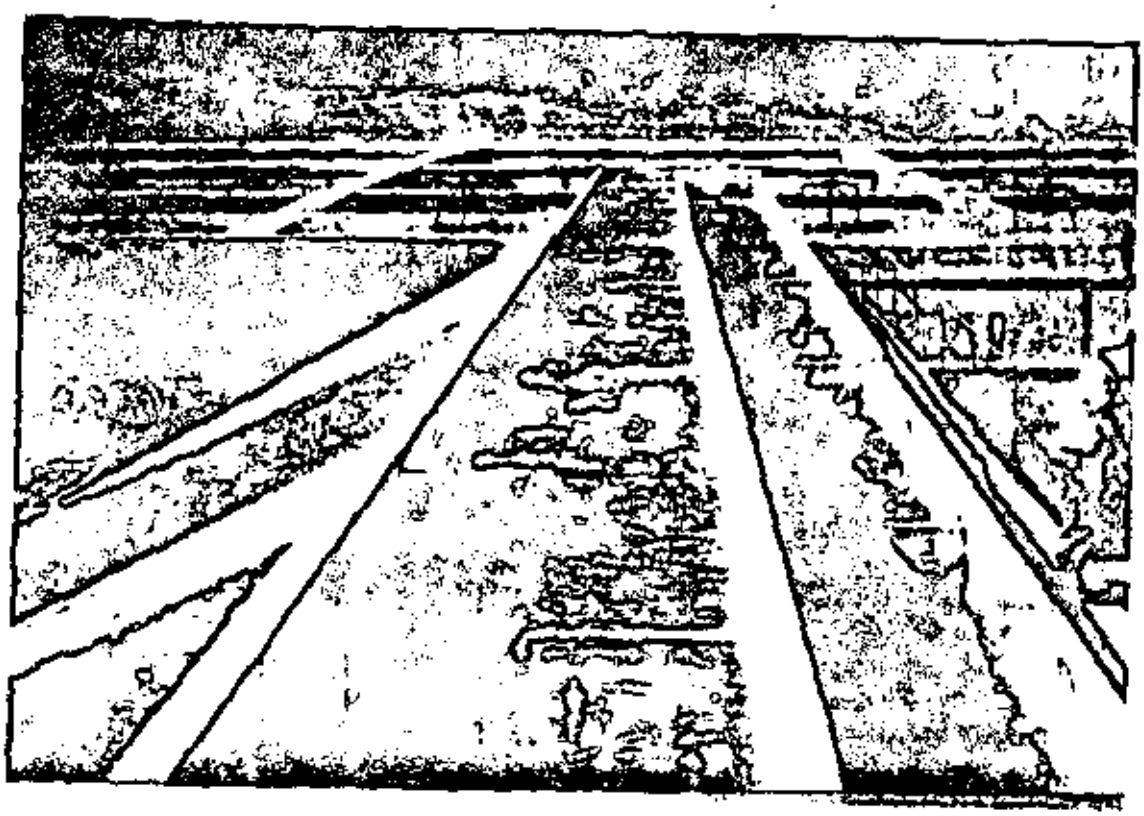
LAS VIGAS QUE EN OTRORA SE EMPLEARON PARA EXPERIMENTAR CON PANTALLAS HORIZONTALES. SACARON A LUZ LOS HIERROS DE LAS COLUMNAS.



EL SEDIMENTADOR QUE QUEDO: VEASE LOS DAÑOS QUE SUFRIO. ES EL QUE SE REACONDICIONO CON PANTALLAS DE A.C. Y NUEVAS CANALETAS DE AGUA DECANTADA.

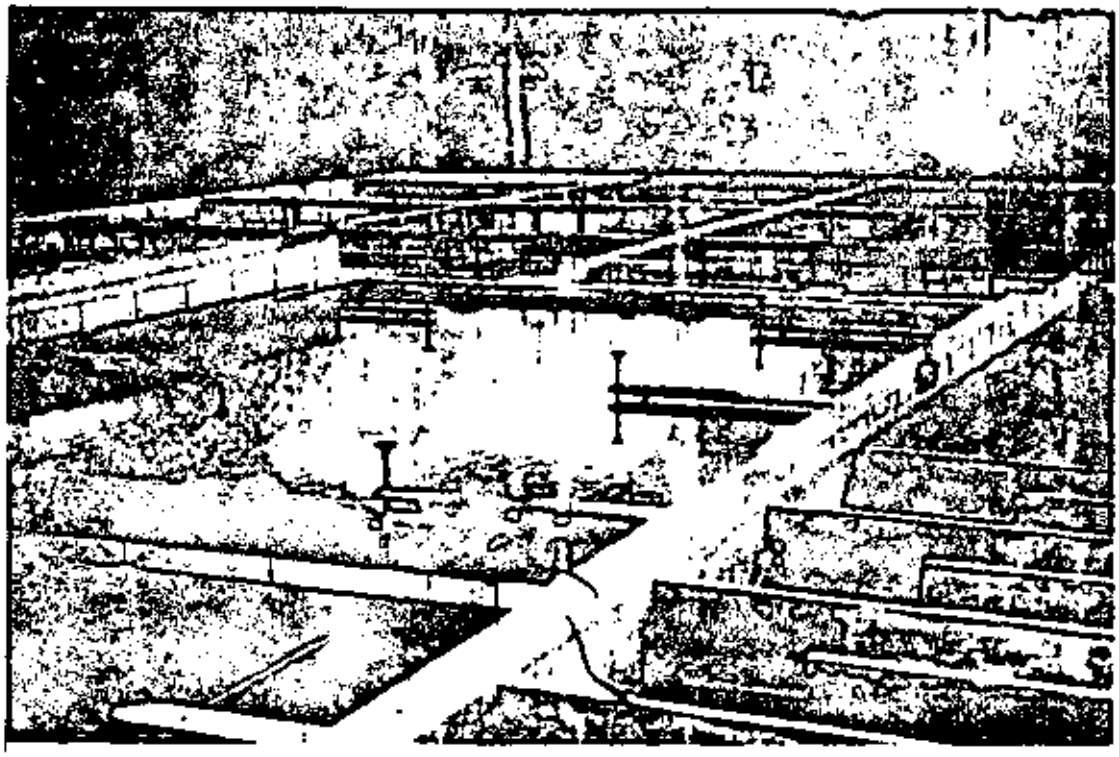
EL MURO ORIENTE DE UNO DE LOS SEDIMENTADORES ACUSA 30 cms. DE DESPLOME. HUNDIMIENTO.

MUROS, COLUMNAS Y VIGAS FUERON DESQUICIADAS.CON EL PRIMER SISMO (7.5 ESCALA RICHTER SEGUN U.S.G.S.).

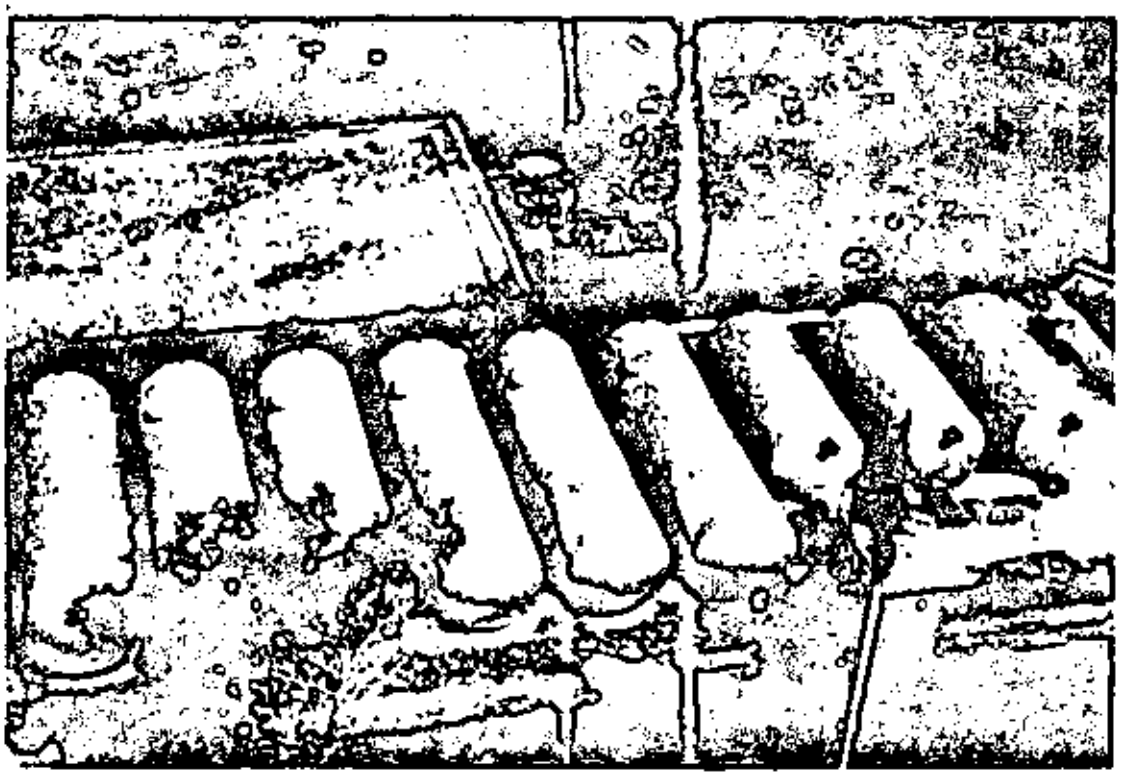


CANAL DE MEZCLA ANTIGUO, UTILIZADO COMO BY-PASS DURANTE LA EMERGENCIA.

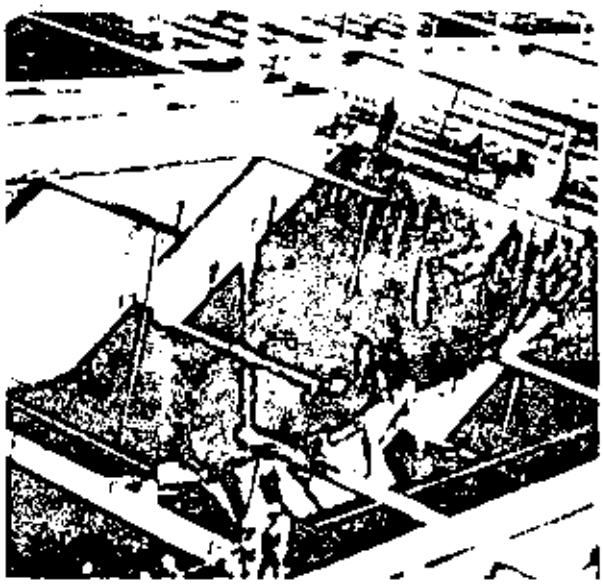
OBSERVESE EL DESPLAZAMIENTO DE UNO DE LOS MUROS DEL TANQUE DE SEDIMENTACION (LADO ORIENTE).



VISTA DEL UNICO TANQUE DE SEDIMENTACION QUE QUEDO EN SERVICIO A PESAR DE LOS GRANDES DAÑOS QUE TENIA.

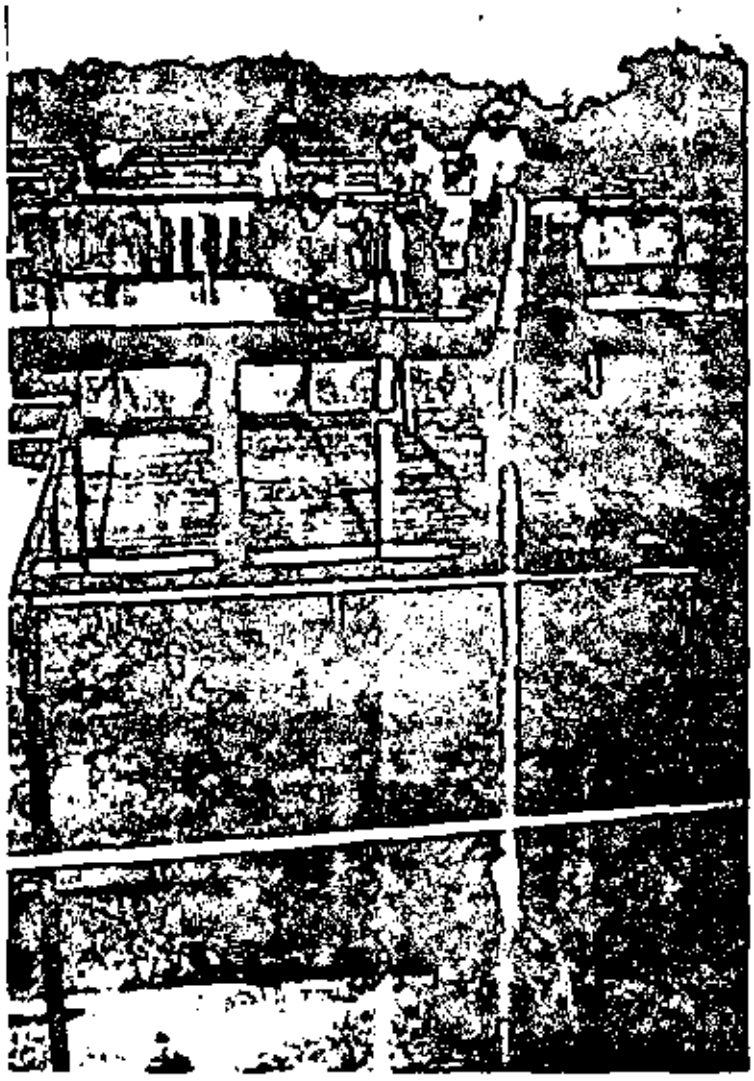


FILTROS RAPIDOS A PRESION TRABAJANDO DESDE 1938.

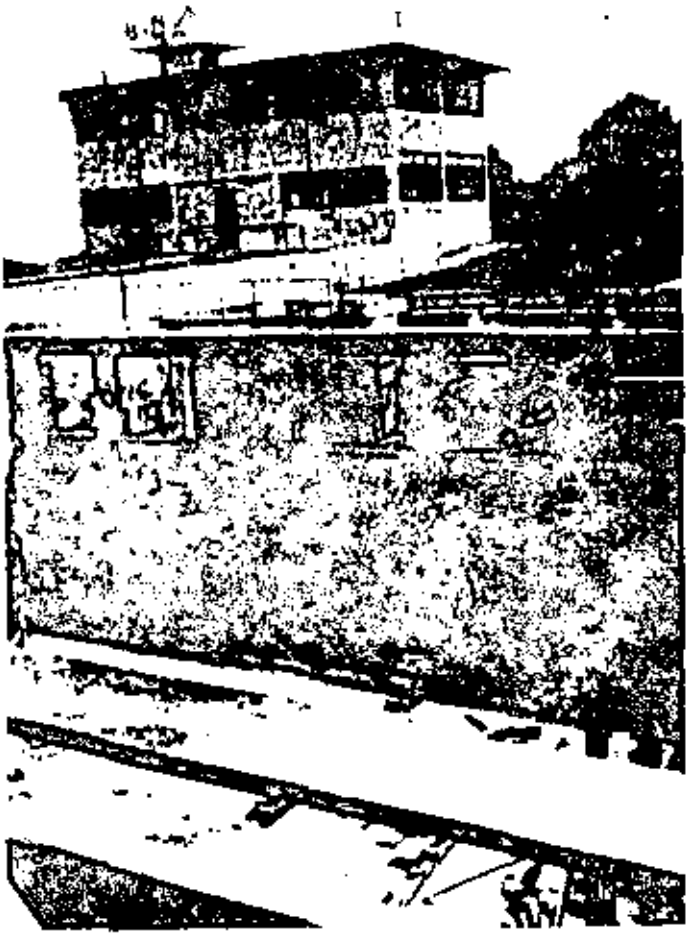


VISTA AÉREA DEL MISMO SEDIMENTADOR.

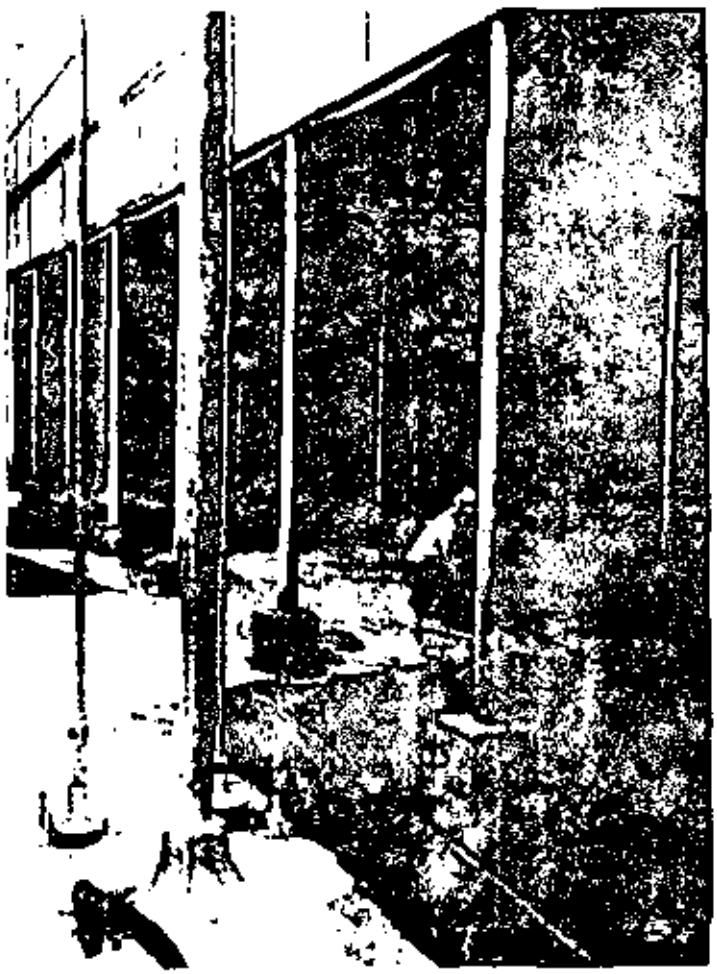
EL TABIQUE TRANSVERSAL MODIFICADO, ANTES DE COLOCAR LAS PANTALLAS.



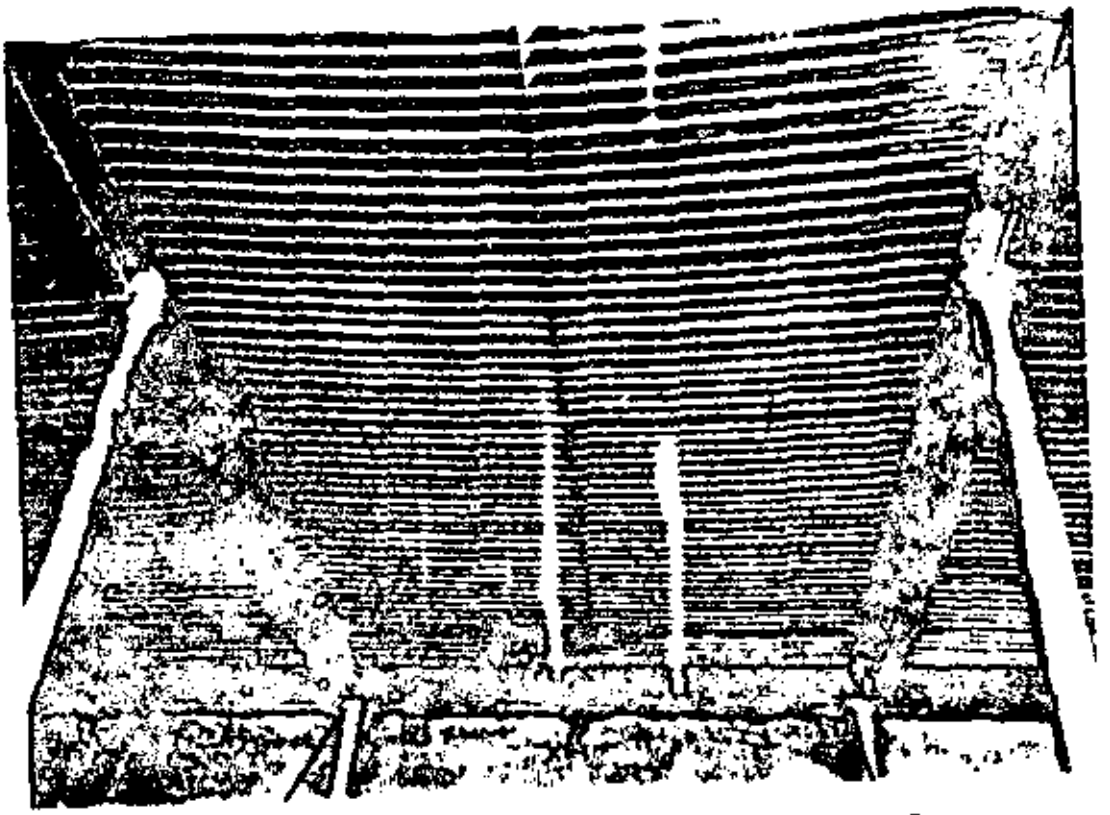
COMPUERTA PARA ACONDICIONAR LAS PRESIONES EN EL TABIQUE TRANSVERSAL MODIFICADO. EN LA PARTE DE ATRAS .SE VEN LAS PANTALLAS AL NIVEL DE LA CRESTA DEL TABIQUE TRANSVERSAL ASI COMO LA PANTALLA DEFLECTORA VERTICAL.



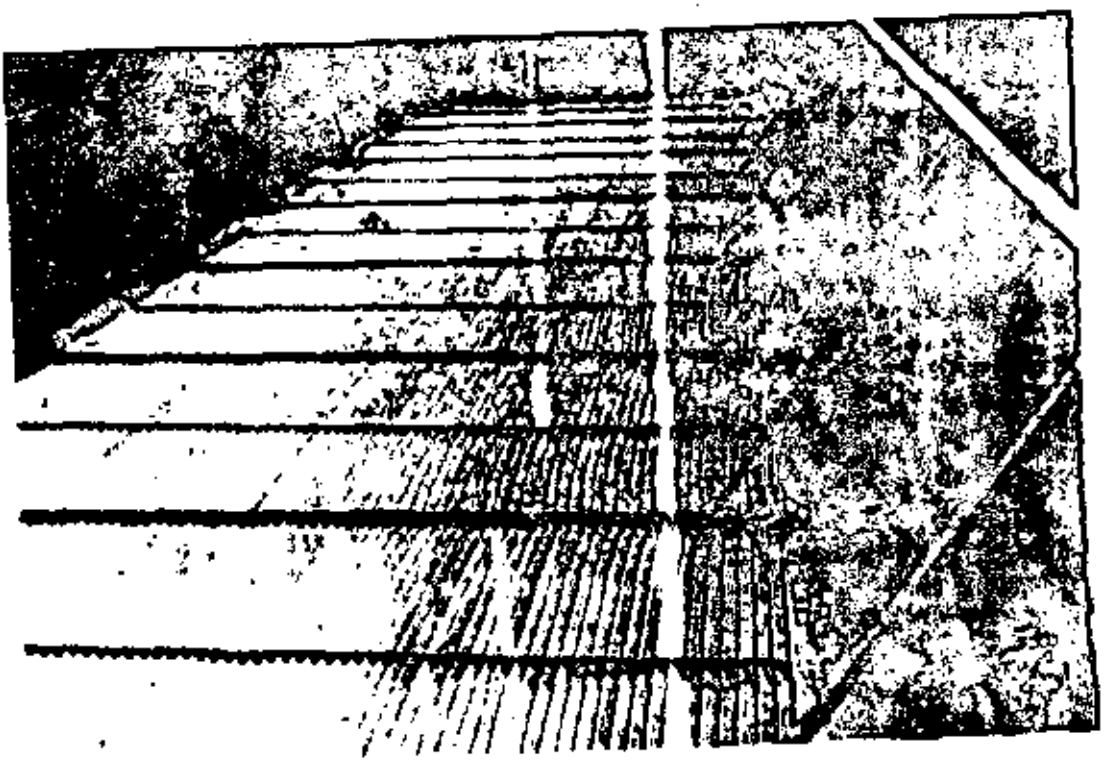
VISTA DEL TABIQUE. A LA IZQUIERDA EL CANAL DE MEZCLA Y ARRIBA LA CASETA DE DOSIFICACION DE SULFATO DE ALUMINIO Y CAL.



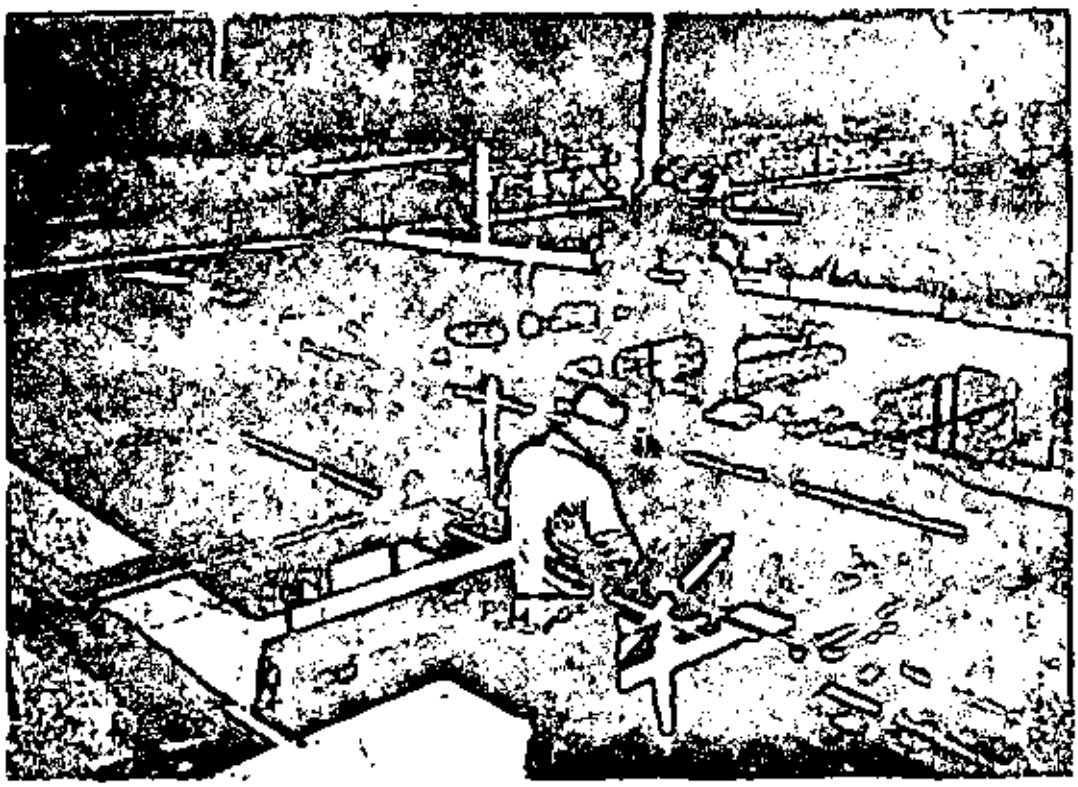
TA INFERIOR DE LAS PANTALLAS DE ASBESTO-CEMENTO Y ABIQUE DEFLECTOR. PARA PODER EXTRAER RAPIDAMENTE LODOS SE COLOCO OTRA VALVULA EN EL FONDO.

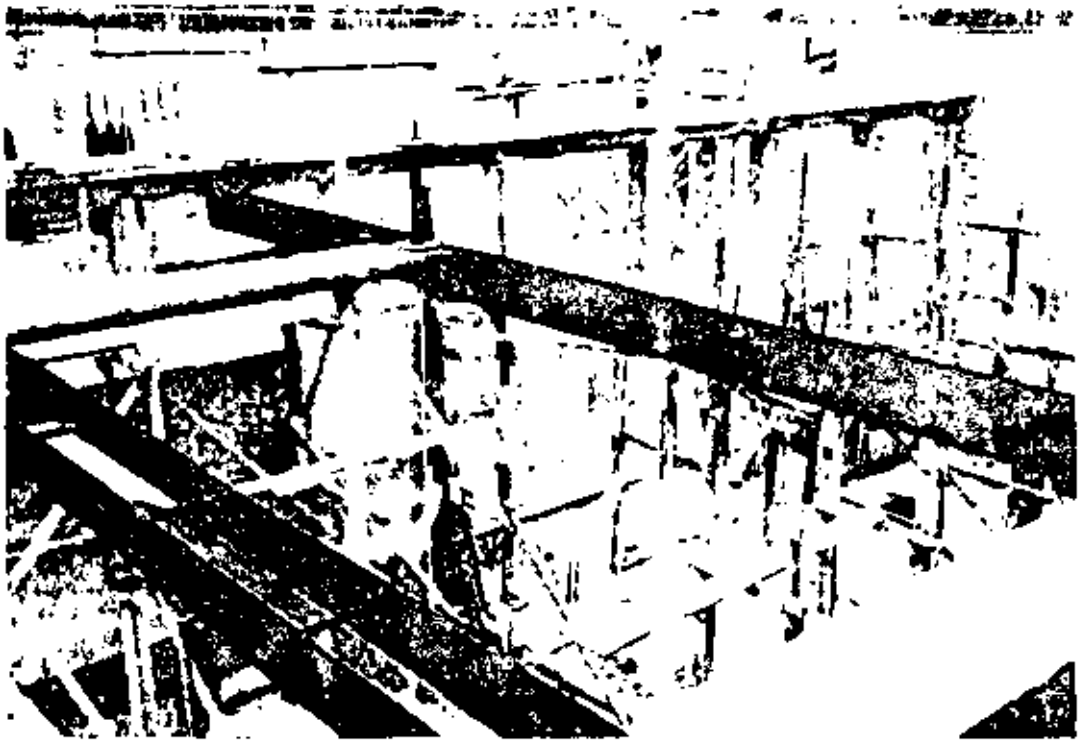


ESTRUCTURA METALICA QUE SOPORTA LAS PANTALLAS DE A. C.

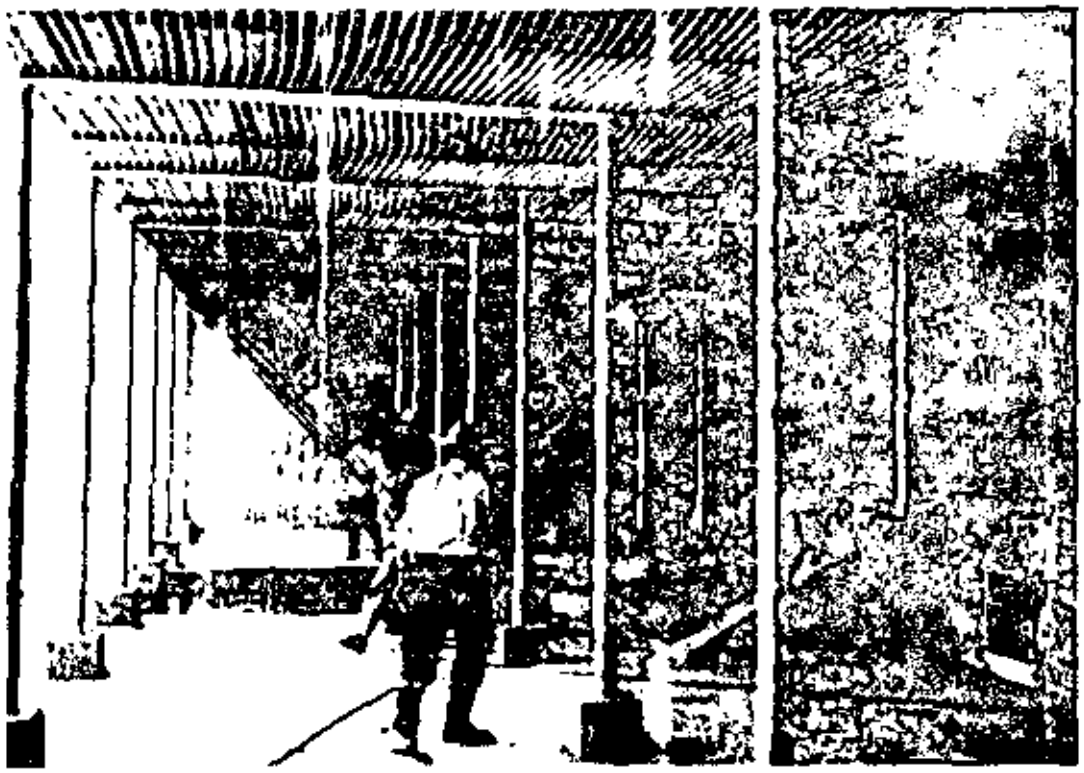


LAS 82 PANTALLAS INCLINADAS A 60° Y LA PANTALLA VERTICAL DEFLECTORA.



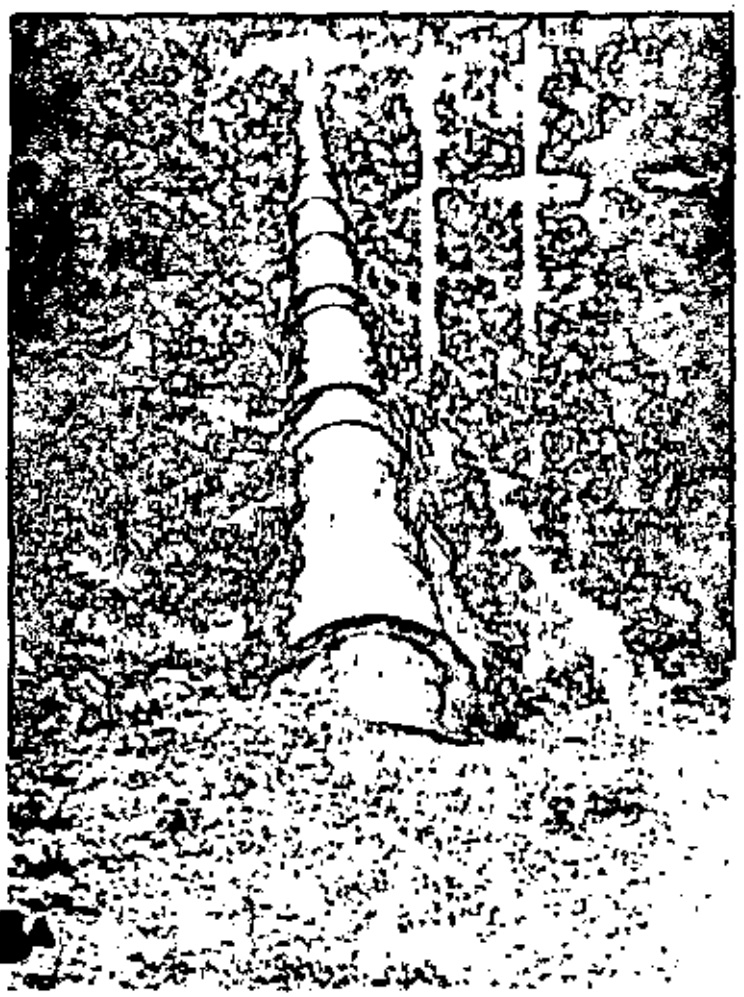


CANALETAS PARA RECOLECTAR EL AGUA DECANTADA.

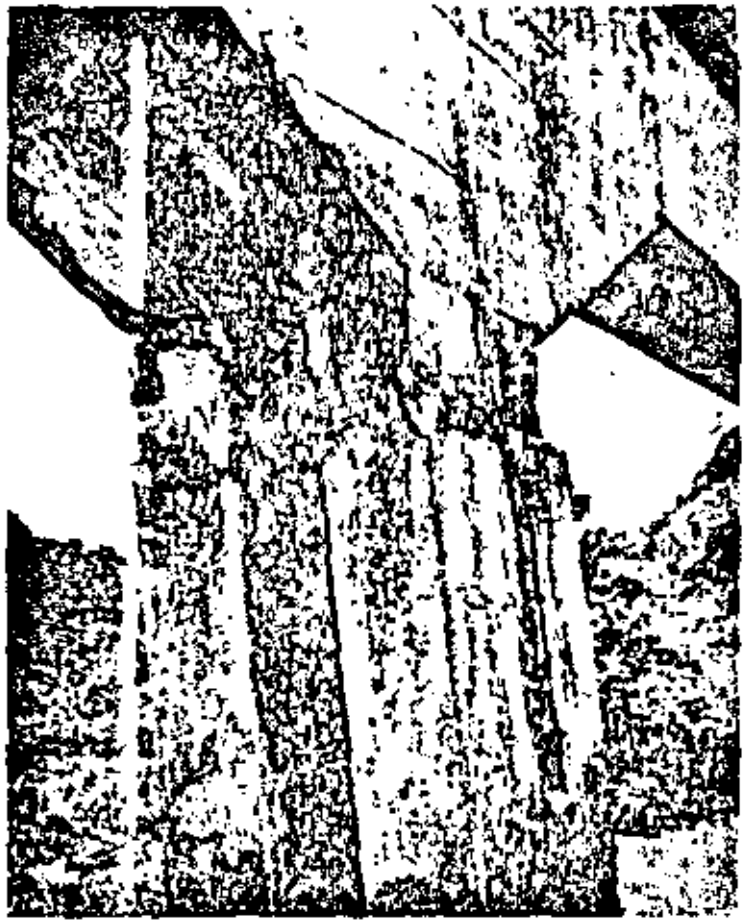


VISTA INFERIOR DE LAS PANTALLAS Y LOS SEPARADORES PARA CONSERVAR EL PARALELISMO. EL PISO SERA CAMBIADO DE PENDIENTE PARA FACILITAR EL LAVADO.

LA LINEA PRINCIPAL DE 24" HF QUE VA A LA CIUDAD ATRAVIEZA EL RIO LAS VACAS SOBRE UN PUENTE FORMADO POR DOS VIGAS CONTINUAS SOPORTADAS POR COLUMNAS -- QUE SUFRIERON EL IMPACTO DEL SISMO.



VISTA AEREA DEL ACUEDUCTO. OBSERVESE LA DEFLEXION (CURVA) AL FINAL.



CORTE OBSERVADO EN LAS PILASTRAS QUE SOPORTAN EL ACUEDUCTO.

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

"METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO".

T E M A 6

EXPERIENCIAS DE DESASTRE EN NICARAGUA.

Autor: Ing. Francisco Saavedra.

Diciembre, 1979.

EXPERIENCIAS DE DESASTRES EN NICARAGUA

Autor: Ing. Francisco Saavedra

Reproducido por la Organización Panamericana de la Salud del Manual del "II Seminario sobre Ingeniería Sanitaria en Situación de Catástrofe", Guatemala, Octubre de 1976.

EXPERIENCIAS DE DESASTRES EN NICARAGUA

TRABAJO PRESENTADO POR

Ing.Francisco Saavedra

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

CONFERENCIA SOBRE EXPERIENCIAS DE DESASTRES EN NICARAGUA.

II SEMINARIO SOBRE INGENIERIA SANITARIA EN SITUACIONES DE CATASTROFE, 18 DE OCTUBRE DE 1976.

1.- INTRODUCCION.

2.- Medidas adoptadas y Programas de Rehabilitación de acción inmediata de los servicios de agua potable, alcantarillado, disposición de excretas y de viviendas puestos en práctica en Managua en el período posterior al terremoto.

3.- Repercusiones del Terremoto de 1972 sobre la migración de la población a ciudades vecinas, problemas de saneamiento identificados y programas de mejoramiento cumplidos o en desarrollo.

4.- Posición del saneamiento en organizaciones nacionales y locales para prevención y acción en casos de catástrofe. Funciones que deben cumplirse en cada nivel.

Elaborado Por:

INGENIERO FRANCISCO SAAVEDRA LOPEZ

Decano

Facultad de CC. FF. y MM. - UNAN

Octubre de 1976.-

1. INTRODUCCION

A. Managua

Managua es la ciudad capital de la República de Nicaragua en América Central. Está situada en la ribera Sur Este del Lago de Managua (Xolotlán), a los 86°17' de longitud Oeste, y 12°09 de latitud Norte.

Su población presente es de 385.000 habitantes, y su nivel sobre el mar, fluctúa de los 45m. a lo largo de la margen Sur del Lago, hasta más de 300 m. en la zona Sub-urbana al Sur de la ciudad.

Los límites físicos aparentes, son como sigue:

Norte: Lago Xolotlán.

Sur : Sierra de Managua.

Este : Aereopuerto Internacional Las Mercedes y Sabana Grande.

Oeste: Sierra Mateare.

El 23 de Diciembre de 1972 a las 12:30 a.m. la ciudad de Managua sufre un terremoto de intensidad 6.25 Rietcher, que la deja parcialmente destruída. A los 30 minutos después se produjo otro sismo de escala 5 que incrementa su destrucción. Su población era de 430.000 personas, representando un 21% del total de habitantes del país y un 60% de la actividad económica de la Nación.

Los sistemas de servicios, señalaban elevada concentración en el área de Managua como sigue: (15)

Servicio	porciento de Concentración respecto del País
1. Electricidad	70
2. Teléfonos	80
3. Automóviles	66
4. Vivienda	23
5. Industria	80
6. Salud	70

Un resumen de daños producidos por el sismo, se estimó como sigue:

1.	Muertos	6 a 8,000 personas
2.	Heridos	20,000 personas
3.	Superficie afectada	27 Km. cuadrados

4.	Superficie de destrucción	13 Km. cuadrados
5.	Longitud de instalaciones de Agua, Luz y Alcantarillado, dañadas	14 Km.
	(15) Referencia	
6.	Viviendas perdidas o seriamente dañadas (de un total de 70.000)	53,000 unidades
7.	Edificios comerciales y bodegas perdidos, o seriamente dañados (Un 95% quedó destruído)	400,000 mts. cuadrados
8.	Oficinas Públicas y Privadas, perdidas, o seriamente dañadas	340,000 mts. "
9.	Cuatro Hospitales con camas y servicios perdidos o seriamente dañados.	1,650 camas
10.	Aulas escolares perdidas o dañadas (un 75% del total de aulas)	740 aulas
11.	Personas desempleadas	51.700 personas
12.	Evalúo de pérdidas totales	844.8 Millones de Dólares.

B. Entidades responsables de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario, desechos sólidos, y viviendas de la ciudad capital.

Las entidades responsables de la administración de estos servicios son:

a) Para el sistema de abasto de Managua: La Empresa Aguadora de Managua E.A.M., atendiendo a un 70% de la población y en pequeña escala la Junta Local de Asistencia Social (J.L.A.S.) que tenía a su cargo la administración de aguadoras locales, (Repartos de Maestro Gabriel Salvadorita) y DENACAL con la operación y mantenimiento del Barrio Riguero Norte y Esquipula de Managua.

b) Para el sistema de Alcantarillado Sanitario Nacional: En especial el correspondiente a Managua es el Departamento Nacional de Acueductos y Alcantarillado, que también tiene a su cargo la administración del servicio de agua de 43 ciudades y 98 acueductos rurales (1972) más del 95% del alcantarillado de la República estaba concentrado en la ciudad capital.

c) La recolección transporte y disposición de las basuras está a cargo del Ministerio de Salud Pública,

d) La eliminación de las excretas a través de letrinas sanitarias: a cargo del Ministerio de Salud Pública,

e) El encauzamiento de los programas de viviendas de interés social: a cargo del Banco de la Vivienda de Nicaragua (Bavinic).

C. Descripción del sistema de abasto antes del terremoto:

El agua suministrada a la ciudad de Managua, provenía en su totalidad de la fuente "Laguna de Asosósca" (que ocupa el cráter de un volcán extinto) y de dos pozos de agua subterránea, que abastecen a algunos sectores Sur Occidentales.

La Estación de Bombeo de Asosósca está constituída por 5 Bombas de turbina vertical de 500 IP c/u y con caudal de 8M.G.D. Dos tubos de impelencia de 30" de diámetro suben la ladera de 45° hasta un tanque de oscilación de 5 m. de diámetro por 22 m. de alto, de donde se distribuye el agua para abastecer la ciudad, por gravedad a la zona baja de la ciudad, a dos sistemas de bombeo separados (el alto y alto superior). Hay una estación de cloración y otras estaciones de recloración, en el sistema alto superior.

El sistema de distribución constaba con unos 600 Km. de tuberías que varían en tamaño entre 1" y 30", constituída con material diversos H.F., A.C. P.V.C., H.G.

Se contaba con cuatro tanques de distribución de 2.5 M.G.D., 19 tanques pequeños que totalizaban 3.2 MGD, dos de concreto y los 17 restantes de acero.

Existían aproximadamente 40.000 conexiones domiciliares con medidor de agua.

D. Daños causados por el terremoto en el sistema de abasto de agua.

Fuente de Agua: (1)

El movimiento causado por el terremoto, provocó grandes deslizamientos de tierra y piedra en la ladera, poniendo en peligro la estación de bombeo enclavada en la orilla de dicha laguna. El camino de acceso hacia la planta de Bombeo fue bloqueado totalmente por los cúmulos de tierra y piedra. Estos derrumbes provocaron daños en la línea de energía de alto voltaje, en los anclajes de las líneas de impulsión y en los controles electricos de las bombas.

El material que se precipitó a la laguna, afectó el área de succión de las bombas, atascando la abertura de los tamices.

La inspección efectuada, demostró que la plataforma de sostén de las bombas y su fundación no sufrieron daños que pudieran poner en peligro la estabilidad de la estructura.

Al momento del sismo la energía eléctrica que alimenta los bancos de transformadores del Plantel Asosósca se cortó, provocando el consiguiente golpe de ariete que unida al desastre conmovió las instalaciones y paralizó el servicio de agua.

Los transformadores de la estación principal de bombeo y de las estaciones impulsoras ubicadas en la fuente sufrieron daños en los aisladores secundarios. Los gabinetes de control de la estación principal sufrieron desalineamiento que impedían el arranque de los equipos, los cuales se repararon de emergencia mediante puente flexible.

La línea de energía de 2,400 voltios sobre postes de madera que baja la ladera de Asosósca sufrieron deslizamiento en su base, provocando tensión en sus líneas, produciendo quebradura en sus aisladores y crucetas.

La estación impulsora, en la parte superior del cráter de la Laguna, no sufrió daño y pudo ser puesta en operación tan pronto se restituyó la energía eléctrica. (10.45 a.m. del día 23 de Dic. de 1972).

Los pernos del tanque de oscilación de 5 m. de diámetro por 22 m. de alto asentado en el suelo sufrió elongaciones hasta de 5.8".

Estación de Desinfección:

En la estación de cloración se produjo la caída de los cilindros de cloro, con la consiguiente ruptura de los tubos, lográndose controlar con bastante dificultad el escape del gas; uno de los cloradores se desniveló y se dañó en su conexión a la tubería principal de conducción. El proceso de cloración quedó completamente restablecido el día 24 de Diciembre de 1972.

Red de Distribución:

En la red de distribución se sufrieron daños del tipo de fractura principalmente en la región central de la ciudad por donde pasanlas fallas activas y en todos los sectores, señalándose con un plano el sitio de las fugas.

La forma y frecuencias de fallas dependió del material y tipo de junta de la tubería; la tubería de asbesto cemento fue la más afectada y falló casi totalmente por corte y por dislocamiento de sus juntas. Roturas similares ocurrieron en viejas tuberías de hierro fundida de 2" y 4". Las tuberías de HF con junta de plomo fallaron en sus juntas de plomo, desprendiéndose el tubo de la campana, las juntas de flange, dresser se comportaron satisfactoriamente. El mejor comportamiento lo tuvo la tubería de hierro dúctil de diámetro igual o mayor de 16 pulgadas con uniones de empaque de hule, en este caso la tubería no se fracturó, sino que debido al movimiento, se abrió la junta y se salió la espiga. El PVC se comportó satisfactoriamente, sus fallas se detectaron en sus juntas.

Los registros de localización de válvulas que la Empresa Aguadora tiene en planos a diferentes escalas y de sus archivos completos de sus características y de operación contribuyó a que el cierre de las válvulas de las tuberías afectadas fuera hecho con prontitud, aunados al esfuerzo de varias personas que conocían la red.

Servicios Domiciliares:

Una investigación realizada en Enero de 1973 reveló que el número de conexiones activas eran unas 18.000 o sea el 46% de las conexiones existentes antes del terremoto. Las conexiones domiciliares fallaron en número considerable por roturas y otras quedaron perdidas y que pertenecían a casas que fueron destruídas, se presentó cierto número de conexiones domiciliares dañados, situadas en casas que permanecieron intactas y habitable. El mejor comportamiento lo tuvo las conexiones de tubos de cobre luego la tubería de H.G. La tubería de PVC sufrió fallas de desprendimiento con el medidor y la llave municipal. En muchas conexiones en tuberías de H.F. se desprendió totalmente la llave municipal afectando la tubería matriz. Se estima que un 75% de los servicios quedaron filtrando.

Tanques de Distribución de Concreto: (1) (2) (4)

De los cuatro tanques de distribución de 2.5 MG cada uno, dos de ellos en la zona de servicio de bajo y ubicado en el Bo. San Cristóbal y los otros dos del servicio alto en el Reparto de Altamira, sufrieron daño en las juntas perimétricas del fondo, agrietamiento y cierto grado de asen-

FALLAS EN LA TUBERIA

DIAMETRO	MATERIAL	LONGITUD (Dic. 72)	No DE FALLAS	FALLAS POR KM.
		METROS		
1"	H.G.	2.294	6	2.6
	P.V.C.	2.689	-	—
2"	H.G.	49.287	55	1.1
	P. V. C.	73.911	-	—
	H.F.	2.107	-	—
3"	A.C.	7.245	2	0.2
	P. V.C.	37	-	—
	H.F.	7.027	17	2.4
4"	A.C.	207.918	271	1.3
	P. V. C.	360	-	—
	H.F.	22.409	43	1.9
6"	A.C.	88.710	103	0.1
	H.F.	15.042	12	0.8
8"	A.C.	19.775	15	0.7
	H.F.	7.027	29	4.1
10"	A.C.	1.135	-	
	H.F.	676	1	1.4
12"	A.C.	5.643	2	0.3
	H.F.	37.010	5	0.1
14"	H.F.	610	-	—
16"	H.F.	15.501	3	0.2
18"	H.F.	60	-	—
24"	H.F.	12.100	8	0.6
30"	H.F.	2.581	-	—
		581.154		

H.G. Hierro Galvanizado P.V.C. Cloruro de Polivinilo

A.C. Asbesto - Cemento H.F. Hierro Fundido

EFECTOS DEL TERREMOTO DE 1972.

Managua, D.N. Nicaragua.

tamiento en las fundaciones de las paredes. Los tres tanques que contenían agua en 5/6 de su altura en el momento del sismo (un tanque de San Cristóbal) estaba fuera de servicio para ser limpiado y reparado perdieron el agua a través de la junta perimétrica del fondo y a través de roturas en las conexiones de las líneas de conducción.

Los tanques fueron inspeccionados por varios especialistas y que dió lugar a varios informes.

Tanque de Almacenamiento de Acero:

En el Kilómetro 8 de la Carretera Sur estaban localizados cuatro tanques de almacenamiento de acero (Tipo Standpipe) de 126.000 galones cada uno. Dos de ellos eran viejos de acero remachado de 1/8" de espesor. En el Kilómetro 9 de la misma carretera estaban dos tanques similares de acero de 126.000 galones, uno viejo remachado de 1/8" de espesor y el otro nuevo, soldado de 1/4". Estos seis tanques de almacenamiento pertenecen al servicio alto superior. Los tres tanques viejos de paredes delgadas sufrieron deformación, achatándose en la parte inferior y separándose las líneas de entrada y salida.

Oficinas Administrativas:

El Edificio Administrativo de la E.A.M., ubicado en la zona central intersección de la línea férrea y 3 Av. N.E., fue totalmente destruído por el terremoto, afortunadamente, la computadora IBM y archivos fueron rescatados en los días posteriores, dichos equipos fueron trasladados al plantel de Asosósca, donde fueron revisados e instalados.

Edificio de Bodega:

El techo del edificio de la bodega en Asosósca falló durante el terremoto. Estaba bodega estaba ubicada en el borde superior oriental de la Laguna de Asosósca. El edificio fue dañado hasta un grado tal que no admitía reparación. En dicha bodega se encontraban materiales diversos de tuberías y equipo mecánico y eléctrico, de conexiones domiciliares, estos fueron rescatados en un 75%

D. Descripción breve del Sistema de Alcantarillado Sanitario de Managua:

Sistema existente de Alcantarillado Sanitario en Managua.

Las aguas negras de la ciudad son colectadas en unas 30 colectoras que descargan en O cerca de la orilla del Lago sin ningún tratamiento, contaminando sus aguas y dejándole inútil para el uso recreativo de sus habitantes.

El sistema se compone de aproximadamente de 500 Kilómetros de tuberías de hormigón que varían en diámetro de 8 hasta 30 pulgadas.

Todo el sistema existente en Managua fluye por gravedad al lago y no existe estaciones de bombeo.

El sistema actual es separado y se estima que un 56% de la población total está conectado.

Durante el terremoto se contaba con unas 30,000 conexiones domiciliares.

E. Daños causados al Sistema de Alcantarillado Sanitario de Managua:
Hubo rebalsamiento de aguas por la tapa de diviersos pozos de visitas y - en algunos casos en los artefactos sanitarios, por causa de obstrucciones del material proveniente de los P.V., (Pozos de Visitas) ésto produjo corrientes de aguas negras en forma superficial.

Se observaron daños de esta índole, desprendimiento de las juntas de mortero, desalineamiento en las tuberías, proyección de conexiones o acometidos dentro de la tubería principal, hundimiento y levantamiento, fracturas diversas de los pozos de visitas. (10) (8)

G. Viviendas: (15)

Como resumen de daños producidos por el sismo, se estima como sigue:

1- Viviendas pérdidas o seriamente dañadas, de un total de 70,000---------- 53,000

2- Un 95% del comercio y bodegas perdidas (M^2)---------- 400,000

3- Cuatro Hospitales con camas y servicios perdidos o dañados (camas)---------- 1,650

4- Un 75% de las aulas escolares perdidas.

M. Generales:

Inmediatamente después de la catástrofe el Gobierno de la República organizó un Comité Nacional de Emergencia Integrado por Civiles, Militares, Ministros, Autoridades Locales, Instituciones Internacionales y Nacionales.

1. El primer objetivo fue el reestablecimiento de los servicios públicos de agua potable y electricidad y para esto la acción que se tomó fue la investigación y solución a ellos.

2. La orden del exódo de la población de Managua hacia las ciudades vecinas se logró en 4 días a partir del 23 de Diciembre y dió origen a un proceso de descentralización con miras de crear polos de atracción de carácter industrial, comercial y de viviendas. Para esto el Comité ejecutó dos acciones. El 4 de Enero de 1973 se firmó un Convenio de Préstamo por 12.5 millones de pesos centroamericano con el BID para reforzar las infraestructuras de agua potable y alcantarillado sanitario.

   El 6 de Junio de 1973 se firmó el Convenio de Crédito de Reconstrucción por 20 millones de peso centroamericano con el AID (International Development Association), para la reconstrucción de la ciudad y la descentralización mediante construcción de viviendas de interés social.

3. Se procedió a la recolección, traslado y disposición de cadáveres en una fosa común excavada en el Cementerio General Occidental y Oriental (trabajo realizado por el D.N. y M.S.P. no hubo identificación de cadáveres ni la preparación de un registro oficial de defunciones, pero cada barrio reportó los muertos a Radio Nacional, así como a la Prensa escrita, previa Recom. cuando se restauro la radio.

4. Determinación de los efectos del desastre sobre las construcciones, y de los servicios de agua, luz alcantarillado sanitario, para establecer prioridades y acciones.

5. Medida de la eliminación de escombros en las calzadas de las calles para permitir la circulación de vehículos, en la distribución de agua, recolección de basuras, para la distribución de alimentos, evacuación de heridos y personas.

6. Ejecución de programas para reemplazo de viviendas destruídas.

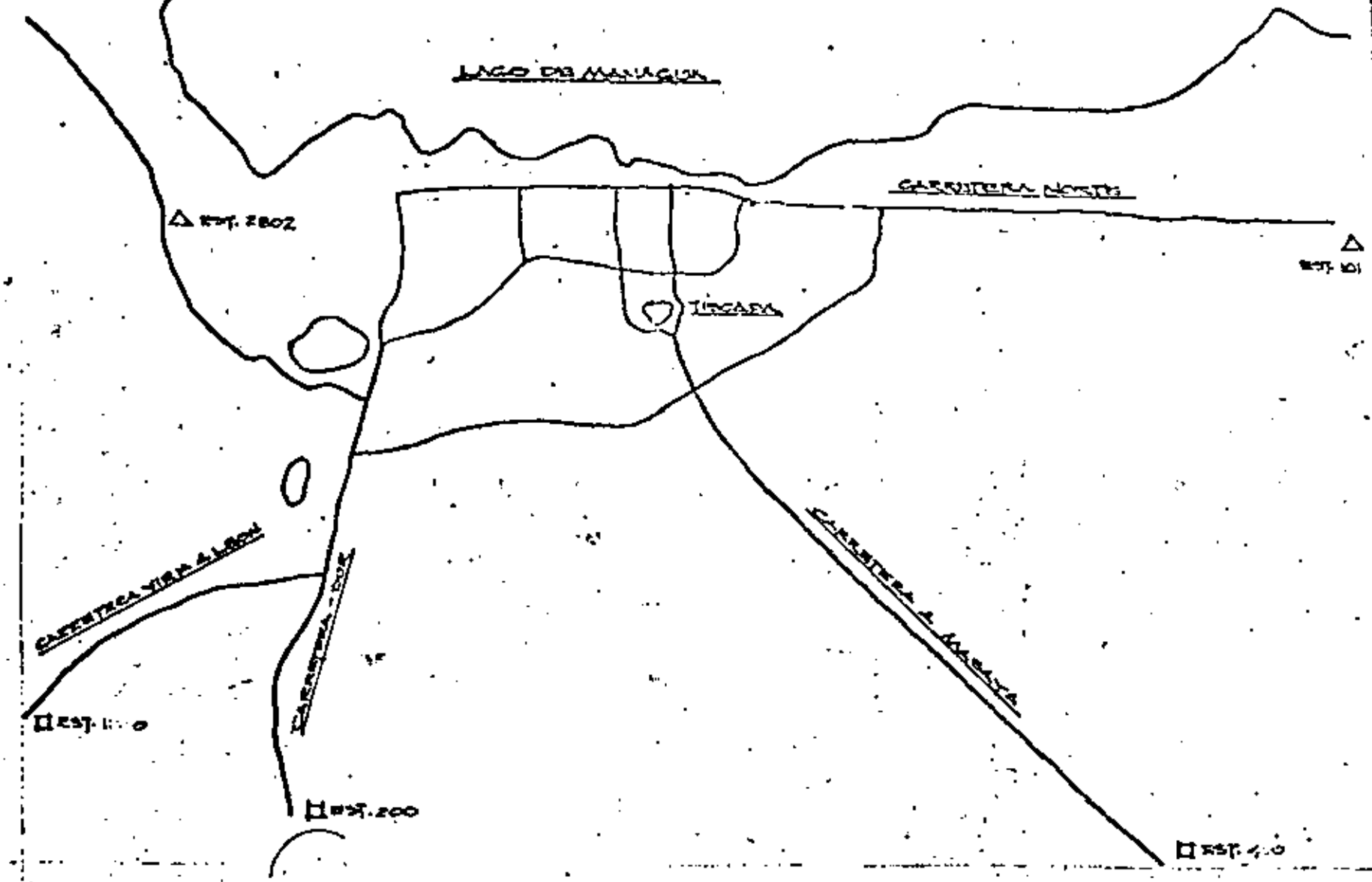
7. Elaboración de normas de construcción para los diferentes tipos de edificios.

8. Búsqueda y rescate de personas lesionadas.

9. Lucha contra incendio.

10. Organización ce servicios de socorros previo a la etapa de rehabilitación.

CARRETERAS DE ACCESO A MANAGUA Y VIAS DE COMUNICACION



11. Se exhortó a los Bancos, Industria y Comercio para que reestablecieran sus operaciones cuanto antes y así volver a la normalidad, la mayoría de ellos así lo hicieron.

12. Se organizó una comunicación central encadenándose todas las emisoras que pudieron funcionar.

B. Medidas adoptadas y programa de Rehabilitación de servicios de agua potable por la E.A.M. (Empresa Aguadora de Managua).

1. Organización para investigación de daños, haciendo uso del personal de la Empresa y voluntarios que se presentaron, especialmente Ingenieros consultores, búsqueda de otras fuentes de suministro de materiales de reparación con (DENACAL y en ferreterías de ciudades vecinas).

2. Después de la Evaluación contenida en los informes del personal, se tomaron las siguientes medidas inmediatas.

2.1. Reestablecimiento del servicio el día 23 de Diciembre a las 10 a.m. solo fue posible en el sector occidental, próximo a la fuente. (2)

A. Se procedió a restituir las conexiones rotas de los cloradores, así como de la reparación de daños menores, para habilitar la operación de cloración, la cual quedó completamente reestablecida el día 24 de Diciembre a medio día.

En esta forma se protegió la calidad del agua a la cual se le aplicó 500 libras por día (unas 3ppm), máxima capacidad de las instalaciones, Paralelamente se llevaron a cabo los análisis bacteriológicos en cápsulas desechables, tipo Millipore, que dieron resultados satisfactorios. El 5 de Enero se reestableció el servicio de laboratorio privado que diariamene practicaba los análisis del agua natural y del agua suministrada en varios sectores. (El de la U.N.A.N. recientemente instalado sufrió daños en el orden de un 30% de sus instalaciones y la OPS/OMS contribuyó en su rehabilitación).

En el suministro de cloro se contó con la ayuda del hecho de que la Planta Industrial de Sosa Cloro, ubicada al Occidente de la ciudad, reestableciera sus operaciones antes de que las existencias del cloro se agotaran.

2.2 Dada la medida de la tarea de reparación de la red, se inició una distribución de agua de emergencia por camiones tanques. Esta labor se inició el día 24 de Diciembre, colaborando en ésto los camiones tanques del Departamento de Carreteras, del D.N de la Guardia Nacional de compañías privadas, y camiones cisternas del gobierno de los EE.UU. provenientes de la zona del Canal. La distribución se realizó mediante un programa de sectores que cubrieron a toda la población, con excepción de la zona destruída y que había sido evacuada. Al inicio la fuente de agua fue el Plantel de Asosósca y posteriormente se habilitaron hidrantes en diferentes sectores de la ciudad.

2.3. Paralelamente con esta distribución de agua se habilitaron varios pozos de emergencia operados con motores diesel y generadores eléctricos. (Salvadorita, Maestro Gabriel, Centroamérica, Nicarao, 14 de Septiembre, Altamira, Colonial Los Robles, Plantel DENACAL) con lo cual se pudo dar agua a una parte de la Zona Sur y poblaciones del Sector Oriental, llegando la gente a traer agua en recipientes.

2.4. En la Red de Distribución, se iniciaron las labores de reparación de la red de distribución dando prioridad a las tuberías de mayor diámetro. Esto se logró previa a la identificación de fugas, y aislamiento de circuitos de tuberías madres, siendo en este caso de utilidad los planos y registros de la red a escala 1.8000, 1.4000 y 1.500, los cuales se mantienen actualizados, así como el archivo del sistema de Válvulas en tarjetas individuales, las cuales indican sus características y operación. La operación de cierre y apertura de válvulas en las tuberías afectadas y de la colaboración personal con conocimiento de ésto.

La tubería matriz de 24" afectada por la falla de Tiscapa fueron reparadas con segmentos de tuberías de hierro dúctil, usando camisas de hierro fundido con uniones de plomo fundido.

La reparación de las tuberías maestras de agua potable rotas se hicieron con abrazaderas de reparación, las cuales fueron obtenidas a la firma Smith-Blair Company de los EE.UU. mediante una compa especial de emergencia. Se estima que se gastaron $1,6000,000.00 en la reparación de las tuberías maestras.

También se obtuvo una cantidad apreciable de junta dresser, abrazaderas y otros accesorios de reparación tipo mecánico.

De esta manera se fueron controlando las pérdidas por fugas, habiéndose bajado dichas pérdidas de 75% después del siniestro hasta el 50% después de 5 meses.

Se estableció una investigación de fugas y su solución de las mismas habiéndose reducido hasta la fecha en un 25% las pérdidas.

El comportamiento del bombeo diario durante los días posteriores al terremoto se muestra en la figura I; la figura II muestra la producción y el consumo mensual y su efecto del agua no contabilizada.

3. Medidas de protección en el equipo básico de bombeo localizado en Asosóca.

3.1. ENALUF proveyó energía con carácter prioritario al servicio de agua potable después de 9 horas del terremoto, los gabinetes del control de las bombas se repararon de emergencia mediante puente flexible.

MILLONES DE GALONES
0
1
2
3
4
5
6
7
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
MAYO
JUN.
JUL.
AGOS.
SEPT.
OCT.
NOV.
DIC.
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
MAYO
JUN.
JUL.
AGOS.
SEPT.
OCT.
NOV.
DIC.
AGUA NO CONTABILIZADA

Tanques de almacenamiento de concreto:

Después de la evaluación de los informes, la E.A.M. negoció urgentemente los siguientes contratos, pasando por alto el procedimiento de licitación, para la reparación de los mismos, por motivo de emergencia.

4.1. Contrato con Chamorro y Cuadra para reparar las grietas y reemplazar las juntas de expansión.

4.2. Contrato con Laboratorio Nicaraguense de Materiales S.A. (LANSA) para la inyección de lechada de cemento a presión bajo las fundaciones y losas de los tanques.

4.3 Contrato con el señor Ricardo Gálvez para perforar agujeros en las fundaciones de las paredes de los tanques y facilitar la inyección de lechada a presión.

4.4. Contrato con H. E Chan para supervisar los trabajos. El costo total estimado fue de unos UC$75.000 dólares.

El programa de reparación se inició mediante la perforación de agujeros en las losas del fondo distribuídas radialmente en los cuatro cuadrantes y luego se procedió a inyectar lechada de cemento cuya relación agua-cemento varió de 1:4 a 1:10, según las condiciones encontrando en el terreno alcanzando el punto del barreno hasta 5 m. bajo la zapata. La inyección se llevó a efecto medio de una bomba inyectora a una presión de 20 lbs. pulg. cuadrada. Esta operación permitió llenar los vacíos del suelo y proporcionarle un valor soporte adecuado.

Las fracturas apreciables de las paredes fueron piqueteadas y rellenadas con material epoxico Probond PC-200 y material Protálico expansivo para reparar concreto; las fracturas pequeñas en paredes, losas, y columnas fueron reparadas con material epoxico Proband ET-150 inyectada con aguja hipodérmica y sellado con brocha y rodillo, las juntas de expansión fueron completamente limpiadas y posteriormente rellenadas con un sello de hule asfalto Protex - Hot Seal y por último con una aplicación de sello epoxico triple-Seal por medio de rodillos, después de este tratamiento se procedió a la prueba de los tanques, llenándose de agua y observándose las fugas las cuales fueron reparadas hasta la completa impermeabilización.

La operación de rehabilitación duró cuatro meses. Esto indicaba que la red estaba trabajando sin ser atendido su compensación horaria, y para atender los servicios altos y alto superior se hizo operar los equipos de bombeo a través de los By Pass (conexiones de enlaces).

5. Tanques de Aceros:

Se reemplazaron los tres tanques de acero de 126.000 galones cuya red delgada y remachados por tanques nuevos de acero soldados de 1/4 de pulgadas de espesor a un costo de US$39.100 dólares.

6. Recuperación de Conéxiones Domiciliares y Medidores:

En Enero se comenzó un programa para recuperar los medidores de agua

de las conexiones domiciliares perdidos en el terremoto así como cerrar las fugas hasta finales de Marzo de 1973 se habían recuperado aproximadamente 13,000 medidores y en total se recuperó con este programa 18,000 medidores a un costo total de US$13,000 dólares, los cuales fueron revisados, limpiados y puestos en condiciones de ser usados.

7. Rehabilitación de las Oficinas Administrativas, Financieras, Gerencia e Ingeniería.

La E.A.M. decidió trasladar su centro de operación a los terrenos del Plantel de Asosósca. El Departamento de IBM y las computadoras recuperadas fueron albergados en un edificio utilizado como garage, el cual fue rehabilitado para oficinas administrativas (Sección Comercial Contabilidad y Centro de Computación).

Esto permitió que la empresa pudiera reanudar sus operaciones normales durante el mes de Febrero de 1973, beneficiándose así la parte comercial del Alcantarillado Sanitario de Managua ya que se utiliza la facturación del agua, para la facturación del servicio de aguas negras.

Una medida tomada para iniciar las actividades comerciales fue la elaboración de un censo de usuarios en lo que quedó la ciudad habiéndose encontrado a fines de Febrero un total de 18.000 usuarios que corresponde a una población servida de 135.000 habitantes (antes del terremoto existían 40.000 usuarios) con el número de usuarios proporcionados por el censo se procedió a emitir las facturas con los consumos promedios del año 1972.

Durante el mes de Marzo se reanudó las lecturas de medidores en la forma acostumbrada y se restableció el ciclo de facturación (lectura, facturación, distribución de recibos y recepción de fondos en los Bancos y Cajas de la E.A.M.).

En Mayo de 1973 se reportó un número de usuarios de 26.000.

8. Además de estas medidas existían otras como es la de atender los servicios de agua a los campamentos de los damnificados, cuarteles, Hospitales provisionales y el despertar parcial de las actividades comunitarias, públicas, privadas, industriales y comerciales.

Nuevas instalaciones en la reconstrucción masivas de viviendas (complejos de viviendas de interés social, para alojar a los damnificados) dió origen a una actividad agotadora de la E.A.M.

C. Planes de rehabilitación a plazo largo de la E.A.M. (1)

Cuando el terremoto la E.A.M. había iniciado el desarrollo del proyecto que constituía la segunda etapa del Plan Más Agua Para Managua a través de un préstamo de 10 millores de dólares con el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. Este programa contemplaba la construcción de una fuente alterna de pozos profundos al Oeste de la ciudad en la vecindad del Aeropuerto Las Mercedes, construcciones de estaciones impulsoras al servicio alto y refuerzo y extensión en la red de Distribución Incluyendo almacenamientos, se contemplaba la construcción de un edificio administrativo y asistencia técnica en aspectos administrativos, de organización y métodos.

En vista de la catástrofe, se decidió modificar los objetivos del proyecto y el Banco decidió aceptar el cambio orientado a construcción de fuentes alternas b) dotación de agua a las comunidades periféricas productos de la descentralización; se eliminó la construcción del edificio administrativo, para dar prioridad a los barrios existentes periféricos de escasos recursos.

Luego se obtuvo el siguiente préstamo para la E.A.M.

Del AID = 2.5 millones de dólares de los 20 millones negociados por el Gobierno.

Del B. Mundial=6.9 millones contrato de enmienda.

Con éste dinero se ha logrado atender el 55% del costo de las obras civiles del programa de la segunda etapa y la E.A.M. financió el 17% del costo de estas obras. Mencionándose la construcción de 6 pozos al Sur del Aereopuerto con 15 MGD y de pozos de mediana capacidad distribuídos en diferentes partes construcción de tanques y redes, además se construyó extensiones y tanques para varios barrios de escasos recursos (unos 26 barrios).

Se ha logrado establecer un programa de fomento de conexiones domiciliares de agua y acometidas de aguas negras con pequeñas mejoras en las viviendas, baño, inodoros, lavanderos etc. con fondo del Préstamo AID 524-W-029 por C$12,000.000.00, atendiéndose a 21 barrio de escasos recursos, y cubriéndose a un total de 5,712 familias.

D. Medidas y Rehabilitación en los Sistemas del DENACAL. (10)

Hubo una reestructuración de emergencia. El Director del DENACAL atendió los problemas de la E.A.M. y puso todo el personal del DENACAL bajo la dirección del Ingeniero Jefe de Operación y Mantenimiento de dicha organización, tomándose las siguientes medidas.

1) Se declaró un estado permanente de Emergencia, estableciéndose la jornada de 8 a.m. a 6 p.m.

2) Se ordenó la reconcentración de todo el personal técnico y administrativo, así como la concentración de los vehículos.

3) Se estableció un Comedor Central para proporcionar almuerzo al personal.

4) Se rehabilitó el pozo de agua del Plantel y se instaló un clorinador.

5) Se estableció un sistema de radiocomunicación entre el Plantel de Asosósca y la unidad de mando del Plantel Central y los vehículos que se desplazaban en la ciudad (Area de Managua).

6) Se estableció control de bodegas y de despacho de combustible.

7) La unidad de mando destacó a un ingeniero a cada una de las Aguadoras de las ciudades más importantes del país, con el nombramiento interino autoridad superior y asesor técnico y coordinador de la aguadora, en previsión de los problemas de producción y distribución, teniendo la orden expresa de atender cualquier solicitud de conexión de agua, así como la rehabilitación de servicios desconectados, ayudar en el saneamiento de la comunidad en cooperación de los centros de salud, orientar a los alcaldes en medidas necesarias de ubicación de damnificados etc. y repor-

8) Otros ingenieros fueron remitidos a la orden de la E.A.M., con obreros especializados y aún de oficinistas para la rehabilitación de servicios privados de repartos y colaborar con la detención de fugas, de esta forma se operaron los servicios de Riguero Norte, Salvadorita, Colonia Centro AMERICA, Nicaragua, Esquipulas de Managua, 14 de Septiembre etc.

9) Se atendió los asentamientos de damnificados ubicados fuera de la capital realizando extensiones de servicio de agua a sus campamentos en Diriamba, Guisquiliapa, Coyotepe, Colegio Centroamérica en Granada, contando con la ayuda del material proporcionado por CARE de Nicaragua, en el Colegio de C.A. se trató de instalar una planta tratamiento compacta.

En Ticuantepe se mejoró el servicio con la instalación de un equipo de bombeo para aumentar la capacidad de la línea de conducción y así mantener los tanques a un nivel alto mejorando las presiones.

Se colaboró con la Empresa Aguadora de Diriamba para instalar un nuevo equipo pero el pozo resultó desviado haciendo imposible su instalación.

10) Se ordenó la instalación de equipos de desinfección en Masaya, para ésto se colocaron varios cloradores en paralelos, dando al inicio resultados satisfactorios, pero por falta de un operador diestro esta operación falló.

Además se ordenó a la ciudad de León clorar el agua de sus galerías y se instalarón hidrantes en Masaya, León y Jinotepe.

11) Medidas Previsoras:

11.1 Se hizo un estudio rápido de la situación de capacidad de las fuentes y equipos de bombeo en las ciudades más importantes y en las que había damnificados y de esto se vió la necesidad de ordenar de inmediato el pedido de emergencia de equipos de bombeos adicionales. Estos equipos fueron obtenidos con la cooperación de las Naciones Unidas y de la O.E.A. Los pedidos se destinaron para Diriamba, Ticuantepe, Masaya, Jinotepe, León y Chinandega y a su vez se ordenó la construcción de nuevos pozos en Jinotepe, León, Chinandega y Diriamba.

11.2 Se preparó un estudio de factibilidad para dotar de agua a 20 barrios de escasos recursos de la ciudad de Managua, el cual fue aceptado por la agencia financiadora, procediendo la E.A.M. a contratar los servicios con la H.E. Sawyer J. A. Chan, para proceder a la elaboración de los planos definitivos.

11.3 Se procedió a reestructurar los nuevos objetivos de la construcción del servicio de agua en a) las 10 ciudades más importantes b) proyecto de alcantarillado sanitario en 9 ciudades y c) proyecto de agua potable de 64 comunidades entre urbanas y rurales que requerían ampliaciones y mejoras.

11.4 Se elaboró y presentó un estudio de la construcción de 125 acueductos rurales en comunidades dispersas pero éste no tuvo la acogida del caso.

11.5 Cabe hacer mención que un alto porcentaje de las aguadoras administradas por el BENACAL y entre ellas las de las ciudades que siguen en importancia a Managua son aguadoras antiguas, con falta de cobertura en sus redes insuficiencia en su fuente por la sequía de ese año, carecimiento de desinfección de agua.

C. Medidas en el Alcantarillado Sanitario y su Rehabilitación.

1. Se procedió a recuperar todos los enseres, mobiliarios, archivos, planos de las oficinas del alcantarillado sanitario ubicados en la intersección de la 3 Av. N.E. y 4 C.N. estableciéndose la sección comercial en un local del Plantel Central, y las oficinas del alcantarillado se trasladaron a un edificio recién construído en los terrenos de Santa Clara, sitio previsto para la planta de tratamiento. En esta forma la sección comercial procedió a alistar sus facturas y cobranza del mes de Enero no interrumpiendo en esta forma la cobranza del servicio del agua del resto de las empresas.

2. El personal del sistema de alcantarillado procedió a reparar las obstrucciones acaecidas, así como implementar un programa de investigación de las condiciones físicas de las redes de aguas negras estableciéndose dos programas. (7)

a) Programa de Evaluación preliminar, para establecer categoría de daños y detectar el alcance del trabajo. Esta evaluación comenzó el 4 de Enero de 1973 con cuatro cuadrillas las cuales trabajaron hasta el 4 de Febrero y una sola cuadrilla continuó y terminó el trabajo en 50 días de actividad.

Se evaluaron: 143 Kms. de tuberías de varios diámetros y 1912 pozos de visitas.

Deduciendo 31 Km. de tuberías y 387 P.V. dañados que representan un 20$ de daños.

b) Se estableció de esto las acciones a tomar como sigue:

b.1. Investigación con cámara de 77 Km. de colectoras entre 10 y 30 pulgadas de diámetro.

b.2. Adquisición de la cámara y reparación del personal para un muestreo de condiciones existentes de 50 mts. en cuatro sectores.

b.3. Definición de criterios usados de evaluación de daños en pozos de visitas.

b.4. Adquisición de equipo camiones volquetes bomba archivadora, pipa de agua, y herramientas menores.

c) Análisis de condiciones existentes a través de inspección fotográfica de 11 Km. de tuberías internas, observándose los siguientes tipos de daños y resultados.

c.1. Desplazamiento de las juntas de las tuberías en forma longitudinal.

c.2. Desplazamiento horizontales y verticales en las juntas.

c.3. Grietas en unión de tubos con conexiones domiciliares.

Longitud dañada en tubería 850 m.

Porcentaje dañado un 7.80%

Inferiéndose que se requería una inversión de C$1,000.000.00 al inicio y finalmente se depuró a C$2.5 millones de córdovas.

d) Resultados de la investigación de los pozos de visitas en 17 barrios fueron:

Pozos investigados----------1,558

Pozos dañados---------- 277

Porcentaje dañados----------17.78 %

Los correspondientes porcentajes de daños para estos 277 pozos de visita aparecen así:

Porcentaje dañado	Cantidad de P.V. dañado	%
2.5	36	13
15.	104	37.5
37.5	87	31.41
62.5	19	6.86
87.5	31	11.19
	277	

Inferiéndose que se requieren un costo de reparación de C$304,000.00.

3. Se procedió aumentar el emisario de la Única interceptora existente de 30" paralela a la costa del lago y que abarca de la 12 Av. E. a la 6a. Av. Oeste descargándose a la orilla del lago, esta acción se tomó para dar cabida a los desechos de la demolición los cuales se descargaron en una zona del lago cerca de la desembocadura de dicha interceptora.

4. Se procedió a licitar y construír la interceptora No. 2 ubicada paralelamente a la línea férrea entre 19 Av. N.O. y 5 Av. O., con el fin de interceptar las aguas de todas las colectoras existentes en esta zona y que ascienden a unas 6. Esta construcción se inició en (1973-1974) protegiéndose sus descargues al depósito de los 5 millones de M-3 de escombros.

5. Se procedió a efectuar un estudio de factibilidad de 26 barrios marginales de escasos recursos para proveerle alcantarillas sanitarias, habiendo sido aceptado la mayoría por el BID, procediendo el DENACAL a ejecutar los planos definitivos y a la construcción de los mismos por licitaciones públicas.

6. Ejecución del contrato No. 7 de alcantarillas tributarias de unos 10 barrios con población de 20.000 habitantes.

D. Planes de Rehabilitación a plazo largo del DENACAL.

1) Agua Potable.

2) Alcantarillado Sanitario.

1- AGUA POTABLE

El programa conjunto de 74 comunidades, con préstamo del BID no sufrió cambio con motivo del desastre de la ciudad de Managua, el terremoto aceleró la construcción del proyecto. Actualmente el programa fue financiado únicamente con fondos del BID y del Gobierno de Nicaragua; no cumpliéndose las metas establecidas por el encarecimiento de los materiales y mano de obra.

En el año 1975 el DENACAL elaboró un nuevo estudio de préstamo para atender las obras que no fueron iniciadas.

2- Para el alcantarillado Sanitario.

2.1. Se cumplió con los objetivos anteriormente planteados tales como investigación de las condiciones de las colectoras, construcción de tributarias en 10 barrios, la atención de alcantarillas en barrios, de escasos recursos y la construcción de ciertos colectores.

2.2. De la realización de los estudios conducente a la preparación de un plan maestro de alcantarillado sanitario de Managua que esté acorde con el nuevo plan urbanístico.

E. Medidas adoptadas y Programas de Rehabilitación de Viviendas.

Después de evaluar el Comité de Emergencia de los daños que sufrió la ciudad en sus establecimientos, viviendas, instituciones, edificios públicos y debido a la carencia del servicio de agua, se decidió evacuar la ciudad especialmente sus moradores del área central comprendida entre el lago y 8a.calle Sur, entre 12 Av. Oeste y 16 Av. Oeste, hacia los barrios periféricos, como en albergues provisionales ubicados en la ciudad así como a las ciudades vecinas, de Masaya, Granada, Rivas, Carazo, León, Chinandega, Matagalpa y Tititapa.

En este período se confirió al Vice-Ministro de Planificación Urbana la evaluación del efecto del desastre sobre las construcciones y que en base a su estado se registrara y seleccionaran las casas que podían restaurarse, así como también se procediera a la demolición de las dañadas y con riesgo, aproximadamente 50.000 casas quedaron dañadas.

Se confirió al D.N. y al VIMPU a través de una comisión de Ingenieros Nicaraguenses y Mejicanos a la elaboración de un Código de Construcción poniéndose en vigencia en los primeros meses después del desastre.

También el VIMPU elaboró y distribuyó una cartilla de construcción, la cual fue de mucha utilidad en la orientación de construcción de casas de una sola planta, así como implementó la supervisión de construcciones con el respectivo control de materiales tanto con laboratorios gubernamentales, como privados.

A. Medidas en el Período Activo del Desastre.

El Gobierno en este aspecto tomó dos acciones, la desconcentración de la ciudad y su descentralización de la misma, señalándose las siguientes medidas:

1- Construcción de albergues provisionales tanto en la ciudad como a fuera de la misma a través de tiendas de campañas, habiéndose establecido los siguientes campamentos, véase cuadro siguiente:

2- Dotación de tiendas de campañas a todos aquellos refugiados que la solicitaron, en los barrios periféricos que quedaron poblados: San Judas, Open 3, Colonia Máximo Jérez, 14 de Septiembre, Torres Molina, Reparto Schick.

3- El Ministerio de Educación Pública puso a la disposición todas las Escuelas e Institutos de las ciudades vecinas para el albergue de los damnificados.

4- Al mismo tiempo, se efectuó las instalaciones de Hospitales provisionales, cuarteles y puestos de socorro.

CAMPAMENTOS ESTABLECIDOS EN EL PERIODO ACTIVO DEL DESASTRE (12)

	Ubicado	Habit.	Let.	
1) Campamento B. Esperanza	Managua	5,000	200	
2) Caserío Aereopuerto Xolotlán	Managua	200	Se instó a inst.	
3) Campamento Km. 8 Carretera Norte	Managua		" " " "	
4) Campamento Colegio Centro América	Granada	1,600	22	
5) Campamento Sara Mora de Guerrero	Granada	50	3	
6) Escuela Rubén Darío	Granada	31	1	(+ 1 inodoro)
7) Campamento No. 1	Granada	68	1	(excusado)
8) Campamento No. 2		29	1	(excusado)
9) Campamento El Lago No. 1	Granada	35	1	(")
10) Campamento El Lago No. 2	Granada	101	2	(")
11) Campamento El Lago No. 3		42		(no tiene - exc.)
12) Campamento El Lago No. 4	Granada	12		(no tiene - exc.)
13) Campamento San Juan Bosco	Granada	98	4	(excusado)

14) Asentamiento Cara Bonita	Tipitapa				
15A) Campamento del Recinto UNAN	Managua	300	- Usaron Instalaciones existentes.		
15) Campamento del Coyotepe	Tipitapa	700			
16) Campamento Santiago	Jinotepe	600	30	7	12
17) Campamento Berlín	Diriamba	300	10	8	10
18) Campamento de Guisquilipa	Carazo	50			

B. Acción tomada por el Banco de la Vivienda de Nicaragua (BAVINIC) y el Sistema Nacional de Ahorro y Préstamo, fue la valorización de daños para reclamos de seguros, esta operación conlleva (reclamo, ajustes, pago del seguro, permiso de reparación y reforzamiento).

C. Préstamos Hipotecarios para reparación de Viviendas y reforzamiento de viviendas.

D. Reparación de 7,00 viviendas administradas por el BAVINIC en los diferentes repartos existentes en Managua (Nicarao, Luis Somoza, 14 de Septiembre, Maestro Gabriel, Salvadorita, Colonia Managua).

E. El Banco de la Vivienda colaboró y tomó bajo su responsabilidad, las construcciones de las siguientes obras:

e.1 Instalación de IGLUS donados por el Gobierno de Alemania, en Masaya y Guiquilipa.

e.2 Construcción de la Colonia Bélgica donado por el Gobierno de Bélgica en San Marcos (construcciones de pino, 60 viviendas).

e.3 Instalación de 106 viviendas donadas por el Gobierno de Colombia (Reparto Colombia), en Managua.

F. La labor más descollante fue la construcción de 11,335 viviendas temporales de paredes de pino y techo con cubierta de zinc, en el Proyecto denominado LAS AMERICAS, con la ayuda del Gobierno de los Estados Unidos a través de la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) el cual donó US$3,000.000 y el Gobierno de Nicaragua aportó 222.5 Ha. de tierra estimada en US$3,325,000.. La construcción fue realizada por 15 empresas constructoras nicaraguenses en un tiempo record de 120 días calendario, iniciándose 15 días después de la catástrofe, permitiendo el traslado de las familias de escasos recursos, antes de la entrada del invierno.

UBICACION DE LOS PROYECTOS: (16)

Estos proyectos están ubicados al Sur-este de la ciudad (Américas 1,3 y 4 y la América No. 2 en el Nor-este de la ciudad capital).

PROYECTO LAS AMERICAS

PROYECTO	DENOMINACION ACTUAL	AREA MTS.	No. DE CASAS	TIPO DE CONSTRUCCION
América No. 1	Villa de las Américas	57	2.202	Vivienda DUPLEX de madera de Pino, con letrina individual, con baños y lavaderos comunales para cada grupo de 48.
América No. 2	Villa Abraham - Lincoln	84	2.206	
América No. 3	Villa OEA	50	2.242	
América No. 4	Villas Las Sabanas	125	4.685	Costo unitario US$272.00 con 20 Mts^2 Area cubierta.
		316 Mts.	11.335	

Características de las viviendas temporales:

Las viviendas tienen un Area de 20 metros cuadrados con un costo de US$272.00, estructura y forro de madera de pino rústico, techo de zinc con columnas de pino de 2" x 4" cada 50 Cm., empotrados en el terreno aproximadamente 60 cm. protegiéndolo con tratamiento asfáltico, piso de tierra. El proyecto fue dotado con alumbrado público, y servicio eléctrico domiciliar y agua potable. La adjudicación se efectuó así: Unitariamente para familias pequeñas, a las numerosas se les adjudicó dos, cobrándose C$40.00 y C$60.00 respectivamente de los cuales C$20.00 es destinado a mantenimiento y el resto es alquiler.

G. Construcción de 500 viviendas definitivas en las Américas No. 2. Posterior a la construcción de los trabajos de viviendas temporales, se construyó 500 viviendas definitivas adyacentes a los techos temporales en las Américas No. 2. Así como instalación de pisos de concreto en las 11.335 viviendas y los trabajos de infraestructuras básicas, drenajes pluviales, construcciones de pavimentos, movimientos de tierra, conformación de andenes, puentes peatonales, etc. Esta labor duró 400 días calendarios.

H. Segunda Etapa: (16)

El Gobierno solicitó al AID un préstamo de US$15,000.000 con el propósito y único fin de financiar el 50% de las obras necesarios para dar a las Américas todas los instalaciones físicas faltantes. El total del programa es de US$30,000.00 para:

1- Rehabilitación de los techos temporales.
2- Construcción de viviendas definitivas adyacentes a los techos en que se contemplan 6 niveles diferentes de ampliaciones y 2 para los nuevos desarrollos.
3- Construcción de centros comunales que incluyen edificios de usos múltiplos, guardería infantil, talleres de Artes Industriales, Escuelas, Parques, etc.

4- Construcciones de servicios complementario de agua potable, aguas negras, parqueos, canales, mejoramiento de andenes.
5- Mejoramiento Socio-Económico de las familias, para evitar la repercusión sobre el proyecto, enseñanzas higiénicas, proyecto de mejoramiento comunal cívico, económico, habitacional (préstamo para pequeños mejoras de construcción).
6- Construcción adicional por medio de esfuerzo propio de las familias y ayuda mutua.

Aprovechando los techos temporales construídos éstos se convertirán aproximadamente en 8.379 viviendas incluyendo el 5to. proyecto y que forma un complejo habitacional de 40,000 Hab. El plazo para desarrollar los diferentes conceptos es de 40 meses a partir del mes de agosto de 1974, siendo la fecha de finalización el 30 de Noviembre de 1977.

En Conclusión:

Se considera que la experiencia de este proyecto es único ya que al nacimiento de viviendas temporales, surgió el mejoramiento y construcción de viviendas definitivas, lo cual redundó en beneficio de los damnificados.

Programas de esta naturaleza son un medio eficaz para resolver problemas de emergencia latente.

El aspecto social fue bastante delicado, -por la actitud mental de sus habitantes (indiferencia, agresividad), y con el transcurso del tiempo se logró transformar positivamente una gran parte de ellos, (mejoramiento comunal, seminarios, asociaciones vecinas).

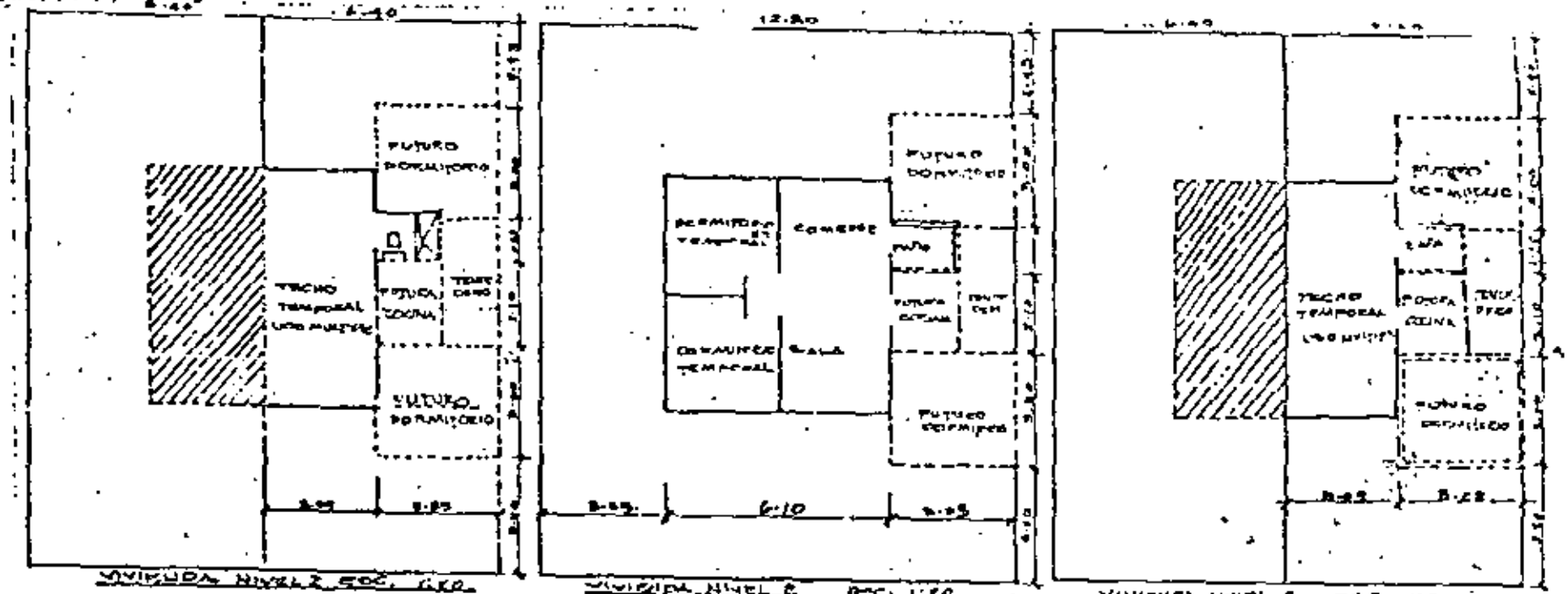
I. También el Banco de la Vivienda gestionó financiamento ante el "BIRF" y "BID" para construcción de desarrollos urbanísticos con viviendas y facilidades industriales, como apoyo a la acción de desconcentración y descentralización de la ciudad de Managua, habiéndose iniciado los siguientes proyectos:

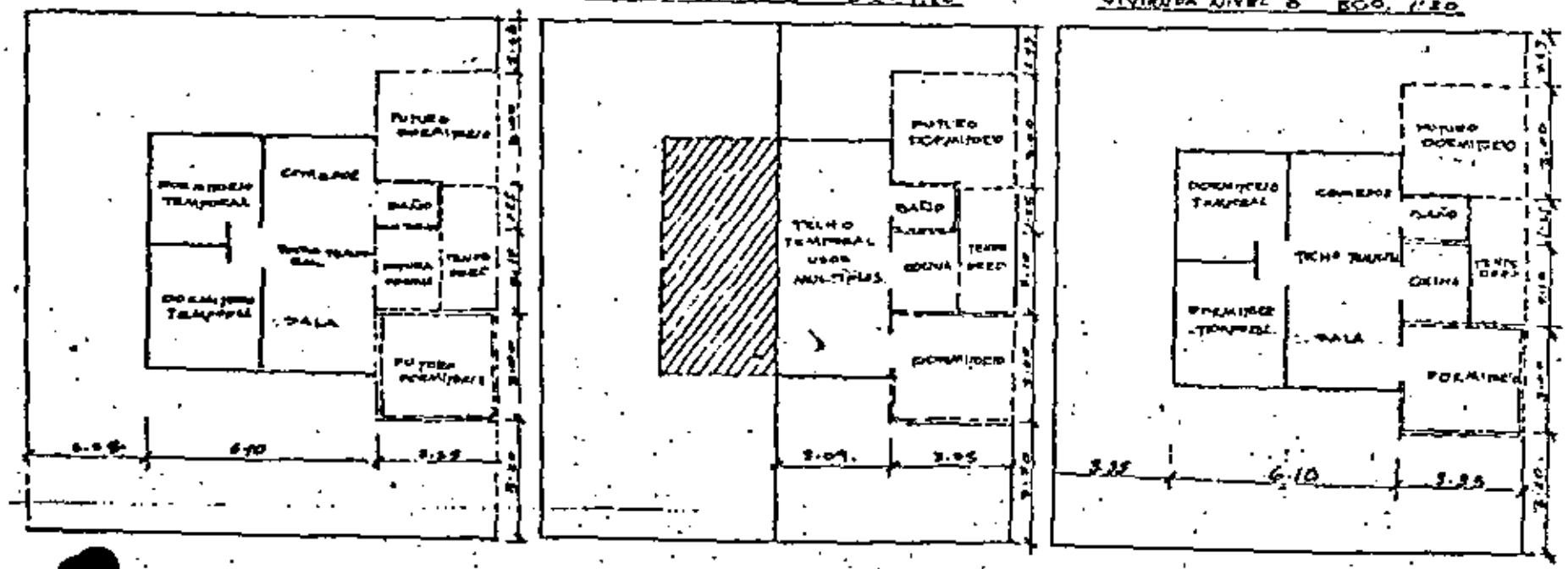
1-	Villa Don Bosco	489	BID	Managua
2-	Villa Hope Somoza	850	BIRF	Masaya
3-	Villa Jerónimo	100	BID	Masaya
4-	Villa Presid. Gral. Anastasio Somoza	870	BIRF	Granada
5-	Villa Telpetate	100	BID	Granada
6-	Villa 11 de Julio	426	BIRF	León
7-	Villa 27 de Mayo	200	BIRF	Jinotepe
8-	Villa Solingalpa	95	BID	Matagalpa
10-	Villa 5 de Diciembre	449	BID	Managua
11-	Villa Esperanza y Reconstrucción	931	BIRF	Managua
12-	Villa Progreso	676	BIRF	Managua

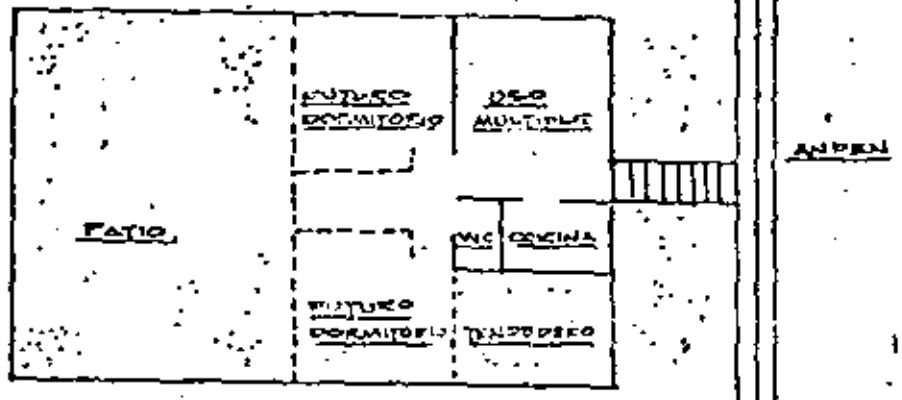
Todas estas viviendas se han construído apegadas a las normas de construcción y con su respectivo control de materiales.

J. Para esta labor se requirió reforzar el grupo de Ingenieros y de Técnicos, así como también la recopilación y elaboración de informaciones de planos constructivos de los desarrollos urbanísticos que el BAVINIC había construído antes del terremoto y los cuales se destruyeron.

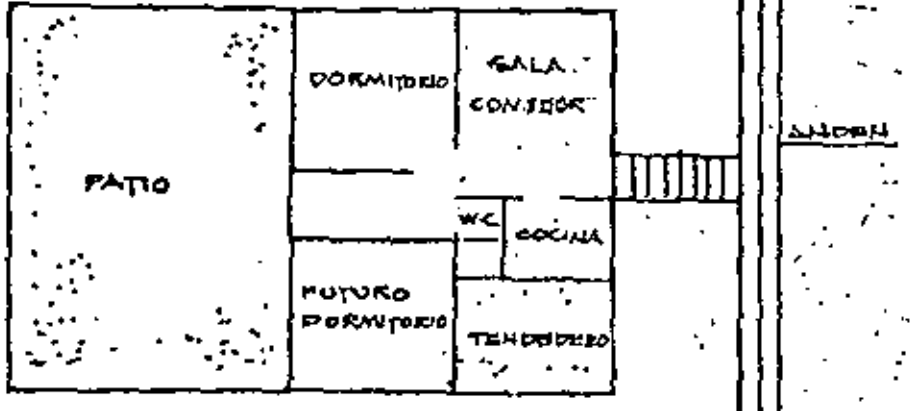
K. Cabe hacer destacar la labor del FUNDE al haber diseñado y prefabricado casetas de pino y techo de zinc modulables en 3 X 5 metros y 6 X 5 metros a un costo bajo, los cuales fueron utilizados por varias familias.


VIVIENDA NIVEL 2 ESC. 1:50
VIVIENDA NIVEL 2 ESC. 1:50
VIVIENDA NIVEL 3 ESC. 1:50
TECHO TEMPORAL USO MULTIPLE
FUTURO DORMITORIO
COMEDOR
SALA
COCINA
BAÑO
6.10


TECHO TEMPORAL USO MULTIPLE
FUTURO DORMITORIO
COMEDOR
SALA
COCINA
BAÑO
6.10



NIVEL VII DE VIVIENDA ESC. 1:200



NIVEL VIII DE VIVIENDA ESC. 1:200

E. MEDIDAS ADOPTADAS Y PROGRAMAS DE REHABILITACION EN LA DISPOSICION DE EXCRETOS Y BASURA: PUESTOS EN PRACTICA EN MANAGUA EN EL PERIODO POSTERIOR AL TERREMOTO.- (12)

Las responsabilidades de estas medidas estuvieron a cargo de la División de saneamiento ambiental del Ministerio de Salud Pública, del Distrito Nacional, de las Cuadrillas de Demolición, de particulas y de empresas privadas.

Los edificios del Ministerio de Salud Pública ubicados en el antiguo local del Hospital General, manzana comprendida entre la 2da. Av. Oeste y entre la 4ta. y 5ta. C. Sur, sufrió fuertes daños y posteriormente un incendio lo terminó de destruir.

El edificio administrativo del D.N., ubicado en la esquina Sur-Oeste de la intersección de la 2da. Av. Oeste y 7a. Calle Norte fue totalmente destruído y en esta situación caótica de los Ministerios y agudizada por la responsabilidad en tomar medidas de higiene del medio, tuvieron que buscar alojamiento y al mismo tiempo tomar acciones inmediatas, (eliminación de escombros de las vías, suministros e instalación de letrinas, eliminación de basureros, inspección identificación de problemas de saneamiento, rescate y eliminación de cadáveres, evacuación).

1- Medidas de disposición de excretas:

a- Unas de las medidas inmediatas fue la reiniciar cuanto antes la producción de letrinas en el único plantel que tenía el Ministerio de Salud Pública el cual no sufrió daños; este taller tiene una producción máxima de 40 letrinas diarias y estaba equipado con elementos bastantes desgastados.

b- Paralelamente a esta acción, y con la ayuda de las brigadas de demolición y limpieza, la división de saneamiento atendió de inmediato el suministro e instalación de letrinas en los nuevos alojamientos provisionales tanto de gente como de hospitales, cuarteles, centros de socorros, en los campamentos de las brigadas de acción cívica habiéndose instalado unas 500 letrinas (solamente en el campamento de la Esperanza se construyeron 192 letrinas en grupo de 16.

c- Suministro de letrinas a las 11.135 viviendas temporales denominado "Proyecto de las Américas" cada techo temporal tenía su letrina, esta operación se inició 15 días después de la catástrofe y terminó en 120 días calendarios.

d- Suministro e instalación de letrinas en los barrios marginales y a toda aquella persona que la solicitara en especial los que quedaron en los desarrollos urbanísticos y de viviendas de los proyectos del INVI (Maestro Gabriel, 14 de Septiembre, Nicarao, Centro América, Luis Somoza).

e- Suministro de letrinas, para uso temporal para aquellas casas que entraron en fase de reparación y que tenían moradores (colonias del Banco de la Vivienda).

f- Las partidas presupuestarias regulares para 1973, se convirtieron en partidas de emergencias con especial atención en materiales, transporte y aumento de personal, alimentos y pago de horas extras, para la fabricación e instalación de 10,000 letrinas, en esta acción UNICEF colaboró con el gobierno de Nicaragua, proporcionando material y herramientas.

2- Medidas de Rehabilitación:

2.1. Como medida de rehabilitación, se tomó la acción de equipar y estudiar el taller central y acondicionar su área para una buena producción en serie, (se logró reducir el peso de los Bancos de 88 lbs. que pesan las comunes a 55 lbs.) (usando una nueva dosificación de concreto).

2.2. Rehabilitación de los talleres auxiliares de fabricación de letrinas en la ciudad de León y Masatepe, para atender los programas existentes y las nuevas necesidades que surgieron después del desastre (terremoto y la sequía).

2.3. Continuación con el programa del PRODESAR, de desarrollo rural en los Departamentos de Carazo, Granada y Masaya, con la Intervención de tres Ministerios (Salud Pública, Agricultura y Educación Pública) y colaboración de UNICEF, FAO, OPS OMS y PMA, y se contempló la construcción de 15,000 letrinas.

2.4. Estudio e implementación del Su-programa de Salud NIC-PMA 2068-Q:

Este sub-Programa se establece de la imperiosa necesidad de emergencia a consecuencia de sequías contínuas y del desastre del terremoto del 23 de Diciembre de 1972. El Programa se constituyó el 15 de Febrero de 1973 a través de un convenio entre el gobierno de Nicaragua y de las Naciones Unidas FAO-PMA (Programa Mundial de Alimentos) Cuyo objetivo fue para beneficiar a los trabajadores voluntarios que intervinieron en diversos programas de desarrollo y rehabilitación en proyecto de locales comunitarios de autoayuda a cambio del suministro de alimentos, materiales de construcción y herramientas.

OBJETIVOS DEL SUB-PROGRAMA: (14)

a- Promover el trabajo cooperativo de las comunidades rurales.

b- Organizar las comunidades y valorar el sujeto hombre.

c- Incorporar a los pobladores del agro al desarrollo socio-económico y cultural de la República.

Se realizaron más de dos mil obras de infraestructura que beneficiaron 250,000 pobladores del agro con un costo de C$11,000,000 de córdobas. El total de letrinas instaladas en el período 1973 a 1975 ascendió a 30,230 unidades.

3- Medida en la recolección y disposición de desechos sólidos:

En el mes de Febrero y Marzo de 1973 se dió origen a una gran proliferación de mosca en el área de Managua, en especial en los barrios y repar-

los periféricos de la ciudad, como consecuencia de la descomposición y acumulación de los desechos sólidos en estos lugares favorecidos por la humedad proporcionada por las aguas residuales de las instalaciones provisionales las cuales constituyeron un foco de proliferación del vector mosca y de otros. Ejemplo: de este problema se vivió en los barrios de Bolonia No. 2 y Acahualinca, América No. 2.

Medidas Adoptadas:

1- Se programó e implementó la recolección de estos desechos sólidos en todos los barrios habitados, con la ayuda de camiones de la empresa pública y privada y una campaña contínua de localización de criaderos de moscas, los cuales fueron rociados con aceite diesel e insecticidas previa a la recolección.

2- Se originó una campaña de festivales de limpieza a través de la promoción comunal del Ministerio de Salud Pública, para todos aquellos barrios periféricos así como una campaña para que las basuras fueran enterradas y quemadas, esta campaña duró hasta la entrada del invierno Mayo y Junio de 1973, permitiéndose cortar la cadena trasmisión.

3- Se realizaron desagues de las aguas servidas empozadas.

4- Eliminación de 15,000 perros, para evitar la trasmisión de rabias ya que se presentaron varios casos de hidrofobia.

5- Se realizó conjuntamente una acción de fumigación a través de las brigadas del SNEM, en especial a los campamentos de las instalaciones militares con Baygon y Malation.

6- Campaña contínua de divulgación y de notificaciones para lograr hacer conciencia en la ciudadanía.

Tres meses después del terremoto, se tuvo una invasión de ratas del área de los escombros (centro de Managua) a los centros de viviendas, tomándose como acción inmediata la desratización previa localización de zonas de criaderos y luego la utilización de concentrados y venenos (racomín) este programa se continuó durante el año 1973 y 1974.

En resumen las labores básicas y posteriores al desastre que el Ministerio de Salud Pública y el D.N. realizaron en el campo del saneamiento se resumen así:

1- Control de basuras, se eliminan alrededor de 40 basureros clandestinos.

2- Control de aguas residuales.

3- Control de vectores y del Aedes Egipte a través de eliminación de criaderos potenciales por fumigación y desratización.

4- Inspección de alimentos y control de locales de producción y expendio, así como control de manipuladores, para lo cual en el local de los mercados se instalaron puestos de vacunación.

5- Control de canes ya que a Mayo de 1973 habían 52 personas mordidas por perros.

6- Inspecciones periódicas a campamentos y concentraciones de damnificados dando charlas educativas, así como a los mercados de Managua.

7- Programas de fabricación y construcción de letrinas en toda el área del país así como reacondicionamiento de las mismas.

8- Asesoramiento y ayuda técnica de varias municipalidades para mejorar sus servicios de basuras y organización de mercados y rastros, con el fin de prevenir cualquier brote de enfermedades.

9- Elaboración de estudios y planes para la ejecución de obras sanitarias tales como el plan de letrinas, (con UNICEF, PMA) y de recolección y disposición de basuras en Masaya en coordinación con DENACAL, la OPS OMS y la Alcaldía de Masaya.

Previos a estas labores hubieron unos de acción inmediata en el período activo del desastre,

a- Rescate y eliminación de cadáveres a través de 80 unidades de PICKUP 4 camiones, una retroexcavadora para ser enterrados en fosa común, también se dió orden en los casos difíciles de ser enterrados en parques y patios de casas.

b- Incineración de cadáveres; a medida que se efectuara la operación de limpieza y demolición, se realizaba el rescate e incineración de cadáveres.

c- Evacuación del 75% de la población en 4 días a partir de la orden emitida por el Comité de Emergencia.

d- Una medida de salud fue la de vacunar a la población contra la tifoidea 15 días después del desastre para así evitar las reacciones de la vacuna como un malestar más de los damnificados. No hubo brote epidémico.

e- Colaboración en la instalación de puestos de socorros e instalación de hospitales de emergencia (Colombia, Cuba, México, Chile, Estados Unidos), supliendo las letrinas y riego de arena.

f- Eliminación de malos olores en almacenes de alimentos.

g- Formación de comités Pro-saneamiento ambiental en los diferentes Barrios Open 3, Laureles y Repartos.

3. Repercusión del Terremoto de 1972 sobre la migración de población a ciudades vecinas, problemas de saneamiento identificados y programas de mejoramientos cumplidos. (10)

3.1. Al momento del terremoto el servicio de agua y alcantarillado del país atendía la siguiente población:

Agua Potable	Urbano
Población Total	838.000
Población Servida	539.500
% Población servida	64.4
Alcantarillado Sanitario	
Población Total	838.000
Población Servida	292.000
% población servida	34.8

Programa de Agua y Alcantarillado de Managua:

	Agua Potable	Agua Negra
Población Urbana	400.313	
Población servida	280.319	224.175
% servido	70%	56%
% Población servida en Managua respecto a la República	51.94%	76.77%

Esto nos revela que un alto porcentaje del servicio de agua y alcantarillado estaba concentrado en Managua.

Se hace mencionar que gran parte de las aguadoras urbanas del resto del país y entre ellas las ciudades que siguen en importancia a Managua son sistemas antiguos con falta de cobertura en sus redes, en sus conexiones domiciliares, con almacenamientos insuficientes, escasez en su fuente y se carecía de desinfección; los rebajamientos de los niveles freáticos de los acuíferos subterráneos, incidían en la disminución de la producción de agua en todos los ámbitos del país especialmente en la zona del Pacífico, la cual estuvo agotada como consecuencia de la fuerte sequía.

3.2. Efectos en los sistemas del Denacal:

1- Agua Potable:

Las principales ciudades de la República cuyas aguadoras son administradas por DENACAL sufrieron los incrementos de población que a continuación se señalan:

AUMENTO DE POBLACION ENERO-1973

Ciudad	Incremento de Población
Chinandega	14,580
León	25,670
Masaya	35,660
Granada	33,220
Carazo (Jinotepe, Diriamba)	22,610
Rivas	9,270
Tipitapa	5,000 - 10,000

Este fenómeno migratorio dió lugar a una sobre demanda de los servicios, en especial el agua, haciendo patente las deficiencias antes mencionadas de capacidad de fuente, cobertura de las redes. Esta situación hacían inminente el peligro de epidemia en dichas poblaciones, agregado al malestar que se producía por la escasez del líquido vital. El Gobierno ordenó la creación de campamentos de damnificados en varias ciudades en especial: Masaya, Granada, Tipitapa y Carazo, a los que se debía de atender con prioridad, con extensiones de red en las vías públicas, así como la instalación de los servicios de agua en el área de los albergues; construcción de letrinas y servicios de almacenamiento con recolección de basuras.

El resto de los conglomerados ubicados en las ciudades requerían letrinas, alimentos, alojamiento; todo esto repercutía en el estado psíquico de las personas aumentando su tristeza, aislamiento, negativismo, inastibilidad. El terremoto produjo en las familias un apreciable deterioro de los hábitos de salud, que según encuesta sobre algunos efectos demográficos y de salud del terremoto de Managua en Diciembre de 1972 efectuado por el Ministerio de Salud Pública en colaboración con estudiantes de Medicina de la U.N.A.N. se extrae la siguiente información: (17)

a- El porcentaje de amas de casas que no estaban usando recipientes para basuras, fue del 25%.

b- El estudio reveló que un 20% de las amas de casas consultadas no estaban protegiendo los alimentos contra las moscas.

c- Que un 60% de las personas encuestadas no estaban haciendo uso de letrinas y que aumentó en un 10.3% el porcentaje de personas que antes del sismo declararon no estar usando letrinas.

d- En lo que respecta a elección de fuentes de agua, seleccionaron como mejor el agua suministrada por el acueducto en un

como de preferencia otras fuentes.

e- Las encuestas sobre las condiciones de viviendas, de los damnificados dió los siguientes datos:

Tipo de Vivienda

1-	Porcentajes de damnificados que estaban en casa propia,	26.3%
2-	Porcentaje de damnificados alquilando.	37.2%
3-	Porcentaje de damnificados, compartiendo vivienda.	24,4%
4-	Porcentaje viviendo en casa cedida	6.8%
5-	Porcentaje viviendo en carpa.	2.2%

Deduciéndose que se requería proporcionar albergue de un 30 a - 35% de la población evacuada.

3.3. Problemas de saneamientos identificados en dichas ciudades se señalan como sigue:

a- Problema de limpieza en los mercados y rastro, en particular -- las ciudades de Masaya y Tipitapa.

b- Eliminación de las aguas residuales del mercado de Masaya.

c- Presencia de perros en las vías públicas.

d- Control de basuras en los campamentos así como de sus aguas ser servidas.

e- Control en el expendio de comidas.

f- Deficiencias en el aspecto de salud pública.

g- Deficiencias en suministro de agua, así como de servicios de -- disposición de excretas.

3.4. Programa de mejoramiento.

1- Vigilancia contínua al mercado de Masaya, y mejoramiento de su limpieza, construcción de bancos de madera para evitar que los productos alimenticios estén en el suelo.

2- Construcción de desagues a las aguas residuales del Mercado de Masaya.

3- Estudio de recolección de basuras de la ciudad de Masaya, así - como el establecimiento de un programa de fumigación de los basureros.

4- Programas de visitas a restárauntes y expendio de alimentos.

5- Suministro de letrinas, así como la notificación a todos los inspectores del país para que den las indicaciones pertinentes al público en la instalación de letrinas de madera, ya que fue imposible suplir las de concreto en el número de mandado.

6- Se hizo un estudio de la situación de capacidad de las fuentes y equipos de bombeo en las ciudades más importantes, y se ordenó el pedido correspondiente, como su instalación.

7- Establecimiento del sub-programa de salud con la colaboración del P.M.A., habiéndose instalado unas 30,000 letrinas y realizado 2,000 obras pequeñas de infraestructuras, en las zonas rurales, en el período comprendido de 1973 a 1975.

8- Se llevó a cabo en un alto porcentaje el mejoramiento y ampliación de los servicios de agua y alcantarillado en un gran número de ciudades en especial, en: Granada, Masaya, León, Chinandega.

9- Se implementó el programa de construcción de viviendas en las ciudades de: Granada, Masaya, Jinotepe, León, y Matagalpa, con préstamos del BID y BIRF, como un apoyo a la política de la descentralización.

10- El Gobierno ha programado y está implementando el programa llamado "PLANSAR" (Plan de Saneamiento Básico Rural), en que se contempla construcción de acueductos, instalación de letrinas y mejoramiento de la vivienda del campesino, con un presupuesto de US$10,000.000 dólares por un período de 4 años a partir de 1976, y éste es una parte de la cobertura total del país, en esta primera etapa se cubrirán 340 comunidades del país con una población menor de 300 habitantes.

Solo resta expresarle que a pesar de la escasez de recursos materiales y otras limitaciones y luchando con firmeza, se pudo imponer en gran parte a esta adversidad tanto de la sequía como del terremoto.

REFERENCIA: (10)
Efectos del terremoto de Managua en los sistemas de abasto y de alcantarillado preparado por Ingeniero Eneas Pallaviccini año 1973.

Octubre de 1976.-

4. Posición del saneamiento en Organizaciones Nacionales, Regionales y locales para prevención y acción en caso de catástrofe.

Básicamente la estrategia consiste en una acción rápida en la eliminación de cadáveres, limpieza del medio, evacuación de la gente que está en la parte afectada, el saneamiento del medio con el suministro del agua de calidad satisfactoria, eliminación de excretas, disposición de basuras, e inmunización de las personas que están en el ambiente. (18)

Fase de Rehabilitación:
La política que se optó fue la rehabilitación de los servicios de agua, alcantarillado sanitario y programas de ampliaciones y mejoras en las zonas urbanas así como implementación de programas de mini-acueductos e instalación de letrinas en el medio rural.

En cuanto a la salud antes del terremoto no era muy definida, La filosofía cambió orientando las acciones de salud hacia la gente de escasos recursos con poco trabajo y mal alimentado.

Política del Gobierno:

En el aspecto nacional el terremoto de Managua trajo consigo una nueva política tanto en el campo de saneamiento como en la salud que es la llamada política de "Descentralización o de Regionalización". Los servicios se habían caracterizado por una concentración en las ciudades más importantes y estaban accesibles a la gente de clase media y de mejores recursos, pero los sectores del campo que son los más productivos no tenían acceso a estos servicios. La política nacional está orientada a buscar mejor distribución de los beneficios en la población y para eso las actividades del sector se integran.

En un aspecto local para la ciudad de Managua especialmente, se estableció la política de desconcentración de las actividades comerciales y residenciales, apoyándose con las instalaciones de infraestructuras básicas, agua potable, alcantarillado sanitario, luz, comunicación (plan vial, vías de transporte, red telefónica), la prevención de enfermedades (en la parte periférica) con la construcción de proyectos de centros de salud, hospitales, dispensarios donde la gente necesita de auxilio y protección en caso de siniestro.

De esta manera se considera que al existir un sistema de abasto con doble fuente de agua, con suministros locales de agua potable en determinados repartos, aunados a los espacios libres de áreas comunales, vías amplias, construcciones antisísmicas y presencia de centros de salud y hospitales, se lograría una gran protección de sus habitantes.

Con relación a la salud, el gobierno ha programado los siguientes niveles de atención:

1- Nivel primario, tipo preventivo a través de puestos de salud, en esto la comunidad participará en mejoras comunitarias.

2- Nivel municipal, a través de un centro de salud, al cual se va a referir todo lo que no pueda resolverse a nivel primario y se mejorarán los servicios básicos de agua, disposición de excretas (húmeda o seca), se dará énfasis a la recolección y disposición de basura; (la universi

dad Nacional Autónoma de Nicaragua, tiene en vigencia un plan de estudio de las mismas.)

3- Nivel departamental, donde va a haber un hospital, así como las mejoras y ampliaciones de sus sistemas de agua y alcantarillado, en gran parte de las ciudades principales, estos servicios han sido atendidos, faltando por obtener mayor cobertura del servicio de recolección de basura.

4- Nivel regional y nivel normativo, es donde se tienen que resolver los asuntos más agudos.

5- De esta manera se está planificando e implementando Infraestructura de salud y de saneamiento para el país, con el fin de cubrir todas las zonas desprovistas de atención.

Indudablemente esta es una parte de la descentralización, lo que se busca es tener un sistema regionalizado con recursos y elementos capacitados para defenderse por sí mismo, ante una catástrofe. Las áreas prioritarias son en la salud la vacunación y el saneamiento ambiental (abastecimiento de agua, alcantarillado sanitario y eliminación de basuras).

Desarrollo Comunitario:

Además la coordinación que existe entre todos los componentes del sector salud, el gobierno ha incorporado una nueva estatregia en el sector rural que es la de hacer participar a la comunidad en los desarrollos de infraestructuras comunitarias, para elevar el nivel de vida, de producción y el nivel de desarrollo de la familia campesina. Sus objetivos generales son:

a- Satisfacer en forma complementaria las necesidades nutricionales de la población beneficiada por los proyectos.

b- Promover el trabajo cooperativo de las comunidades a fin de conseguir un mejor desarrollo y elevar su nivel de salud. En estos programas se incluye, puestos de salud, acueductos, pozos, letrinas, lavaderos, cursos de nutrición y de salud.

Para obtener una buena prevención y resolver problemas de higiene del medio, planteado por desastre se requiere:

Planificación y coordinación previa con otras actividades. Es necesario establecer un plan eficaz para coordinar todos los servicios que intervienen en la labor de socorro.

Deberá nombrarse una autoridad central que se encargue de las operaciones de socorro, así como delegar responsabilidad, pero estableciéndose un control. En realidad, la planificación en previsión de desastre es la preparación de un plan que realiza por anticipado el Gobierno. En ese plan se definen las responsabilidades de cada órgano encargado de operación de socorro, ejército, defensa civil, policía, cruz roja, cuerpo de bomberos, servicio público.

Dentro del plan deben adoptarse disposiciones para lograr la coordinación de los otros organismos.

El órgano nacional deberá elaborar un plan de operaciones para un tipo general de situaciones de urgencias, y que pueda ponerse en acción antes de 48-horas. (13)

En el trabajo de socorro debe existir un organigrama donde se muestra la línea de autoridad y los sectores responsables para adoptar los servicios públicos, asistencia social, labores de salud pública y de saneamiento.

En nuestro país el nuevo sistema que se está diseñando está en proceso de planificación e implementación. No obstante, se han establecido varios estudios e investigaciones básicas como prevenciones al desastre así:

1- En Noviembre de 1973 se creo el Instituto de Investigaciones Sísmicas, como un programa cooperativo entre el Gobierno de Estados Unidos y el de Nicaragua. El conjunto sismológico está constituído por 14 estaciones sísmicas remotos, una red de acelerógrafo y 23 sismoscopio instalados en las principales ciudades del país.

2- Estudio de un plan vial regional y local para Managua.

3- Elaboración de un Código de Construcción.

4- Estudios geológicos en la ciudad de Managua, para determinar las fallas activas y la elaboración de un mapa con los riesgos sísmicos.

5- Estudio de zonificación de la ciudad de Managua y su aspecto de regionalización del país, (plan urbano regional).

6- Planes de saneamiento, en suministros de aguas y alcantarillado, para todo el país.

7- Programas de viviendas.

8- Sub-Programas de salud.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La acción rápida tomada por el Comité Nacional de Emergencia para la rehabilitación de los servicios públicos fue decisivo para controlar la situación y reanudar las actividades.

2. El servicio de agua de la ciudad capital fue progresivamente reestablecido desde el 23 de Diciembre de 1972 hasta el 13 de Enero de 1973 bajo las circunstancias de Emergencia, desinfectando el agua con cloro a una dosificación máxima del 3 p.p.m. y atendiendo las solicitudes que demandaban las nuevas instalaciones (campamentos, cuarteles, Hospitales).

3. A pesar de que Managua no estaba preparada para atender una catástrofe como la del 23 de Diciembre de 1972, la ciudadanía, los servidores del estado y entes privados respondieron con estoicismo. Es urgente que Managua este preparada para cualquier desastre, terremoto, inundaciones, sequía etc.

4. Tanto el sistema de agua potable como de alcantarillado sanitario sufrieron fuertes daños en las zonas de las fallas geológicas.

5. Los actuales desarrollos de servicios se están realizando de acuerdo al plan regulador de la nueva Managua.

6. Las viviendas y estructuras públicas especialmente la de salud y de servicios deberán localizarse fuera de las líneas de fallas, para que no estén expuestos a daños excesivos.

7. El Gobierno ha establecido la política de la desconcentración del centro de Managua y la descentralización de actividades de la ciudad capital.

8. La acción tomada por el BAVINIC de construir en un tiempo record de 120 días calendarios 11.335 viviendas con la colaboración del Gobierno de los E.E.U.U. y de la Cámara de Construcción de Nicaragua, vino aliviar en gran parte la escasez de viviendas.

9. La acción inmediata tomada por el DENACAL para atender el servicio de agua de los conglomerados refugiados en el resto del país fue meritoria.

10. No hubo brote epidémico de consideración, no obstante los pobladores de las Américas No. 2 sufrieron de Malaria, por estar cerca a zonas inundables del Lago.

11. En cuanto a la recolección de basuras y eliminación de excretas por letrina, ésta fue atendida con mucho esfuerzo por el D.N. y M.S.P., se debió de tener más coordinación y atención del mismo.

12. En cuanto al saneamiento básico en el resto de las ciudades, solo Masaya y Tipitapa presentaban problemas agudos, (eliminación de basuras en los Mercados, Aguas residuales escurriendo superficialmente, y problema de expendio de comida).

13. En nuestro país no existe un plan organizado e integral de prevención al desastre, no obstante existen estudios e investigaciones básicos que ayudarán a la formulación e implementación de tal plan.

BIBLIOGRAFIA:

1. Efectos del Terremoto en el "Sistema de Agua Potable de Managua"; por: Ing. Adán Cajina R., Director Ejecutivo Departamento Nacional de Acueductos y Alcantarillas. 1973.

2. Ing. Celso A. Carbonell, Inspección de Tanques de Concreto Armados Afectados por el Movimiento sísmico de Grandes Proporciones en Managua. 8 de Enero de 1973.

3. Daños ocasionados por el terremoto al sistema de agua potable, por Hazen And Sawyer .. A. Chan, 1973.

4. Ing. Trinidad Ruiz U. Memorandum, sobre daños a tanques de Altamira y San Cristóbal (Sistema Abasto de Agua de Managua) 31 de Diciembre de 1972.

5. Ing. Donald Rocha: "Suministro de Agua Potable, 4a. Conferencia en Seminario" "Problemas Sísmicos en Centro América y Nicaragua", realizado del 19 al 21 de Julio de 1976, por A.N.I.A.

6. Programa de Investigación y Reparación de Daños del Sistema de Alcantarillado Sanitario de Managua, realizado por el DENACAL 1974.

7. Investigación de Daños causados por el Terremoto de 1972 al Sistema Sanitario de la ciudad de Managua, 6 de Noviembre de 1975.

8. Revisión de Daños en Colectoras, realizados por: Gannett Fleming Corddry and Carpenter Ing. Karin D'Arce y Asociados, 1976.

9. Informe final del IX Seminario Centro Americano de Ingeniería Sanitaria. Panamá República de Panamá. Septiembre de 1973.

10. Temas Complementarios en el IX Seminario Centroamericano de AIDIS Panamá 1973.

11. Informes del Sub-Programa de Salud Nic. -P.M.A. 2068 A 1973, 1974 y 1975 del Ministerio de Salud Pública de Nicaragua.

12. Informes tomados de los archivos del Ministerio de Salud Pública, año 1973, División de Saneamiento Ambiental.

13. Guía de Saneamiento en Desastres Naturales. M. Assar, M.S.S.E. Organización Mundial de la Salud, Ginebra 1971.

14. Directrices para la prevención de Desastres Volúmenes 1,2, y 3 Naciones Unidas, Ginebra 1976.

15. Informe del Vice Ministerio de Planificación Urbana, 1974.

16. "Las Américas" una Experiencia de Vivienda y Desarrollo Social Por: Ing. Mario Ramírez O. Banco de la Vivienda de Nicaragua, 1976.

17. Encuesta sobre algunos efectos demográficos y de salud del Terremoto de Managua, M.S.P., 1974.

18. Ing. Adán Cajina R., Conferencia sobre Caso Hospitales, casos de Asistencia Médica y Salud Pública, en Seminario "Problemas Sísmicos en Centroamérica y Nicaragua", realizado del 19 al 21 de Julio de 1976 en Managua.

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

"METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARRILLADO"

T E M A 6

EFECTOS DE INUNDACIONES, HURACANES Y TERREMOTOS SOBRE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y DISPOSICION DE EXCRETAS.

Autor: Ing. Rafael López Ruiz

Diciembre, 1979.

EFECTOS DE INUNDACIONES, HURACANES Y TERREMOTOS SOBRE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y DISPOSICION DE EXCRETAS

Autor: Ing. Rafael López Ruiz

Reproducido por la Organización Panamericana de la Salud del Manual del "II Seminario sobre Ingeniería Sanitaria en Situación de Catástrofe", Guatemala, Octubre de 1976.

Los efectos causasos, por diversas acciones de la naturaleza, en los sistemas de agua y drenaje dependen en gran parte de la ubicación geográfica de la localidad que resulta afectada, ya que hay que tomar en cuenta la cuenca hidrológica, la topografía, zona sísmica, así como otros factores geológicos, y climáticos, ya que es posible prever la periodicidad de cierto tipo de fenómenos que puedan causar desastres en las zonas habitadas, aún cuando existen otras situaciones anormales o excepcionales que escapan a toda previsión.

Las tormentas tropicales con precipitaciones excesivas y vientos con altas velocidades estan circunscritas a determinadas zonas tropicales y en cierta época del año.

Las inundaciones determinadas por precipitaciones pluviales, también están localizadas en determinadas zonas y se puede decir que se puede saber en que tiempo pueden ocurrir.

Las inundaciones producidas por las aguas marinas son impredecibles, ya que su origen normalmente obedece a causas lejanas y no predecibles, excepto cuando se tiene conocimiento de una explosión por un volcán activo en la zona marítima o costera. También la ubicación relativa de determinados litorales en zonas marinas de frecuente actividad sísmica nos permite considerar la posibilidad de la ocurrencia periódica de tales fenómenos.

Los sismos no es posible predecirlos, pero sin embargo conocemos las zonas que presentan más actividad, por lo que cualquier localidad próxima a zonas sísmicas nos obliga a considerar que pueden presentarse estos fenómenos.

Puesto que las obras de Ingeniería Sanitaria son costosas, además de que en nuestro país frecuentemente se tiene que recurrir al préstamo externo para financiar dichas obras, se tiene como norma buscar varias alternativas de proyectos o soluciones para un problema dado, y muchas veces se decide la construcción del más económico, por lo que no es posible dar como solución a problemas que se pueden presentar en diferentes partes de los sistemas, diversas alternativas que encarezcan la obra, alternativas que en muchos casos suponen duplicar los componentes del sistema que pueden ser por ejemplo: a) contar con dos líneas de conducción, b) construír dos unidades de tratamiento, etc. por lo que debe buscarse otras soluciones más prácticas y que además de proteger las obras no encarezcan demasiado los sistemas hay que recordar además que vale más un centavo de prevención que un peso de curación.

Puede tomarse como medidas preventivas generales, que sí pueden ser económicas y factibles, para sí reducrilos posibles riesgos y que permitan proteger los sistemas, por lo que se debe tener en consideración los siguientes aspectos:

a. <u>Ante riesgos de tormentas.</u>

1.- Aprovechar las defensas naturales como protección contra vientos huracanados.

2.- Utilizar defensas artificiales mediante arboledas de raíces profundas y de ramaje resistente.

3.- Proscribir en las construcciones el uso de elementos y materiales livianos o superfluos que no puedan fijarse con seguridad a la estructura de la edificación.

4.- Evitar las edificaciones en litorales que carezcan de protección adecuada.

5.- Proteger contra la erosión las zonas potencialmente afectadas.

b. Ante riesgos de inundaciones y maremotos.

1.- Evitar la ejecución de obras dentro de desaguaderos naturales existentes o potenciales.

2.- Tomar las previsiones que aseguren drenajes naturales o artificiales en las áreas edificadas.

3.- Mantener limpios, libres o dragados los cursos naturales de las aguas.

4.- Proscribir las edificaciones en litorales indefensos.

5.- Construcción de diques, defensas, etc. cuando las condiciones locales lo aconsejen.

6.- Empleo de adecuados materiales de construcción.

c. Ante riesgos de sismos.

1.- Realizar estudios de suelos para la adecuada cimentación.

2.- Exigir el diseño asísmico de las estructuras.

3.- Reglamentar el tipo de materiales para las edificaciones.

4.- Reglamentar el ancho de las vías y de las áreas libres en función de la altura de las edificaciones.

5.- Proscribir en las construcciones el uso de elementos superfluos - decorativos no estructurales.

Los daños que pueden causarse a los diferentes elementos de los sitemas son los siguientes:

a.- Captación. Si es de origen subterráneo puede ser profundamente afectada por los sismos, que pueden alterar directamente la fuente de captación o las instalaciones necesarias para su alumbramiento, sean ellas estructurales, hidráulicas o electromecánicas. En caso de inundaciones de cualquier tipo, son igualmente afectadas por la inutilización de las instalaciones electro-mecánicas existentes y por la contaminación directa que producen las aguas decrecientes al ingresar a las fuentes del sub-suelo.

En los casos en que se trata de aguas superficiales, las obras de captación pueden ser afectadas tanto por los sismos cuanto por las inundaciones, cuyos efectos destructivos juegan en grados variables, en función de las características locales y regionales anteriormente anunciadas; pudiéndose establecerse que pueden determinar desde interrupciones temporales que requieran labores de limpieza, hasta la destrucción total de la obra existente y la paralización del servicio.

b.- Conducción. Cuando la fuente es de origen subterráneo generalmente ésta se ubica en las proximidades de la localidad a que se abastece y en consecuencia la conducción es relativamente de corto recorrido. Sin embargo en estos casos las necesarias estructuras e instalaciones hidráulicas pueden ser afectadas localmente por sismos o inundaciones.

En los casos de conducciones por gravedad desde captaciones superficiales, su vulnerabilidad crece proporcionalmente a su longitud y a las características locales de los terrenos de su recorrido. Esta última no solamente se refiere a la calidad intrínseca de los terrenos, sino a la relación directa de su reacción y comportamiento en casos de sismos o inundaciones. Consecuentemente, serán más vulnerables las obras ejecutadas en terrenos abruptos que crucen zonas de baja estabilidad o de naturaleza suelta y deleznable, propicios a los efectos de la erosión superficial o deslizamiento. Igualmente la vulnerabilidad de estas obras aumenta cuando cruzan zonas que son o pueden convertirse en desaguaderos de cuencas colectoras de aguas pluviales o deshielos de las cordilleras.

c.- Tratamiento. Dadas sus características de obras hidráulicas compactas, que deben diseñarse para soportar las presiones hidrostáticas en todas las posibles condiciones que puedan ocurrir durante su operación, se construyen normalmente en materiales nobles, circunstancias que las hace bastante resistentes a los efectos de catástrofe naturales que no sean excepcionales intensas. Los mayores daños que generalmente causan los sismos en estas instalaciones se concentran en las áreas de las edificaciones que albergan los servicios y equipos necesarios para su operación.

La vulnerabilidad en estos casos está principalmente referida a la ubicación de estas instalaciones con relación a las características locales topográficas y geológicas, las cuales determinarán la mayor o menor exposición de ellas a los efectos de inundaciones o sismos.

d.- Almacenamiento. Estas obras presentan consideraciones muy interesantes, puesto que si bien por su carácter hidráulico deben reunir condiciones semejantes de diseño a las comentadas para el acápite anterior, en razón de su función dentro del sistema de abastecimiento de agua potable, deben construirse como estructuras apoyadas en terrenos de suficiente elevación o propiamente como estructuras elevadas.

En el primer caso, la vulnerabilidad de la estructura radica en su cimentación y ubicación, puesto que ellas deben garantizar su esta-

bilidad estructural teniendo en consideración los efectos de los fenómenos naturales de normal ocurrencia local, que pueden debilitar su base de sustentación o afectarla por deslizamientos laterales.

En el segundo caso la vulnerabilidad de la estructura depende fundamentalmente de las condiciones y estabilidad de su cimentación, pues que presenta la particularidad de concentrar su mayor masa a cierta elevación sobre el terreno, lo que la hace mucho más vulnerable a los efectos de la aceleración horizontal de los sismos, y a la erosión que ciertos tipos de inundaciones pudieran producir.

e. Distribución. En los casos de inundaciones, estas instalaciones por lo general están expuestas a daños menores, con excepción de los casos en que pudieran presentarse profundas erosiones de los suelos.

En el caso de los sismos, si éstos no son extraordinariamente destructivos, los daños que puedan causar a este tipo de instalaciones son relativamente benignos y de fácil reparación. Quizás los problemas más graves que pueden presentarse corresponden a roturas aisladas y a probable contaminación del sistema.

f. Sistema de Alcantarillado. Las obras que constituyen un sistema de alcantarillado se ven afectadas seriamente en caso de inundaciones pues resulta imposible impedir el ingreso de las aguas por las tapas de los buzones. Cuando la inundación no afecta en forma tatal al sistema, pueden producirse en determinadas zonas el rebalse de las aguas negras como consecuencia del represamiento o la excesiva carga producida. Los materiales sólidos y el limo que arrastran las aguas durante las inundaciones se depositan en las alcantarillas pudiendo llegar a obstruirlas totalmente, cuando la velocidad de aquellas decrece. Las estaciones de bombeo quedan frecuentemente anegadas, afectándose seriamente los equipos e instalaciones eléctricas.

En el caso de sistemas de alcantarillado combinado, el ingreso de las aguas es mucho más directo, pudiéndose producir fenómenos de erosión dentro del sistema como consecuencia de la excesiva carga, que puede determinar velocidades muy altas.

En caso de sismos los sistemas de alcantarillado sufren considerablemente, dada la rígidez y nula resistencia a la flexión que tienen los materiales normalmente utilizados en su construcción. Es muy frecuente la rotura de los colectores en la proximidad de los buzones, como consecuencia de la distinta reacción de ambas estructuras a los efectos del sismo; presentadose igual tipo de problemas en las cámaras bombeo. En estas condiciones las fugas que se originan pueden producir contaminaciones en el sistema de agua potable.

g. Colectores. En este caso las obras se ven afectadas en forma semejante a lo indicado en el acápite f. Sin embargo, cuando las tuberías son de mayor diámetro se construyen con refuerzo estructural, lo que permite que soporten mejor los efectos de los sismos, reduciéndose en consecuencia su grado de vulnerabilidad.

h.- Tratamiento. Siendo estas obras comparables o semejantes a las de tratamiento, presentan los mismos problemas que hemos comentado para el acápite c. Sin embargo para estas instalaciones debemos indicar que suelen presentar condiciones de ubicación que son más riesgosas. En efecto, como los sitemas de alcantarillado generalmente se construyen para funcionar por gravedad, sus instalaciones finales frecuentemente están ubicadas en zonas bajas o se construyen a niveles rebajados con respecto al terreno natural, lo que las hace más vulnerables a inundaciones o efectos secundarios.

i.- Emisor. En estos casos las condiciones son semejantes a lo comentado para los colectores, con la única variante de que con frecuencia sus tramos finales suelen construirse sobre el terreno, lo que elimina la natural protección que el enterramiento ofrece a estas estructuras.

MEDIDAS DE SANEAMIENTO INMEDIATAS.

Durante las primeras horas o, a veces días después de un desastre, la tarea inmediata consiste en buscar y rescatar a heridos y personas que por algún motivo son incapaces de escapar de situaciones peligrosas. Tareas relacionadas con la búsqueda y el rescate son la lucha contra incendios y retiro de escombros para permitir la entrada y la recuperación de cadáveres.

La situación puede exigir que el personal de saneamiento tome parte en estas actividades, aunque por lo general este trabajo es realizado por otros elementos.

Muy pocas medidas sanitarias hay que puedan adoptarse mientras se está trasladando a las personas a refugios o albergues temporales.

Terminada la labor de rescate se pueden poner en práctica las acciones tendientes a resolver los problemas de saneamiento más urgentes.

No es posible dar soluciones valederas para todos los casos y en todo tiempo y lugar, ya que los problemas presentados tendrán variantes de acuerdo con múltiples factores de tipo geográfico, demográfico, de características de los servicios públicos o carencia de ellos, recursos disponibles, etc., sin embargo se exponen algunas recomendaciones generales que pueden ser aplicables a nuestro medio.

A.- Obtener información rápida aunque somera de las condiciones de saneamiento del ambiente en general, especialmente de los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado, así como de otros procedimientos de abastecimientos y de disposición de excreta.

B.- Elaboración y desarrollo de un plan de trabajo en el que debe considerarse:

1.- El agua potable.

No siempre es posible después de un desastre reparar de inmediato los servicios municipales, por lo que hay que pensar en dar servicio a la población damnificada y hay que localizar la fuente de agua más apropiada y

más factible, la que deberá suministrarse a los damnificados y hospitales para las necesidades mínimas, hasta que se normalice el servicio; lo más recomendable es contar lo más rápido posible con plantas de tratamiento portátiles, o construír aparatos de cloración improvisados, o camiones cisterna, los que deberán ser desinfectados con algun compuesto de cloro y utilizados para el acarreo rápido de agua potable desde una zona no afectada, también es importante contar con pastillas de cloro para uso familiar, así como insistir en la recomendación a la población de que no consuma cualquier agua que encuentre y quede ser posible se hierva el agua.

Debe procederse de inmediato a la localización de los daños y a la reconstrucción de las partes dañadas, siendo variable el período para su terminación de acuerdo con las características de las obras y la magnitud de las averías sufridas.

Es indispensable disponer de agua pura y en cantidad suficiente debiendo hacer una buena selección de las fuentes, dando preferencia a las de aguas subterráneas, dejando como último recurso la utilización de aguas superficiales.

Seleccionadas las fuentes deben protegerse sanitariamente.

El tratamiento que se aplique el agua dependerá de la calidad de esta y de los materiales, equipos y recursos disponibles.

El tratamiento puede consistir en simple desinfección o combinarse con el proceso de coagulación y filtración.

La desinfección puede en muchos casos ser el tratamiento más adecuado utilizándose como desinfectante el cloro o compuestos que desprenden cloro.

Deben desinfectarse las tuberías con alta dosificación de cloro y comprobar que la fuente no esta contaminada, en caso de que el único tratamiento sea cloración por tratarse de fuentes subterráneas.

Cuando las fuentes de abastecimiento de agua son de tipo familiar se pueden desinfectar estas o bien aplicar pastillas que contengan cloro, yodo u otra sustancia desinfectante al agua de consumo, cave recordar que hervir el agua durante 5 ó 10 minutos es un buen procedimiento de desinfección.

Cuando no se dispone de sistemas de abastecimiento en las localidades, la distribución puede hacerse en camiones cisterna, siendo conveniente hacer la desinfección en estos tanques.

El almacenamiento puede improvisarse con toneles de 200 litros colocándose los grifos necesarios para una mejor utilización.

No hay que olvidar que aún cuando se normalice el sistema de agua o parte de él, una gran cantidad de habitantes no cuentan con este servicio, por ejemplo en la República Mexicana se ha estimado que el 20% de los habitantes de centros urbanos carecen de servicio de agua entubada, por lo que no debe abandonarse de inmediato a estas personas por el hecho de que el sistema a sido reparado y puesto en funcionamiento.

2.- Disposición de Excreta.

Cuando ocurre un desastre, a veces quedan fuera de servicio las instalaciones de alcantarillado y tratamiento de aguas negras en las poblaciones, por lo que de inmediato se debe elegir sistemas sanitarios colectivos o individuales para la eliminación de los excretas, entre los comunales un procedimiento recomendable es la letrina baja comunal.

Se trata simplemente de una trinchera excavada con herramientas ordinarias (pico y pala). Está trinchera tiene 30 cm. de anchura y 90 a 150 cm. de profundidad. Su longitud depende de la cantidad de usuarios: se necesitan de 3 a 3.5 m. por cada 100 personas.

Deben disponerse trincheras separadas para hombres y mujeres. La tierra extraída de la trinchera debe amontonarse al lado. Las palas se dejan en el sitio y hay que dar instrucciones a la gente de que cubran las heces con tierra cada vez que use la letrina.

Existen otros tipos de letrinas, fosas sépticas, letrina de pozo, letrina móvil, y mingitorios.

El sistema de alcantarillado debe de inspeccionarse de inmediato y hacer las reparaciones necesarias lo más rápido posible; en general, todas las reparaciones hechas en las cañerías del alcantarillado durante la situación de urgencia deben de ser de carácter permanente, sin embargo, a veces se necesita hacer reparaciones temporales cuando debe remplazarse rápidamente una cañería o un registro, para restablecer el tráfico en una calle principal. A fin de acelerar las reparaciones de urgencia deben emplearse tubos de asbesto, cemento, de madera, o algún otro tipo de tuberías de aclopamiento rápido.

Cuando se trata de una inundación, debe de realizarse la limpieza de las alcantarillas, que se encuentren obstruídas total o parcialmente; desaguar las estaciones de bombeo y las instalaciones de tratamiento en caso de existir éste; derivaciones de la instalación de tratamiento; tratamiento de albañales con desinfectantes fuertes para prevenir la propagación de organismos patógenos y atenuar el olor del agua de la inundación y de las aguas negras procedentes de los albañales destruídos.

3.- Eliminación de desechos sólidos

Estos pueden ser: cadáveres de animales, basuras y estiércol.

a.- Cadáveres de animales.

Una de las actividades básicas de saneamiento es la localización de animales muertos, acción que debe emprenderse de inmediato.

Cuando hay muchos cadáveres, es difícil enterrar a todos, a menos que se disponga de maquinaria pesada para excavación.

Es factible quemar animales pequeños, como gatos, perros, pero resulta difícil hacerlo con cadáveres más grandes si no se construyen incineradores especiales.

Si no se consigue equipo de excavación, debe practicarse una combi-

nación de entierro e incineración, es decir enterrar los órganos internos y quemar los canales con ayuda de combustible. Es necesario regar con petróleo crudo los cadáveres que aún no se entierran para protegerlos contra animales de rapiña.

b.- Basuras.

En el tratamiento de basuras deben considerarse tres fases: almacenamiento, recolección y eliminación.

Para el almacenamiento en situaciones de urgencia pueden emplearse por corto tiempo recipientes vacíos de víveres y bolsas desechables resistentes al agua. La capacidad de los recipientes no debe exceder de 100 litros. Se recomienda proporcionar tres ó cuatro recipientes por cada cien personas y distribuírlos de manera de que cada familia tenga fácil acceso a ellos.

Los recipientes deben estar apartados del suelo sobre una base de madera.

Para la recolección de basuras pueden utilizarse camiones de todo tipo. Es necesario calcular la cantidad de basura, la frecuencia de su recolección, la cantidad y el tamaño de los vehículos. Sin embargo se puede aceptar que un camión de diez metros cúbicos manejado con un chofer y dos ayudantes, puede servir para atender de 5,000 a 8,000 personas, haciendo tres viajes por día hasta la zona de disposición final.

La eliminación de la basura puede efectuarse por relleno sanitario, terraplenamiento, incineración y vertedero al aire libre, siendo este último el menos aconsejable.

Una función de los ingenieros sanitarios es asesorar y vigilar que la eliminación de basura se haga en forma sanitaria, por lo que deberá localizar los lugares adecuados para la eliminación de basura, además de intervenir para que se organice de emergencia el servicio de recolección, de tal manera que además de rápido, sea eficiente.

Estiércol.

En las zonas rurales donde ha habido desastres debe prestarse atención a la recolección y eliminación de estiércol porque si se deja al descubierto se convierte en un buen criadero de moscas.

El estiércol debe recolectarse diariamente y ser transportado a un lugar de disposición final. Puede disponerse del estiércol utilizándolo como abono, enterrándolo en trincheras de 1.50 m. de anchura y 2 m. fr profundidad y al final de cada día se cubre con una capa de tierra de 20 a 30 cm. Cuando el nivel interior de la trinchera es de 40 cm. por debajo del suelo, se llena con tierra y se apisona y luego se excava una nueva trinchera. El contenido de esas trincheras puede extraerse y aprovecharse como acondicionador de suelos después de 4 a 6 meses de descomposición anaeróbica.

Higiene de los alimentos.

En caso de desastre es responsabilidad del Ingeniero Sanitario loca-

lizar el lugar en que se encuentran alimentos almacenados y determinar si encuentran aptos para el consumo humano, también debe vigilar que los alimentos que se proporcionan a los damnificados del área estén en buen estado.

En situaciones de urgencia y si no se dispone de laboratorio, la inspección tendrá que fundarse en el aspecto, el estado físico, el gusto y el olor de los alimentos, en relación con las características y las propiedades de conservación normales.

Inmediatamente después del desastre se distribuirá alimento cocinado en paquetes individuales o por medio de equipo móvil, pero tan pronto como sea posible debe desarrollarse el programa de alimentación conforme a dos criterios principales; la provisión de los alimentos para los que tienen medios de preparar y cocinar y, las disposiciones que adopte la organización de socorro para proporcionar servicios de alimentación en gran escala a los que carecen de esos medios.

En los servicios de alimentación en gran escala deben aplicarse las medidas sanitarias adecuadas, para evitar un peligro constante para la salud. Las medidas aplicables para mantener un ambiente higiénico en los centros de alimentación y proteger los alimentos contra el contacto de materias contaminadas, serán inútiles si se descuida la limpieza y el estado de salud del personal. Los manejadores de alimentos con manos y ropas sucias, hábito antihigiénico y con enfermedades transmisibles activas o latentes, son responsables con tanta frecuencia de la contaminación de alimentos, como las moscas, los utensilios sucios y otras condiciones antihigiénicas que puede haber en cocinas y lugares donde se sirven alimentos.

En estas situaciones se prohibe terminantemente la venta por vendedores ambulantes de alimentos, frutas y antojitos callejeros.

5.- Lucha contra la Fauna nociva.

Las condiciones que se presentan inmediatamente después de un desastre, favorecen el incremento rápido de la población de insectos y roedores.

El alojamiento de grandes cantidades de personas en refugios temporales, en condiciones de hacinamiento los expondrá a enfermedades transmisibles por insectos y roedores.

Entre los insectos que pueden provocar dificultades, molestias o infecciones localizadas figuran en particular niguas, jejenes, chinches, mosquitos, cucarachas y moscas. También es frecuente encontrar otros vectores como piojos, garrapatas, ácaros, pulgas de roedores y roedores.

En la lucha contra los vectores deben afrontarse dos situaciones distintas:

a.- La fase inicial o de urgencia inmediata, consecutiva, el desastre cuando las actividades de lucha deben concentrarse en la destrucción, mediante procesos físicos o químicos, de parásitos que infectan personas.
b.- El período posterior a la situación de urgencia, cuando las actividades de lucha deben encaminarse hacia una higiene adecuada de los alimentos, una eliminación correcta de desechos, y limpieza general del personal.

Fracción I. El Plan Nacional de Desarrollo Urbano.

Fracción II. Los planes Estatales de Desarrollo Urbano, que operarán en el ámbito urbano de las Entidades Federativas y regularán por las leyes que los correspondientes gobiernos expidan al efecto.

Fracción III. Los Planes Municipales de Desarrollo Urbano, cuya elaboración y ejecución serán previstos en la legislación local de los Estados.

Artículo 28. La ordenación de los asentamientos humanos se llevará a cabo mediante la planeación y regulación de la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población y conforme hayan sido previstas dichas actividades en los planos a que se refiere el artículo 4o. de esta ley.

Artículo 32. El mejoramiento es la acción tendiente a reordenar y renovar los centros de población, mediante el más adecuado aprovechamiento de sus elementos materiales integrantes y necesarios.

En cuanto a la planificación con fines de reconstrucción, el organismo encargado generalmente la Dirección de Obras Públicas del Estado respectivo, que además coordina las acciones de otras dependencias locales y estatales como son entre otras el INFONAVIT, la Secretaría de Obras Públicas y la Secretaría del Patrimonio Nacional.

DESASTRES DE MAYOR IMPORTANCIA EN MEXICO

1973

FECHA	ENTIDAD Y TIPO DE DESASTRE	AREA AFECTADA Y DAÑOS.
9 Ago.	Jalisco.- Inundación por ruptura de la presa "Los Sauces Chicos" en Encarnación de Díaz e inundación por desbordamiento de ríos en la Barca.	2 Municipios de Encarnación de Díaz [illegible] casas destruídas.
16 Ago.	Nayarit.- Inundación por desbordamiento del Río Santiago.	31 localidades. 2[illegible],000 hectáreas.
17 Ago.	Guanajuato.- Inundación por desbordamiento de los ríos Lerma, Laja, Silao y Turbio y desbordamiento de una presa de control.	9 Municipios. Los más afectados: Irapuato, Celaya, Salamanca, 10,000 casas destruídas y rotura presas "El Molino" "El Conejo" afectadas las fuentes.
19 Ago.	Michoacán.- Inundaciones por desbordamiento del Río Lerma.	7 Municipios 16 localidades, 7436 casas daña

Cont.		das, 35,000 Hs. de cultivo dañadas.
20 Ago.	Durango.- Inundación por desbordamiento de ríos.	40 localidades; 200 viviendas dañadas. Daño al Sistema de Agua Potable.
21 Ago.	Campeche.- Inundación provocada por las lluvias (Ciclón Brenda).	2 poblaciones. Línea conducción de Agua Potable quedó descubierta y carretera.
21 Ago.	Coahuila.- Inundaciones por desbordamiento del Río Aguanaval.	2 Municipios, 38 localidades, 30 ejidos, puente, ferrocarril y carretera, 123 casas.
21 Ago.	Chiapas.- Inundaciones por desbordamiento de los Ríos Amarillo, Fogótico y Tulijá.	6 Municipios: Sn. Cristóbal Las Casas, Salto del Agua, Cd. Hidalgo, Teopisca y Tapachula, 118 casas destruídas.
28 Ago.	Veracruz.- Macrosismo a las 3:50 hrs.	Area Córdoba y Area Orizaba, 94 localidades afectadas, 3,215 casas dañadas. Asentamiento tanque. (Paso del Macho) Fugas en varios tramos (Huatusco), (Monte Blanco), Daños en cloradores del sistema (Fortin), Derrumbe caseta de bombeo (Paraje nuevo).
28 Ago.	Puebla.- Macrosismo a las 3:50 hrs.	3 regiones: Cd. Serdán, Tehuacán y Tecamachalco, (5,827 Km^2.) 32 Municipios, 108 localidades, 8,153 casas destruídas: 25,639 casas indemnes.
1o. Sep.	Oaxaca.- Inundación por desbordamiento de l río "Los Perros".	2 Distritos. 8 Localidades. 720 casas dañadas. Destrucción del sistema de agua potable y destrucción de galerías filtrantes en Tlacolula.

5 Sep.	Veracruz.- Inundaciones por desbordamiento de los ríos: Coatzacoalcos, Tesechoacan, San Luan y Tlacotalpan.	2 ciudades: Minatitlán y Tlacotalpan y 12 localidades. 11 casas.
7 Sep.	Guerrero.- Inundación por desbordamiento del Río San Jerónimo.	3 localidades.

DESASTRE DE MAYOR IMPORTANCIA EN MEXICO

1 9 7 4

FECHA	ENTIDAD Y TIPO DE DESASTRE	AREA AFECTADA Y DAÑOS
6 Nov.	Baja California Sur.- Inundaciones por lluvias intensas.	La Ciudad de Cabo de San Lucas, con 45 casas afectadas.
2 Sep.	Campeche.- Inundaciones por Ciclón "Carmen".	Las ciudades de Campeche y Hopelchén; principalmente 5 localidades de 2 municipios.
20 Sep.	Chiapas.- Inundaciones por lluvias torrenciales, desbordamiento de los ríos Huixtla, Fogótico, Belisario Domínguez y Sabinal por ciclones "Orlene" y "Fifi".	6 municipios y 8 localidades y 64 casas dañadas.
23 Sep.	Chihuahua.- Inundaciones por lluvias intensas.	56 localidades y 7 municipios 476 casas dañadas.
22 Sep.	Durango.- Tromba en el Norte del Estado, desbordamiento del arroyo de las Auras.	2 municipios y 5 localidades. 13 casas dañadas.
15 Jun.	Guerrero.- Ciclones "Dolores" y "Norma" Inundaciones.	13 Municipios y 21 localidades, se perdieron 14166 cabezas de ganado, 9,400 árboles frutales y 68,755 palmas copreras y 5 Centros de Salud también dañados. Destrucción tubería de agua Potable Daño establecimiento de rebombeo, azolve sistema y rebombeo.

Cont.		Acapulco, roturas en líneas de alimentación agua potable (deslizamiento tubería aérea). Inundación cárcamo rebombeo A.N.
26 Sep.	Hidalgo.- Inundaciones por lluvias intensas, desbordamiento del Río Amajác.	13 Municipios, se dañaron 4,329 hectáreas de cultivos de café, frijol y maíz se perdieron 1,000 cabezas de ganado y 283 casas fueron destruidas.
8 Jul.	Michoacán.- Inundaciones por tromba.	6 Municipios. 10 casas destruídas, ruptura canal del desague de población.
13 Jun.	Oaxacá.- Inundaciones por ciclón "Dolores".	31 Municipios y 54 localidades. Los sistemas de agua potable en 3 localidades importantes fueron dañadas 500 casas y se perdieron 10,000 cabezas de ganado. Dañó 70 mts. tubo fo.fo. línea de conducción agua potable que atraviesa Río Mihahuatlán, equipo de bombeo Pinotapa arrasado y tubería transformador que surte E.E. sistema bombeo dañado, azolve cárcamo bombeo (Matías Romero).
3 Sep.	Quintana Roo.- El Ciclón "CARMEN"	1,500 casas afectadas en la Cd. de Chetumal, dañados el sistema eléctrico de Agua potable y las vías Telegráficas y Telefónica y 5 localidades más, tuberías de agua potable rotas, equipo y transformadores dañados, cárcamos afectados.
16 Sep.	Tabasco.- Lluvias intensas por los ciclones "Carmen", "Orlene" y "Fifi", inundaciones.	8 localidades y 4 municipios.

16 Sep.	Veracruz.- Inundaciones por lluvias intensas.	6 ciudades. 62 localidades 1571 casas fueron dañadas hubo pérdidas en la Agricultura y la Ganadería. Tramo tubería agua potable, ciclón FIFI sistemas de agua potable dañado.
3 Sep.	Yucatán.- Inundaciones por el Ciclón "Carmen".	El Puerto de Celestum.
16 Jul.	Nayarit.- Lluvias intensas produjeron el desbordamiento del Río Santiago.	4 localidades.
12 Ago.	Nuevo desbordamiento del Río Santiago.	16 localidades afectando una población de 17,112 habitantes. 30,000 Hs de cultivo inundadas y daños a sistemas de agua potable.
29 Jul.	Puebla.- Intoxicación colectiva por ruptura de gasoducto PEMEX	Mpio. de San Martín Texmelucan. 36 intoxicados graves.
14 Oct.	Sinaloa.- El ciclón "Olivia"	Poblaciones de Mazatlán Concordia y Rosario, se derrumbaron 7,200 casas, damnificando a 35,000 personas dañó la red de agua potable y energía eléctrica en Mazatlán. 80 casas derrumbadas, sistema de agua potable afectados parcialmente.
2 Sep.	Tamaulipas.- Inundaciones por el Ciclón "Carolina".	Poblaciones de Soto La Marina y San Francisco. 10,553 damnificados.
17 Sep.	Desbordamiento del Río Pánuco.	Parte de la Cd. de Tampico. 15 viviendas destruídas.
10 Sep.	Veracruz.- Desbordamiento de los Ríos Pánuco, Tuxpan, Cazones, Alamo, Jamapa, Papaloapan y Tesechoacan a causa del Ciclón "Carolina".	10 ciudades importantes en el Estado: Pánuco, Tuxpen, Poza Rica, Cazones, Alamo, Villa Azueta Cosamaloapan, Naranjos, Tempoal y el Higo además de 35 localidades más produjo 13,000 damnifica

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

" METODOLOGIA EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO".

T E M A 6

EXPERIENCIAS DEL TERREMOTO DE GUATEMALA EN RELACION CON EL AGUA POTABLE.

Diciembre, 1979.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

FACULTAD DE INGENIERIA.

ESCUELA REGIONAL DE INGENIERIA SANITARIA.

"II SEMINARIO SOBRE INGENIERIA SANITARIA

EN SITUACIONES DE CATASTROFE".

EXPERIENCIAS DEL TERREMOTO DE GUATEMALA EN RELACION CON EL AGUA POTABLE.

Trabajo Elaborado por:
Ing. Víctor Hugo Montoya Segura
de EMPAGUA.

Patrocinado por:

Facultad de Ingeniería

Organización Panamericana de la Salud-OPS/OMS.

Guatemala, 18-23 de Octubre 1976.

C O N T E N I D O

I N T R O D U C C I O N

I N T R O D U C C I O N

El terremoto del 4 de Febrero próximo pasado, repercutió enormemente en las diferentes instalaciones que componen el Sistema de agua potable.

La Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala, encargada de suministrar a la ciudad de Guatemala y su área de influencia, el agua potable necesaria para el consumo diario, tiene como costo de Rehabilitación de sus sistemas de agua, la cantidad aproximada de Cinco Millones de Quetzales (Q.5.000,000.00).

La población servida por Empagua, es de alrededor de los 950,000 habitantes, población que ha sido seriamente afectada en el servicio de agua, como consecuencia de los daños provocados por el sismo. Fué así como en el caso del Sistema del Atlántico, un sector de la población estimada en 136,000 habitantes, no contó por varios días con el preciado líquido.

El personal técnico y de campo de "EMPAGUA", trabajó 24 hrs. diarias a partir del 4 de Febrero próximo pasado, en la tarea de Rehabilitación del Servicio de Agua Potable, ejecutando una labor encomiable digna del mejor premio.

El presente trabajo ha sido posible de ejecutarse por la experiencia adquirida durante la Emergencia y por la colaboración de las autoridades de "EMPAGUA", para utilizar toda la información disponible.

CAPITULO No. I

ABASTECIMIENTO MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA.

EXPERIENCIA DEL GOBIERNO DE GUATEMALA EN RELACION CON EL AGUA POTABLE.

I. ABASTECIMIENTO MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA.

I.1 Descripción de los Sistemas que Abastecen la Red de Distribución. (Ver Anexo No. 1)

La Ciudad de Guatemala se abastece de agua potable por Sistemas de Gravedad, Bombeo y Pozos; unos de los cuales se conectan directamente a la Red y otros a tanques de distribución o compensación.

A continuación se enumeran los elementos principales que integran los diferentes Sistemas de Abastecimiento de Agua.

I.1.1 Sistema El Cambray.

El sistema El Cambray, cuya planta de Tratamiento se localiza al Sur-Este de la Ciudad Capital y, se llega a ella por la carretera que conduce a Santa Catarina Pinula, consta de lo siguiente:

- Presa de Captación del Río Pinula.
- Presa de Captación de las Fuentes de Las Minas.
- Línea de Conducción de las Fuentes de Las Minas, tubería Helicoidal de Acero de 10" de diámetro.
- Líneas de Conducción de Las Minas y del Río Pinula, tubería de 14" de diámetro de Hierro Fundido.
- Planta de Bombeo de Vincapié, la que consta de: Presa de Captación, Desarenador, Tanque de Alimentación, 4 Unidades de Bombeo de 200 H.P., Caseta de Mandos, Bodega y Taller y Sub-Estación Eléctrica.
- Línea de Conducción de Vincapié, tubería de 14"

de diámetro de Hierro Fundido.

- Planta de Tratamiento El Cerbero, que consta de: Vertederos de Entrada, Caseta de Dosificación de Químicos, Canal de Mezcla y Floculación, Sedimentadores, Desinfección, Filtración, Fluoración, 2 Tanques de Almacenamiento, uno de 3,580 m3 y otro de 3,000 m^3, Bodega de Almacenamiento de Químicos y Vivienda del Encargado.

- Sub-Sistema Agua Bonita, manantial captado arriba de la Zona 15 por la carretera que conduce a El Salvador. La producción máxima de la planta es de 25 M.I.D., pero su producción real fluctúa en el año desde los 25 M.I.D. hasta un mínimo de 15 M.I.D.

I.1.2 . Sistema Ojo de Agua.

El Sistema Ojo de Agua, cuyas instalaciones se localizan al final de la Avenida Petapa, Zona 12 de la Ciudad Capital, se abastece de pozos profundos y de un manantial, razón por la cual, únicamente se necesita un tratamiento de desinfección. Consta de:

- Captación del manantial Ojo de Agua.
- Tanque de compensación de 8,500 m^3.
- Dosificación de cloro y de Silicofluoruro de Sodio.
- Casa de Máquinas en la que se localizan 8 Unidades de Bombeo eléctricas, de 1,000 H.P. cada una.
- Sub-Estación Eléctrica.
- Oficinas Administrativas.
- Vivienda del Encargado.
- Una serie de 6 pozos perforados en el lugar denominado El Diamante y 4 pozos perforados recientemente por la Unidad de Emergencia de Agua de EMPAGUA, que funcionarán a corto plazo.

La máxima producción que da la planta con el manantial y todos los pozos del Diamante funcionando normalmente, es de 48 M.L.D., caudal que se descompone de la siguiente manera:

Manantial	28 M.L.D.
Pozos Diamante	20 M.L.D.

I.1.3 Sistema del Atlántico.

El Sistema del Atlántico cuya Planta de Tratamiento, Las Ilusiones, se localiza en la Colonia Kennedy de la Zona 13 de la Ciudad, en la salida para la Carretera al Atlántico, consta de lo siguiente:

- Camino de acceso a la Planta de Bombeo.
- Planta de Bombeo del Atlántico en la que se localiza la presa de captación de los Ríos Bijagua y Ocotes, Desarenador, Tanque de Alimentación, Casa de Mandos, 4 Unidades de Bombeo de 800 H.P. y la Bodega y Taller (en construcción).
- Línea de Conducción a la Planta de Tratamiento, tubería de Hierro Fundido Dúctil de 20" de diámetro.
- Planta de Tratamiento Las Ilusiones, que consta de: Caseta de Dosificación de Químicos, Sedimentadores, Filtración, Caseta de Mandos de Filtros, Cloración, Tanque de Almacenamiento de 4,300 m3, Bodega de Químicos y Vivienda del Encargado.

El caudal máximo de producción de la Planta, es de 20 M.L.D., pero el caudal promedio de tratamiento es de 14 M.L.D.

I.1.4 Sistema Santa Luisa.

El Sistema Santa Luisa, cuya planta de Trata-

miento se localiza en Acatán Zona 16, consta de lo siguiente:

- Presas de Captación de varias fuentes superficiales que constituyen el embalse y la presa El -- Teocinto.
- Líneas de Conducción, 2 tuberías en paralelo de 18" y 20" de diámetro de Hierro Fundido Gris.
- Presa de Captación y estación de bombeo Canalitos.
- Línea de Conducción de Canalitos, tubería de 8" de diámetro de H.F.
- Presa de Captación y estación de bombeo Sta. Rosita.
- Línea de Conducción de Santa Rosita de 8" de H.F.
- Presa de Captación de Acatán.
- Línea de Conducción de Acatán, tubería de cemento de 16" de diámetro.
- Planta de Tratamiento Sta. Luisa, la que consta de: Entrada, Caseta de Dosificación de Químicos, Canales de mezcla y Floculación, Sedimentadores, Bodega de Químicos, 19 Filtros, Caseta de Cloración, - 2 Tanques de Almacenamiento, uno de 13,140 m3 y -- otro de 33,422 m3 y, 2 viviendas para encargados.

La producción normal de la planta, es de 35 a 40 M.G.D., equivalentes de 17,500 a 20,000 pajas.

I.1.5 Sistema La Brigada.

El Sistema La Brigada, cuya planta de tratamiento se localiza en la Calle San Juan, a la entrada de la Colonia Monte Verde, Zona 7 de la Ciudad Capital, consta de lo siguiente:

- Presa de La Brigada, que se alimenta de aguas superficiales provenientes de otros ríos que se captan en pequeñas presas secundarias.

- Sub-Sistemas de Las Limas, El Milagro, El Sifón, El Molino (4 pozos), Belén (3 pozos).
- Línea de conducción de la presa a la planta la Brigada, de 14" de H.F.
- 6 pozos en el predio que ocupa la Planta de Tratamiento y 2 en El Rodeo.
- Planta de Tratamiento La Brigada, que incluye Vertederos de Entrada, Caseta de Dosificación de Químicos, Canales de mezcla y Floculación, Sedimentadores, 2 Unidades de Filtración, Caseta de Cloración, Tanques de Distribución, Bodegas, Casa de Máquinas y casa del Guardián.
- Actualmente se reciben en la planta La Brigada, el agua proveniente de las Filtraciones de los túneles del Proyecto Xará-Pixcayá. El caudal de tratamiento de la planta es de 15 M.L.D.

I.1.6 Sistema de Pozos.

Este sistema incluye 9 pozos perforados dentro de la Ciudad Capital y que fortalecen a la Red de Distribución, únicamente tienen tratamiento de desinfección.

Por otra parte, hay 3 pozos recientemente perforados por la Unidad de Emergencia de Agua de EMPAGUA, pero que aún no están en funcionamiento.

Ver Anexo No. 2, listado de los pozos de EMPAGUA, no se incluyen pozos perforados recientemente, además incluye listado de pozos en otros sistemas.

I.2 Zonas y Población de Influencia de los Diferentes Sistemas.

I.2.1 Sistema El Cambray.

El Sistema El Cambray, abastece de agua potable a las Zonas: 15, 14 y parte de las Zonas 9, 10, 13 y 16.

La población total abastecida se estima gruesamente en 97,000 habitantes.

I.2.2 Sistema Ojo de Agua.

El Sistema Ojo de Agua, abastece de agua potable a las Zonas 12, 8, 3 y parte de las Zonas 1, 11 y 2 de la Ciudad Capital.

La población total abastecida se estima gruesamente en 315,000 habitantes.

I.2.3 Sistema del Atlántico.

El Sistema del Atlántico, abastece de agua potable a las Zonas 17, 18 y una parte de las Zonas - 2 y 6.

La población estimada gruesamente, que abastece este sistema es de 136,000 habitantes.

I.2.4 Sistema Santa Luisa.

Este sistema abastece de agua potable a las -- Zonas 5, 4 y parte de las Zonas: 2, 6, 9, 10, 13 y 16 de la Capital.

La población estimada gruesamente, que abastece este sistema es de 242,000 habitantes.

I.2.5 Sistema La Brigada.

El Sistema La Brigada abastece de agua potable a las Zonas 19, 7 y parte de la Zona 11.

Se estima gruesamente que la población abastecida por este sistema es de 152,724 Habitantes.

I.2.6 Sistema de Pozos.

Como ya se indicó, este sistema se encuentra - distribuido por toda la Ciudad Capital.

En resumen, se estima que la población total abastecida por Red de Distribución, de la Ciudad Capital, es alrededor de - 2,724 Habitantes.

I,3 Descripción de la Red de Distribución. (Ver Anexo No.3)

La red de distribución de la Ciudad de Guatemala, consta aproximadamente de 1,000 Kms. de tubería de diferentes tipos, tales como hierro fundido, hierro fundido dúctil, acero galvanizado, asbesto cemento y P.V.C. cuyos diámetros varían desde 24" a 2" y algunas tuberías antiguas hasta de 1" de diámetro.

Las tuberías de diámetros mayores, salen de las plantas de tratamiento de la siguiente manera:

- El Cambray: 12" y 14" de hierro fundido.
- La Brigada: 20" y 8" de hierro fundido.
- El Ojo de Agua: 2 tub. de 18" y una de 8" de hierro fundido.
- Las Ilusiones: Sale una tubería de 24" de hierro fundido.

Por otra parte, del Tanque del Guarda, localizado en la Zona 6 de la Ciudad Capital, salen 3 tuberías de 24" de diámetro de hierro fundido.

En el Guarda hay 3 tanques de almacenamiento, que reciben el agua de la planta de bombeo el Ojo de Agua.

El resto de la tubería es variable como se observa en el anexo No. 3, en el que no se indican tuberías menores.

CAPITULO No. II

ORGANIZACION DE EMPAGUA.

II. ORGANIZACION DE EMPAGUA. (Ver Anexo No.4)

La Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA), tiene su sede en el edificio de Palacio Municipal, de la Ciudad de Guatemala, y es dirigida por una Junta Directiva presidida por el Alcalde y, en la que tiene representación el Concejo Municipal, el Ministerio de Finanzas, el Banco de Guatemala, La Junta Monetaria y el Infom.

La Empresa Municipal de Agua, desarrolla sus funciones de acuerdo al organograma que se adjunta y a unidades que se hace necesario organizar para proyectos de emergencia, ó de gran envergadura.

Durante la emergencia causada por el terremoto del 4 de Febrero próximo pasado, el organograma mencionado sufrió cambios radicales, especialmente en su parte técnica de Ingeniería, como se explicará mas adelante, al hablar de las medidas que se tomaron en esa oportunidad.

CAPITULO No. III

COMENTARIOS POST-TERREMOTO Y PREVIOS A LA REHABILITACION.

III. COMENTARIOS POST-TERREMOTO Y PREVIOS A LA REHABILITACION.

Después del siniestro del 4 de Febrero de 1976 y antes de que se estableciera la Organización de Emergencia, (Se mencionará en el punto V de este trabajo), cada uno de los personeros de ESPAGUA conforme sus problemas particulares se lo permitieron, se presentó a las fuentes de trabajo y quiso por sí mismo poner su grano de arena, con el fin de ayudar al pronto restablecimiento del servicio de agua potable.

Como es natural, todo el personal de campo y algún personal técnico de ESPAGUA, no estuvieron disponibles para hacerle frente inmediatamente a la emergencia.

Los medios de comunicación con los puntos claves del servicio de agua potable fueron suspendidos, al no contarse con la Energía Eléctrica necesaria para establecer comunicación por radio, al estar el servicio telefónico suspendido y los caminos de acceso en algunos casos bloqueados. El único medio de comunicación se logró con los vehículos que poseen radio, al llegar éstos a los puntos antes citados.

En el transcurso de la mañana del 4 de Febrero, por comunicación directa entre los personeros de ESPAGUA, fué posible fijar un punto de reunión para poder discutir las medidas a tomarse y los lineamientos a seguirse, en la rehabilitación del servicio de Agua Potable, como consecuencia de los daños provocados por el ya citado siniestro.

Por otra parte, el personal menor (tan necesario en estos casos), tuvo mucha dificultad para trasladarse a sus labores; conforme iba solucionando sus problemas particulares y los medios de comunicación se iban restableciendo.

CAPITULO No. IV

DIAGNOSTICO DE LA SITUACION POST-TERREMOTO.

IV. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION POST-TERREMOTO.

A continuación, se resumen brevemente los daños mas importantes que se encontraron inmediatamente y posteriormente al -- desastre del 4 de Febrero.

IV.1 Presas de Captación.

Presa La Brigada.

En la presa La Brigada, se destruyeron las bodegas, el muro perimetral quedó en malas condiciones y las grietas existentes en el área del embalse se incrementaron.

IV.2 Líneas de Conducción.

a) Sistema Santa Luisa.

Líneas del Teocinte.

Las dos líneas de conducción del Teocinte, tuberías de hierro fundido, tuvieron fugas a la altura del lugar denominado El Convento.

Línea de Acatán.

La tubería de cemento que conduce el agua a la Planta de Tratamiento, quedó bastante dañada en toda su longitud.

Línea de Canalitos.

La tubería de hierro fundido sufrió daños que provocaron fugas en la línea.

b) Sistema El Cambray.

Toda la Línea de conducción de Las Minas, tubería de Acero Helicoidal, tuvo daños que -- provocaron fugas.

c) Sistema La Brigada.

Fugas en la línea de conducción de El Milagro y de Las Minas.

IV.3 Plantas de Tratamiento y de Bombeo.

a) Sistema El Carbray.

- Interrupciones de la Energía Eléctrica.
- Una fuga se localizó en la línea de conducción del agua de los Sedimentadores de la Planta de Tratamiento a los Tanques de aguas claras.
- Se encontraron pequeñas grietas en el fondo del tanque rectangular de distribución de la Planta de Tratamiento.
- Planta de Bombeo de Hincapié.

Se encontró obstruido el camino de acceso a la planta. Un derrumbe provocó fallas en el taller y bodegas y estuvo a punto de destruir la Sub-Estación eléctrica. Se presentaron serios derrumbes en el cauce de los ríos que la abastecen de agua cruda, con el consiguiente incremento de la turbidez y color del agua. Se interrumpió la Energía Eléctrica dejando incomunicada la planta y, por último se localizó corrimiento de tableros de mando y quema de fusibles.

b) Sistema Atlántico:

- Planta de Bombeo del Atlántico.

El camino de acceso a la planta quedó completamente obstruido y el trazo cercano a la misma, con serios daños. El taller y bodegas fueron destruidos completamente por un enorme derrumbe, incluyendo equipo y materia-

los de repuesto. El Antivelior, protección contra golpe de ariete, quedó seriamente dañado y su compresor completamente inservible. Se interrumpió la Energía Eléctrica dejando incomunicada a la Planta.

- Planta de Tratamiento Las Ilusiones.

Inmediato al siniestro, únicamente pudo determinarse daños en los Dosificadores de Químicos y rotura de todos los vidrios de las ventanas de los edificios.

Posteriormente se determinó que los tranquilizadores de asbesto cemento, localizados en el fondo de los Sedimentadores, fueron destruidos por completo.

c) Sistema Santa Luisa.

- Planta de Tratamiento.

Interrupción de la Energía Eléctrica.

El camino de acceso presentaba serios derrumbes que impedían llegar a la Planta.

Tres de los cinco Sedimentadores con un volumen de 14,175 m3, quedaron prácticamente inservibles, los otros dos tuvieron serios daños en el tabique intermedio, de tal manera que se convirtieron en uno solo.

El edificio de Dosificación quedó con algunas grietas.

La bodega de Químicos sufrió serios daños, grietas visibles tanto en los muros como en la losa del techo.

- Planta de Bombeo de Canalitos.

Se interrumpió la Energía Eléctrica y se localizaron serios daños en la Caseta de Bom-

beo, grietas en lomas y paredes.

d) Sistema La Brigada.

- Planta de Tratamiento. —

Se interrumpió la Energía Eléctrica.

Los dos tanques sedimentadores se convirtieron en uno, al destruirse completamente el muro que los separaba.

La caseta de Dosificación de Químicos sufrió serios daños y estuvo a punto de destruirse.

La bodega de almacenamiento de Químicos resultó con serias grietas en el muro Sur.

El tanque de Distribución, agrietado tanto en el piso como en las paredes, provocando filtraciones.

Posteriormente, se determinó que las Unidades de Filtración estaban dañadas en el Fondo Falso, impidiendo la arena y la grava el paso del agua.

- Filtros El Rodeo.

Quedó completamente dañada la casa del Encargado.

- Pozos La Brigada.

Posteriormente pudo determinarse que el pozo No. 6, sacaba demasiada arena y que, al No. 3 se le desniveló la base del motor.

- El Molino.

El pozo No. 3 presentó molestias de derrumbes.

e) Sistema Ojo de Agua.

- Planta de Bombeo.

Unicamente se encontró falta de Energía Eléctrica.

- Pozos el Diamante.

Posteriormente pudo determinarse que el pozo No. 5, perdió su verticalidad más de lo aceptable y, que el pozo No. 4 que ya presentaba problemas anteriormente, se derrumbó dejando enterrada la bomba.

f) Sistema de Pozos.

En el sistema de pozos distribuidos en la Ciudad Capital, no se encontraron problemas serios.

g) Red de Distribución.

La Red de Distribución incrementó en gran cantidad el número de fugas, de tal manera que, durante el primer mes de la Emergencia se reportaron 804 fugas en los diferentes diámetros y clase de tubería que se encuentran instalados en la Red.

A continuación, se presenta un resumen de las fugas atendidas en el primer mes de emergencia, contra diámetros de tubería y clase de material.

FUGAS REPARADAS

Del 4 de Febrero Al 4 de Marzo de 1,976.

	Total UG	Total en A.C.	Total en H.F.	Total P.V.C.	Total Totalomin
½"	20	--	--	25	45
¾"	174	4	--	59	237
1"	17	--	--	2	19
1¼"	10	--	--	--	10
1½"	20	--	--	2	22
2"	185	86	6	13	290
2½"	3	--	--	1	4
3"	3	4	--	--	7
4"	2	35	12	3	52
5"	1	--	1	--	2
6"	1	11	4	--	16
8"	1	4	7	--	12
2"	--	1	1	--	2
14"	--	--	2	--	2
16"	--	--	1	--	1
	437	145	34	105	721
Fugas sin información ó dudosa - - - - - - - - -					65
GRAN TOTAL -					786

Al final de este trabajo puede localizarse el Anexo No. 5, en el que se grafican las fugas reparadas en relación con la Zona en que ocurrieron.

A continuación resumimos un listado de las fugas reportadas y reparadas por mes, desde el Terremoto pasado, hasta el mes de Agosto anterior.

Mes	No. de Fugas Reportadas	No. de Fugas Reparadas.
FEBRERO	804	786
MARZO	326	256
ABRIL	346	268

Mes	No. de Fugas Reportadas	No. de Fugas Reportadas
MAYO	310	327
JUNIO	262	237
JULIO	230	219
AGOSTO	364	337

En Anexo No. 6, se hace una comparación de las fugas ocurridas en varios períodos de tiempo.

CAPITULO No. V

MEDIDAS INMEDIATAS Y MEDIATAS.

V. MEDIDAS INMEDIATAS Y MEDIATAS

V.1 Organización Durante la Emergencia y Asignación de Actividades.

Organización.

La sede de las autoridades de ETAPAGUA y el personal que trabajó en la rehabilitación inmediata, se trasladó en los primeros días de la Emergencia, a las bodegas de ETAPAGUA localizadas en la Zona 4, por ser éste el lugar en el que se reunen todos los trabajadores de campo de la Empresa y donde se encuentran el equipo, materiales, etc., que son de especial utilidad en estos casos.

Durante este período, todo el personal técnico de ETAPAGUA pasó a depender directamente de la Gerencia, organizando y coordinando las actividades, toma de las decisiones, solicitud de ayuda externa, agilización de la compra de materiales y equipo y, el trámite de bodegas, fundiéndose en una sola unidad dedicada a la inmediata rehabilitación del Servicio de Agua Potable.

Asignación de Actividades.

Previo diagnóstico de la situación é inicio de la rehabilitación, se asignó al personal técnico un frente de trabajo a cada uno, con el fin de aumentar la eficiencia y disminuir el tiempo en el que se pudiera contar con la información necesaria para hacerle frente al problema.

V.2 Medidas Administrativas.

V.2.1 Declaración de Emergencia por parte de las Autoridades Superiores con el fin de agilizar las compras y evitar los procedimientos ordinarios.

V.2.2 Incremento de las cuadrillas encargadas de reparar la Red de Distribución; de 9 que lo hacían normalmente a 35 cuadrillas.

V.2.3 Ayuda de personal que proporcionó el Departamento -

de Drenajes de la Municipalidad de Guatemala.

V.2.4 Trámite de Préstamos al Exterior, para hacerle -- frente a la tarea de Rehabilitación.

V.2.5 Solicitud de Ayuda Técnica al CEPIS y Oficina --- Sanitaria Panamericana.

Medidas Técnicas.

V.3.1 Sistemas que Abastecen la Red de Distribución.

- Como es lógico suponer, se adoptó como nórma habilitar primero los Sistemas de Producción que - Presentaban menos daños y, en escala ascendente -- hasta la etapa en que ahora nos encontramos.

- Restablecimiento de la Energía Eléctrica (Diligencias en Empresa Eléctrica).

- Funcionamiento inmediato de los Sistemas con -- problemas exclusivamente de Energía Eléctrica; OJO DE AGUA Y POZOS.

- Chequeo completo del equipo y de las instalaciones eléctricas.

- Funcionamiento inmediato de los Sistemas con -- problemas menores, como en El Cambray, reparación de una fuga.

- Funcionamiento inmediato de la Planta de Tratamiento de Santa Luisa, usando el único Sedimentador utilizable (dejando en su interior escombros), con un caudal de producción limitado, después de arreglar las fugas en las líneas de conducción de agua cruda.

- Funcionamiento mediato de la Planta de Tratamiento de Sta. Luisa, pasando Agua Cruda directamente a los Filtros, en lo que se realizaban los trabajos para convertir el único Sedimentador existente, en uno de Alta Razón.

- Funcionamiento inmediato de la Planta de Tratamiento de la Brigada, dejando para mas tarde la remoción de escombros del Sedimentador.
- Funcionamiento mediato de la Planta de Bombeo del Atlántico, después de habilitar el acceso a la misma y determinar el daño real del Sistema de Protección contra el golpe de ariete. Se puso en funcionamiento una Unidad de Bombeo, de un total de tres que funcionan normalmente, corriendo el riezgo que conllevó no tener reparado el antivolier.

V.3.2 Red de Distribución.

- Chequeo inmediato de las tuberías de diámetros mayores a medida que iban entrando en funcionamiento los diferentes sistemas.
- Atención preferencial a las fugas de las tuberías de diámetros mayores.
- Las Cuadrillas encargadas específicamente de la reparación de Fugas.
- Sectorización de las Cuadrillas de Reparación con cierta flexibilidad.
- Dado el fuerte incremento de cuadrillas durante la Emergencia, (de 9 a 35), el personal especializado de las Cuadrillas antiguas pasó a ser cabeza de los de reciente creación.
- Contratación de una Cía. privada para la determinación del estado de la Red de Distribución, incluyendo detección y localización de fugas no visibles.

V.3.3 Control de la Calidad del Agua.

- Los análisis que se efectuaron durante la Emergencia para determinar la calidad del agua, fue-

ron Químico-Sanitarios Parciales y Bacteriológicos, estableciéndose las siguientes medidas:

- Control periódico de la calidad del agua de los Sistemas de Producción (En algunos casos cada hora).
- Control Diario de puntos establecidos de la Red de Distribución.
- Incremento del cloro residual en el agua, a la salida de los sistemas de producción a 1.5 mg/l, con el fin de tener en los puntos mas alejados de la Red, un residual que garantizara la desinfección del agua.

Particularizando, los miembros del Laboratorio Químico Sanitario y Bacteriológico, se hicieron presentes en el Tanque del Guarda y efectuaron análisis de la calidad del agua procedente del Ojo de Agua, cada hora.

En el caso de Santa Luisa, también se estableció un control diario de la calidad del agua, pues esta planta quedó mermada en su capacidad de Sedimentación.

Por otra parte, diariamente se analizó la calidad del agua en la Red de Distribución y, de acuerdo con los resultados se tomaron las medidas del caso en las Plantas de Producción.

En general, se chequeó la calidad del agua proveniente de todos los Sistemas y se tiene completa certeza de que el agua servida a la población, fué y es segura para el consumo humano.

CAPITULO No. VI

PROGRAMACION DE LA RECONSTRUCCION Y AVANCES OBTENIDOS.

VI. PROGRAMACION DE LA RECONSTRUCCION Y AVANCES OBTENIDOS.

El programa de la rehabilitación del servicio de Agua Potable, de la ciudad de Guatemala, fuera de las medidas inmediatas que se tomaron, es afrontado mediante el financiamiento de préstamos otorgados por el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

En el año de 1975 se creó el plan de Emergencia de Agua - 1975-76, que como meta primaria contemplaba la construcción y - equipamento de pozos en diferentes lugares de la Ciudad Capital y su área de influencia, para cubrir deficiencias de la producción de agua en relación con la demanda.

No fué sino hasta después del terremoto pasado, en que se agudizó el problema de la falta de agua, que se aprobó la construcción y equipamento de los pozos en referencia, reacondicionando el programa de trabajo para dar margen a utilizar los --- fondos restantes en la Rehabilitación de los Sistemas de producción.

Fué así, como se elaboró el siguiente programa de ejecución con cargo a uno de los préstamos mencionados.

PROGRAMA INICIAL DE REHABILITACION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION

	1976									
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1) Detección de Fugas.										
2) Rehabilitación de Sistemas de Bombeo.										
3) Acondicionamiento de Planta Sta. Luisa.										
4) Acondicionamiento de Planta La Brigada.										

NOTA: No incluye medidas inmediatas.

- DETECCION DE FUGAS.

Se contrataron los Servicios de una compañía privada para detectar el estado de la Red de Distribución, en vista de la imposibilidad de controlar las fugas internas provocadas por siniestro.

A la fecha se han recorrido 800 Kms. de la red de distribución y, se estima que el volumen recuperado de agua al reparar las fugas detectadas, asciende a 1,500 pajas.

El número de fugas detectado por la Cía. en referencia, es del orden de 550 al 31 de Agosto de 1976.

- Rehabilitación de los Sistemas de Bombeo.

Incluye la compra de equipo de Bombeo, materiales, repuestos y equipo eléctrico de medición, para recuperar lo que se destruyó ó se utilizó durante la emergencia pasada, en los Sistemas de Bombeo de la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala.

A la fecha, se han elaborado las especificaciones respectivas y las compras se encuentran en el proceso normal de concurso.

- Acondicionamiento de la Planta Santa Luisa.

Se contempla la construcción de un Sedimentador nuevo para que la Planta pueda trabajar a toda capacidad y ser mas elástica en su funcionamiento, pueda cubrir cualquier eventualidad y funcionar mas eficientemente.

Se ha previsto también la impermeabilización de la bodega de Químicos y la demolición de las estructuras dañadas.

- Acondicionamiento de la Planta La Brigada.

  - Se contempla la modificación de la Red interna de la planta, con el fin de proporcionar mejor servicio a su área de influencia.
  - Se encuentra en fase de diseño el futuro muro que se construirá en el único sedimentador existente para substituir el derribado por el Sismo.
  - Se impermeabilizará el tanque de distribución y se le repararán las grietas ocasionadas por el Sismo.

El costo total de Ejecución de este programa, es del orden de Un Millón Ochocientos Mil Quetzales (Q.1.800,000).

Posteriormente se obtuvo el financiamiento de un segundo préstamo, destinado al Sub-Programa de Rehabilitación del Servicio de Agua Potable, cuyo programa inicial se puede observar en el siguiente cuadro.

REHABILITACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

PROGRAMA DE EJECUCION

CAPITULO I

Hoja No. 3

OBRA	1976							1977												1978					
	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
PLANTAS DE PRODUCCION																									
Planta de Tratam. la Brigada																									
Estación de Bombeo Atlántico																									
Estación de Bombeo Hincapié																									
Estación de Bombeo Sta.Luisa Zona 6																									
Reembolso Plantas de Producción *																									
LINEAS DE CONDUCCION																									
Línea El Teocinte																									
Línea Las Minas																									
LINEAS Y TANQUES DE DISTRIBUCION																									
Línea TP-9 -1 Av. zona 1																									
Líneas El Guarda-Obelisco y El Guarda-18 Calle zona 1																									
Reembolso Líneas y Tanques de Distribución *																									

* Obras ejecutadas con anterioridad al mes de junio.

eks.

- Planta de Tratamiento de la Brigada.

Se contempla incrementar el caudal de producción de la planta, para cubrir el atraso de la entrada del agua del -- Xayá-Pixcayá, ocasionado por el terremoto.

Incluye, la reparación de los filtros rápidos de gravedad, debido a los daños sufridos por el terremoto, estando - a la fecha, reparado uno de ellos.

- Planta de Bombeo del Atlántico.

Incluye todos los gastos hechos en rehabilitar la planta, tales como, trabajos de reinstalación del Antivelier, compra de compresor, descombramiento, construcción de nueva bodega y taller, etc.

Por otra parte, se comprarán equipos de bombeo, repuestos de equipo de bombeo, aparatos de medición y materiales eléctricos que fueran destruidos por el sismo. Esta compra se - encuentra en el proceso normal de concurso.

- Estación de Bombeo de Vincapié.

En vista del peligro inminente que presenta la localización de la sub-estación eléctrica, se ha decidido cambiar su posición, ya se encuentra elaborado el proyecto.

Por otra parte, se comprará equipo de bombeo, repuestos de equipo de bombeo y materiales eléctricos, necesarios para enfrentar cualquier emergencia.

- Estación de Bombeo Sta. Luisa Zona 6.

Se proyecta la construcción de esta estación de bombeo, para mejorar el servicio de la colonia Sta. Luisa de la Zona 6, en vista de las deficiencias que ahora tiene, derivadas - del terremoto pasado. Se encuentra terminado el proyecto.

- Línea El Teocinto.

Se cambiará de localización el punto vulnerable de la - línea de conducción del Teocinto, denominado el Convento. - Se encuentra terminado el proyecto.

- Línea Las Minas.

Se cambiará una parte vulnerable de la línea de conducción de Las Minas, a la planta de tratamiento de El Cambray. Se encuentra elaborado el proyecto.

- Red de Distribución.

Se ha agilizado la ejecución de la construcción de las líneas de distribución, TP-9 1a. Avenida Zona 1, El Guarda-Obelisco y El Guarda 1a calle Zona 1, para atacar un punto vulnerable del sistema de agua potable, como lo es la Red de Distribución.

- Planta de Tratamiento Sta. Luisa.

Incluye la ejecución de la instalación de pantallas (ya colocadas), en el único sedimentador que actualmente funciona en Sta. Luisa con el fin de convertirlo en uno de Alta Razón.

El costo total de estos trabajos, se ha estimado en tres Millones, Ciento Diecisiete Mil Cuatrocientos Treinta y Dos Quetzales (Q.3.117,432:00).-

CAPITULO No. VII

RECOMENDACIONES PARA ENFRENTAR DESASTRES CON BASE EN LA EXPERIENCIA OBTENIDA.

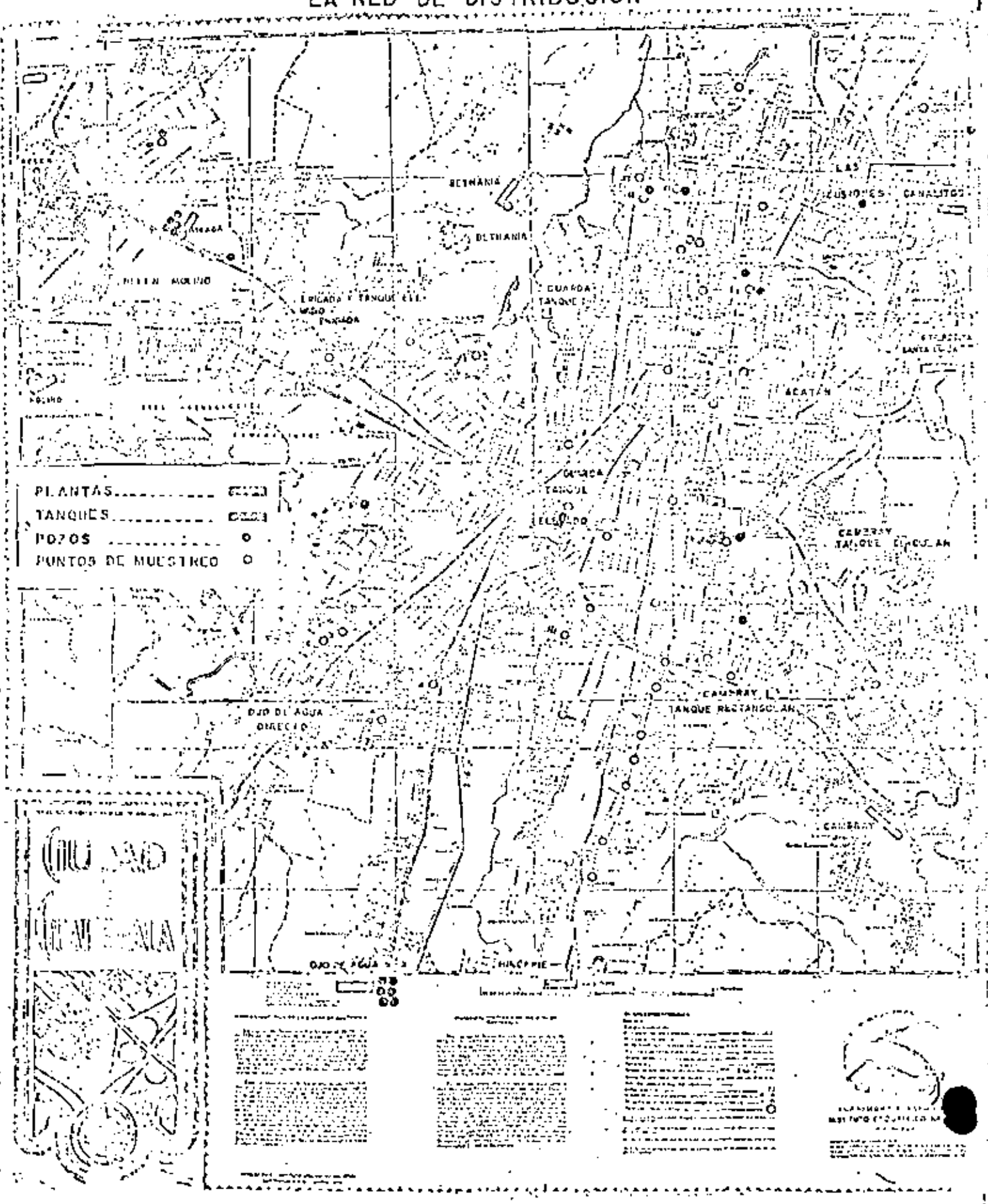
VII. RECOMENDACIONES PARA PREVENIR DESASTRES CON BASE EN LA EXPERIENCIA OBTENIDA.

- Promover cursos de entrenamiento dentro del personal específico de cada Empresa de Servicio Público, sobre cómo debe -- procederse en casos de emergencia.
- Mantener equipo y materiales necesarios para cubrir cualquier emergencia de esta naturaleza.
- Proteger adecuadamente las partes componentes de un Sistema de Agua, para evitar al máximo cualquier riesgo y en los futuros proyectos, localizarlos en puntos que ofrezcan la mayor seguridad posible.
- No escatimar esfuerzos en la planificación, diseño y ejecución de proyectos de servicios esenciales, previendo hasta donde sea posible, cualquier contingencia de las partes componentes del Sistema de Agua.
- Control y corrección permanentemente de los puntos vulnerables de un Sistema de Agua.
- Mantener el Laboratorio Químico-Sanitario y Bacteriológico, - debidamente equipado y con los productos químicos necesarios para atender cualquier emergencia que se presente.
- Contar con equipos de emergencia que permitan continuidad en la prestación del servicio de agua, aún cuando se interrumpan servicios de otra naturaleza (por ejemplo, la energía eléctrica).
- Que en todos los puntos importantes del Sistema se cuente con recursos que garanticen su intercomunicación (radio y teléfono).
- Selección y capacitación de personal intermedio para facilitar la ejecución de las decisiones.

CAPITULO No. VIII

A N E X O S :

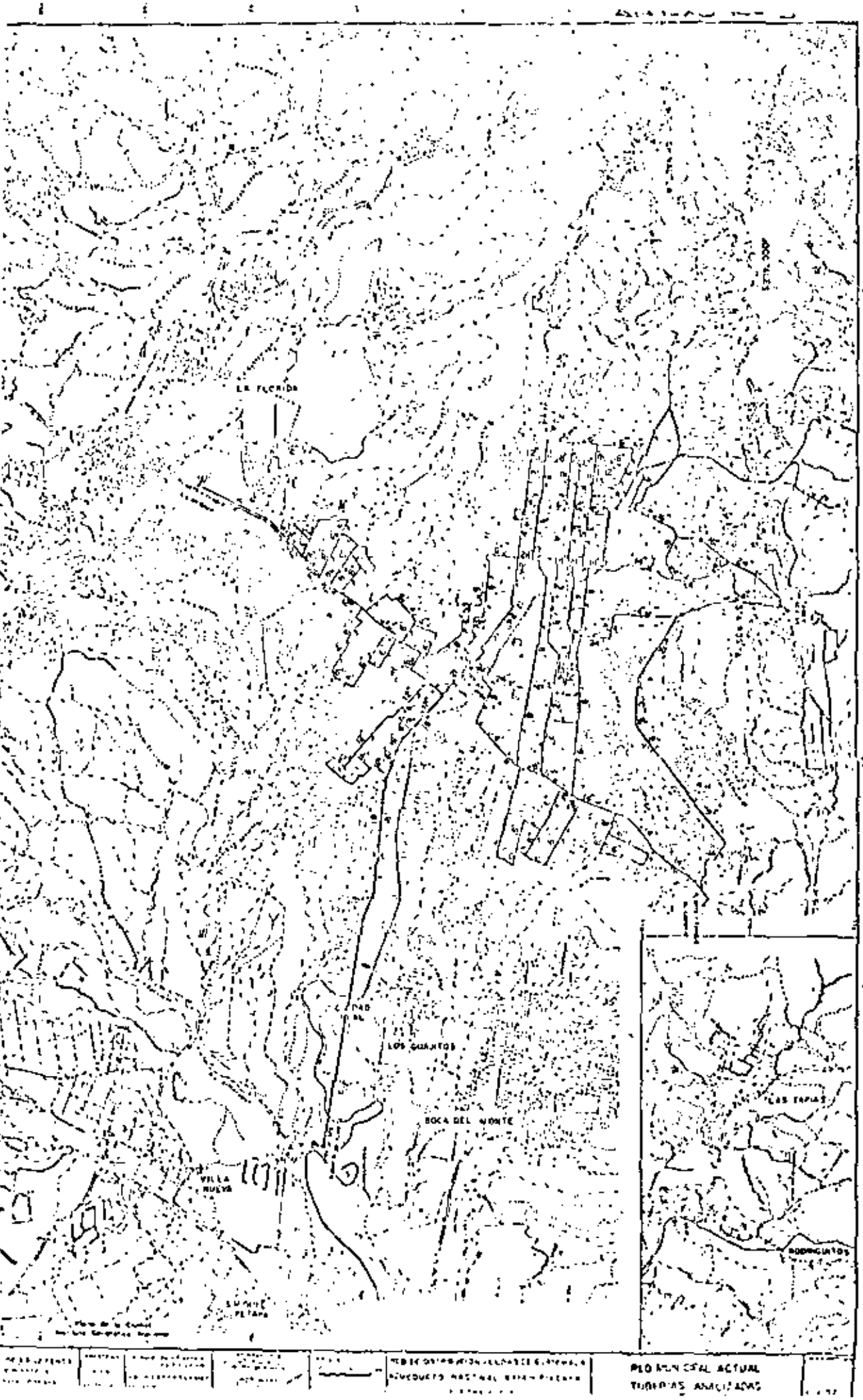
SISTEMAS QUE ABASTECEN LA RED DE DISTRIBUCION



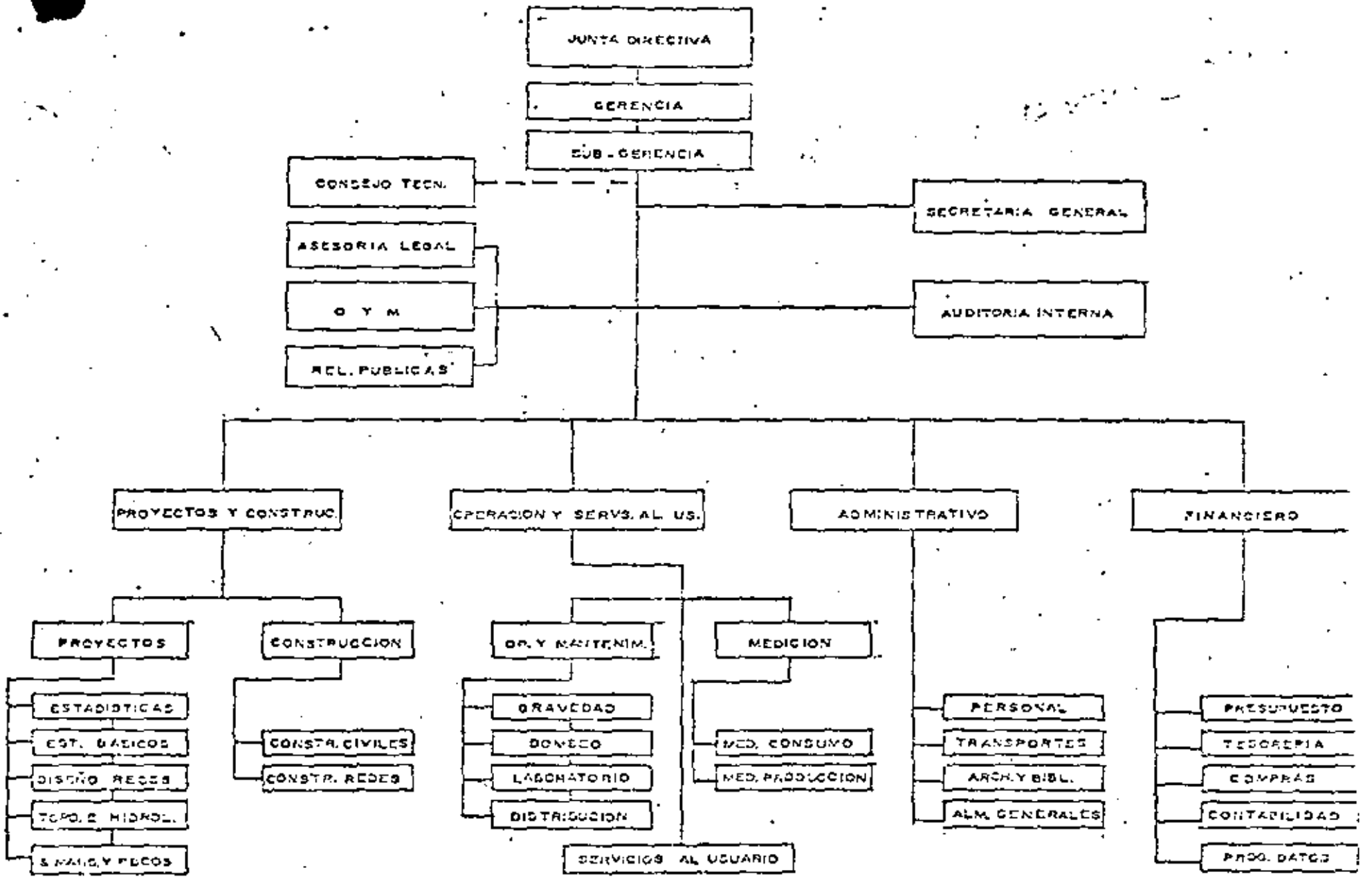
CARACTERISTICAS DE LOS POZOS DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA

DATOS DEL POZO

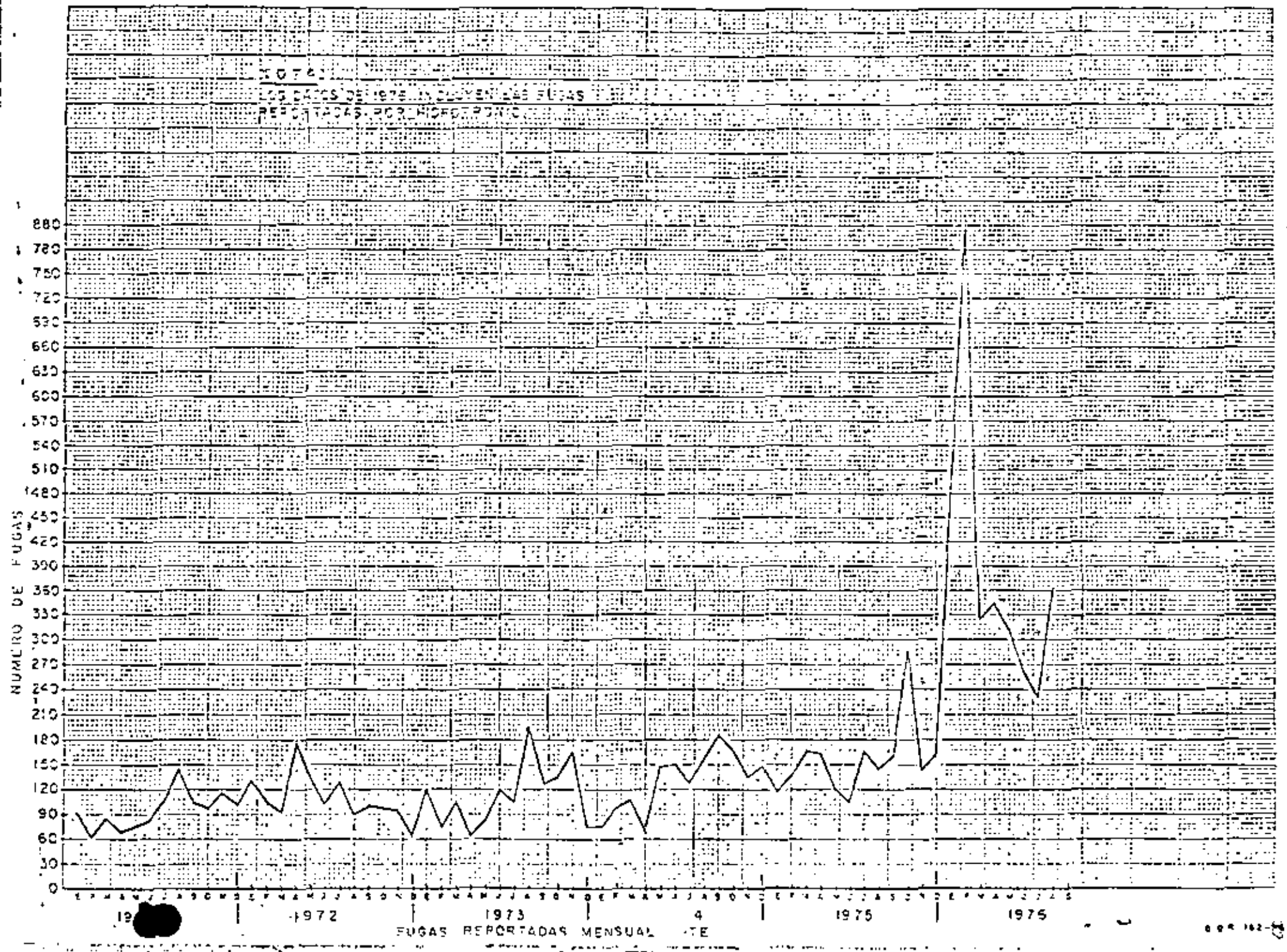
NOMBRE	Prof. en pies	Nivel estatic en pies	Nivel Bombeo pies	Caudal GPM	Q "	Inicio su Operación
FLORIDA	915	135	284	200	8	15/6/70
1a.C.y 1a.A Z/2	756	175	326	211	8	15/3/68
1a.C.y 3a.A."A" Z/2	752	105	385	250	8	15/5/68
SANTO DOMINGO	456	105	460	700	8	15/1/69
PARQUE NAVIDAD	1000	229	345	200	8	
DIAMANTE I	400	25	350	800	16	Enero/69
DIAMANTE II	400	25	350	800	16	Enero/69
DIAMANTE III	520	25	450	1440	12	15/3/68
DIAMANTE IV	800	25		2000	16	
DIAMANTE V	1020	25		3000	16	
DIAMANTE VI						
BRIGADA I	700	250	385	319	8	Marzo/68
BRIGADA II	600	266	460	290	8	Junio/68
BRIGADA III	500	260	450	150	8	/65
BRIGADA IV	500	260	450	150	8	/65
BRIGADA V	500	260	450	150	8	/65
BRIGADA VI	500	260	450	150	8	/65
MOLINO RAMSEY	100	90	95	150	197	/67
MOLINO I	300	40	290	85	16	/67
MOLINO II	350	40	340	150	8	
MOLINO III	990	76	335	200	8	13/6/70
COLONIA EL MORANO	316	180	300	120	6	Abril/68
BELEN I						
BELEN II	810	216	346	100	8	Agosto/68
BELEN III	850	242	294	500	8	14/6/70
MILTROS BRIGADA I	1036	143	370	500	8	13/6/70
MILTROS BRIGADA II	950	152	170	500	8	13/6/70
PARQUE COLON	660	134	172	500	8	Dic./70
PARQUE ZONA 10	1000	155	317	326	8	Enero/71
DIAGONAL 6	750	155	310	500	8	


LA FLORIDA
LOS GUANTOS
BOCA DEL MONTE
VILLA NUEVA
SANTIAGO PETAPA
LAS ROSAS
RODRIGUITOS
PLO MUNICIPAL ACTUAL
TUBERIAS ASOCIADAS

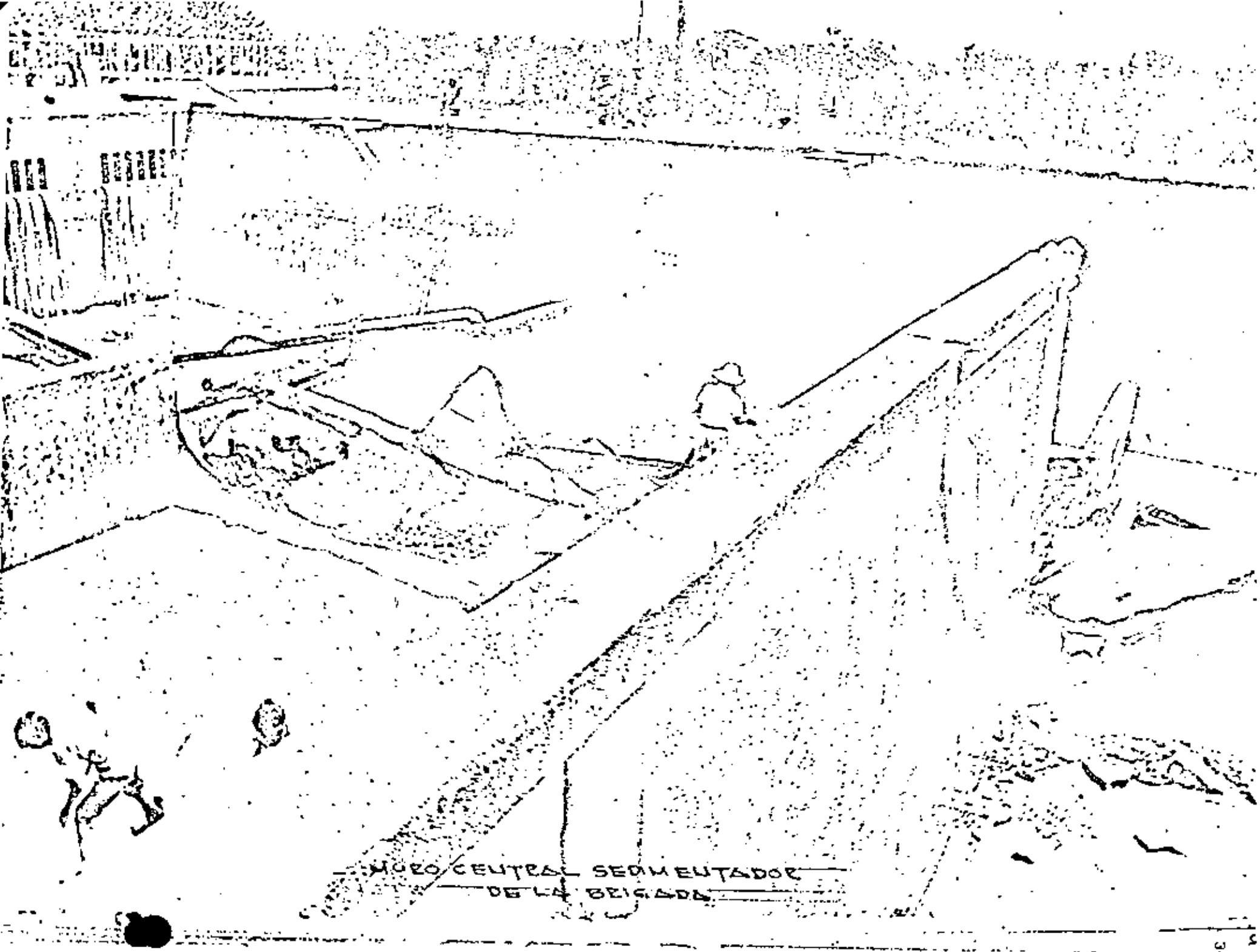
1974 ANEXO 4


JUNTA DIRECTIVA
GERENCIA
SUB-GERENCIA
CONSEJO TECN.
ASESORIA LEGAL
O Y M
REL. PUBLICAS
SECRETARIA GENERAL
AUDITORIA INTERNA
PROYECTOS Y CONSTRUC.
OPERACION Y SERVS. AL US.
ADMINISTRATIVO
FINANCIERO
PROYECTOS
CONSTRUCCION
OP. Y MANTENIM.
MEDICION
ESTADISTICAS
EST. BASICOS
DISEÑO REDES
TOPO. E HIDROL.
S. MAIS. Y PECOS
CONSTR. CIVILES
CONSTR. REDES
GRAVEDAD
BOMBEO
LABORATORIO
DISTRIBUCION
MED. CONSUMO
MED. PRODUCCION
SERVICIOS AL USUARIO
PERSONAL
TRANSPORTES
ARCH. Y BIBL.
ALM. GENERALES
PRESUPUESTO
TESORERIA
COMPRAS
CONTABILIDAD
PROC. DATOS
PRE-INVERSION
INVERSION
OPERACION, MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACION

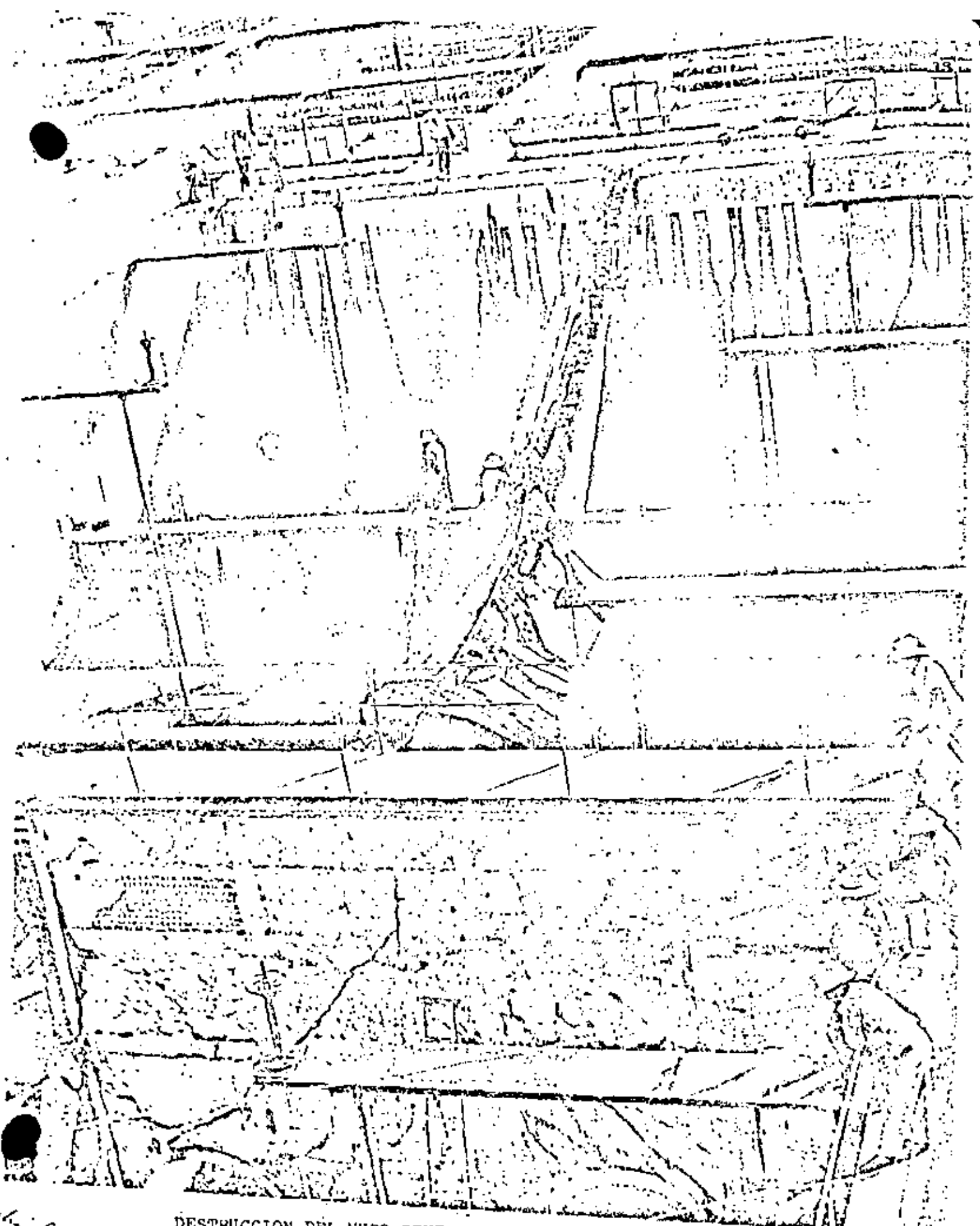
ANEXO Nº 6


NOTA:
LOS DATOS DE 1974 INCLUYEN LAS FUGAS
REPORTADAS POR HIDROPONIC
NUMERO DE FUGAS
880
780
750
720
690
660
630
600
570
540
510
480
450
420
390
360
330
300
270
240
210
180
150
120
90
60
30
0
1972
1973
1975
1975
FUGAS REPORTADAS MENSUAL

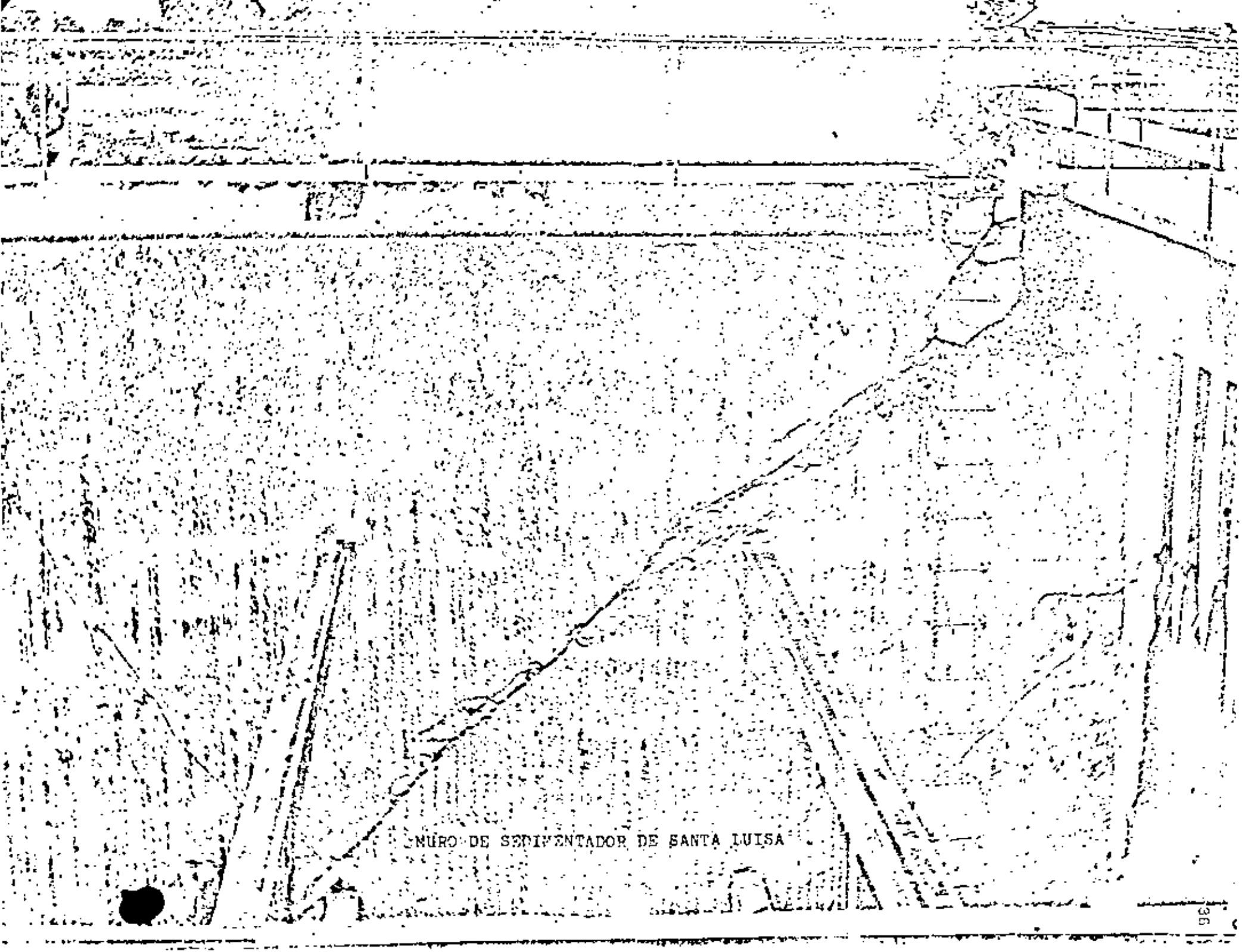
MURO CENTRAL DE SEDIMENTADOR
DE LA BRIGADA

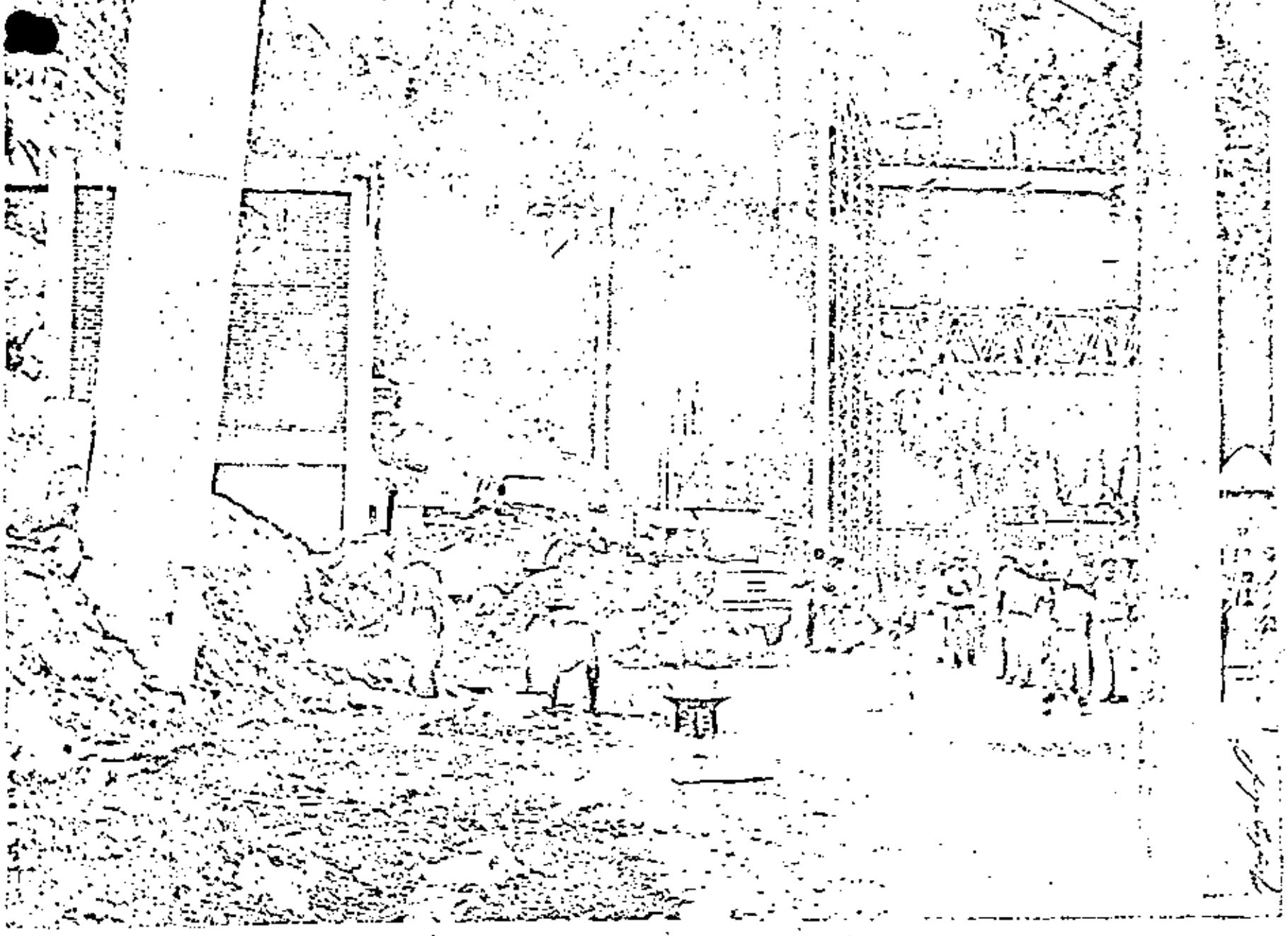


MURO CENTRAL SEDIMENTADOR
DE LA BRIGADA

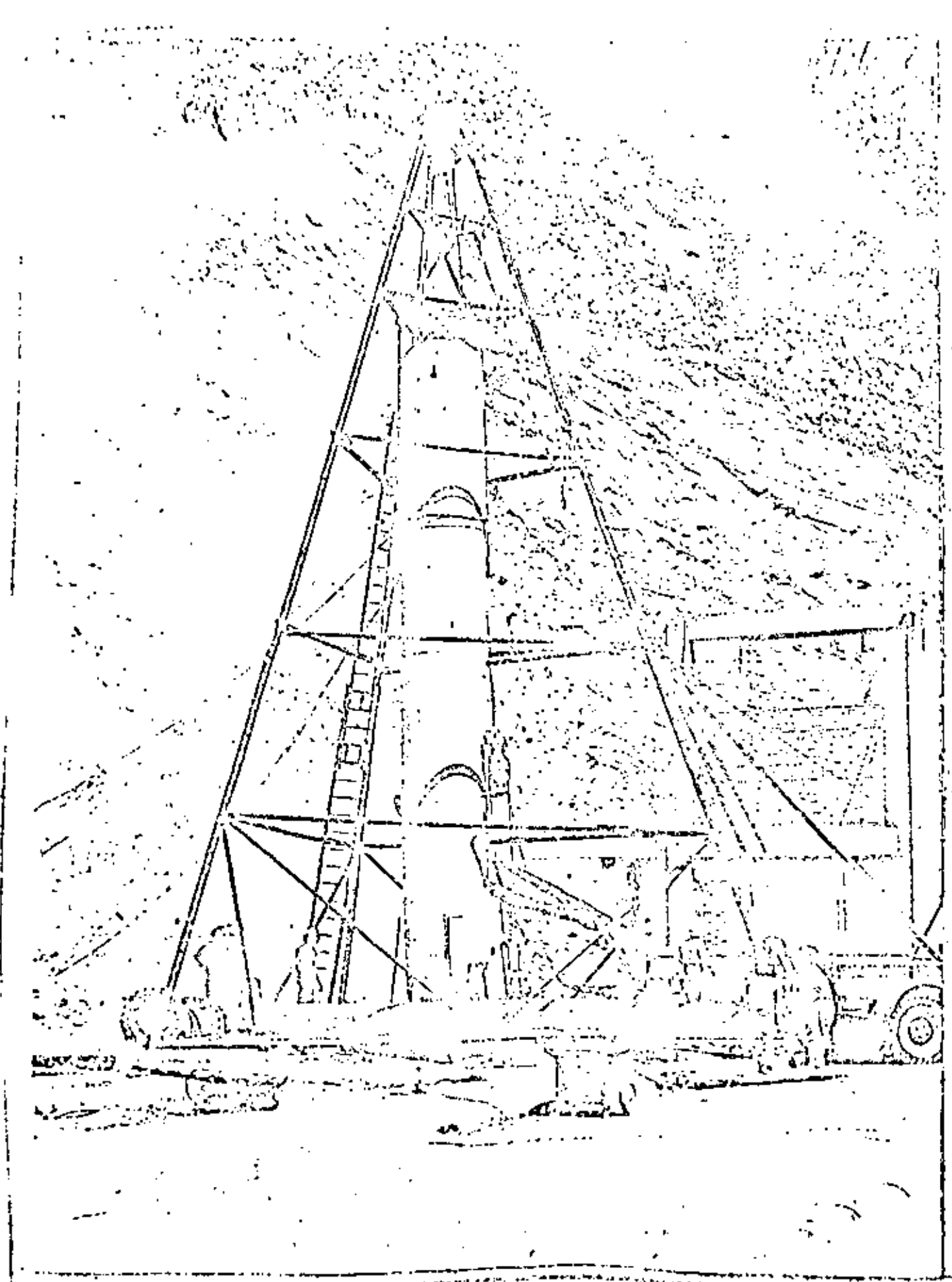


DESTRUCCION DEL MURO CENTRAL DE SEDIMENTADOR
PLANTA DE TRATAMIENTO SANTA LUISA.

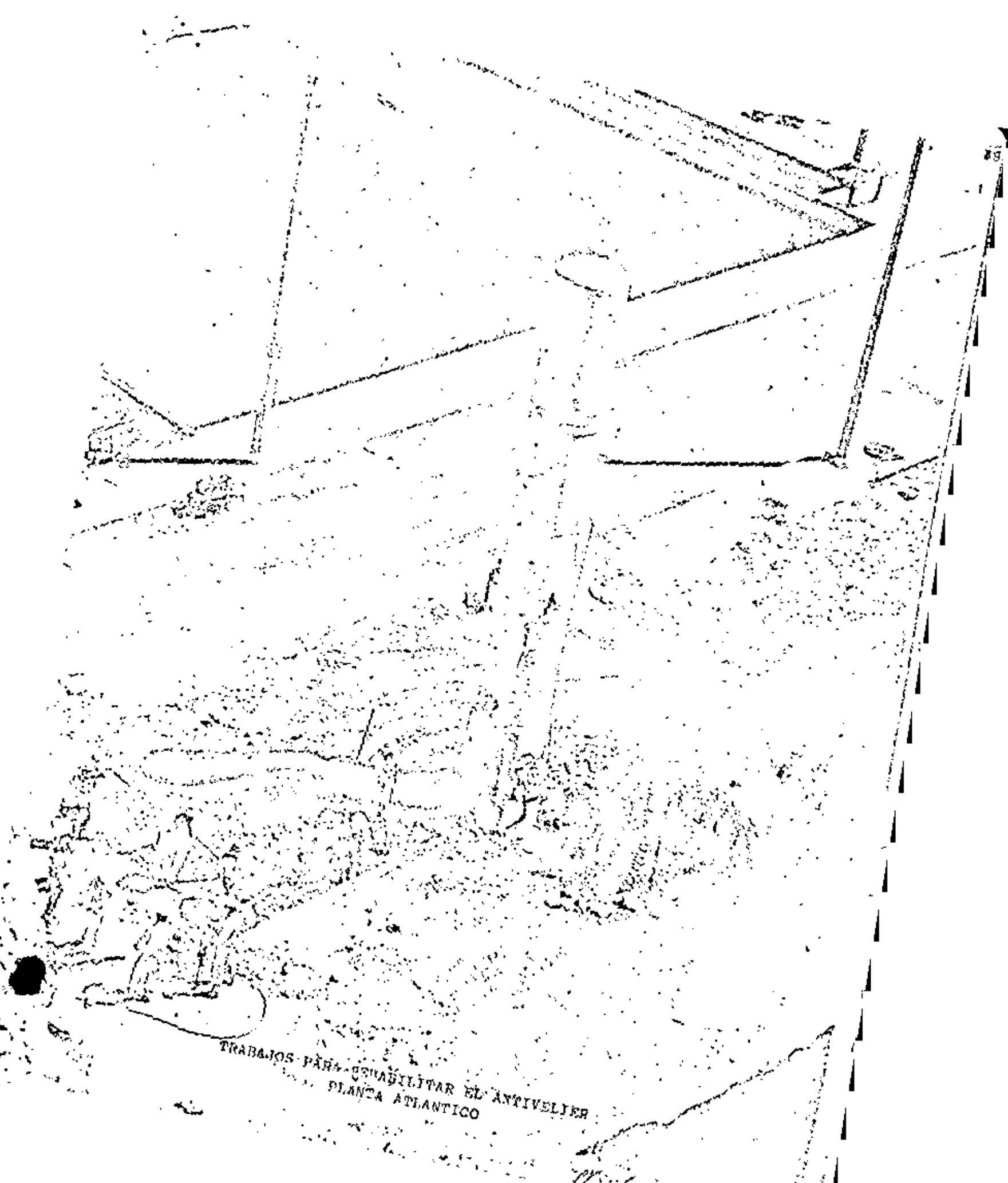

MURO DE SEDIMENTADOR DE SANTA LUISA

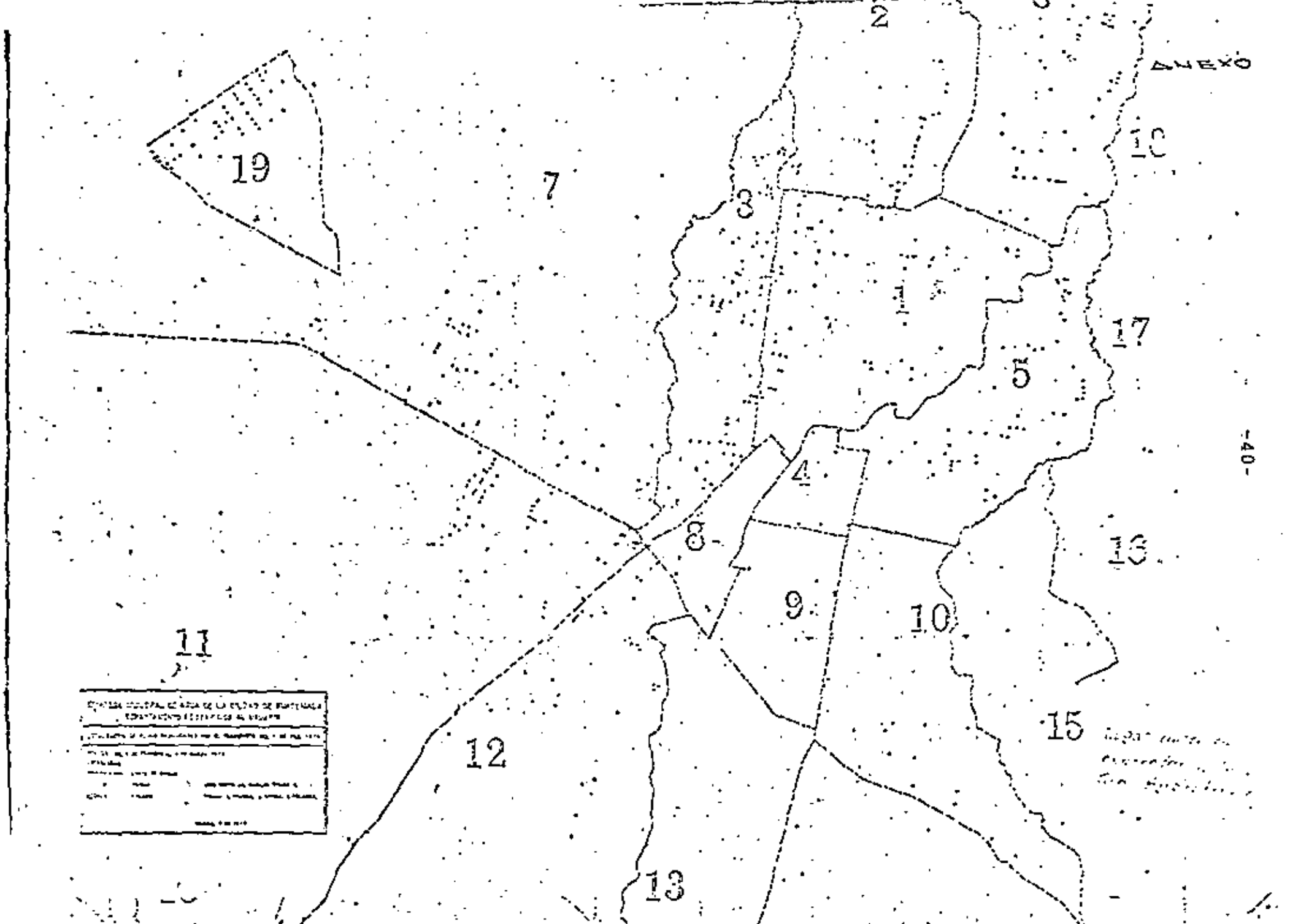


DERRUMBE Y ESTADO DEL SISTEMA CONTRAGOLPE
DE ARIETE PLANTA DE BOMBEO ATLANTICO



PARA BOVER DE SU BASE EL ANTIVALIER Y PROCEDER A SU REPARACION, FUE PRECISO CONSTRUIR UNA TORRE, YA QUE DEBIDO A LOS GRANDES DE BRIDGES EN EL CAMINO DE ACCESO NO ERA POSIBLE TRANSPORTAR LA -- GRUA.


TRABAJOS PARA REHABILITAR EL ANTIVELIER
PLANTA ATLANTICO


ANEXO
19
7
2
3
1
10
17
5
4
8
9
10
16
11
12
15
13

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

"METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO" .

T E M A 6

MEDIDAS DE PROTECCION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE EN SITUACIONES DE DESASTRE.

Ing. Pablo Sosa Caballero

Diciembre, 1979.

MEDIDAS DE PROTECCION DE LOS SISTEMAS DE ACUA POTABLE EN SITUACIONES DE DESASTRE.

PRACTICAS ACTUALES.

En los casos de desastre en que sean afectadas las Redes Primarias de Distribución de agua potable de la Ciudad de México se procede en la forma siguiente:

1.- Una vez detectado el lugar donde se ha presentado el siniestro, se procede a la reparación contando para ello con el --- personal, herramientas y equipo de la Oficina de Distribución de agua.

De acuerdo con la clase de tubería que haya que -- reparar se procede de inmediato a ejecutar la operación necesaria, --- dependiendo para ello del Sistema que este afectado para lo cual hemos clasificado el abastecimiento de agua de la Ciudad de México en los si-- guientes Sistemas.

a) Sistema Alto Lerma

b) Sistema Mixqui, Xochimilco, Xotepingo.

c) Pozos Municipales y Sistema Peñon.

d) Pozos Particulares.

e) Manantiales diversos.

f) Fuentes de la CAV.M.

La afectación de alguno de los Sistemas anterio-- res traé como consecuencia que la Ciudad o alguna de sus zonas deje - de percibir la aportación que nos dabá el Sistema afectado; por lo --- tanto la Distribución del agua restante en la Ciudad deberá efectuarse- en la forma más equitativa posible, dependiendo de los siguientes ---- factores.

1.- La aportación recibida por los Sistemas que -- no han sido afectados por el siniestro.

2.-Las Redes Primarias y Secundarias de Distri- bución que se encuentran funcionado en buenas condiciones.

3.- Las demandas de las zonas a abastecer.

##.

4.- La Topografía de la Zona.

LAS REDES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS.

La Ciudad cuenta con una red primaria de aproximadamente 400 Kms.

La red secundaria es de 15,000 Km, aproximadamente.

Actualmente se están incrementando las redes, creciendo en una gran longitud.

LA NECESIDAD DE LAS ZONAS A ABASTECER.

Tomando en cuenta la población fija, la población flotante, los días y horas de incremento de población y las necesidades de las edificaciones de la zona.

(Hospitales, Reclusorios, Rastros, Escuelas, Fábricas, Edificios Públicos etc, etc.

LA TOPOGRAFIA DE LA ZONA.

Los factores topográficos representan los obstáculos económicos y técnicos más dificiles de superar sobre todo en el caso de lugares con una cota superior a los tanques de almacenamiento.

La siguiente operación está elaborada considerando falla por desastre en los Sistemas en los que denotan sus zonas.

OPERACION QUE SE EFECTUARA PARA EL CASO EN QUE FALLE ALGUNA LINEA DE ALIMENTACION A LOS TANQUES DE -------- "DOLORES"

Los tanques de Dolores tienen como misión -- principal alimentar al Centro de la Ciudad y a la parte antigua de - la misma.

Reciben su aportación de dos fuentes que son:

a) Rebombeo de Xotepingo, (Sistema Mixqui - Xochimilco, Xotepingo.

b) Del Sistema Lerma.

Como en el Centro de la Ciudad se tiene una- fuerte concentración de personas, además de existir dentro de la Delegación Cuauhtémoc, zona alimentada en gran parte por estos- tanques, la mayoría de Oficinas de Gobierno, Hoteles de todos --- tipos, principales conglomerados de comercio; centro Insurgentes Zona Rosa, Hospitales, etc. causando gran consumo de agua.

Considerando falla de suministros a los tan - ques por rebombeo de Xotepingo caso (a) la operación que se debía efectuar será.

1.- Solicitar a la Oficina del Sistema Lerma, reforzar su aportación hacia Dolores con objeto de garantizar la- alimentación del Centro de la Ciudad y a su vez de la parte sur -- Colonías del Valle Narvarte, Nápoles, San Pedro de los Pinos --- etc.

2.- De Chalma de Guadalupe que solicitará-

###

reforzar su aportación para alimentar la parte norte del Centro de - la Ciudad y reforzar todo el Centro.

3.- Se solicitará a la Oficina de Aguas del Norte reforzar su aportación con objeto de que sus aguas lleguen al Centro de la Ciudad, y reforzar todo el Centro.

4.- Se solicitará a la Oficina de Pozos Municipales, la revisión de sus equipos y ponerlos a funcionar en las condiciones extraordinarias posibles ; principalmente en la zona afectada- con objeto de reforzar la aportación.

1.- Se cerrará las salidas de Xotepingo hacía -- los Tanques de Dolores.

2.- Se cerrarán válvulas en División del Norte - Sur entre Hidalgo y General Anaya, con objeto de retener el agua --- que alimentará a las Colonias, América, del Valle, Narvarte, Vertiz Narvarte Letran Valle, Portales Independencia, Periodista, Nativitas- Americas Unidas, Alamos Nápoles etc.

3.- Se cerrarán la válvula en la línea de 900 (36") y las de 508mm. 20") ubicada en Miguel Angel de Quevedo y División - del Norte, con objeto de no meter agua a el area afectada (Xotepingo).

4.- Las Válvulas laterales de las líneas de conducción 1 y 2 de 1219 mm. (48") a partir de Hidalgo , hasta Xotepingo se - cerrará excepto en el caso de válvulas de desfogue, sí es necesario -- desaguar el tramo.

Caso (b) para el caso en que no haya aportación - del Sistema Lerma a los Tanques de Dolores, estos deberán ser ali -- mentados, por el rebombeo de Xotepingo y las fuentes de apoyo serán-

###

las de los puntos 2o. 3o. y 4o. mencionados anteriormente.

OTRO CASO.

En el caso de que la falla fuera en la aportación de los Tanques: a) La aportación de Xotepingo al llegar al Control de Condesa se recibirá directamente en la Red de Distribución alimentando a las líneas ya mencionadas del Centro de la Ciudad y la válvula de ----- 508mm. (20") que alimenta San Miguel Chapultepec y Polanco.

b) se solicitará el mismo auxilio de los casos 2o.- y 3o. y 4o.

c) Como en algunas zonas subsistirá el problema - se tendrá que efectuar el reparto de carros Tanques de Servicio de --- Reparto de agua y de la Delegación Miguel Hidalgo.

Esta entrega se ha jerarquizado las necesidades- en:

Instituciones Oficiales.

Hospitales.

Escuelas

Usuarios.

Conforme se vaya controlando la falla, se irán restituyendo los movimientos efectuados a las condiciones normales de operación.

NOTA: se hace notar que aunque las líneas de conducción de Xotepingo-- A Dolores y el Control de Condesa pertenecen a la Oficina de --- abastecimiento, a lo largo de las líneas van alimentando a la Red de Distribución.

###

OPERACION QUE SE EFECTUARA EN CASO DE QUE NO HAYA APORTACION DE LOS TANQUES DE LA ESTRELLA.

Los tanques de la Estrella tienen como misión principal alimentar a la parte Oriente de la Ciudad.

Esta Zona es muy extensa y tiene un gran número de habitantes pero conglomerados en forma muy irregular.

Su gran extensión, representa un grave problema en su alimentación puesto que tiene diferentes variedades de topografía; no cuenta con redes suficientes ya que hay mucho problemas en cuanto a la tenencia de la tierra y es una de las zonasque se están poblando actualmente.

Como ya mencionamos,los Tanques de Almacenamiento de la Estrella son su principal fuente de alimentación y en caso de no aportación se tendrá que recurrir a

1o. El Sistema Mixqui-Xochimilco Xotepingo entregará su aportación hacia la línea de 1219mm. (48") de los Silos, año de Juarez etc. con objeto de entroncar con la línea de 1219mm. (48") que viene por la Av. 12; la alimentación hacia el poniente de la línea de Silos se efectuará a través del tubo de Oriente que sale de Xotepingo (Jacarandas Calz. de Tlalpan etc).

2O. - El Sistema de Chiconautla alimentará las zonas Norte (parte de Oriente, Eva Samano de López Mateos a las Colonias Gabriel Hernandez, Atzacoalco, Nueva Atzacoalco,-

El Coyol, San Felipe de Jesús, Vasco de Quiroga etc. y parte central Industrial, Estrella, Vallejo, Guadalupe Tepeyac,.) y reforzar el -- Centro de la Ciudad.

3.- Se solicitará al Sistema Chalmita su aportación máxima con el objeto de enviar hacia el Oriente de la Ciudad el Caudal máximo posible sin descuidar sus zonas de influencia en el Poniente --- de la Ciudad.

4.- Se solicitará a Pozos Municipales la revisión de sus equipos y ponerlos a funcionar en las condiciones extraordinarias posibles principalmente en la zona efectada, con objeto de reforzar la -- aportación.

5.- Se efectuarán los movimientos de válvulas ---- siguientes:

a) Se cerrará la válvula de Ganaderos casi esquina con Cereales en la línea de 914 mm. (36") con objeto de enviar agua por la línea de Silos Año de Juárez, Río Churubusco, etc. alimentando las -- Colonías del Oriente de la Ciudad.

b) se cerrará la válvula de Instituto Politécnico Nacional Norte en la línea de 1219mm. (48") con objeto de separar la aportación de Chalma de Guadalupe y aumente su gasto hacia el Oriente.

c) se cerrará la válvula del Bay-pass de 914mm. -- (36") en cantera y Misterios con objeto de separar las aguas provenientes de Chalma y de Chiconautla y repartir sus aportaciones.

d) se cerrará la válvula que está al Norte de Martín Carrera y Centenario, en la línea de 1219mm. (48").

###.

e) Se cerrará la válvula que está en Henry -- Ford y F.C. Hidalgo sobre la línea de 1219mm. (48")

f) se cerrará la válvula que está ubicada en Noé y Sara en la línea de 914 mm. (36")'

g) Se cerrará la válvula ubicada en Calz. San -- Lorenzo, casi esq. con Ermita Iztapalapa, con objeto de retener el- agua y no perder presión.

6.- Con esta Operación aunada a la revisión de- válvulas en esas líneas lograremos una distribución repartiendo el - agua de acuerdo a la aportación recibida y a las necesidades de las- zonas afectadas observando que las supuestamente no afectadas tendrán que repartir su gasto al compartir el caudal.

1.- Como en varias zonas subsistirá el problema se tendrá que efectuar el reparto en carrostanque a través del- servicio de reparto de agua de la Dirección General de Construc -- ción y Operación Hidráulica y de las Delegaciones afectadas (Iztapalapa e Iztacalco principalmente).

Esta entrega se hará jerarquizando las necesidades

Hospitales.

Escuelas.

Instituciones que requieren como base el agua para la salud de la población (reclusorios, Rastros, etc.)

Instituciones Oficiales.

Usuarios.

Conforme se vaya regularizando la aportación de - los Tanques.

###.

de la Estrella se irán haciendo contrariamente los movimientos efectuados, hasta volver a las condiciones normales.

NOTA:- Se dá preferencia para dirigir esta alimentación de --- Chalma de Guadalupe hacia el Oriente, por aportar mayor caudal y tener presión aún estando este más distante.

OPERACION QUE SE EFECTUARA PARA EL CASO DE EMERGENCIA EN QUE NO HAYA APORTACION DE AGUA EN CHICONAUTLA.

1.-Se solicitará a la Oficina del Sistema Lerma, - reforzar su abastecimiento a los tanques de Aeroclub con objeto de --- alimentar las zonas ubicadas al Noroeste de la Ciudad (Azcapotzalco - Ahuizotla El Rosario etc.) pues se disminuirá la aportación de Chalma de Guadalupe, para esa zona no obstante que se solicitará su máxima - aportación posible para reforzar toda la zona Norte.

2.- Se solicitará a la Oficina de Aguas del Sur --- reforzar su abastecimiento a los Tanques de Dolores con objeto de --- garantizar el abastecimiento del Centro de la Ciudad y Colonías cir -- cunvecinas (Condesa, Roma, Roma Sur, Cuauhtemoc Juárez ,Guerrero Santa María, San Rafael, Doctores, Obrera etc.).

3.- Se solicitará a la Oficina de Pozos Municipalez , la revisión de sus equipos y ponerlos a funcionar en las condiciones extraordinarias posibles principalmente en la zona afectada,-- con objeto de reforzar la aportación y la revisión del Sistema del --- Peñon, para asegurar la aportación de la parte Sur de la Unidad San -- Juan de Aragón.

4.- Se efectuarán los movimientos de válvulas - siguientes:

a) Se cerrarán la válvula de Rosario y Tierra - Nueva, en la línea de 1219mm. (48") con objeto de retener el agua - Aeroclub para alimentar Azcapotzalco y la Unidad del Rosario.

###.

b) se cerrará la válvula de Instituto Politécnico -- Nacional Norte en la línea de 1219mm. (48") con objeto de separar- -- la aportación de Chalma de Guadalupe y que aumente el Area de --- -- riego en la zona Nor-Oriente (Basílica de Guadalupe , Aragón Carre- - ra Lardizabal, Constitución de la República, Vasco de Quiroga, Nueva Atzacoalco, El Coyol, San Felipe de Jesús, 25 de julio etc).

c) Se cerrará la válvula de Schuman y Misterios en la línea de 1219mm. (48") con objeto de que el agua de la parte sur de esa válvula sea retenida, sosteniendo presión hacia el centro y que el agua proveniente del Norte (Chalma de Guadalupe alimente con --- presión de su zona de influencia.

d) Se cerrará la válvula de cabo Finisterre y M- Dieguez en la línea de 508mm. (20") con objeto de no perder presión, ya que no será posible abastecer aguas arriba en esta línea.

5.- Con esta Operación aunada a la revisión de - válvulas en esas líneas lograremos una distribución repartiendo el - agua de acuerdo a la aportación recibida y a las necesidades de las - zonas efectadas, tendrán que restringir su gasto al compartir el --- caudal.

6.- Como en las zonas altas subsistirá el pro - blema, se tendrá que efectuar el reparto en carros tanques; para -- lo cual solicitaremos la colaboración de la Oficina de reparto de --- agua, así como de las Delegaciones Gustavo A. Madero Atzcapotzal co.

###

Esta entrega se hará jerarquizando las necesidades en:

Hospitales

Escuelas

Instituciones que requieren como base el agua para la salud de la población (Rastros reclusorios etc)

Instituciones Oficiales

Usuarios.

Conforme se vaya regularizando los movimientos efectuados hasta volver a las condiciones normales.

OPERACION QUE SE EFECTUARA PARA EL CASO EN QUE NO - HAYA APORTACION DE AGUA EN AEROCLUB.

1.- La Oficina del Sistema (Chalmita) reforzará su abastecimiento hacía los tanques de Dolores para que a través de la línea de 1219mm. (48") llamada línea Norte reforcemos la zona de San Rafael, Sta. Ma. la Rivera, etc. la línea de 508mm. - (20") que alimenta a San Miguel Chapultepec reforzará la zona de - Polanco , Anzures etc.

2.- La aportación de Chalma de Guadalupe -- deberá trabajar en condiciones extraordinarias para recibir su --- máxima aportación con objeto de alimentar la zona Nor-oeste de la Ciudad (El Rosario, Azcapotzalco, Ahuizotla, San Pedro Xalpa, -- San Isidro, San Juan Tlihuaca, San Martín Xochinahuac, Ahuhuetes, y San Miguel Amatla etc.

3.- Se solicitará a la Oficina de Aguas del --- Norte (Chiconahutla) el máximo abastecimiento posible con objeto de reforzar la alimentación de la zona norte, parte poniente ----- (lindavista , Vallejo Lindavista, Nueva Vallejo, Pro-Hogar, Defen - sores de la República, Industrial, Vallejo etc.)

4.- Se solicitará a la Oficina de Pozos Municipales, la revisión de sus equipos y ponerlos a funcionar en las condiciones extraordinarias posibles principalmente en la zona efectada, con objeto de reforzar la aportación.

###

5.- Se cerrará la válvula de salida en AEROCLUB y en la línea gemela se cerrará al Poniente de Ahuizotla.

NOTAS.

a) se reforzará con carros Tanques el abastecimiento de agua en la Escuela de Trasmisiones.

b) Es necesario que la Escuela de Trasmisiones construya una cisterna con capacidad para 2 1/2 diás de abastecimiento ya que con las instalaciones con que cuenta actualmente tiene problemas en caso de aportación mínima , pués su tinaco está al fondo de la Escuela (más de 300 m. de distancia del suministro) y con una altura de 8 mts. aproximadamente,en terreno accidentado.

###

OPERACION QUE SE EFECTUARA PARA EL CASO DE QUE FALLE ALGUNA LINEA DE LA RAMA SUR DEL SISTEMA LERMA.

La rama sur del Sistema Lerma alimenta la --- parte Sur Poniente de la Ciudad, parte de la bifurcación de San Lucía y consta de 4 líneas principales que son: Línea de Santa Lucía, Línea-Las Aguilas, Línea Torre, Línea San Bernabé.

Como en esta parte de la Ciudad la topografía-- es muy accidentada (montañas y barrancas) y siendo que a partir -- de las partes altas se efectuará la alimentación por gravedad se --- han construído varios tanques de regulación y almacenamiento.

La operación que se efectuará en caso de falla-de alguna línea entre tanques será:

1.- Cerrar la válvula más próxima aguas arriba con objeto de evitar la aportación en falla (desperdicio).

2.- Alimentar los casos posibles con el almacenamiento de los tanques inferiores.

3.- Alimentar con carrostanques la zona imposible de alimentar en otra forma dando preferencia jerarquizando las -- necesidades en:

Hospitales

Escuelas

Instituciones que requieren como base el agua -- para la salud de la población (Centros de Salud, Reclusorios etc.).

###

INSTITUCIONES Oficiales, Usuarios.

En caso de que los carros tanques satisfagan racionadamente las necesidades anteriores deberán reforzar, si es necesario, la zona alimentada por los tanques de aguas abajo.

4.- Se solicitará a la Oficina de Pozos Municipales la revisión de sus equipos en la zona afectada y ponerlos a funcionar en las condiciones extraordinarias posibles con objeto de reforzar la aportación.

Si la falla ocurriera en algun tanque de almacenamiento, se cerrará el suministro a ese tanque, pero la alimentación aguas abajo se efectuará a través del Bay Pass de el mismo tanque reforzándola con pipas en caso necesario.

La línea Santa Lucía alimenta, entre otras, las Colonías: Pueblo Santa Lucía, Olivar del Conde (5 secciones) Hogar y Redención, Barrio Norte, Piloto, Garcimarrero, Presidentes, cascada Lomas de Plateros, Merced Gómez etc.

La línea Las Aguilas, alimenta entre otras, las siguientes Colonias: Las Aguilas, ampliación Alpes, Ampliación aguilas, San Clemente, Puente Colorado, Lomas de las Aguilas, etc, y através de rebombeos, Axiomiatla, Villa Verdúm.

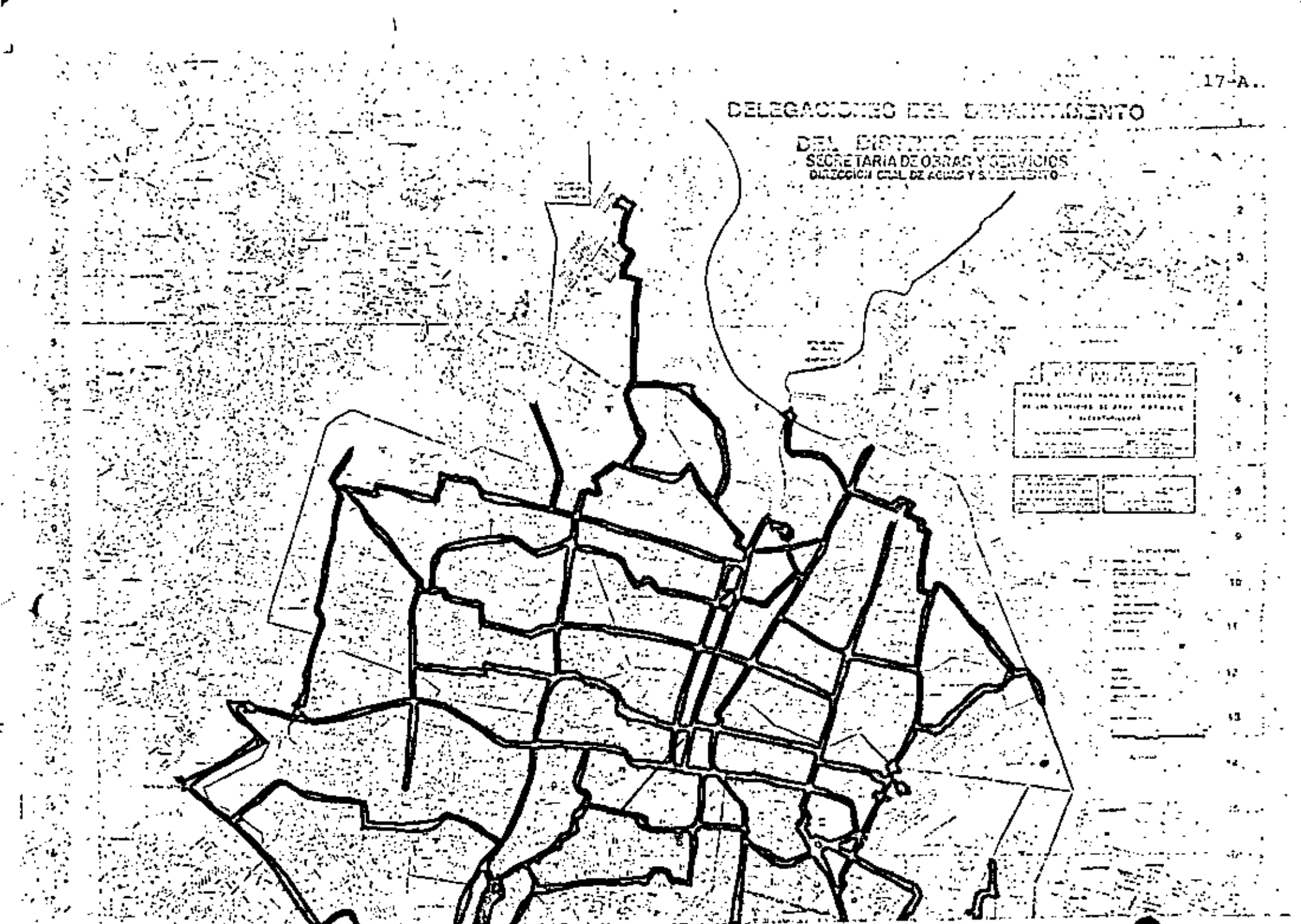
La Línea Torre alimenta entre otras las siguientes colonias:

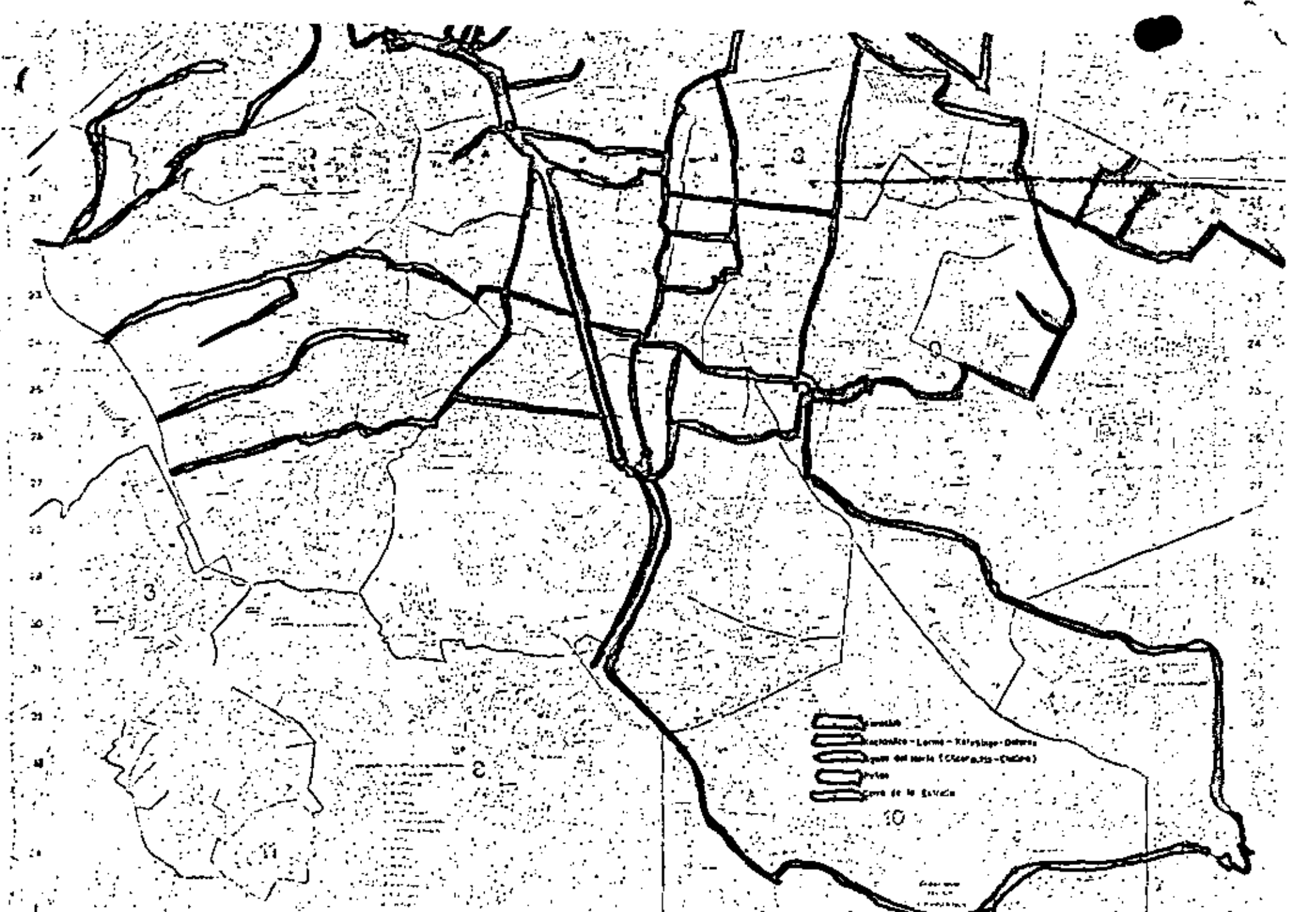
Angostura, Olivar de los Padres, Progreso.

La Línea San Bernabé alimenta entre otras las siguientes colonias:

Pueblo de San Bernabé, Contreras, San Jerónimo.

Conforme se vaya controlando la falla se irán restituyendo los movimientos efectuados a las condiciones.


DELEGACIONES DEL DEPARTAMENTO
DEL DISTRITO FEDERAL
SECRETARIA DE OBRAS Y SERVICIOS
DIRECCION GRAL DE AGUA Y SUELO



centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

" METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO ".

T E M A 2

DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE AGUA - POTABLE DE LA CIUDAD DE MEXICO.

T E M A 7

OPERACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Ing. Juan Manuel Martínez G.

Ing. Cornelio Acosta Colorado

Diciembre, 1979.

ESTRUCTURA DE LA ADMINISTRACION DE LOS SISTEMAS

La responsabilidad técnica y administrativa del sistema de abastecimiento de agua a la ciudad de México, recae directamente en la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, que se encarga de la operación y conservación de los sistemas y la Tesorería que tiene a su cargo el importante aspecto de facturación y recaudación de fondos provenientes del pago del servicio. También interviene la Dirección General Administrativa en el manejo de personal y en otros aspectos.

En adición a lo anterior, hay que tener presente el proceso de desconcentración administrativa que fué puesto en practica hace seis años y que da acceso fácil a los habitantes de la ciudad, en forma directa, a la gestión y a la realización mediante 16 delegaciones que abarcan toda la ciudad. Estas delegaciones también tienen a su cargo aspectos específicos relacionados con la operación y mantenimiento del servicio de agua potable y alcantarillado, sin que éstos estén totalmente desconcentrados. En lo externo, el Departamento del Distrito Federal, mantiene nexos con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y su Comisión de Aguas del Valle de México que es la que tiene a su cargo, por ley, el suministro de agua en bloque. Por lo que respecta a la calidad del agua, el Departamento coordina sus actividades con la Secretaría de Salubridad y Asistencia y, en especial, con la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente.

..../

Respecto al pago de derechos, fueron aprobadas recientemente nuevas tarifas que tienden a lograr la autosuficiencia económica del servicio, sin ningún propósito de lucro. Estas tarifas son diferenciales e inversas; es decir, asignan precios unitarios más bajos que el costo medio capitalizado del metro cúbico para los que consumen menos de 60 m^3 bimestrales, cantidad más que suficiente para las necesidades domésticas de una familia de la clase media, con lo que se protege, económicamente a la gran mayoría del pueblo, y cuándo se usa más de 100 m^3, se busca desalentar a los grandes consumidores con precios superiores al promedio; además, se grava por igual el agua de pozos particulares y se ha empezado a exigir el pago por el servicio de agua a todas las instituciones oficiales y privadas que hasta ahora no lo hacían.

..../

ESTRUCTURA DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS

FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

El abastecimiento de agua potable al Distrito Federal se efectúa en su totalidad con agua subterránea proveniente de los Acuíferos del Valle de México y del Lerma.

Las Fuentes de Abastecimiento o Captación operadas por el Departamento del Distrito Federal son:

Sistema Lerma	9.077	m3/seg.
Pozos Municipales y Sistema Peñón	8.101	m3/seg.
Sistema Mixquic- Xochimilco -Xotepingo	7.261	m3/seg.
Sistema Chiconautla	2.378	m3/seg.
Pozos Particulares	1.400	m3/seg.
T o t a l	28.217	m3/seg.

Las Fuentes adicionales de la Comisión de Aguas del Valle de México son:

Ramales Teoloyucan, los Reyes Ferrocarril 1a. y 2a. etapa y Ramal Tizayuca - Pachuca.	5.549	m3/seg.
Ramal los Reyes - Ecatepec	0.975	m3/seg.

..../

Sistema Pozos del Sur, Ramal Tlahuac-Netzahualcoyotl, Pozos Aislados Limantitla, - Pedregal 2 y del Conejo.	3.697	m3/seg.
T o t a l	10.221	m3/seg.
Dando un suministro total de:	38.438	m3/seg.

..../

CONDUCCION

Las líneas de conducción de agua potable para el Distrito Federal unen las fuentes de abastecimiento con tanques reguladores, con plantas de bombeo y con plantas potabilizadoras, para después alimentar a las redes de distribución.

En el Sistema Lerma la conducción se realiza por gravedad, utilizando túneles y tuberías con diámetros que varían de 3.2 m. a 1.07 m. Las Aguas del Sur se conducen por medio de acueductos, que trabajan a presión y por gravedad, con diámetros de 1.8 m y 0.91 m. En el Sistema Chiconautla se utilizan tuberías con diámetros de 1.22 m y 2.2 m, trabajando a presión y por gravedad. Por último el Sistema Peñón contiene una tubería de 0.91 m y 1.07 m.de diámetro, trabajando a presión.

Algunas de las líneas de conducción son aprovechadas para abastecer de agua potable a poblados que se encuentran cercanos a su localización.

Para todas las tuberías se calculó su capacidad de conducción, analizándolas de acuerdo a su geometría y a la topografía existente.

Para el caso de conducciones trabajando a presión, se trazó el perfil del terreno localizando los tanques de regulación y se dibujó la línea del gradiente hidráulico restringiéndola por un lado a mantener presiones de trabajo adecuadas cuando la pendiente topográfica es mínima y por el otro lado, cuándo la pendiente es máxima, a mantener velocidades máximas dentro de lo permisible.

..../

La velocidad máxima se obtuvo del análisis de gasto máximo eficiente que es el que puede ser conducido por una tubería con un diámetro tal que minimice la suma de costos de energía consumida y amortización de la tubería. El resultado del análisis de gasto máximo eficiente se presenta a continuación:

DIAMETRO Pulg.	(Cm.)	AREA (m2)	GASTO (m3/seg)	VELOCIDAD (m/s)	PENDIENTE (s)
20	51	0.203	0.41	2.00	0.0090
24	61	0.292	0.60	2.06	0.0075
30	76	0.456	1.05	2.30	0.0094
32	81	0.519	1.10	2.12	0.0054
36	91	0.657	1.40	2.13	0.0047
48	122	1.169	3.50	2.99	0.0063
72	183	2.630	7.50	2.85	0.0033

Para el caso de conducciones trabajando a superficie libre, la capacidad de conducción se obtuvo en base a sus características geométricas, rugosidad y pendiente de cada tubería.

..../

DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS

SISTEMA LERMA.

La conducción de las aguas captadas por el Sistema Lerma se inicia a la entrada del túnel Atarasquillo - Dos Ríos, al poniente del Distrito - Federal y finaliza en los tanques de almacenamiento antes de su regulación y distribución.

El túnel Atarasquillo - Dos Ríos atravieza la Sierra de las Cruces, - uniendo los valles de Toluca y México. Su capacidad es de 15 m3/s, - tiene una longitud aproximada de 14.3 Km. con una pendiente de 0.00067 y 3.2 m. de diámetro. Este túnel está dispuesto a manera de recibir - las infiltraciones que tenga la sierra, lo que incrementa su caudal - - aproximadamente 0.5 m3/s. Tiene tres lumbreras y un pozo cuyas alturas varían de 46.4 m. a 217.4 m.

A la salida del túnel Atarasquillo - Dos Ríos se localiza la trifurcación - llamada El Venado, a partir de donde se inician los ramales norte y sur del sistema.

En la trifurcación del Venado se ha registrado una aportación del Sistema de 9.129 m3/seg., que en épocas de estiaje disminuye, ya que se utiliza en riego de punteo por los campesinos en la zona de Lerma.

Cabe aclarar que el nombre de trifurcación que se utiliza en el Sistema - Lerma es debido a que en las estructuras, a las que se refiere, se locali

zan tres tuberías de salida, dos para conducción en diferentes ramales y la tercera para desfogue de la propia estructura.

El ramal norte consiste en un acueducto que en su desarrollo atravieza un lomerio con 15 pequeños túneles, los cuales varían desde 30 m. hasta 1514 m. de longitud. Contiene las caídas de San Bartolito, Río Borracho, las Palmas y San Joaquín, en las que pierde 267 m. de carga aproximadamente.

El acueducto cruza las barrancas existentes por medio de terraplenes, como es el caso de los lugares llamados El Tejocote, El Zapote, El Lobo, Chilpo y Zorras. Su capacidad de conducción es 5.78 m3/s y en la actualidad transporta 2.7 a 3.4 m3/s; la tubería es de concreto colado en sitio de 3.2 m. de diámetro y tiene una primera derivación ubicada antes de la caída San Bartolito, de donde se envían 1.17 m3/s en promedio (Enero - Junio 1979) hacia el Estado de México, mediante una tubería de acero de 0.76 m. de diámetro.

Posteriormente y antes de la estación Palmas, en el terraplén llamado Chilpo salen dos tuberías de acero, una de 1.07 y otra de 1.22 m. de diámetro. Estas tuberías abastecen a los tanques ubicados en la zona llamada Aeroclub. El acueducto continúa, después del terraplén Chilpo, hasta el tanque de San Joaquín y de ahí a los tanques de Dolores con el mismo diámetro de 3.2 m.

El ramal Sur es un acueducto de 2.5 m. de diámetro, con una capacidad de conducción de 8.18 m3/s, que inicia en la trifurcación El Venado y se conecta con la trifurcación El Cartero, pasando por el sifón del Borracho y un terraplén llamado la Longaniza situado en la falla del mismo nombre, en este

..../

tramo el acueducto conduce un gasto de 5.6 a 7.3 m3/s.
En la trifurcación El Cartero parte del agua (3.6 a 5.3 m3/s) es conducida por la línea de 1.22 m. de diámetro denominada Constituyentes, con una capacidad de 3.5 m3/s; el resto (2 m3/s) continúa por el acueducto hasta la trifurcación Santa Lucía, donde abastece a los cinco tanques de la línea del mismo nombre con un gasto de 0.7 a 0.9 m3/s, utilizando una tubería de 1.22 m. de diámetro con 3.5 m3/s de capacidad. Posteriormente en la conducción se deriva una tubería a las Aguilas donde entrega parte de sus aguas (0.4 a 0.2 m3/s) a los seis tanques de la línea Las Aguilas, por medio de una tubería de 0.51 m de diámetro con capacidad de 0.41 m3/s.

El resto del agua (0.4 a 0.8 m3/s) es conducida por el acueducto a la última trifurcación denominada El Judío, de donde salen dos tuberías de 1.22 m de diámetro con capacidad de 3.5 m3/s; una de ellas abastece a la línea Torres con un gasto de 0.3 a 0.5 m3/s y la otra a la línea Picacho con un gasto de 0.1 a 0.3 m3/s.

Existen dos plantas de bombeo que se pueden considerar asociadas a la conducción en el Sistema Lerma. La primera es la planta de José A. Alzate localizada aguas arriba de la entrada del túnel Atarasquillo - Dos Ríos, a un costado de la presa del mismo nombre; esta planta cuenta actualmente con nueve bombas horizontales y una capacidad instalada de 10.5 m3/s, normalmente funcionan tres bombas sobreelevando la carga de presión 6 kg/cm2. En la trifurcación El Cartero existe la planta de bombeo El Cartero que se abastece del tanque del mismo nombre para

alimentar al tanque Yaqui, ésta planta cuenta con tres bombas tipo vertical con 1050 H.P. de potencia.

La medición de los caudales conducidos se realiza en las cumpuertas de las trifurcaciones El Venado, El Cartero y Santa Lucía. En el Venado se miden los volúmenes a la entrada de la trifurcación y a la salida del ramal norte, la medición en el Cartero es únicamente en la salida sobre el ramal sur y en Santa Lucía se registran los volúmenes que se entregan a la línea del mismo nombre y las que continúan por el ramal. Adicionalmente se realiza un aforo diario en la trifurcación el Venado.

..../

SISTEMA XOCHIMILCO - MIXQUIC - XOTEPINGO

La conducción del Sistema Xochimilco - Mixquic - Xotepingo está compuesta por los acueductos Xochimilco, Chalco - Xochimilco y Auxiliares de Xotepingo.

El acueducto Xochimilco principia en el poblado de San Luis Tlaxialtemalco y se termina en la estación de bombeo Xotepingo. La conducción es de sección variable, de concreto colado en sitio, con una longitud de 24 kms. y trabaja por gravedad con una pendiente promedio de 0.0001.

Este acueducto conduce el agua desde los sitios de captación en el sur del Distrito Federal hasta la ciudad de México, aprovechando su recorrido para abastecer a los poblado del sur. Este acueducto cuenta con 18 plantas de bombeo para su conducción; estas plantas tienen por objeto dar servicio a los poblados del sur y se abastecen directamente del acueducto, a excepción de San Mateo Xalpa, San Andrés Ahuayucan, Santa Cecilia Tepetlapa y San Salvador Cuauhtenco, que se abastecen de la planta Santiago Tepalcatlalpan y de los pozos Monte Sur de la C.A.V.M.

En el acueducto Chalco - Xochimilco se encuentran las líneas Mixquic - San Gregorio. La primera inicia en el poblado de Tetelco, consta de una tubería con diámetros que varían de 0.51 m. a 1.37 m. y una longitud total de 6,750 m.

La segunda línea inicia en el poblado de San Gregorio Atlapulco, consta de una tubería de 0.91 m. de diámetro y una longitud total de 6,854 m.

..../

Las líneas Mixquic y San Gregorio terminan en bifurcación Tulyehualco, donde unen sus aguas y dan inicio propiamente al acueducto Chalco - Xochimilco, mediante una tubería con 1.83 m. de diámetro y 19.8 km. de longitud total hasta la planta de bombeo la Estrella. A partir de - este punto existe la opción de conducir los volúmenes captados hacía los tanques del Cerro de la Estrella a la red de distribución de Iztapalapa o hacia la planta de bombeo Xotepingo.

Este acueducto trabaja a presión y abastece de agua potable al Distrito Federal, principalmente a los poblados del sur. Consta de 11 plantas - de bombeo que sirven a los poblados del sur y se abastecen directamente del acueducto, a excepción de Acahualtepec que se alimenta de los tan - ques de la Estrella y de la Luz que se alimenta de la planta Tecomitl - Nuevo.

El acueducto auxiliar de Xotepingo conduce a presión el agua captada por 31 pozos mediante una tubería de 1.22 m. de diámetro y 3.0 Km. de lon gitud, se conecta directamente a la planta Xotepingo.

No existe medición de los caudales conducidos, éstos sólo se pueden dedu cir en forma aproximada basandose en las características de los pozos - de extracción y de su tiempo de operación.

..../

SISTEMA CHICONAUTLA

La conducción del Sistema Chiconautla consiste en un acueducto que inicia en Venta de Carpio y termina en el Cerro de Gachupines, con una longitud total aproximada de 21 Kms. de los cuáles 2.5 km. trabajan a presión y en resto por gravedad.

La línea de conducción es de sección circular y concreto reforzado, parte de una caja de unión ubicada en Venta de Carpio, con un diámetro de 2.20 m. y una pendiente de 0.0004, llega a la planta de bombeo número 1 ubicada en San Cristobal Ecatepec donde se localiza el primer tramo de tubería de presión, hasta llegar a una caja de descarga. El Acueducto continúa por gravedad, con el mismo diámetro y pendiente, hasta la planta de bombeo número 2 ubicada en San Juanico, al pie del Cerro de Santa Isabel. A partir de este punto se inicia el segundo tramo de tubería a presión que llega a otra caja de descarga y por último la conducción entrega sus aguas a los tanques de Santa Isabel para su regulación.

El acueducto del Sistema Chiconautla pasa en su recorrido por un puente canal de acero de 70 m. de longitud, por dos túneles y por tres sifones denominados Tulpetlac, Orrico y Río de los Remedios. Las dos plantas de bombeo elevan el agua 70 m. en total, por medio de tuberías de presión de 1.22 m. de diámetro.

..../

SISTEMA DE POZOS MUNICIPALES

Dentro del Sistema de Pozos Municipales se incluye el Sistema Peñón que consta de nueve pozos captando un gasto total aproximado de 780 l/s. La conducción se realiza por medio de una tubería de 1.07 m. de diámetro y con una longitud aproximada de 16 km. La línea de conducción entrega sus aguas a una planta de bombeo localizada al pie del Cerro Peñón.

La planta de bombeo cuenta con cinco unidades horizontales de 250 l/s cada una y una carga de 65 m. Adicionalmente la planta cuenta con un proceso de cloración. A partir de este punto la conducción se realiza por una tubería de presión de 0.91 m. de diámetro y 500 m. de longitud hasta descargar en el tanque de regulación Peñón.

Adicionalmente a este rebombeo existen otros, distribuidos en la Ciudad de México, que forman parte del Sistema de Pozos Municipales.

..../

REGULACION

La regulación de los volúmenes para abastecimiento de agua potable al Distrito Federal, se realiza por medio de tanques, ubicados algunos en la periferia y otros dentro de la ciudad. En su mayoría los tanques son superficiales, de forma rectangular construídos de concreto armado y mampostería.

En la actualidad (1979) se cuenta con 106 tanques reguladores que alimentan a la red primaria de distribución y en algunos casos a la red secundaria. La capacidad total de regulación es de 1 034 000 m3.

El Sistema Lerma cuenta con 44 tanques y una capacidad de 626.000 m3. En los Sistemas de Aguas del Sur, se localizan 41 tanques con 131 500 m3 de capacidad y se está construyendo un tanque denominado la Caldera. En los Sistemas de Aguas del Norte se tienen 218 500 m3. de capacidad repartidos en 7 tanques. Por último, en el Sistema de Pozos Municipales existen 14 tanques con 58 000 m3 de capacidad.

..../

DISTRIBUCION

Para la distribución del agua potable se cuenta con las redes primaria y secundaria.

RED PRIMARIA

Esta red de distribución es que conduce el agua de los Tanques de regulación a la red secundaria, sus diámetros varian desde 0.50 mts. hasta 1.83 mts. contándose actualmente con una longitud aproximada de 426 kms.

RED SECUNDARIA.

Esta red de distribución conduce el agua de la red primaria a la toma domiciliaria, sus diámetros varian desde los 0.10 mts. a los 0.30 mts. y con una longitud aproximada de 10.000kms.

TOMA DOMICILIARIA

Es la instalación que sirve directamente al usuario, a la fecha, se tienen instaladas aproximadamente 690,000 de las cuales 640,000 aproximadamente tienen instalado aparato medidor.

Para preservar la calidad del agua se cuenta con 243 plantas de cloración tanto en estado gaseoso como líquido y en solución, empleándose para su cloración 106,171 kg/ mensuales, de tal manera operadas que no hay fuente de captación por pequeña que sea que no se trate.

Para verificar la calidad del agua que se entrega al usuario se cuenta con un laboratorio que procesa 1,000 muestras mensuales tomadas de las tomas domiciliarias.

..../

POLITICA Y ESTRATEGIAS EN LA PLANEACION DE LOS SISTEMAS.

Los planteamientos hechos respecto a los problemas de abastecimiento de agua de la ciudad y las causas que los determinan, configura lo que podría ser una politica a seguir.

En primer lugar, es urgente definir un plan de acción de vastos alcances, en espacio y tiempo, con garantía de continuidad en su implementación. Fundamentalmente de carácter armónico e integral, este plan debe atender a la resolución de los problemas de agua de la ciudad de México con el criterio de que no se puede circunscribirlos a los límites de su jurisdicción política ni olvidar que están intimamente ligados con toda el área metropolitana.

La insuficiente cobertura del servicio de agua y la escases temporal y periódica que sufren los usuarios, obliga al establecimiento de dos políticas básicas: una de planeación económica o "economía de agua", entendida en el sentido amplio de la expresión y no sólo en el limitativo de ahorro de agua; la otra, se relaciona con la necesidad de crear lo que se ha dado en llamar la "cultura del agua". Ambas, apoyadas en una estructura institucional eficiente, lo más cercana posible a la perfección.

Afortunadamente, dentro del serctor de servicios ya se cuenta con instrumentos adecuados de planeación. En el aspecto general, el Departamento del Distrito Federal ha dado gran impulso a la elaboración de su Plan Director. En cuanto al suministro de agua potable, la creación en agosto de 1972 de la Comisión de Aguas del Valle de México, como dependencia de

..../

la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, hizo posible contar con una autoridad que planea y ejecuta las obras de abastecimiento de agua en forma coordinada para el Distrito Federal y los estados de México e Hidalgo. Este ha sido, sin duda, un gran acierto pues la Comisión viene a satisfacer una urgente necesidad; sin embargo, es de lamentar que con la creación de este organismo haya desaparecido la Comisión Hidrológica del Valle de México, que desde hace más de veinte años venía ocupandose también del problema del desague del valle, asunto que ahora ha quedado sin la debida coordinación.

En la planeación, proyecto y construcción de las obras que se requieren para el futuro, debiera tenerse en cuenta la complejidad de ellas por su naturaleza misma y gran magnitud, pero de ninguna manera están fuera del alcance del conocimiento y de la experiencia tencológicas, recursos de la ingeniería moderna y de los que se dispone en México.

Para muchas personas constituye un motivo de preocupación el considerar de donde y cómo se traerán los nuevos caudales que habrán de satisfacer la demanda de la ciudad de México y su área metropolitana en los próximos 25 años. Se calcula que la población será de alrededor de 25 ó 28 millones de habitantes, los cuales van a demandar en los días de máximo consumo un caudal del orden de 135 m^3/s, es decir, 11.5 millones de metros cúbicos diarios calculados a razón de 360 litros por persona.

Ya se cuenta con estudios a nivel de factibilidad técnica y económica para traer aguas de los ríos Tecolutla y Balsas.

..../

Con antecedentes de estudios realizados por el Departamento del Distrito Federal, el Banco de México y la Secretaría de Agricultura y Recursos - Hidráulicos, ha sido posible concretar un plan que estaba haciendo falta - para la ciudad de México y su área metropolitana con miras a resolver - sus problemas hasta el año 2,020 en forma racional. La Comisión de -- Aguas del Valle de México, ha continuado los estudios y ha precisado las bases para dicho plan, empezandose a realizar las obras para traer un - caudal del orden de 20 m^3/s, del Río Cutzamala. Al Río Tecolutla se le considera como otra alternativa ya que no se descarta la posibilidad de - que sus aguas también sean captadas en las partes altas, simultáneamente con las de los afluentes del río Balsas.

Como los obstáculos que deben salvarse para poder disponer del agua son serios. En primer lugar, habrá que conciliar los intereses de la capital - de la República y el área urbana que requieren de los caudales antes mencionados, con los de los habitantes de las regiones en donde se tomara - esta agua, procurando que no se afecten los aprovechamientos existentes y sí, en cambio, las poblaciones del lugar reciban un beneficio económico y social, a título compensatorio.

Se busca ya los sitios más adecuados para erigir las cortinas de las presas que almacenará y captará el agua. En este proceso, se tiene en cuenta que las aguas están siendo utilizadas actualmente dentro del sistema - hodroeléctrico Miguel Alemán y que las obras de captación no debieran - afectar, necesariamente, este sistema. De ser así, se reducirá la capa-

..../

cidad instalada de generación de energía eléctrica, al mismo tiempo que el bombeo de las aguas requerirá una cantidad de energía equivalente al 10% del total que dispone el país.

Para la conducción de las aguas desde el río Cutzamala será necesario construir un acueducto de cerca de 200 kilómetros de longitud, vencer grandes alturas (2,700 metros de carga dinámica de bombeo) y perforar un túnel de 14 kilómetros para atravezar la sierra de las Cruces y entrar al Valle de México.

Otro aspecto técnico importante a considerar es el de la calidad de las nuevas aguas. Por su carácter torrencial (de escurrimiento superficial) es de considerar que van a requerir un proceso de purificación, lo que hará necesaria la construcción de plantas potabilizadoras de gran tamaño, aunque es probable que sean del tipo convencional y por tanto, exentas de complejidades técnicas.

Por último en el aspecto financiero, hay que tener presente que la gestión de los créditos externos, a los que seguramente habrá de recurrir el Gobierno Federal para hacer frente a las grandes inversiones que demanda esta obra, necesitan también de un tiempo que pueda medirse en años, sobre todo cuándo se recurre a la banca internacional. Generalmente estos créditos se conciertan sobre la base de que precisamente habrán de definirse y asegurar que las fuentes de ingresos, por lo regular provenientes del pago del servicio, sean suficientes para hacer frente a las obligaciones de la deuda. A este respecto, hay que considerar que los resultados preliminares de los estudios revelan que el costo de las obras

.../

por ejecutar será del orden de 500 millones de pesos por cada metro cúbico por segundo que se capte y transporte a la ciudad de México, cantidad que resulta ser 3 ó 4 veces mayor que la requerida en las obras de captación de fuentes cercanas a la capital. Esto, a su vez, obliga a pensar que si el precio del m^3, entregado en la orilla de la ciudad, ahora es de $1.40 de acuerdo con los convenios que tiene establecido el Departamento del Distrito Federal y la Comisión de Aguas del Valle de México, en el futuro el m^3 de agua habrá de alcanzar valores proporcionalmente más altos. Además habrá que agregarle los costos adicionales por concepto de construcción de tanques y redes de distribución dentro de la ciudad así como los gastos que origine la operación y mantenimiento del servicio.

No hay duda pués, que las aguas que habrán de traerse de otras cuencas tendrán un costo aparente mayor que el de las obtenidas en las goteras o dentro de la ciudad. Pero si se mide su costo en función del beneficio que habrán de producir, en la protección a las invaluables inversiones hechas en el área metropolitana de la ciudad de México y si se juzga que las obras no admiten demora y que debe realizarse, se aceptará que el metro cúbico tendrá un valor que nunca será caro independientemente de su precio. En todo caso, siempre le quedará a los altos consumidores de agua de la ciudad de México la facultad constitucional de decidir sobre cuál es el sitio más económico para su residencia. Eso sí no justificaría, que el costo del metro cúbico de agua potable, resultase más alto por razones de una mala planeación, de un mal --

..../

proyecto o por defectos en la construcción o en la operación y mantenimiento del sistema. En todo caso, téngase presente que en gran parte son problemas de hidráulica que de ninguna manera escapan a las posibilidades técnicas de los ingenieros.

Obviamente nadie piensa que las obras, y los planes en general por ejecutar, para ampliar y mejorar el abastecimiento de agua de la ciudad son de la exclusiva competencia de los ingenieros. Un gran número de otros profesionales participan con igual importancia en esta empresa fundamentalmente multidisciplinaria.

En la planeación de las obras de ampliación de redes para dar servicio a los nuevos usuarios de las colonias proletarias, debiera prevalecer un criterio realista. Algo así como una política de la modestia, ya que manejamos grupos humanos cuyas características corresponden a muy variadas condiciones económicas y sociales y las soluciones técnicas podrían ir por etapas, para lograr cuanto antes la toma domiciliaria en todas las viviendas.

****

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

" METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO" .

T E M A 7

PLANEACION DE OPERACIONES DE EMERGENCIA

Ing. Héctor Herrera

Diciembre, 1979.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-20

7.- Planeación de operaciones de emergencia.

7-1 Condiciones actuales.

Dentro de los servicios municipales que tiene la Ciudad de México, el correspondiente a agua potable es el siguiente:

Por las condiciones de situaciones geográficas se encuentran en un Valle practicamente cerrado a una altura media de 2240 S.N.M., por consiguiente es muy difícil que a esa altura se tengan afloraciones naturales (manantiales) aprovechables.

Así que el problema latente que se ha tenido que vencer es el poder obtener ese líquido del subsuelo explotando pozos profundos.

A principios de siglo se efectuaron los estudios para captar las aguas de los manantiales de Xochimilco que fueron las primeras aguas que recibió la Ciudad entubadas, construyendo obras de gran importancia, que aún siguen en operación.

Con las primeras aguas la Ciudad comenzó a desarrollarse creando mayores necesidades, que fueron en parte satisfechas con la perforación de pozos por la 2a. década del siglo.

A estos pozos que se denominaron municipales se localizan la mayor parte en áreas verdes, como glorietas, parques y jardines y con los efectos de las extracciones provocaron desquiciamiento en las redes de distribución y alcantarillado.

Con el objeto de evitar el aumento de este fenomeno se propuso el buscar aguas fuera del Valle que pudieran aprovechar se para la Ciudad.

En el año de 1937 se iniciaron los estudios para captar los manantiales del Valle de Toluca, cuya explotación, no incrementará problemas de hundimiento alarmante, que se tenía en la Ciudad, iniciándose su construcción en el año de 1942, para ligar los dos Valles a través de un túnel continental.

El Sistema se terminó en el año de 1951, aportando un caudal para la población de 4.5 M3/seg., que cubrió las necesidades en cuanto a presión, suministró a una red vieja de escasos Km. y diámetros; provocando inumerables fugas, que poco a poco se fueron controlando dentro de la zona urbana.

Por los años 40's, muchas Empresas de diferentes Industrias, buscaron de los servicios municipales, dotaciones que en cierta forma mermaban los caudales a distribuir; por lo que se autorizó una serie de perforaciones de pozos con carácter particular, cuyos costos fueron cubiertos a la Tesorería, a través de la Oficina de recaudación, por los volumenes que se registran en los aparatos medidores, que se les instalaron posteriormente; ya que en un principio de acuerdo con la necesidad, se establecieron cuotas fijas que manejó siempre la Oficina de pozos particulares.

Esto propició que con estas facilidades se perforaran mas de 3,000 (TRES MIL) pozos, los cuales si bien es cierto, no trabajaban las 24 horas del día; en conjunto a los municipales, fueron incrementando los efectos de desecación del subsuelo y hundimiento.

Con la idea de ir cogando pozos municipales y particulares, en el año de 1953, se buscó por el Norte nuevas fuentes, que pudieran reforzar las demandas; estudios encaminados hacia el Valle de Chiconautla, en donde se captó un caudal de 3.2m3/seg., este sistema entró en operación en el año de 1957; y por esas mismas fechas el Sistema Peñón, con 0.5m3/seg., para el N.E. de la Ciudad.

Con la ampliación de la zona urbana se han ido cegando pozos a la 6a. parte, algunos por incosteables, agotados y por ampliarse las redes de distribución.

La captación del Sistema Lerma por los años 60's se amplió a través de un convenio con el gobierno del Estado, para captar aguas al Norte del Valle de Toluca y México, para recibir un aumento de caudal en - 7m3/seg., mejorando la distribución al Sur de la población.

De la Sierra de las cruces se captaron por los años 30's, 15 manantiales que se enumeran a continuación:

Manantial Ventanas	18 lts/seg.
Manantial Pericos	3 lts/seg.
Manantial Ojo de Agua	4 lts/seg.
Manantial Rancho Viejo y el Sauco.	8 lts/seg.
Manantial Monte Alegre	32 lts/seg.
Manantial Tulmiac	3 lts/seg.
Manantial Ajusco	8 lts/seg.
Manantial San Bartolo	20 lts/seg.
Manantial Santa Fé	50 lts/seg.
Manantial Desierto de Los Leones.	49 lts/seg.
Manantial Ajolotes	32 lts/seg.
Manantial El Ranchito	24 lts/seg.
Manantial Tlalpan	20 lts/seg.
Manantial El Potrero	20 lts/seg.
S U M A	291 lts/seg.

Al crearse por decreto presidencial la Comisión de Aguas del Valle de México (C. A. V. M.) para estudiar, proyectar y construir obras que provean de agua potable para la zona conurbada del Valle de México; la Ciudad desde el año de 1974 empezó a recibir agua que el Departamento adquiere en block para completar sus necesidades.

Así que a medida que fueron terminando éstas obras, se incorporaron sus entregas a las redes de la Ciudad.

Actualmente se reciben los siguientes caudales que se denominan.

FUENTES DE LA C. A. V. M.

a).- Ramal Teoloyucan	
b).- Ramal F. F. C. C. Los Reyes	5.623
c).- Ramal Tizayuca Pachuca	
c).- Ramal Ecatepec-Los Reyes	1.031
c).- Ramal Tláhuac-Netzahualcoyotl	
e).- Pozo del Sur	3.697
f).- Pozos Aislados y Monte Sur	

7. PLANEACION DE LAS OPERACIONES DE EMERGENCIA EN LOS SISTEMAS EN SITUACIONES DE DESASTRE.

7.1 Condiciones actuales.

En Resumen podemos considerar que la Ciudad actualmente recibe agua potable de Fuentes propias y Fuentes de la C. A. V. M., que venden en block al Departamento, para completar el suministro diario.

Para poder asegurar el caudal que por las obras, fuera del Distrito Federal, se ejecutaron, fué necesario mediante convenios con el Gobierno del Estado comprometerse autorizando, derivaciones, que se entregan para su control a Deperdencias Oficiales, tanto del Sistema Lerma, Chiconautla, como del Sistema Aguas del Sur.

EN RESUMEN

FUENTES PROPIAS

Sistema de Lerma	9.087
Sistema de Pozos Municipales	8.102
Sistema Aguas del Sur.	7.256
Sistema Aguas del Norte (Chiconautla)	2.369
Pozos Particulares.	2.200
Manantiales diversos.	0.291
P A R C I A L	29.305

FUENTES DE LA C. A. V. M.

Ramales: Teoloyucan, Los Reyes, F.F. C. C. 1a. y 2a. Etapa y Tizayuca Pachuca.	5.623
Ramal Los Reyes-Ecatepec	1.031

Pozos del Sur, Ramal Tláhuac Netzahualcoyotl, Pozos aisla dos "Limantitla, Pedregal -	
P A R C I A L	3.697
	10.351
T O T A L DEL CAUDAL DIARIO DISTRIBUIDO	39.656

Cada uno de los Sistemas enumerados merece una atención a lo largo de sus instalaciones, para evitar fallas de agua por roturas, mala operación e interrupciones eléctricas, de ahí que para condicionar esta situación es necesario contar en primer lugar con medios de comunicación, radio, vehículos, personal de operación y mantenimiento, materiales y herramientas adecuadas, según el caso.

La carencia de ellos en situaciones adversas hace mas crítica la situación, si tomamos en cuenta que la mayoría de los equipos instalados, aparte del tiempo trabajando ha tenido un mantenimiento bastante precario.

De la mayoría de los servicios municipales que se proporcionan a los habitantes de ésta gran Ciudad a través de las diversas dependencias oficiales, el correspondiente al agua potable tiene gran relevancia, es por ello, el que se le debe poner mayor interes para evitar en lo posible estas situaciones.

El planear situaciones de emergencia, es necesario para poder aliviar en un momento dado faltas de agua.

Si la emergencia es hidráulica será mas crítica de acuerdo con los volumenes que se transportan, material del con

ducto, acceso, disponibilidad de alumbrado, medios de comunicación el poder contar con dispositivos de control, válvulas de aire de seccionamiento, desfogues para encausar el agua de la fuga que se presente.

Si es eléctrica será necesario verificar si el daño es en instalaciones propias o de la Compañía para proceder a restablecer servicio con medios propios, o con el auxilio del personal de la Compañía de Luz, verificando en todo momento las subestaciones, líneas de transmisión, acometidas, transformador, arrancadores, protecciones de sobrecarga, cortacircuitos fusibles, motores, tableros etc.

Si el problema se presenta en columnas de presión, la situación se torna mas grave si no se atiende con premura, pues aparte del dispendio del agua, que se desperdicia los estragos que provoca, ya sea en zona urbana o sub-urbana, como en el caso de acueductos.

Si la emergencia es debido a problemas de operación, puede en cierta forma mas facilmente localizarse y controlarse, pero si es producto de fenómenos ajenos a la operación manual o premeditada, como interrupciones por descargas eléctricas, caídas de potencial, variaciones al restablecerse el servicio que no llegue con sus fases completas o desiquilibradas, la situación puede llegar a ser en cierta forma peligrosa para el equipo, de no operar las protecciones eléctricas.

El control de la potabilidad del agua es de vital importancia, al entrar en operación obras nuevas, al terminarse alguna reparación de fugas y desde la misma fuente, para evitar alguna epidemia en la zona.

La posibilidad de presentarse una emergencia se tiene en cada uno de los Sistemas enunciados, si tomamos en cuenta - desde la zona de captación, que esta expuesta a fallas eléc tricas, que afectan circuitos completos, roturas en la con - ducción de caudales a distribuir dejará zonas con baja pre - sión o faltas de agua, siendo mas crítica esta en nucleos de máxima concentración, edificios públicos, hospitales, cuya - demanda es mayor, pudiendo provocar situaciones urgentes.

La reposición de algún equipo dañado que no se tenga a - la mano, como transformadores de alta capacidad, equipos de- bombeo, compuertas, válvulas, piezas especiales, si no se - cuenta con equipo y personal de apoyo, será motivo de retra- zo en cualquier reparación que se presente.

Los seccionamientos, si no se tienen identificados los - circuitos, líneas, válvulas que operen correctamente se pue- den prolongar con perdida de agua, molestias al público, en- tanto se controle la fuga.

Las modificaciones que han sido necesarias efectuar para dar paso a obras viales en general, en donde por la premura- de tiempo se planean los cierres de las líneas Primarias y - de Distribución, con frecuencia interviene personal ajeno, - que trata de cooperar cerrando válvulas inecesarias sin to - mar en cuenta las molestias que causan al usuario que tiene- que soportar el olvido de una apertura, y un cierre, una - liga que restablesca el servicio.

La interconección de servicios que pongan en peligro la- salud pública como en el caso de conectarse a una línea que- transporta agua tratada para fines industriales o agropecu rios.

Es necesario extremar la vigilancia en los lugares mas - accesibles, como cárcamos, tanques, cajas de registro, etc.,- en donde un pequeño descuido provoque graves consecuencias - sanitarias o de operación si se cae o se arroja algún cuerpo- extraño que cause problemas posteriormente (en emergencia).

El sistema de drenaje pluvial en las obras es de tomarse muy en cuenta, por lo tanto se debe vigilar las obras de arte, de funcionamiento hidráulico, como terraplenes; sifones, puentes canal, alcantarillas, contracunetas, etc., que todo este- siempre en condiciones de operación, porque cualquier obstruc ción, asentamiento será fatal si se tienen derrames, almacena mientos sin control y destruir arropes sampeados de protec - ción en tuberías, acueductos, caminos, creando situaciones - angustiosas.

El poner en operación líneas, sin tener la precaución de llenar lentamente para expulsar el aire, operación que se - conoce como purga puede crear situaciones críticas por las - vibraciones que se producen al movimiento del aire interior,- con el peligro de provocar alguna rotura o desacoplamiento en la línea.

En el Sistema Alto Lerma con cierta frecuencia se tienen interrupciones de energía, por parte de la Compañía de Luz, - cuyos daños la misma Empresa dilata en localizar por que sus- alimentadores vienen desde muy lejos. Se planea construir - otro alimentador para reforzar nuestras subestaciones, además de tender líneas nuevas de transmisión que den holgura en la- operación instalando cuchillas seccionadoras y medios para - restablecer con rapidez haciendo cambios de alimentador para- disminuir paros que redundan en escasez de agua.

En las subestaciones es necesario que se aumente por lo menos en una unidad de c/u. de los transformadores de carga para que como respaldo se pueda ya instalado interconectar en un tiempo mínimo.

Para las Plantas de Bombeo se debe tener presente que por lo menos se cuente como stock las refacciones mínimas necesarias para reparar un equipo, teniendo además como respaldo otro listo para entrar en operación, considerando desde tablero bobinas fusibles y partes que se pudieran dañar provocando una emergencia.

En la zona de Captación si bien es cierto que el parar se un equipo de un pozo repercute poco en la aportación total de un sistema, conviene sin embargo tener presente que habrá pozos que alimentan a zonas especiales como sucede en el caso de Pozos Municipales, en donde se tienen circuitos de distribución cerrados que no se ligan con la red secundaria mas próxima, en cuyo caso será necesario instalar a la brevedad posible otro que substituya el dañado para disminuir quejas.

Las reparaciones de fugas en tuberías de acuerdo con el diámetro y gastos que transportan serán motivo de una planeación exhaustica y en tanto no se tenga prevista de antemano tiempos, seccionamientos, equipo refacciones o piezas especiales que deban instalarse no se cortará el servicio.

Para ésto también es necesario coordinar con los demás servicios para que durante la reparación se atiendan problemas de inundaciones, faltas de agua y de acuerdo con la magnitud se pueda proveer el mantener informado al público sosteniendo en algunos casos dotaciones de agua en pipas,-

llenando cisternas de edificios de consumos grandes como hospitales, clinicas, escuelas, centros de población, si es dentro de la zona urbana.

Si ésta es en la línea de conducción, los problemas se complican porque habra que desaguar grandes columnas que pueden causar destrozos en terrenos particulares, caminos, etc. si no se tienen estructuras de control el problema se vuelve crítico porque la misma fuga puede destruir el acceso para acercar los medios para atacarla.

Por lo tanto es necesario instalar seccionamientos de fácil acceso, obras de desfogue localizadas en partes bajas ligadas a tuberías de alivio.

De acuerdo con la gravedad del daño será necesario avisar por los medios de difusión de lo que acontece sin alarmar fijando probables tiempos de reparación.

Los registros, cárcamos, estructuras de control en donde sea visible el agua, es necesario buscar el máximo de seguridad para el personal de operación, mediante pasillos de circulación con barandales de protección.

Cuando se tenga presencia de emanaciones de cloro proveerlos de mascarillas adecuadas para su seguridad.

El desazolve de estos depósitos se procurará que por lo menos sea cada 2 años, para evitar que este material llegue a las líneas de menor diámetro.

Toda línea en operación debe contar con válvulas de aire que le daran seguridad y por lo tanto estas deben vigilarse dandoles mantenimiento.

Las válvulas, mecanismos de compuertas deben revisarse con frecuencia engrasando sus husillos engranes para poderoperarlos con seguridad en cualquier emergencia.

Todo material expuesto a las emanaciones de cloro debe protegerse con material ópoxico a base de hule clorinado - que es el mas resistente a la corrosión, por lo tanto hay - que evitar que dentro de las líneas de acero, cercanas a - las plantas de cloración queden cámaras de aire, el cual que dará cargado de gas hipocloroso que en contacto con el me - dio humedo genera ácido clorídrico desprendiendose oxigeno- naciente altamente corrosivo que ataca energicamente todo - el metal a su alcance.

Nunca se operan válvulas cerrando o abriendo rapidamen te, hay que dar tiempo para que se admita o expulse aire - evitando con ello someter la tubería a fatigas inecesarias- provocando por un golpe de ariete.

También nunca deje totalmente apretada una válvula, - porque se dañará lentamente en operaciones posteriores.

Cuando se efectuen trabajos en lugares peligrosos con- presencia de agua tengase presente, que al personal se le - dará protección, sujetandolo con cables, así como su herra - mienta para evitar que accidentalmente se exponga ó se pier da la herramienta, procurando proveerla de equipo adecuado- y del medio ambiente.

En el desazolve de tanques evitese el usar bombas de- gasolina en el interior, porque los gases que desprende de- la combustión resultan peligrosos.

No se exponga a la acumulación de gases en las cámaras de válvulas, debe tenerse mucho cuidado, cuando se hace una inspección ocular o para operar una válvula; ventilece - abriendo las tapas de los registros o auxiliece con una - compresora para renovar el aire antes de bajar mantengase - las escaleras de acceso para toda estructura, que necesite-

vigilancia y operación en buen estado reponiendo peldaños a la brevedad posible.

En todas las líneas de conducción de la zona de captación los drenes naturales que encaucen las aguas pluviales y de uso deben revisarse y darle mantenimiento periodico para evitar que se infiltren al subsuelo aguas contaminadas.

De los acueductos construidos que conducen agua para la Ciudad de México, se ha observado que los que trabajan como canal han tenido pocos problemas y los que trabajan como tubo año con año, ya sea un sistema o en otro se tiene que reparar, por dislocamiento, por efectos de la misma explotación o de origen tectónica, por lo tanto es necesario mantener un stock de piezas especiales para reparación de estas fugas como tubos cortos, cierres deslizantes, juntas de reparación para cada clase de tubo y diámetro del que se tenga instalado.

Este material debe estar depositado en un lugar accesible para disponer de el en cualquier momento.

En toda fuga si se puede controlar la salida de agua mediante bombeo, abatiendo el nivel del agua en la excavación se tratará de corregirle sin cortar totalmente el servicio, pero si por la naturaleza del terreno la magnitud del daño resulta imposible controlarla se mantendrá con bombeo encausando el agua para evitar mayores daños en tanto se secciona y se planea la secuencia de la reparación.

En las Plantas de rebombeo, el cambio de un husillo de las válvulas de seccionamiento, obliga a efectuar un paro total de un sistema y por lo tanto, cuando esto sucede hay que planearlo programandolo para efectuar el cambio en coordinación de la Subdirección de Operación que balanceará los demás sistemas con el fin de que se disminuya las faltas de agua auxiliándose

con embalses máximos en los tanques y operación efectiva de los pozos en la zona afectada.

El mantenimiento preventivo que se de a todo el equipo electromecanico instalado dará mayor flexibilidad para éste tipo de maniobra que redundarán en tiempos mínimos de suspen - ción en el suministro de agua.

Por lo tanto también es necesario mantener como stock, por lo menos uno o dos husillos de cada tipo de válvula con su co - rrespondiente tuerca.

Teniendo los seccionamientos correctos se podrán con paros menores, dar mantenimiento a los equipos de bombeo, cambiandoles valeros bujes y limpieza en general.

Dentro de las emergencias que se generan por las fallas - eléctricas, son desde una interrupción instantanea que pueda -- parar todo un circuito o una interrupción prolongada, que mie- tras se localiza y se atiende, pasa tiempo para restablecerse - el servicio.

Si el daño es en líneas o instalaciones propias, se atien- de con personal del servicio a la brevedad posible, pero si - este es en instalaciones de la Cía, no obstante que ellos la -- detectan a tiempo, mientras la programan después de recibir la- solicitud, pasan horas.

Si la falla es en la zona de captación el paro no afecta; pero en una Planta, de bombeo, en donde el agua que se bombea - llega por gravedad, al interrumpirse se llena el cárcamo y se derrama por el vertedor de demasías sin control.

Es necesario contar con Plantas Generadoras para soste - ner estas emergencias, aunque sean de la mitad de la capaci - dad instalada.

que aliviarán la situación que hoy se vive.

Todos estos fenomenos repercuten en un equipo raquítico de protecciones que paulatinamente se va afectando hasta que se presenta la falla y como mucho de él es obsoleto las refacciones se dificultan, teniendo que hacer reparaciones, adaptando partes equivalentes.

Es necesario efectuar un ajuste a todos los elementos de protección de sobrecarga calibrando relevadores de operación, rehacer líneas de transmisión, dañadas, modificando trazo y capacidad de sus aislamientos tratando de cerrar circuitos para mejor operación.

Todas estas situaciones pueden en un momento dado ser motivo de situaciones de emergencia y por lo tanto es conveniente atenderlas de inmediato; lo mejor es establecer un mantenimiento preventivo continuo para detectar a tiempo lo que pueda dar problemas en la operación, no solamente en lo que respecta al equipo instalado sino al equipo que se emplea en las propias maniobras de reparación, como son bombas, compresoras, plantas de luz, gruas o monta cargas, equipos para soldar y herramienta de mano.

Hay que establecer para los días festivos que se mantenga una guardia durante las 24 hs. con personal suficiente de mecánicos, electricistas, soldadores y por lo menos un operador de grua a las órdenes de un Ingeniero responsable para atender las quejas o emergencias que se presenten así como los trabajos de rutina; por lo que será necesario contar con personal de almacenes que pueda proporcionar el material y refacciones que se apliquen.

El control de la distribución en todos los tanques, las presiones, los gastos y todos los datos técnicos que son motivo de información, debe llevarse tabulador, lo mas claro posible, para que se pueda transmitir a quien lo solicite.

Por otra parte desde el cambio de frecuencia, el aumento de velocidad, aumenta la temperatura de los debanados debilitando capacidad dielectrica y no obstante que se recortaron los impulsores, tratando de conservar las mismas condiciones de operación que se tenían a 50 CY los efectos de cavitación se han presentado en la mayoría de los equipos horizontales de bombeo; también el cambio de las políticas de operación han contribuido a que el equipo en la mayoría de las Plantas, sea necesario rediseñarlo para darle confiabilidad mas vida y mayor provecho.

En estas condiciones en tanto se diseñan los nuevos equipos, se seleccionan, se adquieren y se montan, es indispensable reparar la instalación, cambiando lo netamente indispensable con una inversión mínima, de acuerdo con la demanda máxima de operación.

Actualmente las FUENTES PROPIAS

SISTEMA	total pozos	pozos en operación	Pozos parados O.E.	Pozos parados Rehab.	Qm3./seg. Ciudad.
Lerma	230	179	11	40	9.823
Chiconautla.	39	37	16	2	2.358
A.delSur	122	104	18	12	7.303
P.Municipales.	198	167	8	23	8.188
	589	487	53	77	27.672
+ Pozos Particulares		(584)			1.400
+ Manantiales					0.291
S U M A T O T A L					29.363m3/seg.

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

" METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO" .

T E M A 8

MEDIDAS PARA LA NORMALIZACION DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE EN SITUACIONES DE DESASTRE .

Ing. Juan Manuel Martínez

Ing. Cornelio Acosta C.

Diciembre, 1979.

MEDIDAS PARA LA NORMALIZACION DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE EN SITUACIONES DE DESASTRE

(CRITERIOS ACTUALES)

El agua, es el líquido más importante en la vida y desarrollo de la humanidad, por eso, el hombre la considera como el segundo elemento vital, en este mundo lleno de actividades diversas y cada día más complejas.

Sin embargo y por desgracia, la gran mayoría de los seres humanos que habitan tanto las grandes ciudades como los más humildes y pequeños poblados, no le dan a este preciado líquido la importancia que representa en su salud, bienestar y progreso.

Todo lo anterior, lo podemos comprobar realizando un recorrido por los diferentes rumbos de una ciudad, sean estos, habitados por gentes de pocos o muchos recursos económicos, analfabetos o cultos, etc.

En todos ellos encontraremos pruebas contundentes, que demuestran el mal uso que hacemos del agua; llaves en lavabos, fregaderos y otros muebles sanitarios en mal estado, riego de jardines residenciales, lavado de patios, banquetas y autómoviles con mangueras, garzas e hidrantes públicos con goteos continúos, riego de jardines públicos sin control, demanda exagerada en Hospitales, mercados, baños públicos, amen del uso doméstico y fugas en la red de distribución,

todo lo anterior, suma un caudal considerable que se pierde por el uso criminal o irracional del agua. Sin embargo, si se presenta un problema ocasionado por un fenómeno telúrico o de otra índole, nuestras instalaciones que constituyen las obras de abastecimiento de Agua Potable sean estas Captación, Conducción, Almacenamiento o Regulación, Potabilización o Distribución, sufren fallas que impiden el suministro del agua en una localidad en cantidad suficiente, calidad adecuada, presión necesaria y continuidad en el servicio, entonces y sólo en ese momento nos damos cuenta de la importancia que tiene este servicio, que es considerado por muchas personas ilustres, el servicio más conflictivo y primordial en las actividades diarias de una comunidad por su gran contenido social.

Es también, en ese instante, cuando el organismo responsable de la operación de este Sistema, es requerido para realizar en forma eficiente, todos los trabajos necesarios que tienden a normalizar el servicio de abastecimiento de agua.

Las medidas comunmente adoptadas para la normalización de la operación de los Sistemas de Agua Potable en situaciones de desastre, las describiremos a continuación.

Por las inspecciones que realiza nuestro personal en las obras del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, así como reportes del público, otras dependencias del Gobierno y cualquiera de los medios

masivos de comunicación, nos enteramos de las alteraciones que sufrieron dichas obras, con los datos recabados damos un informe a nuestros superiores y de inmediato se organizan cuadrillas de trabajo, encabezadas por personal técnico y compuestas por obreros especializados y peones, que se trasladan a los diversos sitios de nuestras instalaciones donde haya causado estragos el siniestro que comunmente son rupturas o dislocamientos en las tuberías de las Obras de Conducción o Distribución de Agua Potable. Estas cuadrillas llevan consigo los planos respectivos pertenecientes a la zona o zonas que les fueron asignadas. Dichos planos prestan una gran ayuda en estos y otros casos, ya que sin ellos las labores de reparación se retrasarian demasiado, afectando al público usuario y encareciendo los trabajos.

Encontrandose el personal en el lugar de la fuga, este se distribuye con el fin de llevar a cabo una revisión preeliminar. Con base en la revisión antes mencionada y con los planos de referencia que lleva el personal técnico, se programan los trabajos que se requieran de inmediato.

Desde luego, iniciamos las actividades a partir de ese momento, aislando hidráulicamente la zona afectada, lo cual lograremos, desviando el caudal de agua potable que la alimenta.

Para llevar a cabo la delimitación hidráulica en el sitio de la fuga,-

procederemos de la manera siguiente:

1) Se le avisa al responsable de la Fuente de Aprovisionamiento de la zona para que disponga lo necesario en estrecha coordinación con nuestro personal.

2) Personal del Servicio de Distribución hará los cierres necesarios en la red primaria y secundaria; así como; de la apertura de desfogues e instalación de motobombas para desaguar las tuberías seccionadas.

3) La Oficina de Alcantarillado se encargará de que las coladeras, atarjeas y colectores funcionen satisfactoriamente para evitar encharcamientos e inundaciones.

4) De acuerdo a los planos de la red primaria y secundaria, se estudia la posibilidad de suministrar agua a la zona afectada derivando un determinado caudal por medio de tuberías cercanas y que se encuentren interconectadas entre sí, además, se recurre al Servicio de carros tanques, con los planos antes mencionados se determinarán también, las colonias y el número aproximado de habitantes que carecerán de agua, mientras se hacen las reparaciones en las tuberías.

5) La excavación en el lugar de la fuga, es un trabajo que se inicia paralelamente a lo mencionado en los puntos anteriore siempre y cuando el agua que derrama la tubería, nos lo per

mita.

6) Una vez descubierta la tubería dañada, se toman las medidas con la mayor exactitud posible y en mm., para elaborar inmediatamente el listado completo del material necesario y llevarlo al lugar requerido.

7) Mientras el material llega al lugar de la maniobra, se ejecutan los trabajos preliminares de acondicionamiento para la reparación del daño.

8) Una vez reparada la fuga se inician las tareas tendientes a normalizar el servicio.

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

"METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO" .

T E M A 8

MEDIDAS PARA LA NORMALIZACION DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS EN SITUACIONES DE DESASTRE.

Ing. Cornelio Acosta C.

Ing. Mario Reyes C.

Diciembre, 1979.

MEDIDAS PARA LA NORMALIZACION DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS EN SITUACIONES DE DESASTRE

(CRITERIOS ACTUALES)

En la actualidad el Distrito Federal, así como una gran mayoria de Ciudades en el mundo, disfrutan del servicio de los Sistemas de Alcantarillado en operación, que hoy en día son el medio más eficaz e importante para la recolección y transporte de las aguas residuales, hasta su disposición final.

Estas instalaciones como otras tantas de servicio público, marcan de una manera significativa el progreso socioeconómico y cultural de una población. Su importancia radica, en la protección y preservación de la salud de los usuarios.

Para que los Sistemas de Alcantarillado operen de forma satisfactoria y su funcionamiento cumpla en forma eficiente su cometido, es necesario, que como en toda obra de ingenieria, tengan un Programa Sistemático de Mantenimiento, adecuado a sus características propias y que se realice en la práctica. Sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos tan necesarios, pueden ocurrir acciones imprevistas, provenientes de fenómenos meteorológicos y teluricos, así como explosiones o actos de sabotaje, que provoquen en los Sistemas de Alcantarillado, desperfectos de gran consideración, dando origen a las llamadas "SITUACIONES DE DESASTRE", que en nuestro caso serán precedidas de

inundaciones en las zonas afectadas por dicho fenómeno; así como de aquellas, que se encuentran integradas al funcionamiento del Sistema.

Los desperfectos más comunes que se pueden presentar una vez acontecido el desastre, son entre otros los siguientes:

1.- Ruptura, dislocamientos, obstrucciones o fallas electromecánicas, en los conductos, accesorios y obras auxiliares o complementarias del Sistema de Alcantarillado.

2.- Ruptura, fugas, fallas electromecánicas y otras en obras de conducción y captación, almacenamiento o regulación, potabilización y distribución del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable.

Lo enumerado en los puntos anteriores provocará sin duda, mala operación del Sistema trayendo como consecuencia:

a) Encharcamientos e inundaciones en diversos sitios de la población.

b) Acarreo de lodos, basuras y otros sólidos arrastrados por el agua.

c) Contaminación del aire, agua y suelo.

d) Desquiciamiento del tránsito de vehículos y peatones.

e) Semaforos descompuestos.

f) La población damnificada se verá imposibilitada mucha

veces de acudir a sus labores normales en las diversas actividades agrícolas, ganaderas, industriales, comerciales, públicas, etc., originando inactividad en muchas áreas productivas.

g) Escasez de alimentos.

h) Afectación en las vías de comunicación.

i) Fallas en la energía eléctrica.

j) Y lo más lamentable, pérdida de vidas humanas.

Para hacer frente a tales sucesos el organismo responsable de la operación, se encuentra frente a un problema técnico de extrema gravedad, por los factores económicos, políticos y sociales que intervienen y que deberá considerar, para obtener una solución equilibrada a los intereses de la población; por lo anterior, deberá contemplar las siguientes actividades:

a) Inspección del Sistema

b) Asignación de mando único.

c) Reconocimiento total de la zona afectada.

d) Coordinación y programación de los trabajos por ejecutar.

e) Delimitación y evacuación de la zona en caso necesario.

f) Distribución de los trabajos por ejecutar, delegando responsabilidades.

g) Investigación física del daño, sus causas y evaluación.

INSPECCION DEL SISTEMA

Se dan instrucciones amplias y detalladas a nuestro personal, para que efectúe las revisiones necesarias y conocer el estado que guardan las instalaciones del Sistema después del fenómeno, distribuyendolo a todos los sitios en donde no se tenga personal todos los días del año, las 24 horas, dando preferencia a los más importantes en cuanto a su operación y aquellos considerados como críticos.

Una vez detectada alguna anomalía, por nuestro personal, el público u otra dependencia del Gobierno, se procede a verificarla, con el fín de obtener el mayor número de datos posibles y su probada veracidad.

De inmediato damos aviso a nuestros superiores por teléfono, radio o algún otro medio, aunque después esta información sea más detallada con un escrito y complementada con fotografías y croquis, etc.

ASIGNACION DE MANDO UNICO

Una situación de esta índole provoca nerviosismo, impacto y gran responsabilidad en las personas que tienen participación directa y deben actuar con la mayor serenidad posible, a fín de que no existan titubeos ni contradicciones en las determinaciones que se tomen.

Es muy común en estos casos que muchas personas que desconocen el manejo de este tipo de problemas opinen, critiquen, den órdenes o realicen cualquier acto para llamar la atención, impresionar o quedar bien con alguien. O bién todos mandan, todos gritan, todos opinan y nadie obedece, estas actitudes son completamente negativas y hay que evitarlas a toda costa, para no dar un triste espectaculo.

La dirección de mando debe estar asignada a una sola persona que tenga cualidades tales como:

Jerarquia, criterio, sentido común, experiencia profesional, conocimientos técnicos, que escuche y analice las opiniones de los profesionistas que lo rodean y de otros con bastos conocimientos y experiencias.

RECONOCIMIENTO TOTAL DE LA ZONA AFECTADA

En esta etapa de reconocimiento, procedemos a cuantificar la magnitud y trascendencia de los efectos producidos por el fenómeno, tanto a nuestras instalaciones que son de servicio público como aquellas, que se localizan en propiedades privadas, con el próposito de formular planes de coordinación y programas de trabajo.

Entre los datos recabados en este reconocimiento se encuentran los siguientes:

1.- Localización y cuantificación de la falla en los Sistemas de Alcantarillado y Agua Potable que podría ser debido a las causas que se mencionan en los efectos de un desastre; para lo cual nuestro personal tendrá que comprobar y verificar el funcionamiento o el daño de cada concepto.

2.- Area inundada, mencionando las dimensiones aproximadas y sus límites con un listado de calles, número de viviendas afectadas y el número de damnificados, así como la cuantía aproximada de las perdidas.

COORDINACION Y PROGRAMACION DE LOS TRABAJOS POR EJECUTAR

La coordinación y programación de todas las actividades tendientes a lograr una solución pronta y satisfactoria, deberá hacerse en función de los recursos disponibles en ese momento, los que se obtengan después; así como, de las necesidades que se presenten de acuerdo a la magnitud del problema y del factor tiempo.

En el Distrito Federal, para resolver este tipo de problemas, es necesaria la coordinación y programación de los trabajos por ejecutar de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica responsable directa con:

a) Las 16 Delegaciones Políticas existentes en el Distrito Federal.

b) Dirección General de Policía y Tránsito.

c) Dirección General de Obras Públicas.

d) Dirección General de Acción Social y Cultural.

e) Dirección General de Relaciones Públicas.

f) Dirección General de Servicios Médicos.

y otras Direcciones Generales del Gobierno del Distrito Federal, así como de importantes Secretarías de Estado.

DELIMITACION Y EVACUACION DE LA ZONA EN CASO NECESARIO.

La zona afectada deberá aislarse de personas, vehículos u otros obstaculos que interfieran con los trabajos de reconstrucción y rehabilitación del Sistema y de la zona, por tal motivo, se tendrá que hacer una delimitación tanto hidráulica como territorial. En el primer caso, habrá necesidad de desviar o derivar por el tiempo que sea necesario el caudal, que ordinaria o extraordinariamente se concentre en el sitio afectado, para lo cual deberemos de operar compuertas, colocar tapones, instalar bombeo provisional, construir zanjas o pequeños tramos de alcantarillas, vertederos o aliviaderos, así como, la ocupación temporal de terrenos, para almacenamiento del agua excedente.

Por la magnitud del desastre, hay ocasiones en que se hace

necesaria la evacuación de los habitantes de la zona, para este fín las Autoridades correspondientes, deberán disponer de sitios seguros donde alojarlos, evitando en lo máximo las desgracias personales, la insalubridad, las enfermedades, la falta de alimentación y otras carencias que se presenten.

DISTRIBUCION DE LOS TRABAJOS POR EJECUTAR, DELEGANDO RESPONSABILIDADES

En la solución a problemas de este tipo, se realizan trabajos muy variados y el personal que interviene requiere de experiencia, voluntad y responsabilidad en estas maniobras, así como del conocimiento en la operación del Sistema y la localización de sus partes, de igual manera en la maquinaria, equipo, herramientas y materiales que sean necesarios. Todo lo anterior hace obligatoria la distribución de los trabajos por ejecutar en las diversas dependencias que intervienen, delegando sus respectivas responsabilidades.

INVESTIGACION FISICA DEL DAÑO, SUS CAUSAS Y EVALUACION

Cuando existan dudas sobre las causas que originaron el daño a las instalaciones, será preciso invitar a colaborar a personas o instituciones que por su especialidad y experiencia ayuden a conocer la reali y atacar en sus raices el problema mismo, llegando a una solución defini-

tiva y económica.

En cuanto a la evaluación de los daños será necesaria la repilación de las diferentes estimaciones de cada una de las dependencias, que tengan responsabilidades en el área del siniestro, integrando la central de mando una evaluación final, que considere todos los puntos de vista recibidos.

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

" METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO ".

T E M A 9

"RECURSOS NECESARIOS PARA LA IMPLANTACION DE LOS PLANES DE EMERGENCIA DE LOS SISTEMAS" .

Arq. Miguel A. Sánchez

Diciembre, 1979.

" RECURSOS NECESARIOS PA[illegible] [illegible]NTACION DE LOS PLANES DE EMERGENCIA DE LOS SISTEMAS".

9.1 H U M A N O S .

Los recursos Humanos para la formación de la Cuadrilla de Emergencia se han calculado en un total de 24 personas inicialmente, con las siguientes especialidades.

Personal Técnico.

Personal Administrativo.

Sobrestante.

Buzo.

Cabo.

Albañiles.

Maniobristas.

Tuberos.

Soldadores.

Choferes.

Ayudantes.

Por ser de nueva creación la cuadrilla de emergencias, es muy difícil evaluar con cierta precisión el personal necesario con el cual se puedan atender los eventos de desastre, por lo cual se consideró al personal anteriormente citado según las experiencias recientes de la D.G.C.O.H., en un plan de inicio de formación de la cuadrilla, que en todo sistema hidráulico debe existir.

Junto con la cuadrilla de emergencias y en forma estrechamente ligado, debe de existir el Centro de Información, el cual estará integrado por personal de recepción de -

problemas, personal técnico para evaluar y canalizar los problemas y personal Administrativo, todo esto dentro de un sistema de información y retroinformación inmediata, para poder tener a la brevedad posible la información correcta para transmitirla a las autoridades correspondientes y también poder establecer una estadística que nos dé una idea del funcionamiento del Sistema Hidráulico.

O B J E T I V O S.

Establecer el mecanismo adecuado para que en primera instancia, la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica detecte las fallas en el Sistema Hidráulico tan pronto como suceden, asegurándose de que la información llegue a los niveles de decisión adecuados con la síntesis necesaria.

Mantener al público usuario informado y orientarlo sobre que hacer cuando se percate de una falla en el suministro de agua o en el drenaje.

P O L I T I C A S.

A fin de lograr los objetivos de información y orientación se coordinará una campaña entre las Delegaciones, las Subdirecciones de Operación y Técnica, asegurando así un criterio único y evitando duplicidades. Para este caso se recurrirá al apoyo de la Dirección General de Radio y Televisión y Cinematografía (RTC).- Finalmente la campaña deberá ser intensiva y evaluarse permanentemente para alcanzar una penetración efectiva.

Para incrementar la participación pública, las interrelaciones formales e informales que establezcan autoridades y usuarios deben actuar en ambos sentidos, para lo cual se deben aprovechar los mecanismos existentes en las citadas dependencias, se debe procurar que las Delegaciones sean el eje de guía y orientación de los usuarios, a través de las cuales se les encauce hacia las autoridades correspondientes de la

1a. ETAPA

En esta etapa se han de integrar aquellas dependencias involucradas en la operación de mantenimiento del SHDF y así estructurar una red de comunicación que facilite el flujo de información en los sentidos y hacia los lugares adecuados.

De esta manera se aprovecharán los procedimientos que de alguna forma captan y atienden las quejas de los usuarios del SHDF, como los que están establecidos en las Delegaciones y por otro lado se implantarán los que hacen falta en el área que opera principalmente la D.G.P. y T., ya que es a las Delegaciones a donde el público recurre normalmente para presentar sus quejas aunque también lo hace con la D.G.P. y T., y el H. Cuerpo de Bomberos por identificar a estas corporaciones como las encargadas de atender emergencias.

Así el público usuario podrá seguir utilizando estos canales por los que normalmente transmite sus quejas y reporta las fallas que ocurren al SHDF.

En la siguiente figura se presenta la configuración del Sistema de Información en esta primera etapa.

S I S T E M A D E I N F O R M A C I O N 1a E T A P A

P U B L I C O

H CUERPO DE BOMBEROS

DIRECCION GENERAL DE POLICIA Y TRANSITO

DELEGACIONES

D G C O H

Ante el presente esquema podemos decir que en la rama que parte del público hacia las Delegaciones y de estas a la D.G.C.O.H., ya existe actualmente un procedimiento establecido, aunque no en todas las Delegaciones se sigue en la misma forma, se puede afirmar que lo hacen en general de manera semejante. En la siguiente figura se aprecia con más detalle el procedimiento que se sigue para atender las quejas de los usuarios del SHDF en las Delegaciones.

F L U J O D E L A I N F O R M A C I O N E N L A S D E L E G A C I O N E S

P U B L I C O

FUNCIONARIOS

REPRESENTANTES DE COLONIAS

UNIDAD DE ORIENTACION INFORMACION Y QUEJAS

DELEGADO

JEFE DE AGUAS Y SANEAMIENTO

SUBDELEGADO

DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA

En forma general el público comunica sus quejas a la Delegación por teléfono, personalmente y muy pocas veces por escrito; cuando la queja la recibe la Unidad de Orientación-Información y Quejas (UOIQ) elabora una Cédula con datos de la persona y de la queja respectiva para después entregarsela al Jefe de Aguas y Saneamiento para que la atienda; si la queja la recibe el Delegado o el Subdelegado estos se la transmiten al Jefe de Aguas y Saneamiento por escrito o como una orden verbal.

En cualquier caso, el Jefe de Aguas y Saneamiento, asienta en un libro de registro la queja para después elaborar

una orden de trabajo a la cuadrilla correspondiente.

Ahora bien en las ramas que parten del público hacia la D.G.P. y T., y el H. Cuerpo de Bomberos y de ahí a la D.G.C. C.H., actualmente no existe esta última conexión por lo que se propone canalizar todas las quejas que sobre agua recibe la D.G.P. y T., tal y como se aprecia en la siguiente figura.

FLUJO DE LA INFORMACION EN LA D G P y T.

P U B L I C O

PATRULLAS DE
LA D.G.P. y T.

H CUERPO DE
BOMBEROS

DIRECCION
GENERAL DE
POLICIA Y
TRANSITO

D G C C H

En esta área el público ya tiene plenamente identificados los teléfonos por los que se puede comunicar con el H. Cuerpo de Bomberos y con la D.G.P. y T., además el H. Cuerpo de Bomberos depende directamente, respecto a radiocomunicación, de la Central de Comunicaciones de la D.G.P. y T., por lo cual tan solo es necesario que se instale un radio con la-

frecuencia de la D.G.C.C.E., en la Central de Comunicaciones de la D.G.P. y T., de tal manera que las quejas del público - recibidas telefónicamente o los reportes de las patrullas pasarían directamente por radio de la Central de Comunicaciones de la D.G.P. y T., a la Oficina de Distribución de Agua Potable, (Dr. Pascua No. 75) para lo cual se establecerá un procedimiento para la transmisión de estos mensajes y la utilización de formas para recabar los datos necesarios para poder - atender las quejas. Como una vía alternativa se hará indispensable conectar una línea telefónica privada entre ambos centros de comunicación.

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

CITY OF ST. PETERSBURG

WATER/SEWER DEPARTMENT

EMERGENCY/DISASTER PLAN

APRIL 1975

CONTENTS

PART I

INTRODUCTION

The Water/Sewer Department Emergency Disaster Plan is an expansion of the basic plan developed for Civil Preparedness by this department. Added is this introduction, a Disaster Vulnerability Assessment, a Civil Disorder Plan, and a Supplementary Disaster Plan. The Supplementary Plan considers ideas beyond present resources.

This Emergency Disaster Plan has been divided into eight parts for convenience in accessing a specific course of action for a given condition. Each of the parts is provided with a cover-sheet on which there is a short introduction.

PART II

DISASTER VULNERABILITY ASSESSMENT

This part outlines the capability of and effects upon the St. Petersburg Water/Sewer System during three levels of hurricane and tides, and civil disorder. It deals both in general terms and specifics where necessary.

No attempt is made here to recommend courses of action.

Water and Sewer Department
Disaster Vulnerability Assessment

I. Condition: Hurricane - 5 ft. tide; Winds to 95 mph

A. Source of Supply - all activities
   1. Effects
      a. power loss
      b. telemetry loss
   2. Demand - normal
   3. Capability - near normal unless extended power loss

B. Distribution Pumping
   1. Effects
      a. power loss
      b. communication - telemetry loss
   2. Demand - normal
   3. Capability - near normal unless extended power loss

C. Distribution Maintenance
   1. Effects
      a. flooding to 5 ft. level
      b. minor main breaks
         (1. uprooted trees
         (2. erosion at bridge approaches
         (3. settling
      c. minor hydrant damage
         (1. debris
         (2. long-term salt water corrosion from inundation
      d. valve and valve box damage
         (1. burial
         (2. salt water corrosion
      e. vehicle and fuel problems
         (1. delay in obtaining fuel
         (2. salt water corrosion from servicing flooded areas
         (3. need for portable lighting
      f. power loss
      g. loss of communication

h. personnel
    (1. reluctance to report due to family concerns
    (2. possible injury from debris
    (3. need for foul weather gear
2. Demand - damage requests above normal
3. Capability - near normal except in low-lying areas

D. Meter Maintenance
1. Effects
    a. innundation of meter below 5 ft. level
    b. long term salt water damage
    c. backflow possibility in portable meters
2. Demand - normal
3. Capability - normal except in low-lying area

E. Wastewater Collection Maintenance
1. Effects
    a. flooding
        (1. overflowing manholes
        (2. minor main damage
        (3. plug-ups
        (4. inaccessibility to flooding areas
        (5. health problem from above situations
        (6. supply yard (Asbury St.) under 2 ft. water
    b. equipment relocation necessary
    c. communication
    d. personnel availability
2. Demand - above normal due to infiltration
3. Capability - sufficient although hampered by relocation and area inaccessibility.

F. Lift Stations
1. Effects
    a. Group A stations effected - see attached list
    b. power loss
    c. Cl_2 supply impaired
        (1. broken lines
        (2. loss of fresh water supply
    d. intake and discharge lines subject to:
        (1. flooding
        (2. erosion

d. structure and motor damage from flooding
e. loss of accessibility for repair
f. health problem from flooding

2. Demand - above normal
3. Capability - low lying stations impaired or out.

G. Treatment Plants
1. Effects - general
a. power loss
b. loss of communication
c. personnel availability
2. Northeast Plant
a. Effects
(1. Comminuter impaired
b. Demand - above normal
c. Capability - impaired but operational
3. Northwest Plant
a. Effects
(1. wet well flooded
(2. outfall line too small
(3. transportation impaired
b. Demand - above normal
c. Capability - operational but at reduced level of treatment
4. Albert Whitted Plant
a. Effects
(1. return structure damage
(2. storage building damage
(3. return pumps affected
(4. grinder and rake
b. Demand - above normal
c. Capability - severely impaired
5. Southwest Plant
a. Effects
(1. wet well flooded
(2. comminuter impaired
(3. water damage in office
b. Demand - above normal
c. Capability - limited

II. Condition: Hurricane- 10 ft. tide; Winds to 120 mph

A. Source of Supply

1. Wellfields

a. Effects

(1. all under Condition I plus

(2. flooding

(3. personnel availability

(4. flying debris

(5. washouts

(6. possible shortage of emergency fuel

b. Demand - possibly higher due to distribution breaks

c. Capability - reduced but sufficient

2. Treatment

a. Effects

(1. all under Condition I plus

(2. personnel availability

(3. flying debris

b. Demand - possibly increased

c. Capability - sufficient

3. Transmission

a. Effects

(1. all under Condition I plus

(2. possible erosion and/or washout of mains

b. Demand - possibly increased

c. Capability - sufficient unless main broken

B. Distribution Pumping

a. Effects

a. all under Condition I plus

b. possible contamination

(1. main break

(2. storage tank damage

(3. 24" main at Washington Terrace

C. Distribution Maintenance
   1. Effects
      a. all under Condition I plus
      b. possible main breaks at bridge crossings from shifting
      c. pressure maintenance problems from broken pipes in structures and hydrant damage
      d. elevated tanks - possible toppling danger from head pressure loss
      e. vehicle and fuel problems
         (1. loss of fuel availability
         (2. damage from flying debris
      f. personnel
         (1. need for relief
         (2. exposure to downed power lines
   2. Demand - marked increase in repair duties
   3. Capability - limited by manpower, equipment, and accessibility but operational

D. Meter Maintenance
   1. Effects
      a. all under Condition I plus
      b. further innundation of meters
      c. erosion
   2. Demand - increased
   3. Capability - limited accessibility to damage areas

E. Wastewater Collection Maintenance
   1. Effects
      a. all under Condition I plus
      b. additional flooding
         (1. supply yard under 9 ft. water
         (2. cave-ins
         (3. sand infiltration
         (4. odor problems
      c. loss of land communication
      d. base radio out of service
   2. Demand - high demand for emergency repair
   3. Capability - limited by manpower, equipment, and severity of flooding

F. Lift Stations
   1. Effects

a. all under Condition I plus
b. group B stations affected - see attached list.

2. Demand - probable overload
3. Capability - nearly non-existant

G. Treatment Plant

1. Effects - general
   a. all under Condition I plus
   b. possible water damage to pumps
   c. office damage
   d. digester affected
   e. chlorination
   f. wet well
   g. storage and supplies damaged
2. Northeast Plant
   a. Effects
      (1. comminuter
      (2. holding tanks
   b. Demand - dependent on lift stations
   c. Capability - limited
3. Northwest Plant
   a. Effects
      (1. comminuter
      (2. holding tanks
   b. Demand - dependent on lift stations
   c. Capability - limited
4. Albert Whitted Plant
   a. Effects
      (1. aerator
      (2. centrifuge building
   b. Demand - dependent on lift stations
   c. Capability - marginal
5. Southwest Plant
   a. Effects
      (1. aerator
      (2. comminuter
      (3. dry well
      (4. emergency fuel
   b. Demand - dependent on lift stations
   c. Capability - marginal

III. Condition: Hurricane - 15 ft. tide; Winds to 150 mph

A. Source of Supply

1. Wellfields

a. Effects

(1. all under Condition II, plus

(2. loss of access roads to wells

(3. transportation failure

(4. structural damage

(5. possible contamination

b. Demand - above normal depending upon breaks

c. Capability - below normal

2. Treatment

a. Effects

(1. all under Condition II, plus

(2. structural damage

(3. contamination

b. Demand - above normal

c. Capability - reduced - can be circumvented if necessary

3. Transmission

a. Effects

(1. all under Condition II, plus

(2. possible erosion and washout

(3. loss of access for repair

(4. possible contamination

b. Demand - above normal

c. Capability - adequate unless line is broken

B. Distribution Pumping

1. Effects

a. all under Condition II plus

b. high possibility of tank damage

c. high possibility of flooding around stations

2. Demand - above normal depending on broken mains and pipes

3. Capability - satisfactory providing storage is intact and supply is not broken

C. Distribution Maintenance

1. Effects

a. all under Condition II, plus

b. extension flooding

(1. inaccessibility and immobility

(2. major washouts and breaks - low water pressure

(3. Capability - limited to extreme emergency in accessible areas.

D. Meter Maintenance
   1. Effects
      a. all under condition II, plus -
      b. extreme flooding of meter boxes
      c. vehicle damage from wind and water
   2. Demand - during storm : minimal after storm.
   3. Capability - minimal.

E. Wastewater Collection Maintenance
   1. Effects
      a. all under condition II plus,
      b. severe flooding
   2. Demand - high
   3. Capability - nearly nonexistent

F. Lift Stations
   1. Effects
      a. all under condition II plus
      b. most remaining lift stations incapacitated
   2. Demand - extreme
   3. Capability - inoperable

G. Treatment Plants
   1. Effects - extreme flooding
   2. Demand - dependent upon lift stations
   3. Capability - inoperable

IV. Condition : Civil Disorder

A. Source of Supply
   1. Effects
      a. vandalism - sabotage
         (1. gunshots thru wellhouses, tanks, mains
         (2. damage to vehicles and equipment
         (3. loss of power
         (4. contamination - drugs, poison, etc.
   2. Demand - possible increase from breaks and fires
   3. Capability - near normal unless major damage such as bomb.

B. Distribution Pumping
   1. Effects
      a. vandalism - sabotage
         (1. loss of power
         (2. damage to station and substation
         (3. damage to exposed mains and elevated tanks
         (4. contamination at elevated tanks
      b. personnel problems
         (1. endangerment
         (2. inability to reach work stations
   2. Demand - possible increase from breaks and fires
   3. Capability - near normal barring major destruction.

C. Distribution Maintenance
   1. Effects
      a. vandalism and sabotage
         (1. exposed mains
         (2. opening of hydrants
         (3. breaking of hydrants
            (a. blocking repair crews
            (b. setting fires
         (4. unauthorized operation of valves
         (5. damage to vehicles
         (6. power loss
         (7. possible loss of communication
         (8. contamination of elevated tanks
         (9. knowledgeable group crippling water supply
      b. personnel problems - non report
         (1. fear of reprisal
         (2. fear of on - the - job injury
         (3. sympathy
   2. Demand - high for emergency repair
   3. Capability - effectiveness highly dependent upon particular situation.

D. Meter Maintenance
   1. Effects

a. vandalism and sabotage
(1. meters and valves
(2. boxes and covers
b. use of meter box covers as wepons
2. Demand probably above average restoring services
3. Capability - limited by degree of danger

E. Wastewater Collection Maintenance
1. Effects
a. vandalism and sabotage
(1. covers removed
(2. plug - ups
(3. equipment theft
(4. health problems
b. personnel
(1. family safety concerns
(2. recall problems
(3. on the job safety
2. Demand - above average for emergency repair
3. Capability - dependent upon accessibility and personnel availability.

F. Lift Stations
1. Effects
a. power loss
b. structural damage
c. chlorine escape
d. accessibility
2. Demand - average
3. Capability - depandent on amount and type of damage and what stations are down.

G. Treatment Plants
1. Effects
a. power loss
b. personnel
c. degree of treatment
d. access
e. communication
f. security
g. health hazard
h. structural damage
2. Demand - average
3. Capability - depandent upon damage inflicted and availability of personnel

LIFT STATIONS LOCATIONS SHEET

NO.		NAME LOCATION	MAP NO.
1.	B	Sunrise Drive - 4th St. & 42nd Ave. So.	E-7
2.	AB	Lewis Isle - Elkcan Blvd. & Pompano Dr. S.E.	E-2
3.	AB	Little Driftwood - 2801 Bayside Dr. So.	L-15
4.	B	Little Lake Maggiore #2 - 2880 - 20th St. So.	H-15
5.	B	Submarine - 28th St. & 29th Ave So.	I-15
6.	AB	Big Driftwood - Beach Dr. & 24th Ave S.E.	D-13
7.	AB	Coast Guard - Beach Dr. & 14th Ave. S.E.	E-7
8.	B	Pier - East end of 2nd Ave. N.E.	D-2
9.	B	Post Office - 31st St. & Burlington Ave. No.	J-2
10.		Herkimer Heights - 24th St. & 28th Ave No.	I-16
11.	AB	Snell Isle - Snell Isle Blvd. & Barrett Blvd. N.E.	C-16
12.	AB	Poplar Street - Poplar St. & 35th Ave. N.E.	D-20
13.	AB	Snell Isle Estates - Maple St. & 31 Ave. N.E.	D-18
14.	AB	Shore Acres - Shore Acres Blvd. & Venetian Blvd.	B-26
15.		Meadowlawn #1 - Meadowlawn Dr. & 70th Ave. No.	G-36
16.		Meadowlawn #2 - 18th St. & 70th Circle No.	H-38
17.	B	92nd Avenue North - 3rd St. & 92nd Ave No.	E-48
18.		Southern Comfort - 68th St. & 39th Ave. No.	Q-22
19.		Food Fair - 38th St. & 30th Ave, No.	K-18
20.	AB	Elbow Lane - Park St. & Elbow Lane No.	S-12
21.	AB	Garden Manor - Norfolk St. & 18th Ave. No.	Q-12
22.	B	Azalea Homes - 1480 - 74th St. No.	R-10
23.	AB	Causeway Isle - 79th St. & Treasure Island Causeway	S-2
24.		Bear Creek - 60th St. & 5th Ave. So.	O-1
25.	AB	Fifth Avenue - Sunset Dr. & Grevilla Ave. So.	R-3
26.		Florida Power - 24th St. & 24th Ave. No.	I-14
27.	B	Allstate - 31st St. & 30th Ave So.	J-1
28.	B	Big Lake Maggiore #1 - 9th St. & 40th Ave. So.	F-2
29.	B	Fourth Street South - 4th St. & Hillside Dr. So.	F-29
30.	AB	Pinellas Point - Blossom Way & Serpentine Circle So.	H-37
31.		Miles Pines - 61st St. & 34th Ave, No.	O-18
32.		Burlington - 57th St. & Burlington Ave. No	N-4
33.	B	Eden Isle - Eden Isle Blvd. & Eden Isle Dr. N.E.	B-20
34.		Tyrone - Tyrone Blvd. & 38th Ave. No.	S-20
35.		Diversion - 31st Street & 9th Avenue No.	J-8/6
36.	B	Skyway - 6701 - 34th St. So.	K-35
37.	AB	Yacht Club Estates - 79th St. & 11th Ave. So.	S-5
38.		Winston Park - 14th Way & 83rd Ave. No.	G-44
39.	AB	Bayway Isle - 4950 - 54th Ave. So.	M-29
40.	AB	Venetian Isles - Overlook Dr. & Grand Canal Blvd.	AA-28
41.	AB	Venetian Isles #2 - Grand Canal Blvd. & Illinois Ave. N.E.	AA-26
42.	B	Jim Walters - Approx. 8th St. & 102 Ave. No.	F-54
43.	AB	Bayway Isles #2 - Lealand St. & 60th Ave. So.	M-31
44.	AB	Ponderosa - 14th St. & 54th Ave. N.E.	B-28
45.	AB	Sunlit Shores - Orient Way & 85th Ave. N.E.	E-44
46.		Compost Plant - Approx. 24th St. & 30th Ave. So.	I-15
47.		Nature Trail - Country Club Way & Fairway Ave. So.	G-25
48.		Holiday Park - 62nd St. & 22nd Ave. No.	O-14
49.		38th Avenue Underpass - 32nd St. & 38th Ave. No.	J-22
50.		Lake Catalina - 11th St. & 58th Ave. So.	G-29
51.	B	Tanglewood - 1980 Tanglewood Dr. N.E.	B-36
52.	AB	Coquina-Arms - Beach Drive & Cobia Drive S.E.	D-25
53.	AB	Temporary - 41st Street & 22nd Avenue South	L-13
54.	AB	Temporary - 38th Street & 27th Avenue South	K-15
55.		Police Station - 1st Avenue No. & 13th St.	

PART III

EMERGENCY/DISASTER PLAN

Here is a basic plan developed for Civil Preparedness by the Water/Sewer Department. This plan outlines organization, communication, call-in procedures, objectives, and emergency operations.

The purpose of the plan is to guide responsible personnel so as to assure an adequate water supply and sewer collection service during hurricane force winds and related tide conditions.

WATER/SEWER DEPARTMENT

WATER/SEWER DEPARTMENT

EMERGENCY/DISASTER PLAN

I. WATER/SEWER DEPARTMENT ROLE

In the event of a natural disaster such as a hurricane, the Water/Sewer Department's function of providing a safe and adequate water supply and wastewater (sewer) collection will be fulfilled by:

A. Maintaining wells and treatment facilities at their remote locations.

B. Maintaining pumping distribution operation for water distribution.

C. Maintaining wastewater collection lines, lift stations, and treatment plants.

D. Performing emergency repairs as needed.

II. WATER/SEWER DEPARTMENT PLAN

A. EMERGENCY OPERATIONS

1. Emergency Functions

a. Maintain power to continue pumping from wells, treating water and sewage.

b. Maintain power at Water/Sewer Department's two pumping stations for adequate water distribution and four (4) sewer treatment plants plus lift station.

c. Directing Sub-Centers to dispatch men and equipment to specific locations to make emergency repairs.

d. Keep Emergency Operations Center (EOC) informed of any loss or contamination of water supply, or loss of sewer collection/treatment.

e. Determine emergency manpower potential by severity of storm as rated by Simpson's Disaster Potential (SDP) Scale for Atlantic Hurricanes:

Scale		Meaning
0	Winds:	Less than 74 MPH
	Storm Surge:	Less than 4 ft. above normal
1	Winds:	74 - 95 MPH
	Storm Surge:	4 - 5 ft. above normal
2	Winds:	96 - 110 MPH
	Storm Surge:	6 - 8 ft. above normal
3	Winds:	111 - 130 MPH
	Storm Surge:	9 - 12 ft. above normal
4	Winds:	131 - 155 MPH
	Storm Surge:	13 - 18 ft. above normal
5	Winds:	Greater than 155 MPH
	Storm Surge:	Greater than 18 ft. above normal

2. Emergency Operating Procedures

a. Areas of Authority

(1) Director of Water/Sewer

(a) Responsible for complete City Water Sewer System.
(b) Has authority to implement emergency procedures.
(c) Under direct authority of Public Works Administrator.

(2) Deputy Director of Water/Sewer

(a) Assistant Director of Water/Sewer.
(b) Maintain information on current status of all deployed resources.
(c) Maintain information on additional available resources.

(3) Administration Services Officer

(a) Assist Director and Deputy Director of Water/Sewer.
(b) Maintain information on current status of all deployed resources.
(c) Maintain information on additional available resources.
(d) Coordinate distribution maintenance, dispatching and distribution pumping operations.
(e) Under direct authority of Director of Water/Sewer.

(4) Chiefs of Water Distribution Maintenance and Sewer Collection Maintenance

(a) Direct deployment of maintenance resources for emergency maintenance, pressure, and Sanitation situations.
(b) Under authority of Director of Water/Sewer.

(5) Chiefs of Distribution Pumping and Sewer Lift Stations

(a) Maintain operation of re-pumping plant under possible power loss situation.
(b) Maintain adequate chlorine control.
(c) Under authority of Director of Water/Sewer.

(6) Chief of Source of Supply

(a) Maintain operation and maintenance of wellfields and treatment facilities under possible emergency conditions.
(b) Under authority of Director of Water/Sewer.

(7) Chiefs of Sewer Treatment and Sewer Maintenance

(a) Maintain operation and maintenance or treatment plants and sewer collection lines under possible emergency condition.
(b) Under authority of Director of Water/Sewer.

b. Initiation of Emergency Operations

(1) Upon receiving notification of the activation of the EOC the Director of Water/Sewer proceeds there and notifies his Deputy Director and Administrative Services Officer to activate the Department's emergency plan

(2) The Deputy Director and Administrative Services Officer (ASO) reports to the Water Department's primary substation/Sub-Center, at 930 Central Avenue, Phone: 89-3-7261-5. Radio: WKJ-47 Water Controls, 456.025 mh sending: 451.025 mh receiving.

(3) The Deputy Director and ASO shall activate the Sub-Center by calling in the following personnel:
(a) Radio Dispatcher
(b) Engineering Clerk

(4) The ASO shall activate the remaining operations centers by calling in the respective division chiefs.

(a) Supply Yard
17th Street & 2nd Avenue South
Chief of Distribution Maintenance

(b) Oberly Pumping Station
66th Street & 62nd Avenue North

Washington Terrace Pumping Station
28th Street & 66th Avenue North
Chief of Distribution Pumping
Alternate: Plant Operator

(c) Cosme Treatment Plant
Odessa, Florida
Chief of Source of Supply
Alternate: Plant Operator

(d) Wastewater Treatment Division
930 Central Avenue
Phone 893-7320-2

(e) Sewer Maintenance Division
930 Central Ave.
Phone 893-7320-2

713 Asbury Street
Phone 893-7323

(5) Division Chiefs shall in turn contact necessary personnel to report to their respective base of operation.

c. Procedures

(1) The Director of Water/Sewer at the EOC will:
(a) Maintain current status of personnel, equipment and dut
(b) Advise Executive Director for Civil Preparedness and EOC on Water/Sewer Department Status.
(c) Issue instructions to Water Department Primary substation through continuous communication.

(2) The Deputy Director and Administrative Services Officer at the primary Sub-Center shall:

(a) Coordinate dispatching activities between EOC representative and dispatcher.
(b) Coordinate division activities of Distribution Maintenance, Pumping, and Treatment of water and sewer.
(c) Maintain current information on all department resources.
(d) Maintain chronological log of all activities for duration of emergency.

(3) Division Chiefs
(a) See plan of action, appendix I

3. Call-Back Procedures

a. General. After being contacted by the Director, Deputy Director, or the ASO of Water/Sewer, each Division Chief will be responsible for calling in his respective emergency manpower.

b. Notification List. See appendix II

B. EQUIPMENT

See appendix III

C. CIVIL DISORDER

See appendix IV

PART IV

APPENDIX I
TO EMERGENCY/DISASTER PLAN

PLAN OF ACTION - PRESENT CAPABILITIES

This is detailed plan of action, utilizing present capabilities to cope with three different levels of hurricane and tide. The opening paragraph deals with common responses by all divisions of water and sewer. Subsequent paragraphs detail actions required by the various divisions of water and sewer during a specified hurricane/tide condition.

The purpose of the plan is the same as the basic plan, set forth in Part III.

APPENDIX I

WATER/SEWER DEPARTMENT

Plan of Action - Present Capabilities

Condition: Hurricane - 74 through 155 MPH
Tide - 5 ft. through 15 ft. above normal

I. Common Responses - All Divisions

A. Personnel

1. Advise personnel to arrange for safety of families in advance.

2. Prepare emergency schedule and brief personnel.

3. Strategically station crews.

B. Facilities

1. Fully fuel in advance: Automotive, auxiliary electric power and pumping units.

a. Test emergency power/battery operated lights.

b. Check vehicles for proper operation.

2. Get emergency communication equipment readied.

3. Get sufficient emergency rations, water, clothing and bedding on station for 48 hours.

4. Secure equipment and supplies in exposed areas. Secure buildings, install storm shutters if available.

C. Materials

1. Review repair materials for possible local purchase of items on short supply.

2. Arrange with local suppliers for access to stored chemicals, tools, repair parts, etc. which may be required immediately after the disaster.

3. Determine need to relocate certain materials to outlying sites.

II. Condition - Hurricane, Winds to 95 MPH, Tide to 5 Feet above Normal

A. Source of Supply

1. Before

a. See 1-A, B, and C.

b. Request electrical crew (MMD) and their equipment on standby to arrive at Cosme prior to hurricane strike.

c. Put maintenance mechanic and crew on standby at plant.

d. Have ten days supply of chemicals on hand.

e. Fill all storage tanks.

f. Have personnel available at Cosme Plant to man intertie locations.

2. During

a. Maintain operations.

b. Make repairs as necessary and possible.

c. Report serious operational problems for which there are no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Inspect damage and make repairs.

b. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

B. Distribution Pumping

1. Before

a. See I-A, B, and C.

b. Fill all storage tanks.

c. Valve off one-half of full storage tanks to reserve for emergencies.

2. During

a. Maintain operations.

b. Make repairs as necessary and possible.

c. Report serious operational problems for which there is no immediate solution and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Inspect damage and make repairs.

b. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

C. Distribution Maintenance

1. Before

a. See I-A, B, and C.

b. Coordinate and schedule use of some meter maintenance support crews.

c. Check repair supplies, tools and flash lights on trucks - resupply if needed.

d. Ready valve-off plan for 5 foot tide possibility. Plan with valve locations on file in office of Chief, Distribution Maintenance.

2. During

a. Make repairs as necessary and possible.

b. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Continue repairs as necessary.

b. Survey for damage to mains due to erosion or fallen trees.

c. Survey and schedule for maintenance fire hydrants subjected to salt water flooding.

d. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

e. Operate valve off plan in reverse: look for broken mains. Be sure all valves are opened.

D. Meter Maintenance

1. Before

a. See I-A, B, and C.

b. Coordinate with Distribution Maintenance the scheduling of some meter maintenance personnel to assist them during the hurricane.

c. Check repair supplies, tools, flashlights on trucks - resupply if needed.

d. Remove portable meters on location and return them to storage.

e. Secure meter maintenance buildings and area and all scheduled working personnel report to distribution maintenance area, or as otherwise directed by Division Chief.

2. During

a. Make house and building turn-offs as necessary to prevent loss of water due to breaks in plumbing caused by damage.

b. Assist Distribution Maintenance as scheduled.

c. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Survey and schedule for replacement "set meters" in areas subjected to salt water flooding. Meters will be cleaned and serviced to preclude salt water damage.

b. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

E. Wastewater (Sewer) Collection Maintenance

1. Before

a. See I-A, B, and C.

b. Divide maintenance personnel into crews consistent with safety requirements for the anticipated jobs.

c. Check repair supplies, barricades, flashers, tools, portable radios, flashlights, first aid kits, sanitizing materials, as may be required for each crew.

d. If severe flooding is forecast, relocate equipment to Municipal Maintenance or other assigned location.

e. Order sand for sandbags and sanitizing materials.

2. During

a. Protect damage areas with flashers and log locations on map.

b. Channel damaged sewer line overflow to curb or catch basins. Sandbag where necessary.

c. Shut down any pumps in submerged areas.

d. Plug lines and make emergency repairs as necessary.

e. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Make inspection of storm/flood damage to sewer lines and make repairs as necessary.

b. Make sure safety barricades are in place as needed.

c. Sanitize contaminated areas by granular or spray methods. Wash down streets as necessary.

d. Call Parks Department for spraying assistance, if needed.

e. Make a record of storm damage and material/labor

used in storm repairs for response evaluation and possible Federal Funding Assistance.

F. Sewer Lift Stations

1. Before

a. See I-A, B, and C.

b. Contact Street Department for possible use of boat and trailer in event of serious flooding of a lift station.

c. Check repair supplies, tools, flashlights and first aid kit.

d. Prepare to shutdown "Group A" stations shown on attachment to Disaster Vulnerability Assessment subject to 5 foot tide.

2. During

a. Maintain normal operations.

b. Should flooding occur, prepare to shut down electrical systems before flood waters cause electrical shorting and danger of electrical shock. Elevate any equipment possible.

c. Evacuate personnel in the event of station shut-down due to flooding.

d. Report serious operational problems for which there is no immediate solution and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Restore operation of any lift station shut down.

b. Request Sewer Maintenance Division to sanitize any contaminated areas.

c. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assisstance.

G. Treatment Plants

1. Before

a. See I-A, B, and C.

b. Ascertain if sufficient treatment and sanitizing chemicals are on hand. Get extra, if needed.

c. Check repair supplies, tools, flashlights, first aid kits and other gear necessary to an emergency operating period.

2. During

a. Maintain operation of the plant.

b. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Make inspection of storm/flood damage to the treatment plant and make repairs as necessary.

b. Sanitize any contaminated areas. Call Parks and Recreation Department if spraying equipment is necessary.

c. Make record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and for possible Federal funding assistance.

III. <u>Condition - Hurricane, Winds to 120 MPH: Tide to 10 Feet Above Normal</u>

A. <u>Source of Supply</u>

1. Before

a. Execute all under Common Responses, Page 1, Paragraph IA, B, and C.

b. Increase emergency rations, etc. to a supply for 72 hours.

c. Request electrical crew (MMD) and their equipment on standby to arrive at Cosme prior to hurricane strike.

d. Put maintenance mechanic and crew on standby at plant.

e. Fill all water storage tanks.

f. Have personnel available at Cosme plant to man intertie locations.

g. Call vendor and have delivered any available cylinders of chlorine. Have 10 days supply of other chemicals on hand.

2. During

a. Maintain operations.

b. Make repairs as necessary and possible.

c. Report serious operational problems for which there are no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Inspect damage and make repairs.

b. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for possible response evaluation and possible Federal funding assistance.

B. Distribution Pumping

1. Before

a. Execute all under Common Responses, Page 1, paragraph IA, B, and C.

b. Fill all storage tanks.

c. Valve off one half of full storage tanks to use for emergency.

2. During

a. Maintain operations.

b. Make repairs as necessary and possible.

c. Report serious operational problems for which there are no immediate solutions and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Inspect damage and make repairs.

b. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

C. Distribution Maintenance

1. Before

a. Execute all under Common Responses, Page 1, Paragraph IA, B, and C.

b. Disburse satellite crews to remote locations.

c. Ready valve-off plan for 10 foot tide possibility. Plan with valve locations on file in office of Chief, Distribution Maintenance.

d. Coordinate and schedule use of some meter maintenance support crews.

2. During

a. Make repairs as necessary and possible.

b. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Continue repairs as necessary.

b. Survey for damage to mains caused by erosion or fallen trees.

c. Survey and schedule for maintenance fire hydrants subjected to salt water flooding.

d. Make a record of storm damage and material/labor

used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

e. Operate valve off plan in reverse. Look for broken mains. Be sure all closed valves are opened.

D. Meter Maintenance

1. Before

a. See I-A, B, and C.

b. Coordinate with Distribution Maintenance the scheduling of some meter maintenance personnel to assist them during the hurricane.

c. Check repair supplies, tools, flashlights on trucks - resupply if needed.

d. Remove portable meters on location and return them to storage.

e. Secure meter maintenance buildings and area and all scheduled working personnel report to distribution maintenance area or as otherwise directed by Division Chief.

2. During

a. Make house and building turn-offs as necessary to prevent loss of water due to breaks in plumbing caused by damage.

b. Assist Distribution Maintenance as scheduled.

c. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Survey and schedule for replacement "set meters" in areas subjected to salt water flooding. Meters will be cleaned and serviced to preclude salt water damage.

b. Make a record of storm damage and material/labor

used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

E. Wastewater (Sewer) Collection Maintenance

1. Before

a. See I-A, B, and C.

b. Divide maintenance personnel into work crews consistent with safety requirements for the anticipated jobs.

c. Check repair supplies, barricades, flashers, tools, portable radios, flashlights, first aid kits, sanitizing materials, as may be required for each crew.

d. If severe flooding is forecast, relocate equipment to Maintenance or other assigned locations.

e. Order sand for sandbags and sanitizing materials.

f. Disburse satellite crews to remote locations in secure buildings.

2. During

a. Protect damage areas with flashers and log locations on map.

b. Channel damaged sewer line overflow to curb or catch basins. Sandbag where necessary.

c. Shut down any pumps in submerged areas.

d. Plug lines and make emergency repairs as necessary.

e. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Make inspection of storm/flood damage to sewer lines and make repairs as necessary.

b. Make sure safety barricades are in place as needed.

c. Sanitize contaminated areas by granular or spray methods. Wash down streets as necessary.

d. Call Parks Department for spraying assistance, if needed.

e. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

f. Repair on priority basis.

g. Coordinate repaired sewer lines with sewer lift stations as needed.

F. Sewer Lift Stations

1. Before

a. See I-A, B, and C.

b. Contact Street Department for possible use of boat and trailer in event of serious flooding of a lift station.

c. Check repair supplies, tools, flashlights and first aid kit.

d. Prepare to shutdown "Group B" stations subject to 10 foot tide. List of Stations is attached to the Disaster Vulnerability Assessment.

2. During

a. Maintain normal operations.

b. Should flooding occur, prepare to shut down electrical systems before flood waters cause electrical shorting and danger of electrical shock. Elevate any equipment possible.

c. Evacuate personnel in the event of station shutdown due to flooding.

d. Report serious operational problems for shich there is no immediate solution and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Restore operation as possible in conjunction with collection maintenance.

b. Request Sewer Maintenance Division to sanitize any contaminated areas.

c. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

C. Treatment Plants

1. Before

a. See I-A, B, and C.

b. Ascertain if sufficient treatment and sanitizing chemicals are on hand.

c. Check repair supplies, tools, flashlights, first aid kits and other gear necessary to an emergency operating period.

d. Southwest and Albert Whitted Plant ready evacuation plan based on flood prediction.

2. During

a. Maintain operation of the plant.

b. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

c. Evacuate Southwest and/or Albert Whitted Plants if necessary while still possible with available equipment, i.e. sewer tank trucks.

3. After

a. Make inspection of storm/flood damage to the treatment plant and make repairs as necessary.

b. Sanitize any contaminated areas. Call Parks and Recreation Department if spraying equipment is necessary.

c. Make record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

IV. Condition-Hurricane, winds to 155MPH; Tide to 15 Feet Above Normal

A. Source of Supply

1. Before

a. See 1-A, B, and C.

b. Request electrical crew (MMD) and their equipment on stanby to arrive at Cosme prior to hurricane strike.

c. Put maintenance mechanic and crew on standby at plant.

d. Have ten days supply of chemicals on hand. Call vendor for any available cylinders of chlorine on hand.

e. Fill all storage tanks.

f. Have personnel available at Cosme Plant to man intertie locations.

g. Obtain emergency rations for 72 hours.

2. During

a. Maintain operations.

b. Make repairs as necessary and possible.

c. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Inspect damage and make repairs.

b. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

B. Distribution Pumping

1. Before

a. Execute all under Common Responses, Page 1, Paragraph I-A, B, and C.

b. Fill all storage tanks.

c. Valve off at least one-half of filled tanks to use only in an emergency.

2. During

a. Maintain operations.

b. Make repairs as necessary and possible.

c. Report serious operational problems for which there is no immediate solution and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Inspect damage and make repairs.

b. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

C. Distribution Maintenance

1. Before

a. Execute all under Common Responses, Page 1, paragraph I-A, B, and C.

b. Disburse satellite crews to remote locations.

c. Ready valve-off plan for 15 foot tide possibility. Plan with valve locations on file in office of Chief, Distribution Maintenance.

d. Coordinate and schedule use of some meter maintenance crews.

2. During

a. Make repairs as necessary and possible.

b. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Continue repairs as necessary.

b. Survey for damage to mains caused by erosion or fallen trees.

c. Survey and schedule for maintenance fire hydrants subject to salt water flooding.

d. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

e. Operate valve-off plan in reverse. Look for broken mains. Be sure all valves are opened.

D. Meter Maintenance

1. Before

a. See I-A, B, and C.

b. Coordinate with Distribution Maintenance the scheduling of some meter maintenance personnel to assist them during the hurricane.

c. Check repair supplies, tools, flashlights on trucks - resupply if needed.

d. Remove portable meters on location and return them to storage.

e. Secure meter maintenance buildings and area and all scheduled working personnel report to distribution maintenance area.

2. During

a. Make house and building turn-offs as necessary to prevent loss of water due to breaks in plumbing caused by damage.

b. Assist Distribution Maintenance as scheduled.

c. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Survey and schedule for replacement "set meters" in areas subjected to salt water flooding. Meters to be cleaned and serviced to preclude salt water damage.

b. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

E. Wastewater (sewer) Collection Maintenance

1. Before

a. See I-A, B, and C.

b. Divide maintenance personnel into work crews consistent with safety requirements for the anticipated jobs.

c. Check repair supplies, barricades, flashers, tools, portable radios, flashlights, first aid kits, sanitizing materials, as may be required for each crew.

d. If severe flooding is forecast, relocate equipment to Minicipal Maintenance.

e. Order sand for sandbags and sanitizing materials.

f. Disburse satellite crews to remote locations in secure buildings.

g. Carefully consider height above sea level of the selected satellite crew locations in view of anticipated 15 foot tides.

2. During

a. Protect damage areas with flashers and log locations on map.

b. Channel damaged sewer line overflow to curb or catch basins. Sandbag where necessary.

c. Shut down any pumps in submerged areas.

d. Plug lines and make emergency repairs as necessary.

e. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Make inspection of storm/flood damage to sewer lines and make repairs as necessary.

b. Make sure safety barricades are in place as needed.

c. Sanitize contaminated areas by granular or spray methods. Wash down streets as necessary.

d. Call Parks Department for spraying assistance, if needed.

e. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

f. Repair on priority need basis.

g. Coordinate repaired sewer lines with sewer lift stations.

F. <u>Sewer Lift Stations.</u>

1. Before

a. See I-A, B, and C.

b. Contact Street Department for possible use of boat and trailer in event of serious flooding of a lift station.

c. Check repair supplies, tools, flashlights and first aid kit.

d. Ready shut-down plans for "Group C" substaions subject to 15 foot tide shown on Attachment to Disaster Vulnerability Assessment.

2. During

a. Maintain normal operations.

b. Should flooding occur, prepare to shut down electrical systems before flood water cause electrical shorting and danger of electrical shock. Elevate any equipment possible.

c. Evacuate personnel in the event of station shutdown due to flooding.

d. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Restore operation as possible in conjunction with collection maintenance.

b. Request Sewer Maintenance Division to sanitize any contaminated areas.

c. Make a record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

G. Treatment Plants

1. Before

a. See I-A, B, and C.

b. Ascertain if sufficient treatment and sanitizing chemicals are on hand.

c. Check repair supplies, tools, flashlights, first aid kits and other gear necessary to an emergency operating period.

d. Southwest and Albert Whitted Plant ready evacuation plan based on flood prediction.

2. During

a. Maintain operation of the plant.

b. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

c. Evacuate Southwest and/or Albert Whitted Plants if necessary while still possible with available equipment, i.e., sewer tank trucks.

3. After

a. Make inspection of storm/flood damage to the treatment plant and make repairs as necessary.

b. Sanitize any contaminated areas. Call Parks and Recreation Department if spraying equipment is necessary.

c. Make record of storm damage and material/labor used in storm repairs for response evaluation and possible Federal funding assistance.

PART V

APPENDIX II

NOTIFICATION LIST

Appendix II is a list of key water/sewer personnel with addresses and home telephone numbers. This list will be used in conjunction with paragraph II-A-2 b and 3 of the basic Emergency Disaster Plan.

APPENDIX II

NOTIFICATION LIST

POSITION	NAME AND ADDRESS	PHONE	
		HOME	OFFICE
Director of Water and Sewer	W. A. Duynslager 6507 31st Ave. North	345-0931	893-7261
Deputy Director of Water and Sewer	D. T. Cafaro 600 61st Ave. South	867-8978	893-7261
Admin Services Officer	J. F. Allred 814 68th Ave. South	867-1423	893-7261
Chief of Dist. Maintenance	L. B. Santy 2644 29th St. North	898-3098	893-7261
Chief of Dist. Pumping	H. P. Hart 8315 40th Place North	347-0430	893-7149
Chief of Source of Supply	L. C. Jackson Rt. 1 Box 257, Odessa	920-5151	822-3798
Chief of Meter Maintenance	F. J. Sherman 848 61 Ave. N. E.	525-3479	893-7200
Chief of Collection Maintenance	J. W. Monck 7039 39th Ave. North	345-8115	893-7320
Chief of Wastewater Treatment	R. W. Leverich 5925 Shore Blvd. S. 308	344-2970	893-7320

PART VI

APPENDIX III

Vehicle and Equipment List

A. Equipment

(1) Vehicles and Miscellaneous

(a) Administration:

8 Sedans
1 Pump, single phase

(b) Source of Supply:

3 Sedans
3 ½ Ton Trucks
1 1 Ton Truck
1 Tractor, front end loader
1 Welder
1 3" Pump
1 Pump Base
1 Pump Submersible

(c) Distribution Pumping:

1 Sedan
1 ½ Ton Truck
1 Submersible Pump

(d) Meter Division

2 Sedans
10 ½ Ton Pickup Trucks
2 3/4 Ton Pick-up Trucks
1 1 Ton Pick-up Truck
3 Vans
1 Pump, centrifugal
1 Pump, hand
2 Pump, guzzler 400

(e) 17th Street Supply Yard:

8 3/4 Ton utility body
1 ½ Ton pick-up
1 ½ Ton van
4 4 wheel drive A frame
9 6 Man crew cab, utility body (1½ to 2 ton)
1 4 wheel drive flatbed
1 4 yard dump truck
1 4 wheel drive boom truck
1 1 ton boom truck
1 15 ton low boy railer
1 Truck tractor
1 Crawler dozer, diesel
1 12 Ton til and trailer

4 Centrifugal pumps (2 to 6", one on trailer)
5 Single diaphragm pumps (3 and 4")
2 Double diaphragm pumps (4")
1 3" Barnes pump

2 Compressors
1 2 hp; TE-4 Blower
1 Fruehauf trencher
3 Back hoe diesel (7/8 and 1½ yd.)
4 Compactors
2 Generators (110-115V)
2 5 hp cement saw

26 Shovels (round point and Grade).
14 Rakes (garden and grass)
12 Brooms (street)
6 Picks (railroad)
375 Sand Bags

24 Pair Boots
29 Rain Jackets
33 Rain Pants

(2) Radio Equipment

(a) Mobile Units:

9 Sedans
20 Trucks
4 Vans

(b) Portable Units:

15

(c) Pagers:

11

(d) Control Stations:

4

EMERGENCY RESOURCES LIST: (INCLUDING BOTH MAINT. & TREATMENT DIV.)

* Indicates that units are radio equipped

CARS

Z-2 *
Z-3 *
Z-4 *
Z-5 *
Z-6 *
Z-7 *

PICKUPS

Z-201 *
Z-205 *
Z-206 *
Z-207 *
Z-209 *
Z-210 *
Z-211 *
Z-213 *
Z-214
Z-215 *
Z-216 *

VANS

Z-901 *
Z-902 *
Z-903*

CREW TRUCKS

Z-305 *
Z-318 *
Z-319 *
Z-320 *
Z-403 *
Z-404 *
Z-405 *
Z-406 *
Z-407 *
Z-409 *
Z-410 *

2-TON DUMP TRUCKS

Z-306 *
Z-307
Z-309
Z-310

HYDRO JET

Z-400 *

WATER WAGONS

Z-434
Z-448
Z-481

SLUDGE HAULERS

Z-482
Z-483
Z-484
Z-508
Z-510

BACKHOES

Z-706
Z-731

CRANES

Z-721
Z-726

RODDERS

Z-401
Z-711
Z-736
Z-756

AIR BLOWERS

Z-717
Z-718
Z-719
Z-720
Z-723
Z-724
Z-771
Z-798

WELDER

Z-773

GENERATORS

Z-765

BUCKET MACHINES

Z-802
Z-803
Z-804
Z-805
Z-752
Z-755

COMPACTORS

Z-744
Z-745
Z-753
Z-754

AIR COMPRESSORS

Z-701
Z-702
Z-785

POWER SAWS

Z-709

WALKIE-TALKIES

10 available

SINGLE DIAPHRAGM PUMPS

Z-739
Z-794
Z-797

DOUBLE DIAPHRAGM PUMPS

Z-705
Z-764
Z-765
Z-766
Z-777
Z-750
Z-778
Z-779
Z-784

5-TON DUMP TRUCK

Z-402

MIXER

Z-750

JET PUMPS

Z-708
Z-713
Z-714

WELL POINT PUMPS

Z-712
Z-715

CENTRIFUGAL PUMPS

Z-722
Z-759
Z-763
Z-772
X-781

PART VII

APPENDIX IV

CIVIL DISORDER

Here is a plan of action dealing with civil disorder. Protection of the water/sewer system from contamination, security of all related city property and safety of personnel while maintaining normal water/sewer service during a civil disorder are the primary objectives.

Each of the divisions of water/sewer are listed in the plan with recommendations for action to be taken on a basis of before, during and after a civil disorder.

APPENDIX IV

CIVIL DISORDER

A. Source of Supply

1. Before

a. Coordinate with County and State law enforcement offices to determine severity and nature of the disorder.

b. Coordinate with Director, Water, Sewer Dept. relative to advisable additional security measures to be taken to protect the source of supply. Primary hazzards are physical plant damage and threat of Chemical or Biological contamination. If additional security is needed-

(1) Can City forces support and supply adequate internal security of well field, and pumping and storage area. Inquire.

(2) Are County or State law enforcement agencies in a position to supply the needed security? Contact them.

(3) Should severity of the civil disorder warrant assistance not available thru county or state police offices, a brief of the situation is to be prepared for Water, Sewer Director and submitted by him to the City Manager. This brief may suggest to the City Manager possible use of National Guard.

c. Check all security lighting, fencing, locking, and communication devices for proper operation.

d. Execute all under common responces, Appendix I page 1, paragraphs I A, B, and C.

2. During
   a. Maintain operation of the source of supply facility and close coordination with any law enforcement officials on location or previously contacted.
   b. Keep all gates closed and locked.
   c. Comply as much as possible and practical with law enforcement official's recommendations for safety of all City personnel and security of source of supply facility.
   d. Make frequent water purity tests during the condition of civil disorder to determine if chemical or biological contamination has occured.
   e. Make repairs as necessary and possible.
   f. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After
   a. Inspect for any damages and make repairs.
   b. Prepare a written report for Water/Sewer Director of any personnel injuries incurred, damages to City property, and hazzards observed which might be better prepared for.

B. Distribution Pumping
1. Before
   a. Execute all under Common Responces, Appendix I page 1, paragraphs I A,B, and C.
   b. Based upon Director's briefing on status of the civil disorder, consider requesting safe escort of your operatin personnel.
   c. Consider necessary security measures and guard protection for working personnel, pumping equipment, tanks, and exposed mains.

2. During
   a. Maintain normal operation
   b. Make frequent water purity tests during condition of civil disorder to determine if chemical or biological contamination has occured.
   c. Make repairs as necessary.
   d. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After
   a. Inspect for any damages and make repairs.
   b. Prepare a written report for Water/Sewer Director of any personnel injuries incurred, damages to City property, and hazzards observed which might be better prepared for.

C. Distribution Maintenance
1. Before
   a. Execute all under common responces, appendix I, page 1, paragraph I A,B, and C.
   b. Schedule use of Meter Maintenance crews as needed.
   c. Based upon Director's briefing on status of the civil disorder, consider requesting safe escort of your working maintenance personnel.

2. During
   a. Execute valve off procedures to protect main pressure where fire hydrants have been sabotaged.
   b. Perform necessary maintenance as the situation may permit.
   c. Under no circumstances enter an area where physical harm may result to an employee without first having reviewed the situation with at least your Division Head.

3. After
   a. Inspect for any damages and make repairs.
   b. Prepare a written report for Water/Sewer Director of any personnel injuries incurred, damage to City property, and hazzards observed which might be better prepared for.

D. Meter Maintenance
1. Before
   a. Execute all under common responses, appendix I page 1, paragraphs I A,B, and C.
   b. Assign crews to Distribution Maintenance as required.
   c. Schedule other personnel to normal duties.

2. During
   a. Perform normal duties as may be advised by the Director and as the situation may safely permit.

3. After
   a. Inspect for any damages and make repairs.
   b. Prepare a written report for Water/Sewer Director of any personnel injuries incurred, damage to City property and hazzards observed which might be better prepared for.

E. Wastewater (Sewer) Collection Maintenance
1. Before
   a. Execute all under Common Responses, appendix I page 1, paragraphs I A,B, and C.
   b. Based upon Director's briefing on status of the civil disorder, consider requesting safe escort of your working maintenance crews.

2. During
   a. Perform necessary maintenance as the situation may permit.
   b. Under no circumstances enter an area where physical harm may result to an employee without first having reviewed the situation with at least your Division Head.

3. After

a. Inspect for any damages and make repairs.

b. Prepare a written report for Water/Sewer Director of any personnel injuries incurred, damage to City property and hazzards observed which might be better prepared for.

F. Sewer Lift Stations

1. Before

a. Execute all under common responses, appendix I page 1, paragraphs I A,B, and C.

b. Based upon Director's briefing on status of the civil disorder, consider requesting safe escort of your operating personnel.

c. Consider necessary security measures and guard protection for working personnel, pumping equipment, tanks and exposed mains.

2. During

a. Maintain normal operation.

b. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After.

a. Inspect for any damages and make repairs.

b. Prepare a written report for Water/Sewer Director of any personnel injuries incurred, damages to City property, and hazzards observed which might be better prepared for.

G. Treatment Plants

1. Before

a. Execute all under common responses, appendix I page 1, paragraphs I A,B, and C.

b. Based upon Director's briefing on status of the civil disorder, consider requesting safe escort of your operating personnel.

c. Consider necessary security measures and guard protection for working personnel, pumping equipment, tanks, and exposed mains.

2. During

a. Maintain normal operation.

b. Keep all gates closed and locked.

c. Report serious operational problems for which there is no immediate solution, and disabling personnel injuries to Water/Sewer base headquarters.

3. After

a. Inspect for any damages and make repairs.

b. Prepare a written report for Water/Sewer Director of any personnel injuries incurred, damages to City property, and hazzards observed which might be better prepared for.

PART VIII

SUPPLEMENTARY DISASTER PLAN

Having dealt with a disaster plan based on current resources for hurricanes; abnormal high tides and civil disorder, this plan will deal with additional and new equipment, new and alteration construction, and manning considerations outside of present resources for these contingencies. It is recognized that budget considerations may cause some of the proposals projected here to be viewed as impractical. However, they are listed in this plan for study.

SUPPLEMENTARY DISASTER PLAN

1. Recommendations listed in this plan will be grouped according to the activity to which they apply and in the same order as the hurricane plan.

2. Activity

A. General

(1) Develop definate mutual aide agreements with cities located outside of immediate Tampa Bay Area.

(2) Develop equipment listings of local contractors with available equipment and agreements with them to respond to city needs.

(3). Develop listings of specialized equipment (milk tank trucks honey wagons, etc.) and agreements with those particular business for them to respond.

(4) Develop and publish city accounting system with special numbers reserved for emergency operations.

(5) Assign shelter locations for city families to be located prior to any major evacuation events. This would free employees to work.

(6) Develop listings of suppliers with address, phone number, and general materials which they supply.

B. Source of Supply

(1) Auxiliary electric power equipment for Section 21 and Pasco Well Field.

(2) Underground electric lines to well pumps to preclude blowing down.

(3) Additional auxiliary electric power for transmission pumping.

(4) Emergency repair joints for 36" and 48" mains in case of washout.

(5) Emergency water and food supplies and sleeping equipment.

(6) Security guards for civil disorder.

C. Distribution Pumping

(1) Auxiliary electric power equipment. Present emergency pumpage is equal to 2/3 daily city demand (26 MGD between both stations).

(2) Increased water storage in St. Petersburg to a 24 hour supply without water from Cosme. Currently a maximum of 23 MG of water storage at the stations plus 1½ MG in elevated tanks. Elevated tanks subject to high wind damage.

(3) Emergency radio communication equipment, portable, self-powered, on frequency of Water/Sewer Department base station and portable radios for internal communication.

(4) Security guards for civil disorder.

(5) Emergency water and food supplies, and sleeping equipment.

D. Distribution Maintenance

(1) Portable Chlorinators: Seven chlorinators should be purchased and mounted on trailers for use at predetermined locations, i.e., at base of elevated tanks, grid locations: All pipe work, electric wiring and protective enclosure for anticipated use sites should be constructed in advance of need.

(2) Water main pressure recording instruments at twenty-five locations. Instruments should be permanently mounted to indicate static and residual pressures. A check of these instruments would assist in locating broken mains.

(3) Purchase three twelve-foot boats with five horse motors for checking water mains at bridge crossings.

(4) Increase interties for City and County water distribution system. Recommended locations: Bay Pines, Pinellas Park, 6800 block of Haines Road, and Bay Way Isles.

(5) Provide three separate water mains to all hospitals. This is feasible considering proximity of water mains at this time.

(6) All new water hydrants installed should be of the tamper-proof design.

(7) All new valve box covers installed should be a locking type.

(8) Fence in exposed water mains at bridge crossings, open ditches, etc.

(9) Suggest mutual maintenance assistance agreement with other cities.

(10) Water dye, of a harmless type, that could be added to potable water in the main ahead of a flooded area to determine if City water was contributing or causing the flood condition.

E. Wastewater (Sewer) Collection Maintenance

(1) "Lite System": Red/green flow indicators installed in manholes in key areas together with telemetric and control panel equipment installed at appropriate treatment plant.

(2) Air compressor for inflating sewer plugs to maintain water tight integrity as may be necessary in sewer trouble areas.

(3) Mutual agreement with other cities to assist in sewer repair/re-construction in the event of a disaster affecting the sewer system.

(4) Chemicals and equipment to effectively deal with an epidemic of rodents, ants, snakes resulting from a disaster.

(5) Provide sanitary equipment and facilities to citizen areas cut off from normal sewer service due to a disaster.

(a) Portalets
(b) Porta potties with bags
(c) Emergency water with container convertible to portable toilet.

F. Sewer Lift Stations
(1) Dike or wall with elevated ramp entrance so constructed as to prevent lift station flooding.
(2) Water-tight lift station doors
(3) Submersible pumps and motors for well stations.
(4) Water tight box for electric controls in all stations.
(5) Auxiliary electric power equipment with 7-day supply fuel tank.
(6) Inflatable boats with oars or motors to get personnel and equipment to some stations.
(7) Security guards for civil disorder.

G. Treatment Plants
(1) Electrical control panels mounted in waterproof boxes.
(2) Locked security fence.
(3) Emergency water and rations for plant personnel. Sleeping bags.
(4) Sand and sand bags for pump areas and ground level manholes.
(5) Security guards in the event of civil disorder.
(6) Two-way radio communication equipment, self-powered, on frequency of Water/Sewer Department base station. Small portable radios, two way.
(7) Emergency water and food supplies and sleeping equipment.
(8) Auxiliary diesel electric power equipment to meet all plants' total demand.

(9) Install waterproof doors and windows.

(10) Have plant automated to run unattended.

(11) Seal down manholes on effluent line including ones in plant to increase pumpage.

(12) Submersible pumps and motors for waste sludge and other exposed situations.

(13) Water tight housings for motor starters and time clocks.

(14) Motors installed at floor level with driveshafts for wet wells.

(15) Rain suits and rubber boots for all personnel.

(16) Dike and elevated ramp entrance so constructed as to prevent treatment plant flooding.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

CURSO: " METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO".

ARE YOU PREPARED FOR A FLOOD ?

John T. Novak

México, D. F.

3 - 7 de diciembre, 1979.

Novak

ARE YOU PREPARED FOR A FLOOD?

1971

Victor A. Appleyard

and

Hugh W. Hetzer

A paper presented on Wednesday, June 7, 1972, at the Annual Conference of the American Water Works Association in Chicago, Illinois, by Hugh W. Hetzer, Superintendent of Production, Chester Water Authority, Fifth and Welsh Streets, Chester, Pennsylvania.

ARE YOU PREPARED FOR A FLOOD?
1971

The City of Chester is situated on the Delaware River below the City of Philadelphia. Water supply is furnished by the Chester Water Authority from the Octoraro Treatment Plant -- a 30 mgd facility located in Lancaster County. Water is conveyed about 40 miles, principally by gravity, to the City and its environs. The distribution system embodies about 300 miles of mains and serves 30,000 customers in a concentrated area of some ten square miles. Sixty percent of the present output of 28 mgd is used by industry, and 85% of that usage is consumed by ten large plants located on the Delaware River. The total service area is fed by gravity and is, therefore, under normal pressure at all times.

Chester Creek empties into the Delaware near the business section of the City, and the confluence is the location of William Penn's first landing on Pennsylvania soil. The drainage area encompasses some 67 square miles, including a portion of the City of West Chester as well as the City of Chester. However, most of the watershed is rural, but there are numerous large and small housing developments.

Normally, the Creek is a slow flowing stream discharging some 16 mgd into the Delaware. The lower portion is subject to tidal fluctuations and is traversed by numerous street, highway and railroad bridges.

During the four day period, beginning Friday, September 10, 1971 and ending Monday, September 13, 1971, 15.50 inches of rain fell near the center of the watershed. Of this total, 9.6 inches fell on the thirteenth. The rainfall was rather general throughout the watershed because 12.29 inches were measured at West Chester, which is located at the northwestern extremity. The result of this intense rainfall was a flood in Chester Creek exceeding by eight feet all previous records.

Nine people lost their lives in the raging torrent, which began rising at 4:00 P.M. on the thirteenth and crested at 11:00 P.M. the same night, more than sixteen feet over the flood plain. High tide, 2.8 feet above normal, occurred at 8:42 P.M.

Two area of row house developments were particularly hard hit and hundreds of residents had to be evacuated. In these areas, the water reached almost to the second floor level. The larger of these two areas, embodying about 200 residences, stands vacant today and has been declared unsuitable for human habitation.

During the flood period only two main breaks occurred, and these were not located in the flooded area.

A run-down of events and action taken is as follows:

The Pennsylvania Department of Environmental Resources through their Region I Office collected seventeen samples throughout the City of Chester on September 14, and all were negative. Nineteen samples were collected at similar locations on the fifteenth, and all were positive. The Authority collected samples at seven representative points in the City of Chester, and all were negative.

Based on the numerous positive samples collected on the fifteenth by the Department of Environmental Resources, the following telegram was received from the Region I Sanitary Engineer:

"The Chester Water Authority is hereby ordered to issue water notices to its customers to boil for twenty minutes all water used for drinking and cooking purposes. Samples of water collected on September 15 from your system around the flooded area showed slight bacteriologic contamination. Corrective measures must be taken immediately and this office kept so advised. The boil water notice will continue in effect until the department determines it is no longer necessary."

Of the nineteen samples collected, only three showed less than the four colonies per 100 ml. However, the Chester Water Authority samples collected on this day were entirely negative. The State office did not attempt to establish the suspected source of pollution, but required water to be boiled from the entire distribution system, even 40 miles away at the plant. The State Sanitary Engineer did not question their sampling techniques nor laboratory performance, even though the Authority's results were negative.

A statement in a recent letter from the Regional Sanitary Engineer reads as follows:

"We continue to maintain our position that such Department action was justified since it occurred in the aftermath of a natural disaster (September 13 floods), and the bacteriological quality was an abrupt change from the negative analyses from seventeen samples collected on September 14, 1971."

The result of the boil water edict was tremendous and upset the routine of family, commercial and industrial life in the community. Hundreds of phone calls were received and the operators were briefed on how to handle the calls. Such service was maintained on a 24 hou basis. The local radio and television stations carried frequent announcements concerning the emergency.

The hospitals, food processing plants, bottling plants and large industrial plants had to drastically change routine in order to supply drinking water to patients, employees and for food processing. At one time, a meat processor had 65,000 pounds of meat in jeopardy because he lacked facilities in which to boil sufficient water for processing.

The Authority set up a temporary laboratory in Chester to monitor chlorine residuals and as an operations center for collection of bacteriological samples by both Authority and State personnel. The two severely damaged residential areas were isolated from the remainder of the system by closing distribution valves and only allowing water to feed in one direction.

With the aid of our neighboring utility, Philadelphia Suburban Water Company, we super-chlorinated the mains and services in the two damaged areas. Services to residences not to be re-occupied were turned off. A cross-connection survey was also made in these areas, but none were found.

In the meantime, daily bacteriological samples were being collected by Authority and State personnel, duplicate samples were being exchanged for planting at either laboratory, and Philadelphia Suburban Water Company collected a series of samples and planted them in their laboratory. The Media Waterworks planted a set of samples collected by Authority personnel. All told, 621 bacteria samples were analyzed with the following results:

	State	CWA	Others
Samples	319	290	12
Positive	54	1	0

The State laboratory changed their results on two occasions from positive to negative. Such action has raised a serious question in our minds as to their sampling technique and laboratory procedures.

The boil water edict was released in steps. First, to all customers outside of the two heavily damaged areas at 6:00 P.M. on Saturday, September 18. Second, to all customers in the smaller of the two heavily damaged areas at 4:00 P.M. on Tuesday, September 21. As stated elsewhere, the larger area is still vacant and the edict has not been lifted.

Emergency organizations; such as, the Red Cross, performed admirably in taking care of flood victims, feeding volunteer workers and National Guard Corpsmen. The U. S. Corps of Engineers moved in heavy equipment to restore levees, clean up roadways and remove debris.

Drinking water for emergency and hospital personnel was supplied in cardboard cartons by a local dairy using Media and Philadelphia Suburban water.

Conclusions and Recommendations

Establish bacteriological practices in keeping with Standard Methods and be very careful in training personnel in sampling techniques and in processing of samples to avoid all contamination. Take nothing for granted. Maintain good working relationship with the State enforcement agencies.

Develop emergency disaster planning within your own organization and develop cooperative plans with neighboring waterworks, equipment manufacturers, chemical suppliers, contractors, and other utilities; such as, telephone and power. Planning should cover manpower, equipment, and authorization for expenditure of funds during the emergency.

Don't forget to thank your customers for their patience during the emergency by means of Newspaper, Radio and TV media. Thank all organizations who helped, and last but not least, your own personnel who contributed to the abatement of the emergency.

UTILITY EMERGENCY PLANNING PAYS OFF DURING THE CORPUS CHRISTI TROPICAL HURRICANE

BY

ATLEE M. CUNNINGHAM, P.E., WATER SUPERINTENDENT

CITY OF CORPUS CHRISTI

AT THE

AWWA 92ND ANNUAL CONFERENCE JUNE 4 - 8, 1972
CHICAGO, ILLINOIS

P. O. Box 9277
Corpus Christi,
Texas 78408

UTILITY EMERGENCY PLANNING PAYS OFF DURING THE CORPUS CHRISTI TROPICAL HURRICANE

The City of Corpus Christi, being located on the Texas Gulf Coast is vulnerable to damaging winds, high tides and flooding during hurricanes. During the past ten years Hurricane Carla occurred in 1961, Beulah in 1967 and Hurricane Celia passed over the City in 1970. These three hurricanes were spawned from depressions formed in the Caribbean Sea, then passed through the Gulf of Mexico, during which time they intensified and became major hurricanes when they made landfall along the Coast. Damage occurring from the turbulent weather is caused by extreme rainfall conditions, sometimes reaching as much as 36 inches in three days, from excessive wind velocities and storm tides. Hurricane Beulah had moderate wind velocities; however, excessive rainfall caused record storm flows to occur on the Nueces River and in the Corpus Christi area. Hurricane Celia, conversely, had moderate rainfall yet wind velocities exceeded 160 miles per hour.

In view of the vulnerability of the Corpus Christi area to the Gulf Coast hurricanes, the City Water Division maintains a contingency plan designed to serve as a guide for survival operations during hurricane conditions and other disasters. The success of the plan depends on the ability and cooperation of the employees, since they can become completely isolated during the emergency. To obtain this objective, it is necessary that all foremen and supervisors be familiar with the instructions for survival at their stations, as set out in the plan. The families of employees must be protected, or relocated where suitable protection is available, prior to the employees returning to their designated station.

The plan clearly describes the duties of each employee forming the nucleus of the emergency crews. The crew units are stationed at the City's reservoir, the water filtration plants, the in-town pumping station and the distribution office. The distribution office is the emergency operations headquarters from which all activities are directed, with communications being carried out through telephones and short wave radio. Each station contains radio equipment with auxiliary power.

As the hurricane approaches the City, Condition III is established whereby all emergency personnel are placed on alert and instructed to make the necessary preparations for their families after which they return and prepare the Water Division facilities for the hurricane. This preparation consists of fueling pumps and vehicles, clearing the area of loose objects, checking and stockpiling shoring lumber, waterproof sheeting, tools, nails, rope and other items.

After all necessary preparations have been made, the crews return to their respective jobs, or return home and await notice of receiving Condition II. After receiving notice of Condition II, the hurricane landfall is imminent and all superintendents and supervisors of the Water Division are notified to report to their station and to immediately start progress checks of all emergency activities in the Division. As notice of Condition I is received, the hurricane will be making landfall and a 24-hour routine operation with all emergency crews at their locations is set. The contingency plan sets out the duties of each departmental emergency crew during this critical phase of the survival in the hurricane.

Immediately upon passing of the hurricane, portions of the emergency crews are designated to clear debris and repair damage with a portion being

dispatched to their homes for any assistance that may be necessary. Those employees having their families in shelters are retained on the job until the group visiting their families have returned, after which they are dispatched to determine the condition of their personal property. The manning of the stations is planned to include personal property surveillance, since the employees have a higher performance efficienty when provided with this opportunity.

Hurricane Celia had sustained wind velocity of 115 miles per hour late Monday morning, August 3, 1970, when it was 95 miles east of Corpus Christi in the Gulf of Mexico, and appeared to be a moderate storm. Emergency Condition II of the contingency plan had been placed in effect Monday morning. Hurricane Condition I was established at 1:00 P.M. that day and all emergency crews had reported to their stations. The hurricane reached the barrier islands east of the city at 4:15 PM, CDT, and the 27 mile diameter eye passed over Corpus Christi at approximately 5:30 PM.

Wind velocities reached an unexpected maximum of 161 miles per hour, as recorded by the U. S. Weather Bureau, causing massive destruction of buildings and other structures. Electrical power lines were destroyed, interrupting service to all residential and commercial buildings in the City, as well as all water pumping stations. The only power available included private emergency power units in hospitals and other locations. Power restoration started 24 hours later and was not completed to all consumers for 1-1/2 months. It is estimated that 13,018 buildings were either partially or totally destroyed in the area during the peak wind velocity, with 8,950 of these being completely demolished. Some 4,000 emergency trailer units were furnished by the Department of Housing and Urban Development for temporary

housing.

During the height of the hurricane, windows and some doors in the water plants were carried away, and it was necessary to wrap large motors and switchgear with polyethylene sheeting to prevent soaking the electrical wiring and motor windings by the rain which was blown through the open windows. Flying glass, sheet metal and lumber presented the greatest hazard to employees during this operation. Some 280 refugees were quartered in the two treatment plants and it was necessary to protect this group from injury by flying glass and debris.

Since telephone service was destroyed, communications were carried out over the utilities' two-way radio system which functioned normally throughout the storm. Debris had closed most city streets; however, State and Federal expressways remained fairly passable and this provided mobility for the repair crews. Emergency power units were used to pump gasoline to City and Civil Defense vehicles and some service stations adapted a belt drive to fuel pumps by using power mowers or edgers.

All overhead water tanks emptied when pumping failed at the plants and large fire line connections and domestic services were broken as the structures were destroyed by the hurricane force winds. The tanks were designed for 150 miles per hour winds, with a suitable safety factor, and they survived the hurricane, with the exception of one tank having a portion of its roof carried away. Two 12-1/2 million gallon steel ground storage tanks had their metal roof damaged severely by a fluttering action which was caused by the high velocity winds passing across the top of the tanks.

All water treatment plants and pumping stations had interrupted incoming power and telephone service by 5:20 PM on August 3rd. Emergency power units at one filter plant was started at 4:00 PM and water production was renewed with sub-normal pressures at 8:50 PM, after hurricane winds diminished to less than 100 mph and debris was cleared from the pump suction. Work by the emergency crews was carried on throughout the night to dry out motors, clear debris, secure private fire sprinkler systems, as well as other large services that served buildings which were destroyed by the hurricane force winds, and to restore vehicles to running condition. Full water pressures were restored 24 hours after the passage of the hurricane eye when the second filter plant went on stream.

The local power company first commenced clearing power lines to the two treatment plants at approximately 8:30 PM, after the hurricane had subsided. Incoming power was cleared at one of the two plants approximately 8 hours after the outage. This station is located adjacent to the power company's primary power generating plant and is served through "H" type power line structures which survived the hurricane force winds, whereas most of the single pole structures were destroyed. A substation serving the second filter plant was completely demolished and a portable emergency 4,500 K.W. transformer station was moved into the plant site the following day. In-town pump stations had power restored ranging from 1-1/2 to 7 days after the hurricane; however, with the low demand, the two filtration plants were sufficient to provide adequate pressures during this period.

West northwest winds approximately 125 miles per hour in sustained velocity, swept across Lake Corpus Christi, 35 miles west of the city, directly into the upstream face of the dam. Waves and wind tides generated by the

hurricane were sufficient to cause discharges over the earthwork and dam structure which created a 29 foot flood crest, or some 13,500 cfs flows, in the river downstream during the height of the hurricane. The dam structure survived the force of the breaking waves with damage occurring to bar screens at the outlet works; however, severe damage resulted to the stone earthwork protection, which required over 3,000 tons of replacement rip rap. Considerable private property losses around the lake was sustained in loss of water craft, boat houses and shoreline facilities.

During the month following the hurricane, the City removed debris from the water plants, restored some $6,000 worth of glass in the Water Division buildings, repaired earthwork protection at the dam, replaced steel rafters in the ground storage tanks, and replaced roofing and other items destroyed by the hurricane. City vehicles had from one window to all glass destroyed and since this had occurred to most vehicles in the City which were exposed to the wind, several months were required for replacement of glass. Several City crews operated trucks without windshields and this became a significant inconvenience as well as hazardous.

Some 80,000 insurance damage claims were filed in the city after the hurricane and it is estimated that these will reach $400 million in insured losses when all claims have been processed. Damage to homes, businesses, industry and private utilities seriously affected Water Division finances. Loss of revenue from customers with destroyed facilities occurred at a time when cash requirements of the system were high. Over 700 emergency trailer spaces were equipped by the Water Division for disaster victim's housing, the telephone company's crash program to install new underground services in utility easements caused severe damage to water services, and emergency

assistance to customers and the small towns surrounding Corpus Christi all placed a high work load on the Water System's personnel and resources.

Reprinted from and copyrighted as part of
Journal American Water Works Association
Vol. 65 , No. 1 , January 1973
Printed in U.S.A.

Contending With Earthquake Disaster

Committee Approved Report

Approved by the AWWA Emergency Planning Com.

The "Emergency Planning for Water Utility Management" manual offered by AWWA presents an account of procedures to follow in the event of any type of disaster affecting a community's water supply. Here is a detailed description of what the water departments of the City of Los Angeles and some of its neighbors did and learned they should do during their travails following the earthquake that struck nearly 1 yr ago.

On Feb. 9, 1971, southern California was struck by an earthquake of magnitude 6.6 on the Richter scale. Although classified as moderate, it had major impact on a wide variety of physical installations in the Los Angeles area. Not the least of these physical impacts were on the water-supply systems in the area.

Although the epicenter of the earthquake was a few miles north of the northern boundary of the city of Los Angeles, most of the surface effects occurred in an area encompassing 28 sq mi in the extreme north portion of the San Fernando Valley (Fig. 1). Major water supply and distribution facilities of the city of Los Angeles' water system were heavily damaged and disrupted. Most of the source (ground water) and distribution facilities of the city of San Fernando were almost totally put out of commission, and a larger water-treatment plant nearing completion and belonging to the Metropolitan Water Dist. of Southern California was very severely damaged. Facilities of several very small water utilities in the unincorporated areas of the county were also hit. Outage of water service in the 28 sq mi was very extensive.

The utility that has its own main installation and construction force, in addition to service and maintenance crews, has the most effective organization to cope with a disaster situation. Water systems of the size maintained by Los Angeles, San Diego, San Francisco, and the East Bay Municipal Utility Dist. have the option of maintaining such construction forces as a matter of policy or of having the bulk of their main installation and construction work performed by private contractors. There are advantages in either policy.

The Los Angeles Water System pursues the former, and in the earthquake emergency responded rapidly to restore normal service. Small utilities—or large ones that contract their work out—that do not have their own resources to cope with a disaster must know how to get outside help quickly and be able to utilize it effectively.

Obtaining Aid

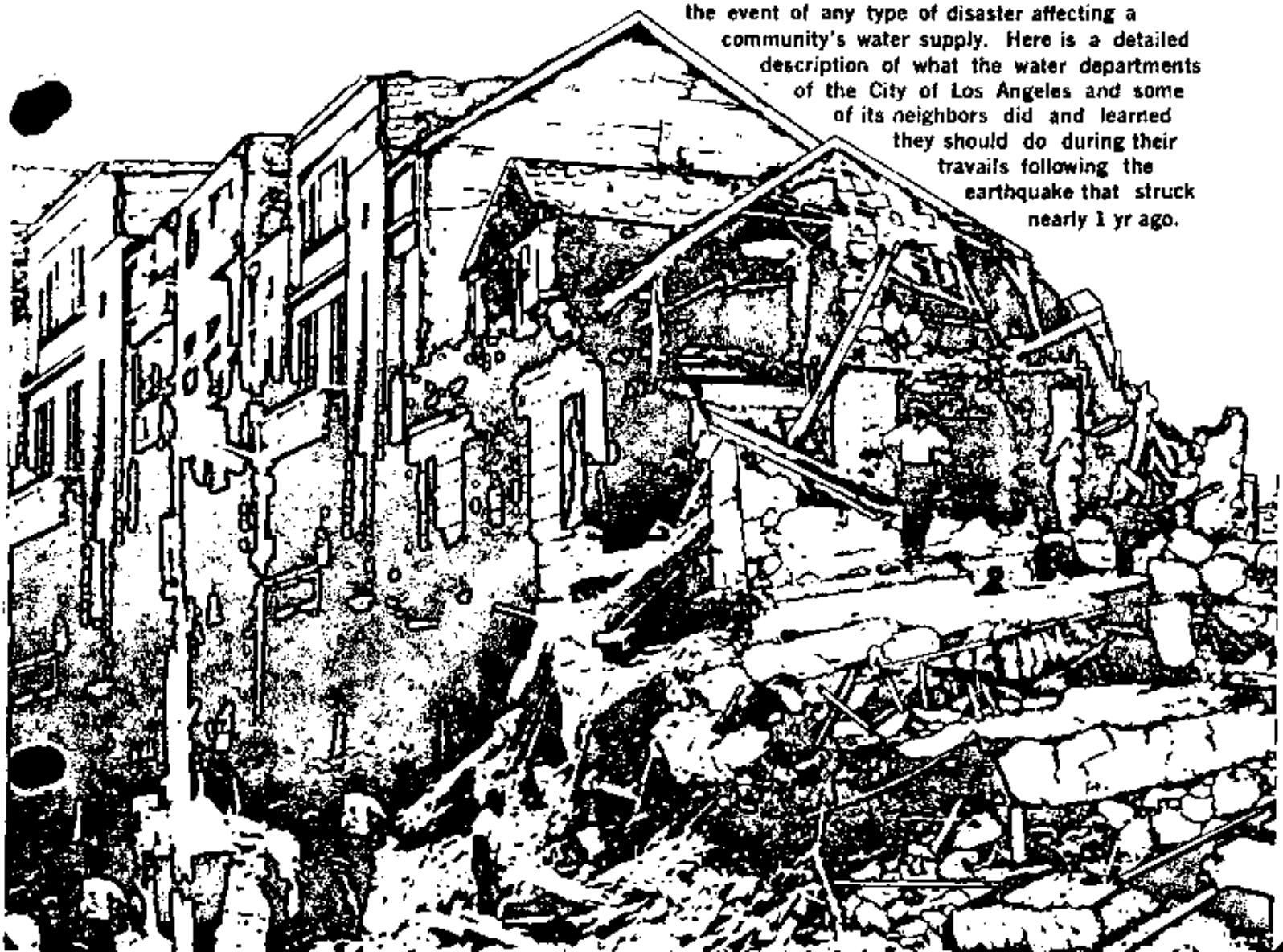
The following preparations are essential for effective utilization of outside aid:

Contending With Earthquake Disaster

Committee Approved Report

Approved by the AWWA Emergency Planning Com.

The "Emergency Planning for Water Utility Management" manual offered by AWWA presents an account of procedures to follow in the event of any type of disaster affecting a community's water supply. Here is a detailed description of what the water departments of the City of Los Angeles and some of its neighbors did and learned they should do during their travails following the earthquake that struck nearly 1 yr ago.



• The training of a cadre of employees to be thoroughly familiar with the way its organization functions and with the layout and peculiarities of its distribution system and appurtenant facilities. This cadre will direct outside construction forces brought in to effect emergency repairs—assuming internal capability is not sufficient.

• The construction of interconnections with contiguous water systems and establishment of liaison with their organizations.

• The study of state and federal disaster relief procedures and establishment of liaison with appropriate goverment offices.

• The preparation and distribution to key personnel of a simple outline of initial steps that should be taken immediately following an emergency.

• The development and maintenance of adequate maps and records organized for quick retrieval.

• The preparation of a plan and procedures for communicating within the utility organization and with outside organizations during an emergency.

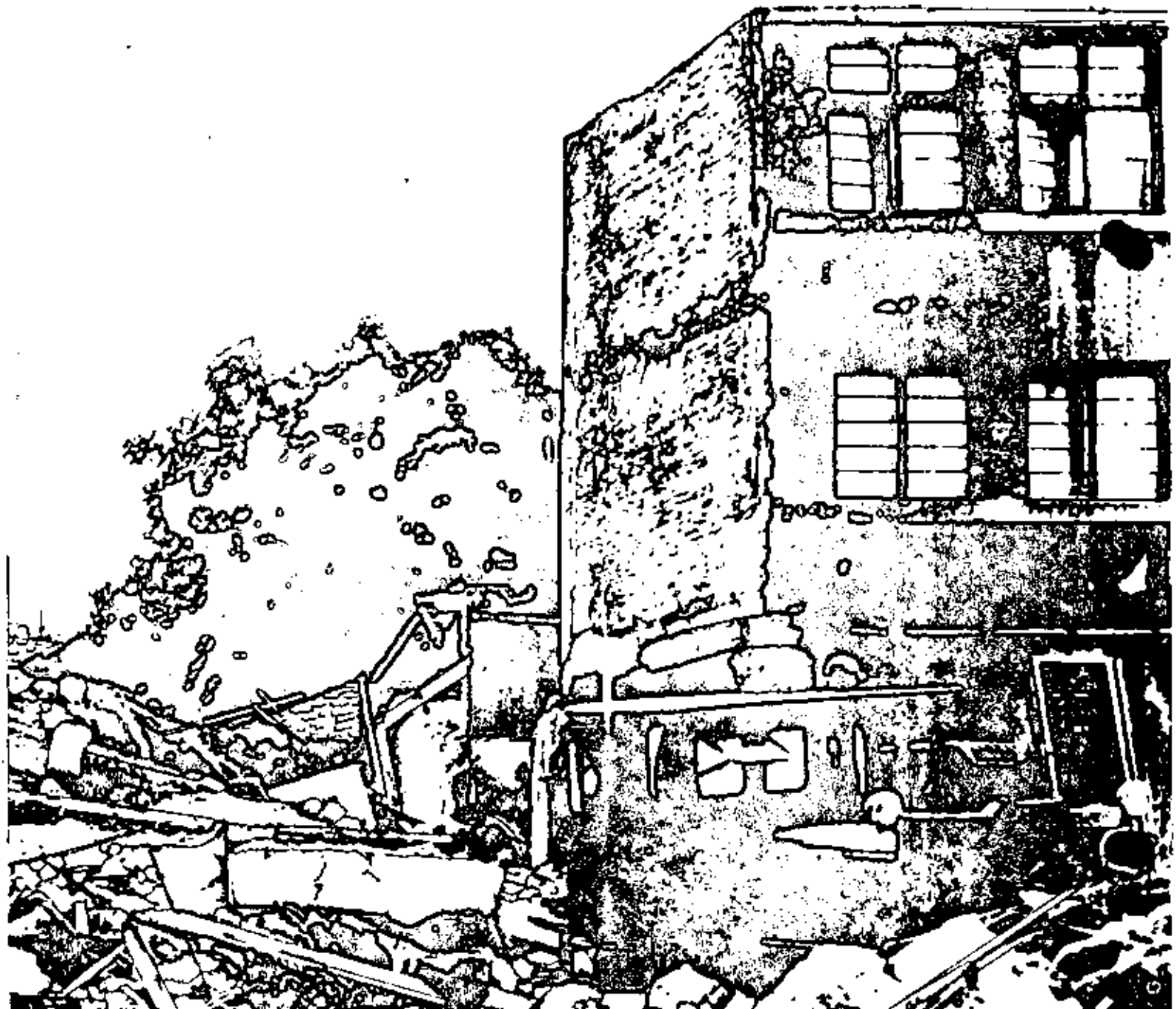
State or federal financial assistance should be available for the purpose of developing adequate maps and records for the small utilities that do not have them. Moreover, except for limited help for debris removal, federal disaster relief assistance is available only to publicly owned water agencies and steps should be taken to remove this restriction.

Seismic Design Recommendations

Examination of earthquake-damaged structures indicates that a review of seismic design practice should be made. To begin with, water-system facilities and their

---

A report of the California Sec.'s Earthquake Task Force Com. approved by the Emergency Planning Com. and submitted to the JOURNAL on Oct. 24, 1972. The committee members who prepared the report included Robert V. Phillips (chairman), Maynard M. Anderson, D. G. Larkin, H. C. Medbery, Clyde Moore, Raul Sosa, Jeptha A. Wade Jr., Charles V. Waite, and James E. Wolfe.



components—existing and future—should be analyzed to determine their importance to the reliability of the whole system. In determining importance, the following should be considered: parts-replacement lead time, availability of backup systems, and the cost of facilities that will be damaged if the component to be designed fails.) Following this analysis, it is recommended that

- Those facilities and components assigned the highest-level-importance factor receive the greatest attention in their analysis and design.
- All components of a facility—civil, mechanical, or electric—with the same importance factor should be designed to withstand the same seismic intensity.
- Dynamic methods of analysis should be used in the design of facilities of high-importance factors; appropriately higher seismic loading factors should be used.
- Future design of structures should give greater consideration to vertical seismic loading, particularly where thrust faulting might be involved. (Accelerograms of the San Fernando earthquake indicate that very substantial vertical accelerations took place.)
- Future seismic design should place increased emphasis on soil and foundation conditions and such factors as liquefaction potential or amplification phenomenon that could exist because of poorly densified alluvium.
- Where structures must be constructed on fill, compaction standards should be carefully chosen and thorough inspection procedures specified and applied.

In California, large segments of the population live in areas that depend on the importation of water to supplement inadequate local supplies. As a result of the unavoidable crossing of fault zones by the aqueducts that deliver this water, the hazards of lengthy interruptions must be considered. The surest way to minimize these hazards is to have diverse sources of supply. They would include ground-water supply, interconnections with contiguous systems, and surface storage.

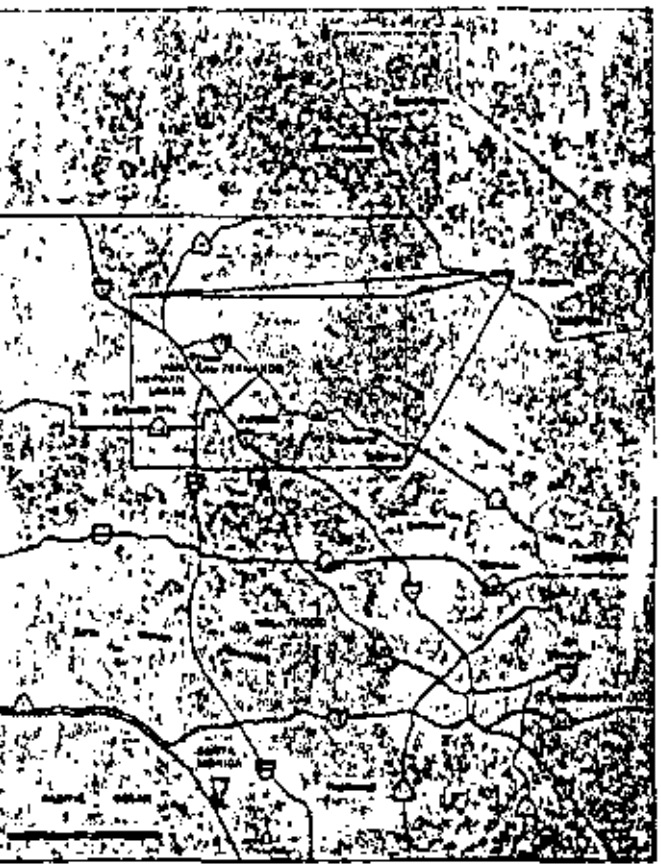


Fig. 1. Earthquake Vicinity Map
General area of maximum earthquake damage to water facilities

Earthquake Damage*

Dams and reservoirs. The partially hydraulic fill dams of the city of Los Angeles, Upper and Lower Van Norman reservoirs (Fig. 2,3), were damaged to such an extent that it was urgent to draw down the lower reservoir level as rapidly as possible and to reduce storage in the upper reservoir.

The water level in Lower Van Norman was drawn down approximately 13½ ft in 3½ days. This was accomplished primarily by making system adjustments to increase outflow to the practical limit of the reservoir outlet works.

This limit was imposed by the capacity of the towers that fed the 72- and 78-in. outlet lines from the reservoir. The tower feeding the 78-in. line collapsed (Fig. 4), and debris temporarily clogged the line. After the debris gradually cleared up, the flow was controlled to limit velocities because of the fear that slides around the stump of the tower would clog it permanently.

The remaining tower began vibrating at flows of about

*A more comprehensive account of the experience of the water systems affected by the earthquake, thoroughly documented and illustrated, will be a part of a report being prepared by the Earthquake Eng. Research Inst., under a grant from the National Oceanic and Atmospheric Administration; this report is hereinafter referred to as the EERI-NOAA report.

100 cfs; it was believed to have been weakened by the earthquake. Therefore, the flow was kept under 400 cfs to prevent possible collapse.

For these reasons, the total maximum rate of dewatering the Lower Van Norman was limited to approximately 700 cfs.

During the dewatering period before the aqueducts were repaired, the water stored in the damaged Lower Van Norman Reservoir made it possible to continue service and maintain fire protection in areas of the San Fernando Valley that have no source of supply other than the aqueducts.

After repair of the aqueducts, trunk lines, and distribution system, normal service to all earthquake-affected areas of the city of Los Angeles was very rapidly restored despite the loss of Lower Van Norman Reservoir, the largest in-city storage unit. This was made possible by the alternate sources of supply available to the city of Los Angeles' water system from MWD's distribution system and the flexibility of its backup facilities. This capability, desirable in any water system, is essential in earthquake-prone areas.

The damage to Lower Van Norman Reservoir dam emphasized the importance of dewatering facilities. It is recognized that enlargement of dewatering facilities for some reservoirs may be desirable. Frequently the feasibility of accomplishing this depends upon the capacity of flood-control facilities outside the control of the water utility into which water may be discharged in an emergency.

The effect of the earthquake on an earth-fill dam recently designed and built according to best current standards indicates that such a dam can sustain major earthquake stresses and survive without structural damage. This conclusion is based on the performance of the Los Angeles water system's Lower Van Norman Bypass Reservoir dam (Fig. 5).

Although it is recognized that this recently completed dam (1970) was stronger at the time of the earthquake than it will be when saturated, it is still significant that it survived with no structural damage whatever and with only limited superficial cracking of the asphalt–concrete lining.

The dam is a homogeneous, well-compacted earth fill, with a height of 90 ft from bedrock to crest, impounding 230 acre-ft of water; the crest is 30 ft wide and the upstream and downstream slopes are 2.5 to 1 and 3.0 to 1, respectively. It is located just a few hundred feet from the heavily damaged, partially hydraulic fill Lower Van Norman dam.

The two most important design elements responsible for the excellent performance of this dam during the ground shaking and uplift were the well-compacted soils of the embankment and the placing of the dam on dense bedrock materials.

The reader is referred to the very extensive section on dams in the EERI–NOAA report[1] for additional information.

Wells. According to the EERI–NOAA report, preliminary investigations indicate that, of the 21 water wells located within the epicentral area, only one or two were severely damaged—that is, in most of these 21 cases, the alignment of the well remained relatively plumb; the casings—double cased or stove pipe—were sound; and

Fig. 2. Upper Van Norman Reservoir, Los Angeles Dept. of Water and Power

Damaged earth fill dam after the earthquake

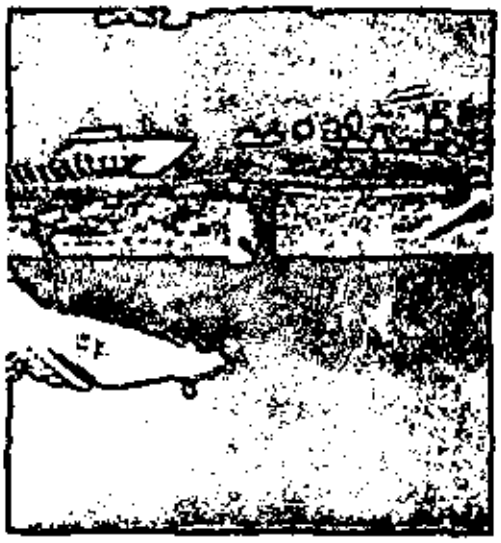


Fig. 3. Lower Van Norman Reservoir, Los Angeles Dept. of Water and Power
Picture taken Feb. 9, 1971, the day of the earthquake

the damage to mountings and motors was such that repairs could be effected in a relatively short time. Two city of Los Angeles wells (Mission wells), though close to the city of San Fernando and in the area of severe earthquake movement, suffered no apparent damage and were immediately activated and used to fill water trucks until the distribution system could be repaired.

The City of San Fernando, however, relying solely on a system of seven wells for supply, was unable to deliver any water from them because the collector system was shattered, reservoirs were damaged, and the reservoir lines and distribution system were broken.

Moreover, most of its wells were contaminated as a result of the earth movements that broke nearby sewer lines, cesspools, and septic tanks. Those sewerage facilities that were unacceptably close to the wells have since been destroyed and filled or moved a safe distance away.

The state health department ordered San Fernando to make several improvements to these 60-yr-old wells, and it was many months before all of them were upgraded to conform with requirements. One of these requirements is that each well be equipped with a gas chlorinator and a chlorine-residual recorder.

During this period, the city of San Fernando was supplied by the Metropolitan Water Dist. of Southern California and by the City of Los Angeles.

It is believed that wells, properly constructed and sealed, and conforming to state health department requirements with regard to distance from sewers and private waste-disposal systems, will not develop these problems and will provide a safe, reliable supply of water. Of course, any well that intersects the shear plane of a fault that moves during an earthquake will be damaged.

The Bureau of San. Eng., California Dept. of Public Health, worked closely with the Army Corps of Engrs. to solve the sanitary problems that resulted from the earthquake's effects on the city of San Fernando's water system.

Kagel Canyon, a community of about 600 people, is served by the Los Angeles County Waterworks District No. 21. This community was supplied by a tank truck when the well supply and storage tanks that serve the Kagel Canyon water system were severely damaged. Service was restored with water supplied through a connection with the city of Los Angeles water system after approximately 75 main and service-connection breaks were repaired. It was several weeks before the wells were back in service because of requirements of the Bureau of San. Eng., Dept. of Public Health. To this date, only two of the tanks have been restored to service, and the district is operating with limited storage.

The community of Newhall also temporarily went without water due to the interruption of its well supply. This community has less than 2 mil gal of surface-tank storage.

The water-supply problems that faced these communities were compounded by a three-day outage of their well power supplies. Immediate assessment of well damage was not possible without power.

The main lesson to be learned from the experience of the city of San Fernando and other small communities is that a system relying primarily on wells, with few or no interconnections to other sources of supply and with limited surface storage, will be vulnerable.

Learning its lesson, on Nov. 2, 1971, the City of San Fernando became the 27th member agency of the Metropolitan Water Dist. of Southern California when voters, in a special election, approved the move overwhelmingly. The facilities had been built prior to the election and were operating.

Water treatment plants. The Joseph Jensen Filtration Plant of the Metropolitan Water Dist., located in the Sylmar area near the intersection of Balboa Blvd. and the Golden State Freeway (Fig. 6), was about 85 per cent complete on the day of the earthquake. Damage to portions of the plant was extensive, particularly in the area of the finished water reservoir and part of the effluent conduit (Fig. 7). A major landslide occurred in the fill area on the southeast portion of the site: a pressure ridge developed along a length of 1,000 ft to the southeast of the main control building, and several sand boils were observed in the vicinity of the pressure ridge. Most of the exposed and buried structures in the northeast area of the site moved easterly about ½–1 ft, causing many expansion joints to open.

The south area of the site contained several major structures, which were damaged severely. They were the finished water reservoir, effluent conduit, overflow conduit, and the Bee Canyon storm drain.

The finished water reservoir is an underground con-

Fig. 4. Lower Van Norman Reservoir, Los Angeles Dept. of Water and Power
Fallen east tower several weeks after the earthquake

crete structure 520×480×35 ft deep (Fig. 8) and has a concrete roof supported by reinforced-concrete columns 20 ft on-center each way. The concrete roof was covered with earth fill to a maximum depth of 8 ft, and about two thirds of this fill was in place. An analysis of the damage to the reservoir indicates that the roof slab failed in shear due to the inertial forces induced by the acceleration of the earthquake on the weight of the earth fill plus the weight of the roof itself. The west wall of the reservoir failed in bending, caused by the forces transmitted to the top of the wall by the movement of the roof. There was also some failure in the east wall from bending. Many of the supporting columns were damaged due to bending.

The entire plant, with the exception of the finished water reservoirs, is expected to be ready for operation (to process and deliver water) in the spring of 1972. Prior to the earthquake, the plant had been scheduled for operation in late 1971 or early 1972—depending on the scheduled arrival of state water for operation of the plant. The treated water will be bypassed around the reservoir until such time as the reservoir is repaired or replaced.

Bypass. The Jensen treatment plant was not designed to bypass raw water from the inlet line to the outlet line. Had the plant been in service at the time of the earthquake, the damaged inlet pipeline could have been restored to service within a short time. Without a raw-water bypass the flow of water around the plant would not have been possible.

For treatment-plant facilities in the East Bay Munic. Utility Dist. (EBMUD), the State Dept. of Public Health has approved raw-water bypass installations under conditions that the following measures be taken:

1. Valves on each side of the connecting pipe section
2. Removable plate on a 6-in. saddle nozzle kept in plant office until bypass connection is needed; plate to have an odd-size bolt spacing so that the closure cannot be made with a common plate
3. Means to chlorinate bypassed water—EBMUD has either installed a separate chlorinator or extended a solution line from existing plant chlorinators
4. Bypass connection in a well-drained pit
5. State notification when bypass used

Fig. 5. Van Norman Bypass Reservoir, Los Angeles Dept. of Water and Power
Modern 90-ft-high dam survived earthquake without damage

Fig. 6. Aerial View, Joseph Jensen Filtration Plant, Metropolitan Water Dist. of Southern Calif.

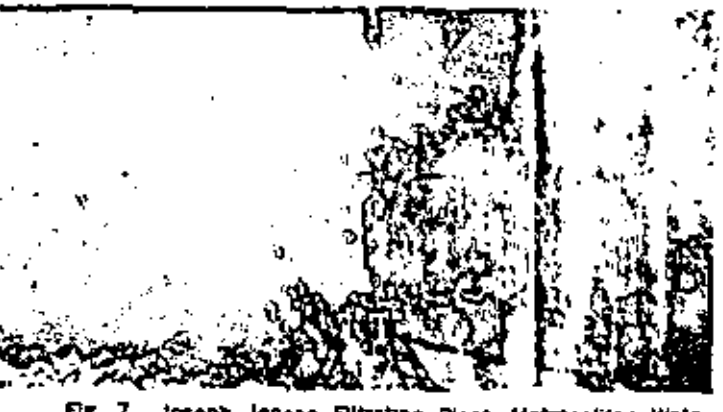


Fig. 7. Joseph Jensen Filtration Plant, Metropolitan Water Dist. of Southern California
Radial section of effluent conduit leading to finished water reservoir

It is strongly recommended that all public-water-supply treatment plants have a pipeline bypassing the entire plant. It is essential to have the capability to bypass raw water to make it available for fire-protection purposes. The water can be made safe to drink, if not palatable, with heavy chlorination. In the first few weeks following the earthquake, water with chlorine concentrations of up to 150 ppm was delivered to, and accepted with understanding by the public.

Trunk lines and aqueducts. Eighty per cent of the water supply for the city of Los Angeles enters the city at the north end of the San Fernando Valley in the area where most of the earthquake damage was sustained. From the complex that includes Upper and Lower Van Norman reservoirs (Fig. 9), several major trunk lines fan out to the west, to the east, and to the south. Three of these transmission lines were ruptured in several places. Two of the trunk lines were welded-steel pipelines, and one was a nonpressure, cast-in-place concrete conduit.

One of the welded steel pipelines is the 48-in. Granada trunk line. The first mile or so of this trunk line west of the Van Norman reservoirs is installed in a utility corridor around the Joseph Jensen Filtration Plant. In this corridor, the line sustained twelve failures—nine compression failures of the bell at the welded joint (Fig. 10) and three failures at mechanical couplings. These failures most probably resulted from landslides triggered by the earthquake vibrations. It does not appear feasible to provide sufficient flexibility in the joints with couplings or otherwise to prevent failures due to movements of this magnitude.

The EERI–NOAA report notes that two 30-in. gas lines in the same corridor as the Granada Trunk Line did not sustain damage. The joints of these lines were butt welded, whereas the joints of the Granada trunk line were bell-and-spigot-welded slip joints. According to the report, assuming that both pipelines underwent similar seismic loading, "It appears that the eccentricity of the [bell and spigot welded slip] joint can be highly detrimental."

EERI–NOAA, nevertheless, does not recommend butt-welded joints for major distribution lines because of their high cost and lack of flexibility or deviation during installation. However, it is emphasized that, "The most important factor to keep in mind is that the normal practice of designing to 50 per cent of yield is subject to deeper analysis if there is any longitudinal stress in a welded line with slip joints."

The report also suggests that wider couplings in areas subject to seismic loading may reduce the damage during an earthquake.

Immediately following the earthquake, the Los Angeles (LA) aqueduct system flows were stopped to (1) minimize damage that would be created by the movement of large quantities of water through disrupted facilities, (2) prevent additional water from being placed in the Van Norman Reservoir, and (3) permit investigation and assessment of damage to the aqueduct system.

The first LA aqueduct in this area, constructed prior to 1913, consists primarily of long tunnel reaches, lined

Fig. 8. Joseph Jensen Filtration Plant, Metropolitan Water Dist. of Southern California
Finished water reservoir after the earthquake

with unreinforced concrete, connected by aboveground riveted-steel pipes in canyon crossings. Inspection of the tunnels revealed no severe damage, but hundreds of new fractures were found ranging from hairline cracks up to ¼-in. separations. Leaks developed at the transition points from tunnel sections to canyon crossings because pier-supported pipelines reacted to the earthquake movements quite differently than the adjacent tunnel sections.

Damage was extensive to the aboveground stretch of 76-in.-diameter welded-steel Saugus pipeline (second LA aqueduct) on the north slope of Terminal Hill, just north of the Van Norman complex. The pipe, reacting to slide movement triggered by the earthquake, pulled apart at both mechanical couplings on top of the hill (Fig. 11), suffered a compression failure at midslope near the toe of the slide (Fig. 12), and all the support piers and anchor blocks were displaced along the slide area. North of Terminal Hill, two additional mechanical couplings were separated, and one welded joint pulled apart. The floats in several air valves were also damaged.

At the time of the earthquake, water was conveyed from the aqueduct's terminals into the Van Norman reservoir complex through an aboveground 96-in.-diameter riveted-steel pipe (power penstock) or through an unreinforced concrete-lined open channel.

The penstock was subjected to heavy movement by the quake, which displaced the supporting piers both vertically and horizontally up to 2-ft in many locations. Reinforced-concrete anchor blocks were shattered (Fig. 13) as the pipe elongated at two expansion joints approximately 1 ft at each location. Several dozen rivets were sheared off or loosened as stiffer rings were brought into contact with adjacent piers by the force of the axial movement.

The 1½-mi-long channel received extensive damage to its lining (Fig. 14). The earth channel beneath the lining heaved and was displaced, causing lining damage that exceeded simple patching repair. A new 3-in. lining reinforced with wire mats was pressure-sprayed in place.

Design. For agencies responsible for the design of aqueducts or large transmission lines, it is recommend d that

- In all cases, appropriate reinforcing steel be used in tunnel lining and steel mats be used in channel lining to reduce the amount of fracturing that can occur
- At transitions from buried structures to aboveground large pipelines, the pipe be imbedded a minimum of half the diameter into a well-reinforced concrete anchor block with an adequate shear ring welded to the pipe to prevent axial movement
- In earthquake-prone areas, where alternative designs for a new water conveyance facility are being considered, the alternative that calls for underground installation be heavily favored, assuming other factors are equal or quite similar; aboveground installation especially to be avoided, if possible, where the pipeline will climb a steep hill

Small storage reservoirs. Storage reservoirs in the area were of two types: steel tanks and small concrete reservoirs. Almost all of the steel tanks reviewed in the EERI-NOAA report sustained some buckling of the steel plates.

The damage sustained by the Sesnon tank of the LA water system and the Washwater tank (Fig. 15) of the Metropolitan Water Dist. Joseph Jensen Filtration Plant are examples of buckled steel plates.

Despite the forces that rocked the Jensen plant tank on its concrete footing, it did not develop any leaks. This tank was founded on firm cut.

The Sesnon tank sustained more severe damage, including a doughnut-like wrinkle (Fig. 16) in the steel plate, about 24 ft from the bottom along 150 deg of its circumference, and breaks in its outlet valves and piping that let the water in the tank run out. These failures are partially attributed to settlements due to the inadequately densified fill on which the tank was founded.

It is interesting to note that the assumptions made in the design of the Sesnon tank included the dynamic effects of sloshing water and a 0.2-g horizontal acceleration factor. The AWWA standard for steel tanks (AWWA D100-67), recommends a 0.1-g horizontal acceleration factor and does not include consideration of the dynamic effects of water moving in the tank.

There also was damage to buried or partially buried concrete reservoirs—Maclay Reservoir (Fig. 17) in the LA water system and reservoirs 1 and 2 in the city of San Fernando's system. The forces on this type of structure and the responses are substantially different from those on structures resting on the surface. At this time no conclusions or recommendations with respect to the better type of structure have been developed.

It is clear, however, that wherever possible, water-storage tanks should be constructed on dense foundation materials.

A great deal of information is being gathered related to the performance of water tanks during the Feb. 1971 earthquake, and much information is available from the Alaskan earthquake of 1964. It is recommended that a group be formed composed of engineers from the large agencies in the state—including, in California, the LA Dept. of Water and Power, Metropolitan Water Dist. of Southern California, Army Corps of Engrs. and EBMUD—to study this mass of material and to work together to produce a tank design manual for the use of the waterworks industry.

Ways and means should be explored to permit able men from these agencies to take sabbaticals in order to work full time on this project.

It will also be necessary to obtain the services of university scholars expert in the theoretical dynamics of structures to advise the group.

If these recommendations are to be implemented, one of the agencies must take the lead in initiating the project.

Pumping stations. Pumping plants survived the earthquake with very little structural damage. However, leaks in suction and discharge lines did cause temporary stoppage of some stations until repairs could be made. Wherever adequate flexible couplings were installed between the suction and discharge lines or the stationary pumping equipment, the pumping equipment continued to operate satisfactorily. Loss of power supply caused outages for up to two days in some cases in spite of redundant power supplies to pumping stations.

Distribution system damage. The heaviest damage to the distribution systems was concentrated in the Sylmar area of the San Fernando Valley, portions of which are in

Fig. 9. Van Norman Reservoir Complex, Los Angeles Dept. of Water and Power

Terminus of city of Los Angeles aqueduct system—north end of San Fernando Valley

Fig. 10. Granada Trunk Line, Los Angeles Dept. of Water and Power

48-in.-diameter welded steel pipe installed in fill in utility corridor around Jensen Filtration plant—compression failure of bell.

the cities of Los Angeles and San Fernando (Fig. 18). The damage was so complete that main and service repairs were required on a block-to-block basis.

The LA water system, using its own forces, immediately began a systematic schedule of permanent repairs to its system. Repairs were made a block or two at a time. The repaired mains were isolated with shutoff valves, filled with water, tested for leaks, and further repaired as necessary; the crews then moved on to the next block. In order to utilize its forces more efficiently, the LA water system established a command post and temporary construction headquarters (Fig. 19) in the area in which it was working.

Although the city of San Fernando did much to help itself—for example, by setting up portable toilets and barricades and deploying tank trucks of drinking water in the area—it did not have the capability to cope with the massive damage to its distribution and supply systems. Consequently, two days after the earthquake, the city council passed a resolution in accordance with Office of Emergency Preparedness procedures requesting federal assistance.

The OEP called in the Army Corps of Engrs to assess the damage and restore service in the extreme northern section of the city, which had sustained the most severe damage. The corps arranged with contractors for the installation of a temporary aboveground water system. The system consisted of mains, hydrants, and garden-hose bib outlets at each house for domestic use, and 2½-in. outlets at 250-ft intervals for fire protection (Fig. 20–22). This system was supplied from a city of San Fernando reservoir that was quickly repaired and filled from a previously existing 6-in. fire-service connection to the LA water system.

There was one unavoidable problem that developed following placement into service of the system. Contamination of the ground water occurred from wastewater dumped into the sewers before they were repaired. The Corps of Engrs. felt there was no good alternative, because it would take too long to repair the sewer system fully; therefore, only those major repairs were made that permitted the sewage system to operate despite many leaks.

Months after the earthquake, when the wells were placed back into service, the danger of contamination was taken into account by chlorinating the well water. Except for one well, the well-water supply had not been chlorinated prior to the earthquake.

It is recommended that in similar circumstances at least the sewers close to the wells be fully repaired.

In order to restore service to the rest of the city of San Fernando, permission was obtained from the Calleguas and Las Virgenes water districts to install a temporary connection to their large pipeline, which extends close to the San Fernando's southerly boundary. Crews from the Metropolitan Water Dist. of Southern California made a temporary connection to the Calleguas conduit, which they extended by way of a 6-in. pipeline running several

Fig. 13. 96-in. Riveted Steel Penstock, Los Angeles Dept. of Water and Power

Shattered anchor block due to axial movement of pipe

Fig. 14. Los Angeles Aqueduct Open Channel, Los Angeles Dept. of Water and Power

Badly fractured lining

Fig. 11. Terminus of Saugus Pipeline—Los Angeles Dept. of Water and Power
Aerial view of Terminal Hill—top of north slope in foreground, south slope at top of photo

Fig. 12. Saugus Pipeline, Los Angeles Dept. of Water and Power
Saugus pipeline, north slope of Terminal Hill—compression failure

hundred feet to a specially fabricated outlet manifold that would accommodate several fire hoses. Over 4,000 ft of fire hose was then acquired from the City of Los Angeles and connected from the multiple-outlet manifold to fire hydrants in the adjacent area.

In the meantime, the cities of Pasadena and Burbank had provided crews to turn off about 5,000 house connections throughout the city of San Fernando and to repair reservoirs and broken water mains in the northern sector of the city. In cooperation with crews from neighboring cities, additional areas in the city were repaired and pressurized. By Tuesday, Feb. 16, approximately 50 per cent of the city of San Fernando was being served from the Calleguas conduit and another 30 per cent was being served with water from the connection to the LA Dept. of Water and Power system.

Although the state of California has a mutual-aid law and a disaster organization, the aid to the city of San Fernando by the neighboring cities of Arcadia, Burbank, Long Beach, Los Angeles, and Pasadena and by the Metropolitan Water Dist. of Southern California and the Crescenta Valley County Water Dist. was extended outside the framework and formalities of the mutual-aid act. Reimbursement for this aid is being made to these cities and agencies by the federal government under the provisions of the Disaster Relief Act of 1970 (Public Law 91–606).

Mains. The distribution mains in the area included welded steel pipe, riveted steel pipe, cast-iron pipe, and concrete cylinder pipe. There was no ductile-iron or plastic pipe in the area, and only a small amount of asbestos-cement pipe, which suffered extensive crushing failure.

Most of the failures were at the joints and resulted most frequently from horizontal motion of the ground that developed tension, pulling the welded and caulked joints apart. Some of the joint failures resulted from compressive action of the spigot within the bell.

A very prevalent failure in uncoated-steel water mains took the form of small holes created by pressure surges on pipe walls weakened by corrosion and earthquake movement. In some instances, larger holes (blowouts) were formed. Occasionally, leaks developed at locations where pipe-repair clamps had previously been installed.

The most prevalent failure of cast-iron pipe was in the form of circumferential cracks. In some cases, the cast-iron mains were actually shattered. There were also cases of split bells and stripped threads and cracks at the service taps. A frequent type of failure resulted when the earthquake motion loosened the caulking material at the joint, with consequent blowout of the joint by the main's pressure. Lead-caulked and rubber-gasketed joints on cast-iron water mains survived the earthquake movements much better than did the cement-caulked joints.

Twelve hundred feet of 18-in. concrete–steel-cylinder pipe required replacement. Most of this damaged pipe was in the area of intense ground disturbance and surface ruptures. The failures were primarily compression and bending failures at the joints.

Fig. 15. Joseph Jensen Filtration Plant, Metropolitan Water Dist. of South California
Washwater tank, south side

Fig. 16. Sesnon Tank, Los Angeles Dept. of Water and Power

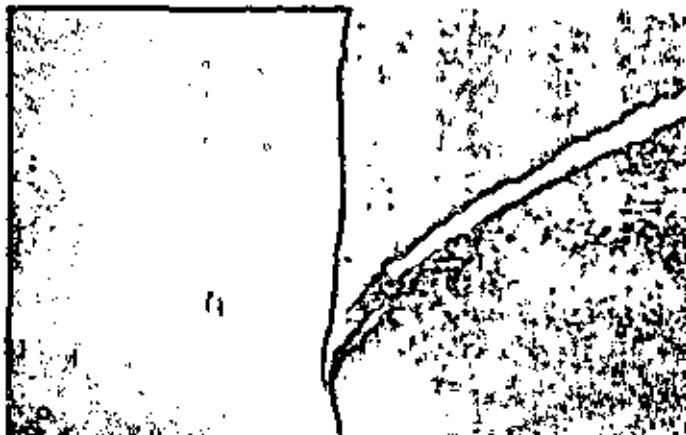


Fig. 17. Maclay Reservoir, Los Angeles Dept. of Water and Power
Wood roof collapsed; also major damage to concrete sides and bottom

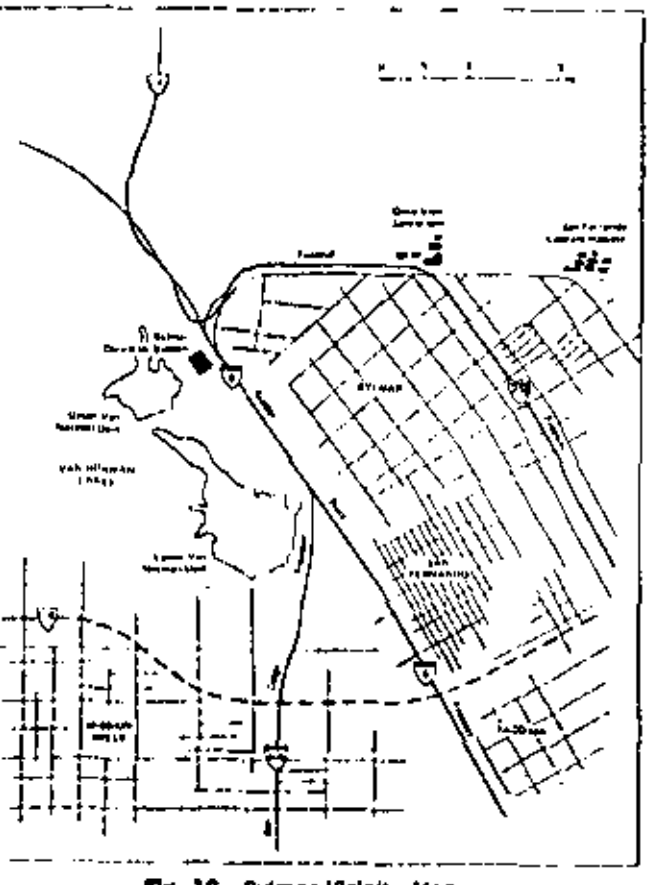


Fig. 18. Sylmar Vicinity Map
The Sylmar community within the cities of Los Angeles and San Fernando suffered the greatest damage

Services. The services in the area were primarily of copper, with a limited number being galvanized or cast iron.

The most common type of damage to copper domestic services was in the form of broken corporation valves, broken ball-and-socket elbows, and broken curb valves. Other forms of damage to copper services were broken meter-connection brass, broken service clamps, pulled joints, meter-connection brass sheared from curb valves, corporation valves pulled from the main, and broken copper tubing.

Galvanized services sustained damage most frequently in the form of broken elbows, couplings, and pipe. Damage to cast-iron services was generally confined to cracks on the cast-iron pipe lateral. Ruptured copper service joints were usually repaired with couplings. As for the case of distribution mains and, for that matter, trunk lines, a very desirable feature in services is as much flexibility as possible. The damage to service lines that resulted from earthquake movements is primarily due to the rigidity of the parts and connections.

Service mains are usually installed on one side of the center line of the street, resulting in long and short service lines. Outside the area of large ground displacements, there were fewer service failures on the long side than on the short side. It seems reasonable to conclude that this is due to the greater flexibility of the long-side service.

Although the record of repairs indicates that copper services survived more successfully than cast-iron and galvanized iron, service failures were primarily in or at fittings at the main or the meter.

It appears that the flexibility of the service-line material was not a significant factor in service failures—copper, cast iron, or plastic (if there is any) will all fare the same.

Meters. Damage to water meters consisted of broken or bent meter spuds (Fig. 23); separation of the meter casing, resulting from sheared connection bolts; blown gaskets; frozen meter gears resulting from casing distortions; and sand-clogged meters (Fig. 24).

Chlorination. In the city of Los Angeles, the danger of polluting the distribution system from the great number of breaks in sewer lines, cesspools, and gas lines mitigated the use of the normal repair methods of flushing, chlorinating, flushing again, and, finally refilling.

Instead, a block-by-block method of repairing and pressurizing at lower levels and gradually forcing water to higher levels reduced the possibility of contaminated flows entering the water distribution system. To insure complete disinfection, as the repaired distribution systems were placed back into service, the first water was chlorinated with doses as high as 150 ppm (normal dosage is about 1 ppm). These initial high dosages were very rapidly reduced, but in some cases, to insure that the sanitary quality of the water was maintained, the chlorine level remained as high as 50 ppm for several days.

Trailer-mounted portable chlorinators were utilized to inject these high chlorine doses into the system (Fig. 25, 26). These units were also used as standbys in case operating water at a chlorination station was lost.

A LA water system program of chaining down all 1-ton chlorine cylinders, completed just prior to the earthquake, proved very effective in preventing broken connectors and chlorine leaks (Fig. 27).

Observations About Distribution Systems

• Looking at a material's performance, it is obvious that the earthquake forces were of such magnitude that no presently known material, design, or construction could have withstood them.

• There is considerable evidence that flexible joints survive better than rigid ones. The greatest number of joint failures, in both steel and cast-iron mains, was in cement-caulked joints; and O-ring-gasketed steel pipe survived better than steel pipe with welded joints. This is not to say that O-ring joints did not fail. At least three such joint failures were reported for the city of Los Angeles' Granada trunk line—48-in. modified prestressed pipe.

• As expected, strong correlation is found between zones of tectonic ruptures (zones of large vertical displacements—one to 6 ft in some areas) and the concentration of main breaks and shattered mains. There is no correlation between main failures and size—damaged pipe sizes ranged from 4-in. distribution mains to large transmission mains. Also, there appears to be no correlation between main damage and the age of the main.

• Water-utility personnel should consider that there are many reasons for selecting water-utility materials and equipment, other than how they will withstand an earthquake. These reasons may constitute a continuing requirement on the material, whereas the earthquake may happen only once or never.

• The value of a system of strategically placed water-utility valves was demonstrated for shutoff and isolation of sections of the distribution system during repairs.

Fire-Protection Problems and Use of Pumpers

Knowledge of the fires that raged uncontrolled in San Francisco following the 1906 earthquake and the disastrous fires that burned thousands of people to death in Tokyo following the 1923 earthquake was ever present in the minds of fire and water-utility authorities.

The Los Angeles Fire Dept. reported 128 fires on Feb. 9, two of which were greater alarm fires. The department responded to 436 fire calls, whereas 73 would be the normal average.

The city of San Fernando was fortunate in that no major fires broke out during the days when it was without water. On Feb. 9, a fire resulted from a broken gas main, and though it was spectacular, it was not a major problem. It was allowed to burn out, and the surrounding area was protected with the water in the mains still draining from the reservoirs. Had fires broken out in succeeding days when no water was available, the situation could have been very serious indeed.

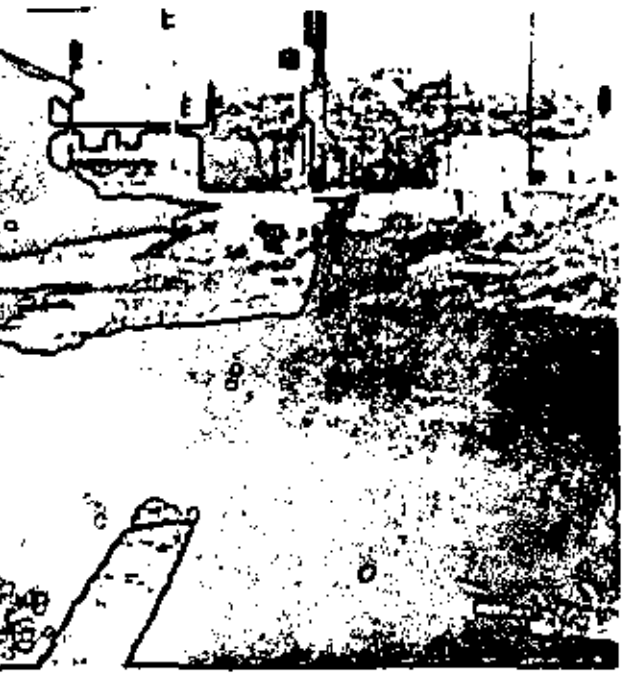
In the city of Los Angeles, some of the high-elevation distribution systems were without water because of breaks in the trunk lines, whereas lower elevation systems had water. As a temporary measure, Los Angeles Fire Dept. pumpers were used to restore water to these systems for fire protection and domestic water supply. Approximately twenty pumpers were used in this operation. Locations were selected where a wet system was contiguous to a dry one and where hydrants in each system were closed to each other. The pumpers then took suction from the wet system through regular fire hose and transferred water to the dry system, maintaining a pressure

Fig. 19. Los Angeles Water System Sylmar Command Post

Bus in background was used as map room and office

Fig. 20. City of San Fernando Temporary Aboveground Water System Installed by US Army Corps of Engrs.—Emergency Pipe and Trenching

Photo courtesy US Army Corps of Engrs.



21. City of San Fernando Temporary Aboveground Water ent Installed by US Army Corps of Engrs.—Garden-House Outlet

Photo courtesy US Army Corps of Engrs.

22. City of San Fernando Temporary Aboveground Water tem Installed by US Army Corps of Engrs.—2½-in. Outlet

Photo courtesy US Army Corps of Engrs.

specified by Los Angeles water control engineers (Fig. 28).

In the city of San Fernando, after about two days, construction water-tank trucks were stationed at each fire house to provide the units at least some fire fighting capability.

Drinking-Water Tank Trucks

A few areas in the city of Los Angeles and most in the city of San Fernando had no normal water supply for several days. These sections were not in the evaluation area, and most residents chose to remain in their homes.

To supply these residents with drinking water, both the cities of Los Angeles and San Fernando assembled and deployed approximately 75 tank trucks throughout the area. Some of these trucks were rented, and some of them were obtained on loan from brewing, soft-drink, and filtered-water companies. In addition to the 75, the National Guard furnished 35 small two-wheel tank trailers to schools in the area. Preparation of the trucks included tank sterilization, water chlorination, and equipping the trucks with manifolds that had hose-bib outlets for the drawing of water (Fig. 29). These manifolds were quickly assembled out of pipe fittings and welded into place.

A chlorination program, under the supervision of sanitary engineers, to dose each tank load of water at the control water point was an additional safety factor in the distribution of the emergency supply.

Acquisition of these tank trucks in a large metropolitan area is not a serious problem. They can be rented (as Los Angeles did) from contractors or borrowed from private enterprise in the area. However, in water systems outside heavily populated urban areas, acquisition of tank trucks on short notice could be difficult, and, at the very least, some list of possible sources of these trucks should be prepared in advance.

Small two-wheel tank trailers (500-gal capacity) may be available through the National Guard. Use of them as stationary water points serviced by large mobile tankers could be an effective system. In all cases, proper sanitary controls should be established and observed.

Public Relations and Communications

Two major consequences of earthquake damage to the

Fig. 23. Broken Spud and Sand Invested Meter, Los Angeles Dept. of Water and Power

Fig. 24. Sand-Clogged Meters, Los Angeles

water systems added to the disruption of the public life in the northern part of the San Fernando Valley and created special problems in public relations and communications.

First, though the dam of Lower Van Norman Reservoir did not fail, it sustained damage. A populated area containing about 30,000 residents below the dam was threatened by possible strong aftershocks. To assure the safety of these people, the chief engineer of water utility (city of Los Angeles) recommended to the chief of police that the area be evacuated. The police department, acting on this recommendation, and pursuant to their authority, ordered and efficiently completed the evacuation by the afternoon of Feb. 9.

The evaluation understandably produced considerable inconvenience to the residents and businessmen of the area, and after a day or two public pressure mounted to have it terminated at the earliest possible moment. On Feb. 12, 1971, Mayor Yorty of the city of Los Angeles announced the lifting of the evacuation order effective at 4 PM; it had lasted approximately 77 hr. Mayor Yorty's announcement followed a meeting with Los Angeles' chief water works engr. Robert V. Phillips, his staff, and board of consultants, including seismologist Dr. Charles F. Richter. Mr. Phillips' judgment, backed by expert opinion, was that, with the reservoir water level down 13½ ft, the Van Norman dam would safely hold through possible earthquake aftershocks.

Second, certain neighborhoods were out of water, some of them for as long as ten days. To supply the residents with drinking water, the cities of Los Angeles and San Fernando rented and borrowed—in addition to using their own—tank trucks as previously discussed.

The evaluation and the water outages gave rise to many public inquiries seeking answers to the questions: "Are we in the evacuation area?" "When will the evacuation end?" "Where are the tank trucks of drinking water located?" "When will water service be restored to my home?" and—as the repaired distribution system was returned to service with heavily chlorinated, highly turbid water—"Is this awful looking water fit to drink?"

This massive and continuous volume of public inquiries was handled in various ways. The water system sent members of the engineering staff to two LA Police Dept. communication centers (one of them at the downtown headquarters and the other at a temporary command post in the disaster area) to provide liaison with the water system and to help respond to public inquiries received there.

The bulk of inquiries from public officials and the news media was handled by the office of the chief engineer of waterworks, LA Dept. of Water and Power. Water system personnel manned this office around the clock. The office of the director of the LA Dept. of Water and Power, Public Relations Div., received the bulk of the calls from the news media as well as numerous public inquiries.

There were other information centers, in addition to three information cited. The public telephone company books list under "Los Angeles Water and Power" a number to use for trouble calls in the San Fernando Valley and also list the main-office phone number. However, personnel at these stations and trouble boards were swamped with calls; moreover, they could not be kept sufficiently informed to deal properly with the questions they were asked. In desperation, many of the public calls were transferred to operating and engineering groups within the water system for handling. This imposed a heavy burden on personnel who were occupied with efforts to cope with the emergency.

In general, the efforts to keep these various information centers fully informed were not entirely successful. Communication lines with field and office personnel were busy at all times in the conduct of business related to field activities, and it was difficult to get regular reports on status of repairs in order to estimate when service might be restored.

The LA Dept. of Water and Power evaluated the safety and quality of the water for the city—particularly its high turbidity—as soon as possible and discussed the evaluation with county and state health agencies. Both agencies concurred in the department's conclusion that the water was safe for drinking, and the department issued a news release assuring the public. To avoid public confusion on this sensitive subject, it was agreed to by the health agencies that *only* the department would issue water quality news releases (in the city of Los Angeles).

In the city of San Fernando, the question of water-

Dept. of Water and Power

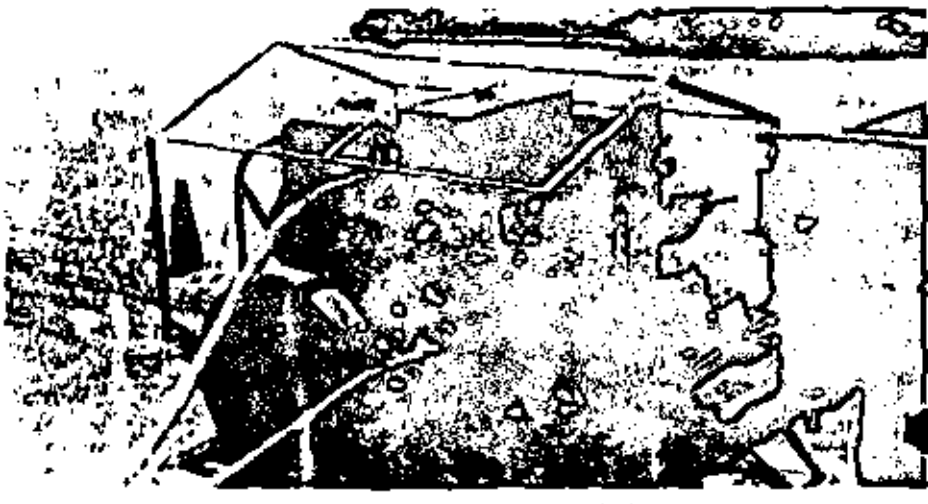


Fig. 25. Portable Chlorination Units, Los Angeles Dept. of Water and Power

ality news releases was no problem, because for several ys no piped water was available, turbid or other.

Recommendations. One of the key problems of public lations during a disaster situation is to find an effective y of replying to questions from the public and news edia as promptly, accurately, and consistently as pos- le in the face of the difficulties previously outlined.

It is recommended that

- Public agencies work out, in advance, procedures th news-media organizations for regular and frequent tus reports to the public. These reports should discour- e nonessential public inquiries to the agencies involved.
- Public agencies should make sure that the telephone mpany book lists for their offices numbers with appro- iate headings that the public can call during an emer- ncy—not just a main office number—and plan to have ese telephone stations adequately staffed and informed.
- The utilities and the public-health agencies involved ordinate and counsel with one another and, based on erall conditions, mutually agree on which *single* agency ll issue water-quality news statements.

ernal Communications

Keep in mind that in the first critical hours of an ergency, communications between management and ld personnel may be difficult to establish or nonexist- t. To cope with this problem, there should be as much centralization of authority within the organization as ssible to insure that, at least, the initial measures in sponse to the emergency can take place with minimum idance from the top.

Preparations and instructions should be made and giv- in advance to minimize communication traffic on tele- one and mobile-radio-unit networks. This can be ac- mplished in a number of ways:

- Employees should be instructed that, in an emer- ncy, in the absence of other orders they should report their work location.
- Individuals in the organization who bear responsi- ity at different levels should have available a simple ndbook to guide them in the first few hours of the ergency. At the very minimum, the handbook should ntain a list of key personnel with their business and me phone numbers; the phone numbers of the police, c, and health departments; highway patrol; and local d state civil defense offices.

It is also recommended that

- Local agencies determine the areawide communica- n networks available for use during an emergency ch as those maintained by the County of Los Angeles d by the US Corps of Engrs.—Los Angeles district.
- Any radio unit in the system have the capabilities communicate with any other unit in the system; fre- ently, in organizations that extend over a large area, s is not the case.

Telemetering and remote control. A very important ment of the internal communications capability of an anziation is its telemetering and remote-control facili- . Most of the telemetering facilities that the Los Ange- water system had were very useful during the earth- ake emergency. The system adjustments that were de to increase outflow from the damaged Lower Van Norman Reservoir to lower the water level as rapidly as possible were facilitated by the telemetered flow data available to water-control engineers at DWP's general office building in Los Angeles.

Unfortunately, telemetering of the key flows—in the 72- and 78-in. outlet lines from the reservoir—had not been provided, and this information, so essential to the water-control engineers, had to be obtained at the reservoir by field personnel and telephoned to the control center. Other key system functions—major trunkline flows, station inflows and pressures, and water-surface elevations at major storage facilities—also had to be monitored in the field and called in to the control center. In addition to this, important system adjustments had to be performed at the facility site by water system personnel.

There are many advantages in having personnel on the spot to operate valves—if necessary, manually—and to take action if malfunctions develop. Yet during a disaster, such as an earthquake, when roads may be impassable, it is a good investment to have a remote backup capability to monitor or control facilities that are critical water-system elements. However, it is risky to rely entirely on remote operation since power outages may disable telemetering and remote-control facilities. For example, two valves with remote operation capability—the Maclay High Line radial gate and the Chatsworth High Line needle valve—lost that capability for hours because of earthquake-triggered power outages.

In light of its experience, the Los Angeles water system is accelerating and expanding the installation of telemetering and supervisory equipment at several key facilities.

Federal Disaster Relief Procedures

The following is the minimum information on federal disaster relief procedures that water-utility officials should be familiar with.

Federal disaster relief assistance is available under the provisions of Public Law 99, Army Regulation 500–60, and Public Law 91–606.

The provisions of Public Law 99 authorize the Army Corps of Engrs. to aid communities sustaining flood damage or that are threatened by impending floods. Army Regulation 500-60 empowers commanders of all US Army forces to act to save human life, prevent human suffering, and mitigate major property damage or destruction. The important point to remember about these two laws is that federal government agencies can act without waiting for a formal request for aid from affected local governments. However, it is important for public officials to know who to contact to initiate federal aid under these two laws. Normally, this can be done through the Civil Defense Agency of the office of the Governor of the state.

Public Law 91-606 (The Disaster Relief Act of 1970) authorizes federal assistance to local-government bodies in disaster situations under specified circumstances. It is important for local-government officials to be familiar with the initial steps that must be taken by them to expedite the start of federal assistance. This information is contained in the government publication, "Federal Disaster Assistance Programs—Office of Emergency Preparedness Circular 4000.5c, February, 1971." What follows is a brief summary of the most important steps to

ake in compliance with this circular.

Before the provisions of Public Law 91–606 can take effect, the area needing assistance must be declared a major disaster area by the US president. The request for such a declaration is made to the president by the governor of the state and must be endorsed by the federal director of the Office of Emergency Preparedness in the state. After the president has declared a major disaster area, a federal-state disaster-assistance agreement is prepared by the Federal Office of Emergency Preparedness and is authenticated when signed by the governor of the state and the regional director of the OEP. The agreement provides the terms and conditions under which federal assistance will be provided and names a state coordinating officer.

The important point in the application of federal assistance under PL 91–606 is that the federal government work through the office of the governor and not through the local agencies that will receive the aid. It is essential that local officials have liaison with the agency in the governor's office, which is responsible for the coordination of disaster-relief assistance programs and familiar with their procedures.

California Mutual-Aid Plans

The State plan. The California Emergency Plan provides for the signing of a "Master Mutual Aid Agreement" between the State of California, its various departments and agencies, and various political subdivisions, municipal corporations, and other public agencies of the state. This argeement stipualtes that

1. Each party shall develop a plan providing for effective mobilization of its resources and facilities to cope with any type of disaster.
2. Each party agrees to furnish resources and facilities to every other party to this agreement in accordance with duly adopted mutual-aid operation plans.
3. ". . . mutual aid extended under this agreement . . . shall be without reimbursement." This does not preclude reimbursement through other contractual devices.

A department, agency or political subdivision must be a signatory to the "Master Mutual Aid Agreement" in order to qualify for state disaster relief funds.

The Utilities plan. The "Utilities Service Emergency Operations Plan" of the State Office of Emergency Services, developed through planning committees of the utilities "Joint Venture for Emergency Action" is a plan whereby the gas, electric, and water utilities of California, both publicly and privately owned, agree to help one another during emergencies to the limit of their abilities.

1. It is a voluntary plan that is, in essence, a restatement of a long-standing tradition of mutual aid in the utility industry, with provisions for duty assignments among experienced utilities personnel.
2. It provides that the utilities will continue to operate their facilities during an emergency and that appeals for help will be made to other utilities. When these sources are exhausted, appeals for help will be made to governmental agencies. Operations are thus assured through experienced utility personnel.

Possible Contention. Many questions arise in administering a mutual-aid agreement regarding compensation

Fig. 26. Portable Chlorinating Units, Los Angeles Dept. of Water and Power

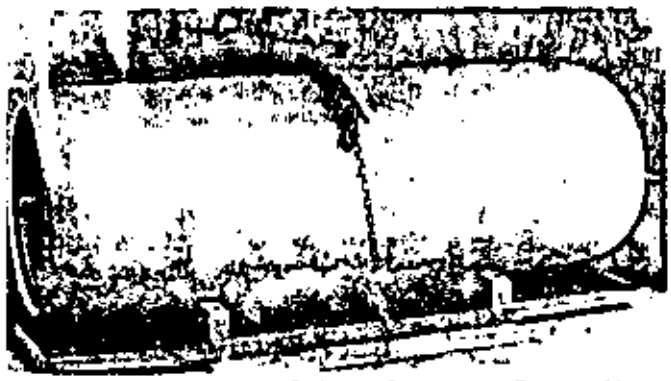


Fig. 27. One-ton Chlorine Cylinder Chained to Prevent Movement—Los Angeles Dept. of Water and Power

Fig. 28. Water Being Transferred From Wet to Dry Parts of the Los Angeles System With Aid of Fire Department Pumpers —Los Angeles Dept. of Water and Power

Fig. 29. Drinking-Water-Tank Trucks Stationed in Areas That Were Out of Water

or aid received and the basis for billing for services endered, also, there may be questions relating to responbilities for injury or death, or damage to property (eiher public or private).

The major utilities of California have supplementary greements, variously referred to as pooling or interconection agreements, that spell out the terms of compensaion for services or commodities received. In general, nany smaller utilities have no such agreements—articularly the small, isolated water utilities.

Anticipating need. It is important to anticipate what ype of aid may be given or received—such as materials pipe, wire, valves); manpower (workers and supervilors); first aid (transportation, medicines, drugs, beds, lankets). (It is also important to anticipate responsibilies for personal injuries or damage to property).

When the exchange of values (e.g., labor, material, quipment, and water) occurs between publicly owned gencies, and the emergency is one that is recognized by n appropriate declaration of a state of emergency on the art of the president, the governor, or the county or city dministrative officer, public funds are often available for elief within the framework of existing laws.

In addition to providing an organization with specific eople to perform assigned tasks and collect and dissemiate disaster operational guidance, the Utilities Div. at he California Office of Emergency Services acts as a coordinating agency in times of emergency. Unfortunatey, it cannot, within its limited financial and operational framework, encompass all of the intimate relationships utlined in the foregoing paragraphs.

Since disasters strike without warning, it is necessary or neighboring utilities who might be called upon to help one another in times of disaster to meet with one another n order to get acquainted, exchange ideas on possible needs and risks, and exchange assurances of rapid help by a letter of intent.

In the exchange of agreements or assurances, the basic act should be recognized that time is of the essence, and nmediate action should be possible without having to sk the mayor or city manager, or the board of supervisors, what authorities exist for action.

Plan Bulldozer. Public-utility managers should also be familiar with a program for disaster relief that has been developed by the construction industry through the Associated General Contractors of America. "Plan Bulldozer" is designed to make available to public agencies heavy construction and equipment manned and ready to operate at a disaster site. Unfortunately, the benefits of this plan are not available to private or mutual water utilities.

Summary

The capability of a water system to cope with widespread damage to its facilities and disruption of its service following a disaster requires more than a precisely defined and written plan; it requires certain elements of preparedness so that the organization can react effectively and almost automatically to make the critical first operational moves and to determine and embark quickly on high-priority repairs, or effectively put to work help from outside the organization. These elements of preparedness are

* An experienced and well-equipped maintenance and construction force, if possible, or at least a cadre of appropriately trained personnel who are familiar with the organization, the layout of the system, and the construction methods used in building the facilities.
* The development and maintenance of an organized collection of system maps and records with efficient retrieval procedures—records of locations of pipelines, valves, connections, structures, and other appurtenances.
* Maintenance of a minimum stock of critical water-utility parts and materials, especially of those items requiring a substantial purchase lead time.
* Establishment of interconnections to contiguous water systems, in addition to backup sources of supply within the system.

A utility that has built these elements into its organization will have an effective emergency capability, and its disaster plan will be primarily a blueprint for communicating the specific needs arising from the disaster to a well-prepared organization.

Acknowledgments

The committee gratefully acknowledges and thanks the following organizations that supported and assisted in preparing this article: Ameron, Pipe Lining Div.; California Water Service Co.; Earthquake Eng. Research Inst.–National Oceanic and Atmospheric Admin., San Fernando Earthquake Investigation Com., Donald F. Moran, chairman—(Subcommittee on Water and Sewerage Systems, Robert V. Phillips, chairman); East Bay Municipal Utility Dist.; Long Beach Water Dept.; Los Angeles County Board of Supervisors, Earthquake Task Force "C" Subcommittee (utilities, Gerard A. Wyss, chairman); Los Angeles Dept. of Water and Power; Metropolitan Water Dist. of Southern California; San Fernando Water Dept.; San Francisco Water Dept.; State of California, Dept. of Public Health, Bureau of Sanit. Eng.; State of California, Office of Emergency Services (utilities coordinator, Frank Rothganger); and the US Army Corps of Engrs.

The committee is also pleased to thank Barbara Drayer of the Los Angeles Dept. of Water and Power for her patience in physically preparing this report.

References

1. Earthquake Eng. Research Inst.–National Oceanic and Atmospheric Admin. report (in preparation).

Bibliography

Civil Defense and Disaster Plan, California Disaster Office

Earthquake Emergency Report—Water System, Dept. of Water and Power, City of Los Angeles.

Engineering Features of the San Fernando Earthquake, February 9, 1971. California Inst. of Tech.

February 9, 1971 San Fernando Earthquake Report (unpublished). State of California, Dept. of Public Health, Bureau of San. Eng. (Jan. 1972).

Federal Disaster Assistance Program. OEP Circular 4000.5c, Manual for Applicants (Feb. 1971).

MATTY, ROBERT J. Earthquake Disaster Engineering. *The Military Engr.* 63:413:153 (May–Jun., 1971).

Report of the Los Angeles County Earthquake Commission, San Fernando Earthquake, Feb. 9, 1971.

San Fernando Earthquake, February 9, 1971. Pacific Fire Rating Bureau.

The San Fernando, California, Earthquake of February 9, 1971. US Geological Survey and National Oceanic and Atmospheric Admin.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

CURSO " METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO".

DISASTER EFEECTS ON WATER SUPPLY AND SEWERAGE SYSTEMS

John T. Novak

México, D. F.

3 - 7 diciembre de 1979.

DISASTER EFFECTS

John T. Novak
Associate Professor
of Civil Engineering
University of Missouri
Columbia, Missouri
U.S.A.

Disaster Effects

A. Introduction

A disaster is an event, concentrated in time and space which causes a community or section of a community to suffer danger, death or disruption of normal functions.

Of specific concern is the effect on community utility operations.

B. General Disaster Effects

Disasters effects can generally be placed into two groups as follows:

1. Natural Disasters
2. Man-Made Disasters

In Table I, some of the more important types of disasters are listed.

Although a specific disaster can be detailed as the cause of a disruption, the effects of wide ranging disasters are often overlapping. In Table II the interrelationship between disasters and their effects are shown.

Table I - Natural Versus Man-Made Disasters

Natural Disaster	Man-Made Disaster
Tornado	Bomb Blast
Hurricane	Incendiary Fire
Earthquake	Flood
Forest or Brush Fire	Epidemic
Flood	Riot or Civil Disorder
Epidemic	

Table II - Interrelationship Between Disasters and Their Effects

Cause	Effect
Hurricane Tornado Bomb Blast Earthquake Flood	Structural Damage Water & Sewer Lines Broken Storage Tanks Destroyed or Contaminated Power Outages Access Limited by Debris
Explosions	Fires Structural Damage Power Outages
Epidemic Biological Warfare	Disease

In most areas, all events will vary considerably as to their probability of occurance. Other problems can also occur which are not listed but for a specific utility could be of major importance. For most areas, a consideration of the most likely events will provide a general idea of the magnitude and duration of the disaster which may occur.

C. Specific Disaster Effects

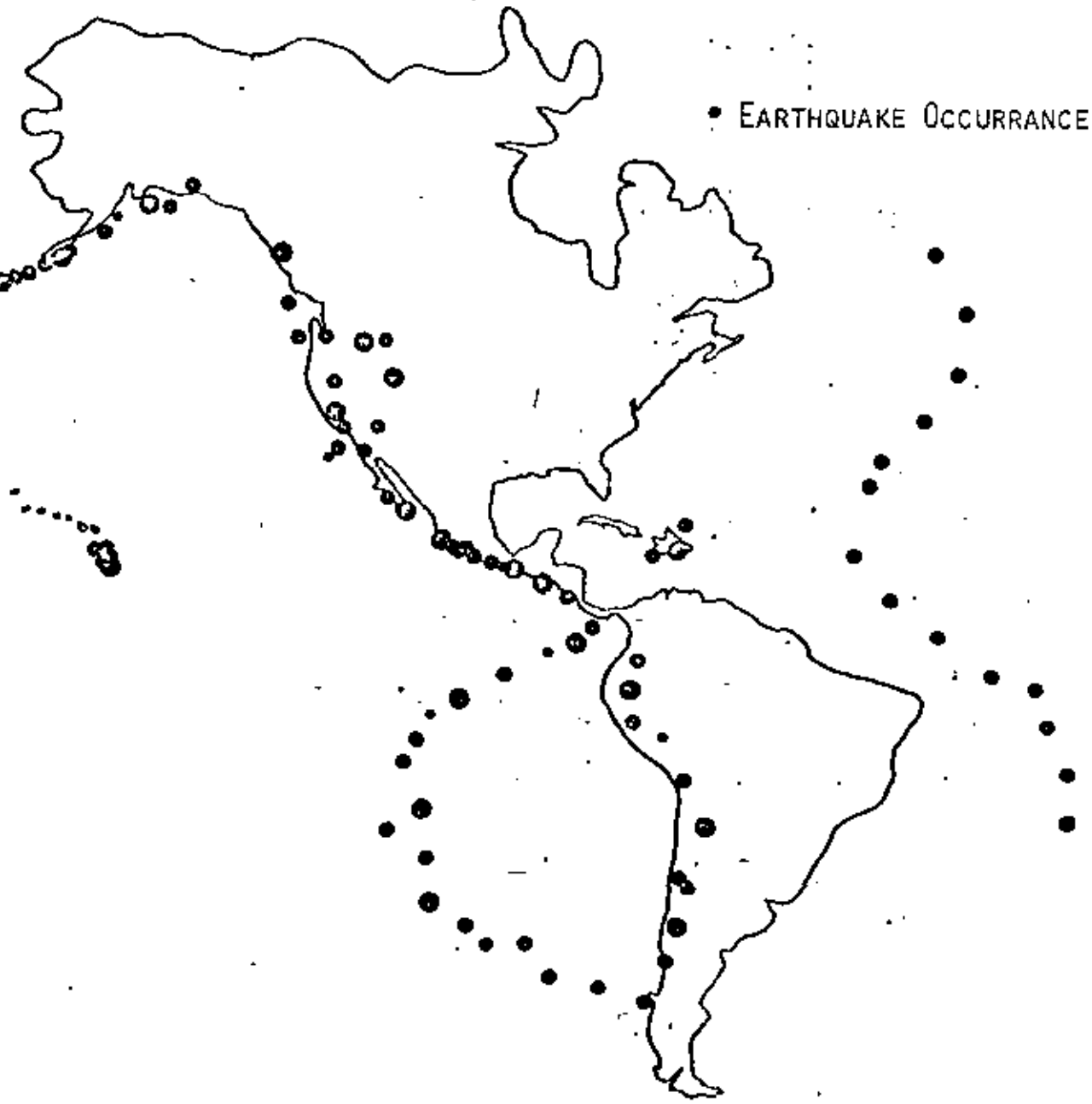
1. Earthquakes. Theoretically earthquakes may occur anywhere on the globe. However, from a more practical standpoint these are more likely to occur along the west coast of the North and South American continents. In Figure I a typical year's earthquake records are shown. These data indicate that earthquakes of major damage proportions are likely to occur in Central America.

Damage caused by earthquakes to water treatment and distribution facilities will be extensive. Loss of pressure, loss of distribution capability and contamination may be expected. Surface water storage reservoirs are particularly vulnerable to earthquakes and loss of like is a definite possibility.

Earthquakes like many other natural disasters follow a cyclic pattern with time. In Figure II the time distribution pattern for damaging earthquakes in the San Francisco area are shown. The degree of damage to be expected from an earthquake will vary depending upon its intensity and closeness to the ground surface. Quakes occuring near the land surface are not as far reaching as deep quakes but are more destructive.

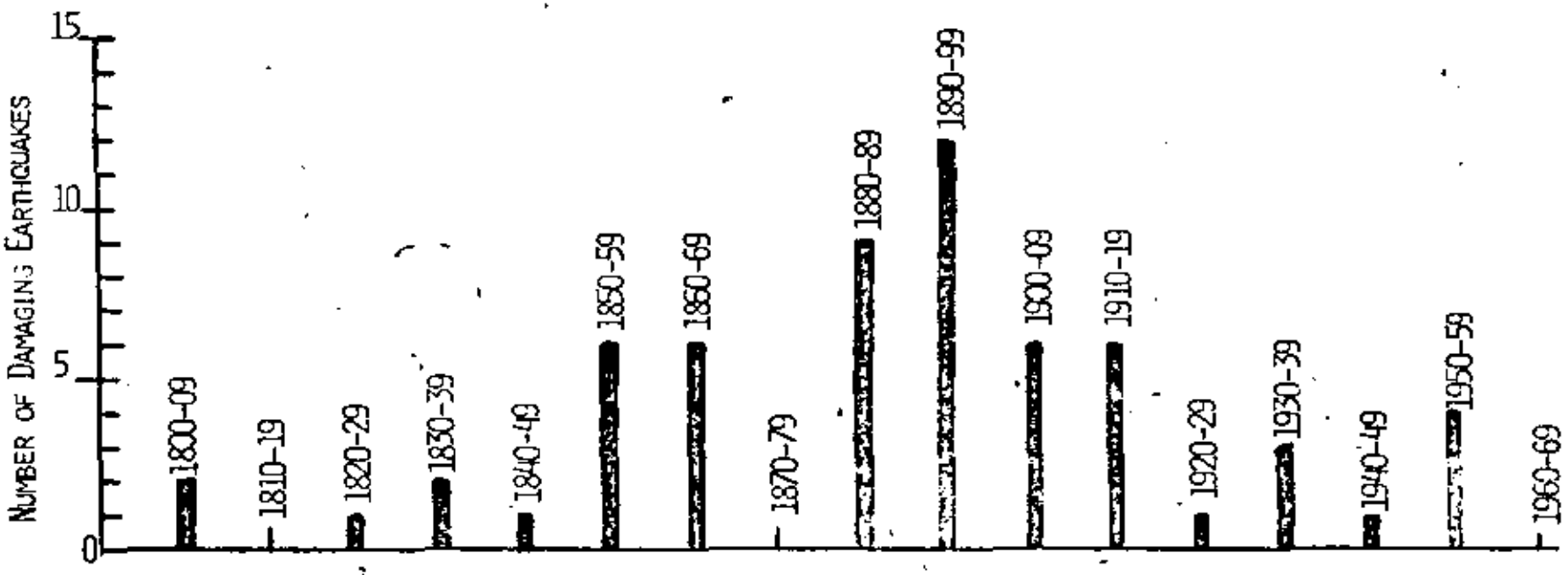
2. Hurricanes. Hurricanes generally occur in the Atlantic Ocean originating in the North Atlantic Ocean, Gulf of Mexico or Caribbean Sea as cyclones and growing in size until hurricanes occur. Problems resulting from hurricanes are heavy tidal surges and intense rainfall, both of which may cause severe damage. In Table III some rains associated with tropical cyclones are listed. It is not uncommon for rainfalls exceeding 30 inches in 24 hours to fall and a reported 1.32 inches of rain in 10 minutes fell in Miami in 1947 during a hurricane.

Hurricanes tend to sweep north and east or west after formation as shown in Figure III, striking the southern and eastern United



EARTHQUAKE OCCURRANCES IN A TYPICAL YEAR

FIGURE 1

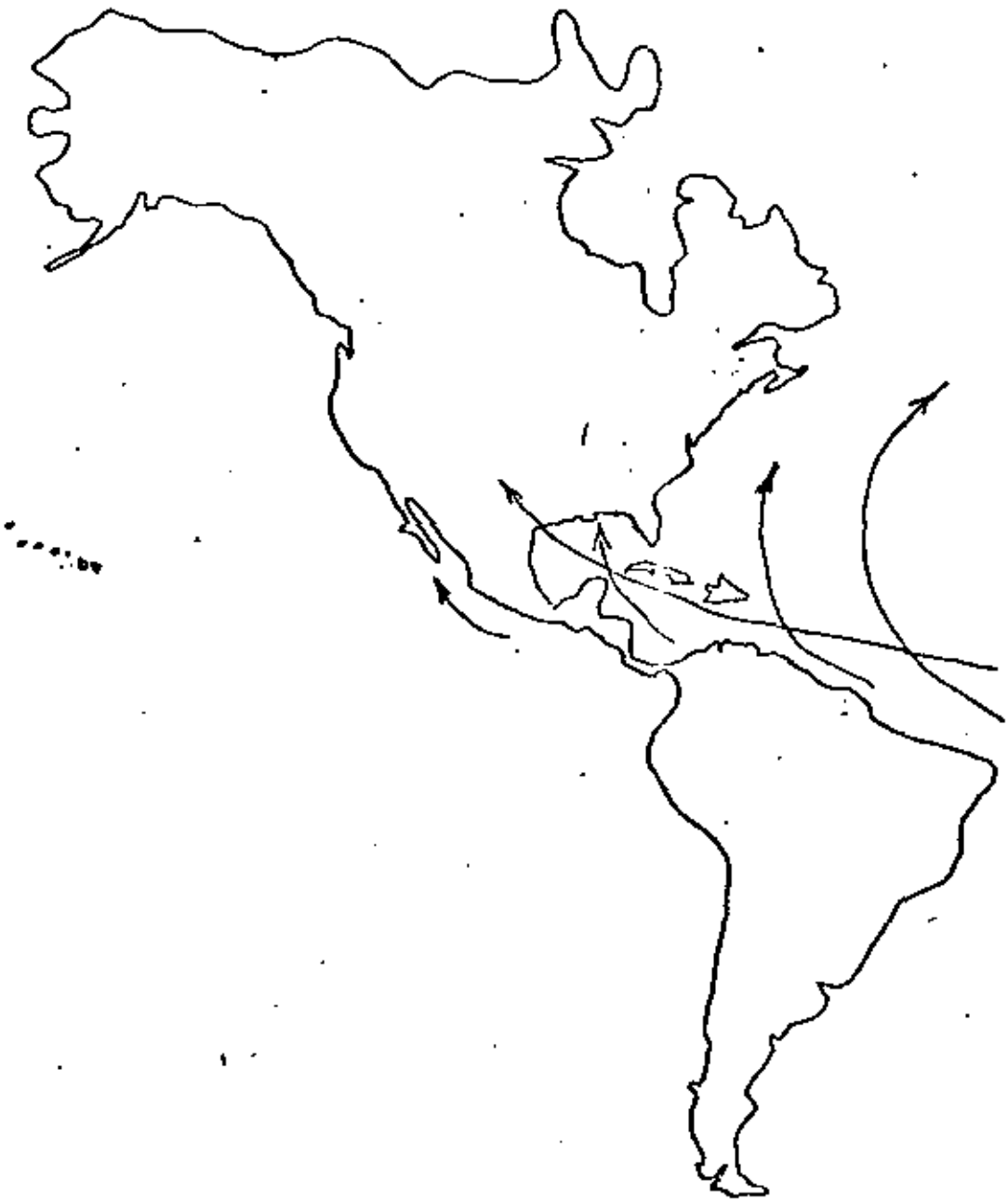


Time Distribution of Damaging Earthquakes in San Francisco Bay Area

Figure 2

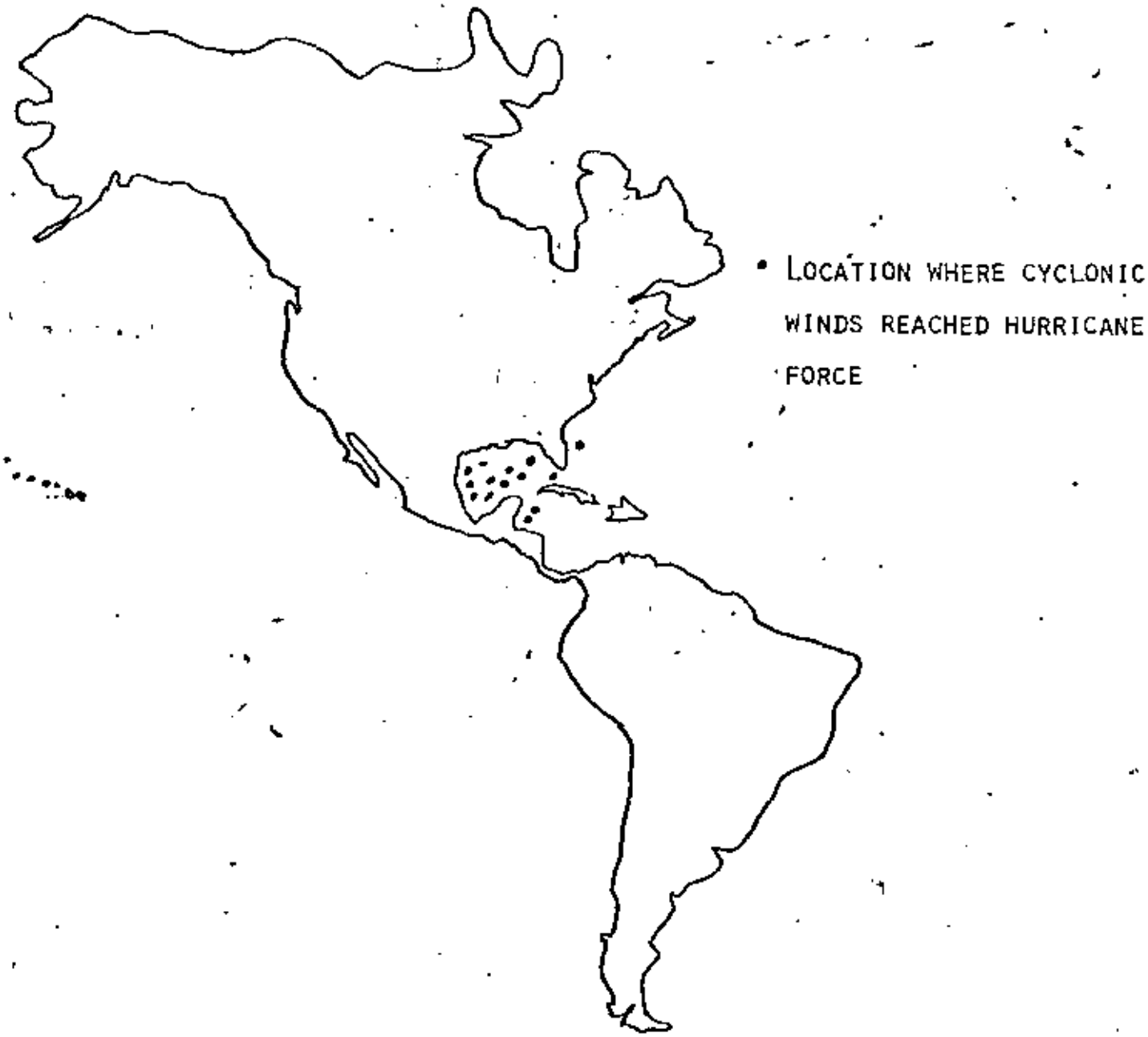
Table III - Some Heavy Rainfall Totals in Conjunction With Tropical Cyclones

Inches	Date	Place
40.8	June 14, 1876	Cherrapunji, India
96.5	Nov., 1909	Silver Hill, Jamacia, in 4 days
88	July, 1911	Baguio, Philippine Islands, in 4 days
22.22	July 14-15, 1916	Altapass, North Carolina
23.11	Sept. 9-10, 1921	Taylor, Texas
29.6	Sept. 13-14, 1928	Adjuntas, Puerto Rico
31.66	Aug. 6-10, 1940	Abbeville, Louisiana
29.65	Aug. 6-10, 1940	Lafayette, Louisiana



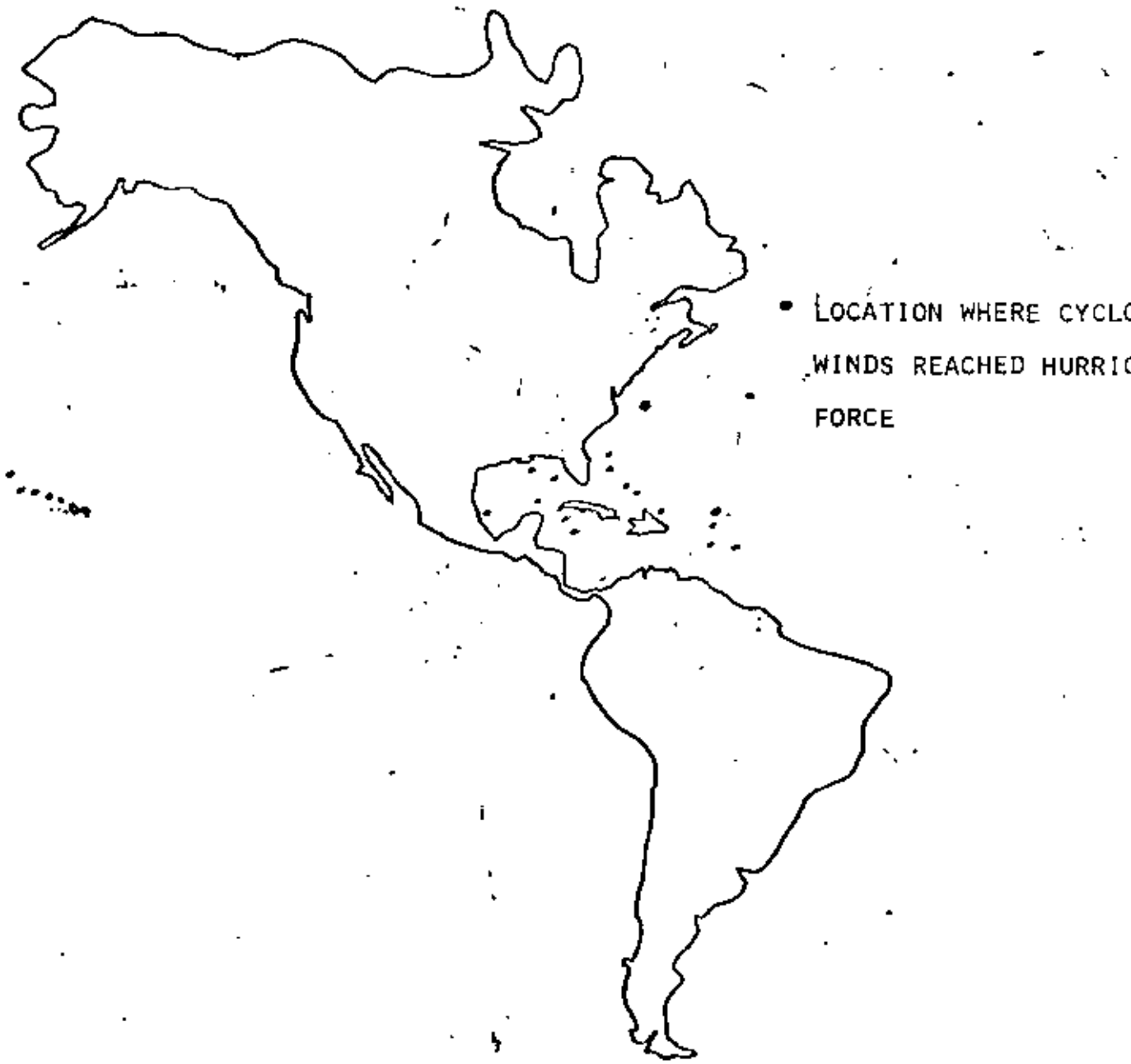
HURRICANE FLOW PATTERN

FIGURE 3



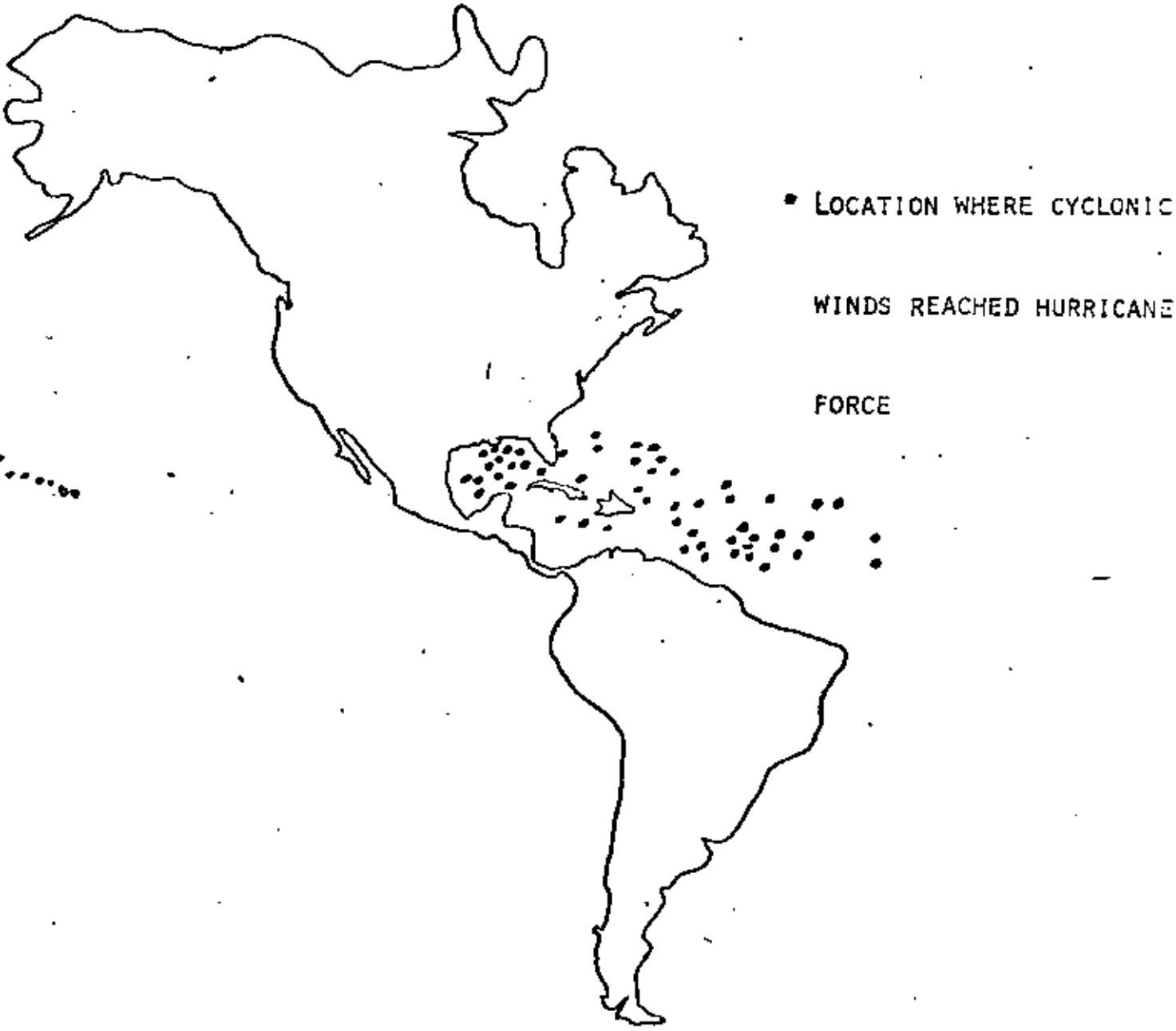
HURRICANES, 1901 - 1957 - MAY - JUNE

FIGURE 3A



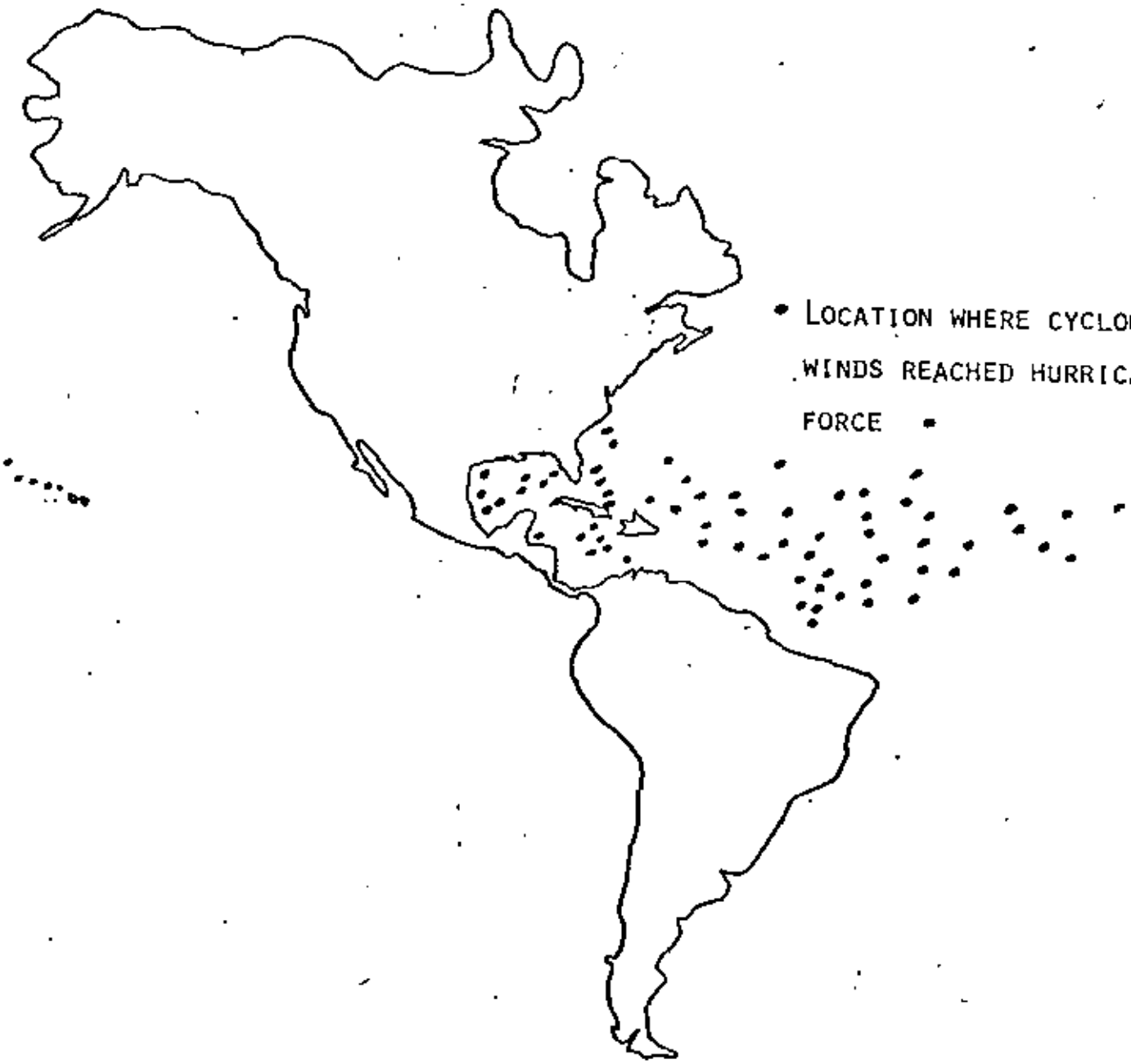
HURRICANES, 1901 - 1957 - JULY

FIGURE 3B



HURRICANES, 1901 - 1957 - AUGUST

FIGURE 3c



HURRICANES, 1901 - 1957 - SEPTEMBER

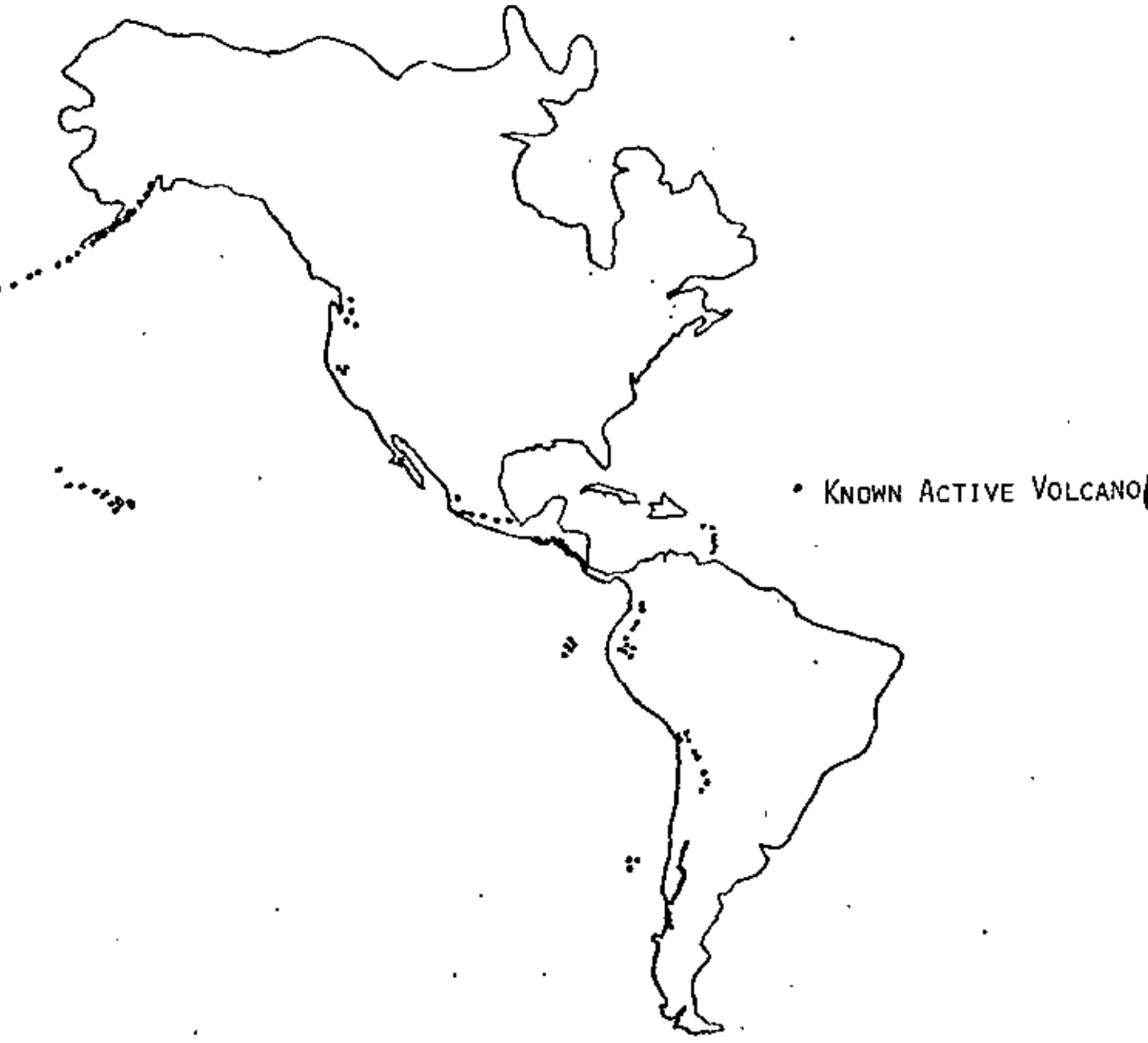
FIGURE 3D

States most severely. Hurricanes may strike Mexico during May, June and July although this does not occur with great frequency. Historical records reveal that British Honduras has been struck by devastating hurricanes although the chance of occurance is very low.

Damage to water utilities has been found to be most severe from high winds and floods associated may be expected during hurricanes and reports of large fires from spilling of oil and gasoline near docking facilities.

3. Floods. Flooding can occur on almost any body of water, but most serious flooding is found along major rivers and oceans associated with hurricanes and tsunamis. With proper data most flooding levels can be predicted such that location of commerical and residential buildings in these areas can be avoided.

Treatment facilities, both water and sewage are often subjected to flooding. For water treatment plants, flooding results in a contaminated water supply and destruction of pumps and other electrical equipment.



KNOWN ACTIVE VOLCANOES

FIGURE 4

States most severely. Hurricanes may strike Mexico during May, June and July although this does not occur with great frequency. Historical records reveal that British Honduras has been struck by devastating hurricanes although the chance of occurance is very low.

Damage to water utilities has been found to be most severe from high winds and floods associated may be expected during hurricanes and reports of large fires from spilling of oil and gasoline near docking facilities.

3. Floods. Flooding can occur on almost any body of water, but most serious flooding is found along major rivers and oceans associated with hurricanes and tsunamis. With proper data most flooding levels can be predicted such that location of commerical and residential buildings in these areas can be avoided.

Treatment facilities, both water and sewage are often subjected to flooding. For water treatment plants, flooding results in a contaminated water supply and destruction of pumps and other electrical equipment.

Table IV - Composition of Four Typical Volcanic Gases

	1	2	3	4
CO_2	21.4 %	46.2	4.6	10.4
CO	0.8	0.7	0.3	8.3
H_2	0.9	0.03	2.8	1.1
SO_2	11.5	14.3	4.1	---
S_2	1.8	0.0	---	1.3
SO_3	1.8	38.8	---	---

sions or nuclear leakage is radioactive contamination associated with fallout. Radioactivity is normally associated with particles so falling particles which have been contaminated contain the radioactivity which enters water sources.

Gamma rays, the most dangerous of the radioactive emissions is able to penetrate most clothing. When such emissions are present personnel must be protected by either lead shielding or thick concrete walls. Fortunately, radioactivity is easy to measure and will "decay" with time.

6. Tsunamis. A tsunamis, or tidal wave, is generally associated with undersea earthquakes. A high wall of water is generated which may strike a coastline with tremendous force causing death and severe damage. Much of the reported damage from tsunamis occurs through the loss of small fishing boats. Unless warnings are given, tsunamis may strike unexpectedly. Seldom are water supplies effected.

7. Civil Disorders. Civil disorders may occur at any time, particularly during periods of

political unrest. While these events may be difficult to predict, there are times when the likelihood may be increased. People induced events are most difficult to prepare against since the effects may take many different forms and occur at diverse locations.

Generalizing on "people induced" effects the following may occur:

- Contamination of water supplies
- Large scale wastage of water
- Disruption of pumping facilities
- Loss of power
- Disruption of communications
- Curtailment of services
- Interruption of maintenance and repair operations
- Physical harm to personnel
- Destruction of property
- Disruption of treatment by limiting availability of personnel, chemicals, supplies, etc.

Although it is difficult to document instances of vandalism and sabotage it is known that sabotage against the Pacific

Gas and Electric Company over the past several years explosives have been used to destroy transmission towers, substations and other equipment.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

CURSO " METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO ".

THE NEW JERSEY FLOOD

John T. Novak

México, D.F.

3 - 7 de diciembre, 1979.

Novak

THE NEW JERSEY FLOOD

1971

Chester A. Ring, 3rd

A paper presented on Wednesday, June 7, 1972 at The Annual Conference of the American Water Works Association in Chicago, Illinois, by Chester A. Ring, 3rd, Vice President - Operations of the Elizabethtown Water Company, One Elizabethtown Plaza, Elizabeth, New Jersey.

THE NEW JERSEY FLOOD

1971

There has been a great deal of publicity to the so-called water shortage in the state of New Jersey, particularly during the drought years of the mid-1960's. The last five years, however, have been considered wet ones and during this period of wet years, there were several heavy storms that caused serious flooding along many of the flash rivers and streams throughout the state. Now when one talks of the water problems in New Jersey, he could be speaking of flooding rather than a drought situation. This is particularly true after the major flooding of August 28, 1971.

This major flood was the result of an unprecedented rainfall which occurred on Friday, August 27 and again early Saturday morning, August 28, the latter being part of a low pressure system associated with Tropical Storm, Doria. The Raritan-Millstone Filter Plant of the Elizabethtown Water Company, with a capacity of 150 million gallons a day was inundated and completely inoperable from 4:50 p.m., Saturday, August 28, until 5:30 a.m., Monday, August 30, a total period of slightly over 36 hours. The total rainfall was almost 11 inches, which occurred in a span of just 29 hours. The last operator to leave the low lift station had to be taken out by helicopter.

Late Saturday afternoon, we contacted all neighboring water suppliers and made arrangements with them for substantial water supplies during the emergency. Their service to us was of great assistance and really alleviated any problems in the eastern end of our service area. We also contacted those principal water suppliers dependent upon us for all or part of their water supply and asked them to switch to their own supplies or to others during the emergency. All of these other systems cooperated 100%. We also increased, as much and as soon as possible, service from our wells, which were not as seriously affected by the flooding. dependent customers

During the course of the night on Saturday and into Sunday, August 29, our operating and planning departments worked continuously to arrange for the help that would be needed as soon as we could regain access to the plant. Besides alerting our own crews and supervisory personnel, arrangements were made during the night for electrical technicians from as far away as Connecticut and Pennsylvania; for equipment and operating personnel from contractors (generators, bulldozers, pumps, heaters, etc.) for stone from a local quarry for road washouts; for diesel fuel to replace fuel affected by the flood, and for miscellaneous parts and other supplies, all to be available as near dawn on Sunday, August 29 as possible. All other maintenance employees were sent home to rest and report back to work at 5 a.m. to complete the task ahead. By virtue of this planning, our employees were able to start work immediately when they were able to physically enter the plant at 5:00 a.m.

Also on Saturday night, August 28, our executive decision after talking with members of the State Department of Environmental Protection was to recommend that all customers throughout Elizabethtown Water Company's system boil their drinking water until further notice. This determination was made as a precautionary health measure to avoid any possible problems that could arise from negative pressures in flooded areas and from the fact that our clear wells at our Raritan-Millstone plant were flooded.

From 8:00 p.m., Saturday, August 28 until approximately midnight, telephone calls were made to all police departments, as well as the health and/or sanitation officers in each community served. We asked these representatives of their communities to inform the public by the most expeditious means possible that drinking water should be boiled until further notice as a precautionary measure Starting at 8:30 p.m., August 28, we issued radio releases which were taped directly to every radio station serving this area, as well as major radio stations in Metropolitan New York and Associated Press and United Press. The messages specifically asked all residents in the Elizabethtown Water Company service area to boil their water as a precautionary measure until further notice. These messages were also carried on television and in local newspapers and announced at church services on Sunday morning.

During the night of August 28, service was maintained to all customers by utilizing system storage. Early on Sunday morning, August 29, pressures be-

gan to drop and some consumers had extremely low pressures or in some instances, no water service. We are unable to determine the exact number of retail customers who were seriously affected by interruptions in service, but we believe it did not exceed 12,000 or about 10%. The maximum period any customer may have been without water could not have been greater than the 24 hours between 5:00 a.m. Sunday and 5:00 a.m. Monday. The first plant pumps were back in operation by 5:00 a.m. Monday, August 30, and water supplies were gradually improved thereafter, although customers were still asked to boil their water as a precautionary measure.

When we re-entered the plant at 5:00 a.m., Sunday, it took 190 tons of stone to rebuild the road to the low lift station before any repairs to equipment could be started at that station. All motors (including diesels) were inoperative and had to be dried and some parts replaced before any service could be restored at this location. Similar problems existed at the high lift station to a slightly lesser degree, and repair work took place there as nearly simultaneously as possible.

At approximately 3:00 p.m., Tuesday, August 31, three days after the flooding, the Department of Environmental Protection, in conjunction with our laboratory, agreed that almost all our customers would no longer need boil their drinking water. We made a radio release to all radio stations to this affect. There was one local area that because of its elevation was subject to a greater

possibility of negative pressure and were advised to continue boiling water until further testing in that area. In the afternoon of the following day, our laboratory results indicated that boiling would no longer be needed in this area also, and again at that time we issued a release to the radio stations affecting those areas and informing the public and also notifying the appropriate municipal officials.

By mid-morning of September 1, the Raritan-Millstone plant was producing 90 million gallons of water per day, which was more than adequate to provide complete service to all retail customers served by our system and to begin service to other water utilities ordinarily served by us. With the 90 million gallons per day, we were also able to refill the storage reservoirs and build up pressures to normal levels.

Throughout the entire emergency, our switchboard was manned continuously and at no time were calls backed up to a point that we were not able to answer in a relatively normal period of time. Most of the calls were from residents wanting to know whether or not they would still have to boil water, and if so, how long to boil it. Other calls, to a lesser extent, had to do with low water pressures and some calls from consumers who were without water service. As the situation improved, the number of calls regarding the taste of chlorine or discolored water increased somewhat. During the period from 6:30 p.m., August 28, through 5:00 p.m., September 3, 1971, we handled 9,346 telephone

calls. It is pleasing to note that a great number of these calls were from customers who were highly cooperative and seemed to be completely cognizant of the problems we were having. They were merely seeking information and in no way were critical of our service or the fact that they had to boil water.

In addition to the commercial office, our executive offices were manned as a command center, continuously, throughout the emergency. There was always at least one corporate officer available to talk with the press and with officials of the communities regarding their specific problems. Throughout this period, these executives were in constant communication with the health officers and police and fire departments of the communities served.

As we look back on the flood of August, 1971, we are making plans to protect the plant against future floods. Even though this storm has been classified as a thousand year storm, no one can really predict when an even greater storm will occur.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

CURSO " METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO".

WATER QUALITY

John T. Novak

México, D. F.

3 - 7 de diciembre, 1979.

WATER QUALITY

John T. Novak
Associate Professor
of Civil Engineering
University of Missouri
Columbia, Missouri
U.S.A.

Water Quality

General - Specific characteristics of water supplies determine the acceptability of a water for use as a drinking water source and determine if water is potable. We are concerned primarily about pathogenic organisms and toxic materials which may cause sickness or death. However, other materials in water such as color or turbidity may also render a water undrinkable and lead to the use of unsafe supplies.

1. Water Quality Parameters

   a) Bacteriological Tests

   Many bacteria have access to water supplies and for the most part these organisms have little influence of water quality since they are not associated with any known disease. However, many organisms with a human fecal origin are potentially pathogenic and must be eliminated from water supplies.

   Several tests are available for bacterial analysis of water supplies. These include:

   1) Total plate count
   2) Specific identification of pathogens

3) Use of the coliform group as a sewage-pollution indicator

4) Use of the fecal streptococcus group to indicate fecal pollution.

Total plate counts may be used for routine water quality control but are of little use in emergency situations.

Specific identification of pathogens is not feasible due to the large volume of sample required.

The coliform group is considered a reliable indicator of the adequacy of treatment for bacterial pathogens. The coliform group includes Escherichia coli, an organism from the intestines of man and animals, and Aerobactor aerogenes, found in various types of vegetation.

Fecal streptococci are found in the feces of all warm-blooded animals. These organisms are particularly useful for stream pollution analysis.

The Coliform Group

The most useful and widely used bacteriological test is for the coliform group. Tests for the coliform group are usually by the fermentation tube test. Since these organisms ferment lactose broth and produce gas at 37°C, dilutions of the sample in question may be used to inoculate fer-

mentation tubes and the presence of gas noted. Plating of samples from positive fermentation tubes on Endo Methylene Blue agar and specific identification of *E. coli* colonies made. This procedure is not applicable to field tests.

An alternate procedure is to filter sample dilutions through Millipore[1] filters of a pore size sufficiently small to retain bacteria. For *E. coli* identification such filter pads are treated with the growth medium Endo Methylene Blue and *E. coli* colonies counted. Such tests have been designed for use in field tests and are available along with field incubators through the Millipore Corporation.

---

1 Millipore Corporation
Bedford, Massachusetts
U. S. A.

b) Chlorine Tests

Chlorine is used to disinfect water supplies. The following reactions occur when chlorine is introduced into water.

$$Cl_2 \text{ (gas)} + H_2O \rightarrow HOCl + H^+ + Cl^-$$

$$HOCl \rightleftharpoons H^+ + OCl^-$$

$$NH_3 + HOCl \rightarrow NH_2Cl + H_2O$$

The compounds HOCl, OCl^- and NH_2Cl are all active disinfectants of various strengths and make up the materials called available chlorine found in chlorinated waters. The chlorine consumed in water which is equal to the difference between the applied chlorine and measured (residual) chlorine concentration is called the chlorine demand.

Chlorine Demand = Applied Chlorine - Residual Chlorine

Both the chlorine demand and residual chlorine concentrations are important parameters in water quality control.

A residual chlorine level guarantees active disinfection is occurring in the system and provides protection against pathogenic contamination. The level of residual chlorine varies depending upon the specific form of residual chlorine and the system

operating conditions. Absence of residual chlorine indicates a pollution potential and under emergency operating conditions is cause for concern.

The chlorine demand is useful for evaluating either the quality of the raw water source or the probability of system contamination. Continual monitoring of the system is essential for protection of the water supply from bacterial contamination.

Field kits are available which permit rapid measurement of chlorine, both free and total residual concentration. These kits are available through the Hach Chemical Company[1] and use a simple colorimetric method of analysis.

---

1 Hach Chemical Company
P. O. Box 907
Ames, Iowa 50010
U. S. A.

c) Radiologic Examination

When a nuclear weapon is detoriated or a nuclear explosion occurs on the ground earth is vaporized, mixing it with fission products. As this mixture rises through the atmosphere it condenses, incorporating radioactivity with particles. These particles ultimately settle out on the earth forming radioactive deposits called fallout. The range of fallout contamination is widespread and creates a potential hazard to millions of people many miles removed from the explosion site. Intense radiation is also associated with the blast but has a much small range of contamination.

The concentrated blast associated with the explosion is very devastating within a radius of from 10 to 100 miles depending upon the weapon yield. Personnel protection within this area is difficult and only very thick, thermal proof structures can provide some protection.

Fallout settles as dust on the surface of building, grounds and into uncovered waters. The time following a blast before with fallout can be expected varies with the distance from the site of the explosion ranging from several minutes to several days. For small blasts the rapid deposit of fallout 100 - 200 miles downwind from the blast can be expected.

Radioactivity is measured by a number of simple counting devices. These devices usually measure alpha, beta and gamma emissions. Beta radiation is a hazard to health and may cause severe burns. Gamma radiation is the primary threat of fallout and is very penetrating. The stopping power of substances to gamma rays is related to the material density. This is why masonry construction provides better protection than wood.

Radiological instruments may indicate doses in roentgens per hour (R/hr) for easy evaluation of the potential hazard to people. A short term exposure of 600 roentgens causes death while 300 roentgens causes sickness and death in a few instances. A few people become sick at a level of 100 roentgens.

Details of monitoring devices may be obtained from the United States Office of Civil Defense.

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

" METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO".

Diciembre, 1979.

VULNERABILITY OF WATER UTILITY FACILITY AND WATER SUPPLY

A guide for analyzing the vulnerability of water utility facilities and water supply to blast and shock, thermal radiation, and ionizing radiation is shown in Table V.

TABLE IV.—*Radiation Exposure Dose — Unsheltered Personnel and Shelter Protection Factor for Survival*

Radiation Intensity At (H + 1) (R/hr)	Approximate 4-Day Exposure Dose (roentgens) Unsheltered Personnel	Minimum Protection Factor for Survival [a]	Minimum Area of U. S. Involved % [1]
50	140		50
50 — 100	140 — 290	1 — 2	13
100 — 300	290 — 870	2 — 5	17
300 — 500	870 — 1450	5 — 8	5
500 — 1000	1450 — 2900	8 — 15	5
1000 — 3000	2900 — 8700	15 — 44	8
3000	8700		2
			100%

[1] Based on "The Probable Fallout Threat Over the Continental United States," a study for the Office of Civil and Defense Mobilization by Technical Operations, Inc., in which a 4680 MT (3718 fission megatons) attack on both military and industrial targets was assumed.

[a] Required to reduce the 4-day dose to 100 roentgens or less.

TABLE V.—*Guide for Analyzing Vulnerability of Water Utility Facilities*

CHARACTER OF RESPONSE				
Facilities	Damage	Blast and Shock	Thermal Radiation	Ionizing Radiation
SOURCES (a) Direct stream version and impoundment	Light	Increase of turbidity	Fires in watershed area.	Contamination of surface water by fallout.
	Moderate	Degradation of water quality due to sewage or industrial waste spills.		
	Severe	Change of stream course, failure of impoundment, damage to intake structures and outage of power.		
(b) Ground water	Light (1 – 2 psi)	Damage to exposed pumping facilities. Short period outage power. Local repair possible.	Fire damage to pumping unit.	No appreciable effect on supply.
	Moderate (2 – 4 psi)	Contamination by sewage and wastes resulting from piping and structure damage.		
	Severe (4 psi up)	Serious damage to exposed pumping facilities. Submersible units withstand safely. Prolonged power outage.		
TREATMENT PROCESS (a) Sand filter plant (concrete structure)	Light (0.5 psi)	Window and door blown in. Damage to exposed operating device, and outage of electric power.	Fire damage to structures.	Contamination of water.
	Moderate (3 psi)	Exterior walls crack and filter basin leak. Electric power supply damaged extensively. Pipe gallery may withstand.		
	Severe (5 psi)	Damage to exposed elevated wash-water tank. Pipe gallery withstand.		
(b) Softening and chlorination plant	Light (0.5 – 1.0 psi)	Window and door blown in. Damage to containers, feeders, and operating device. Electric power supply outage.	Fire damage to chemical storage and other facilities.	Contamination of water and chemicals.
	Moderate (3 psi)	Out of operation due to power supply outage.		

TABLE V (Continued)

CHARACTER OF RESPONSE				
Facilities	Damage	Blast and Shock	Thermal Radiation	Ionizing Radiation
	Severe (5 psi)	Exterior wall badly cracked.		
(c) Laboratory	Light (0.5 psi)	Short outage of electric power service and telemetering.	Fire damage to equipment, building and chemicals.	Contamination of laboratory facilities.
	Moderate (3 psi)	Most of laboratory instruments damaged. Electric power service, gas and water supply outage.		
	Severe (5 psi)	Most of laboratory equipments out of use. Prolonged outage of power, gas and water service.		
WATER STORAGE (a) Covered Tank	Light (0.5 psi)	Vent opening blown in. Damage to exposed appurtenances. Power service and control facilities outage. Bending of frame roofs. Reservoir remains operable.	Fire damage to exposed appurtenances.	Contamination of exposed water.
	Moderate (3 psi)	R. C. roof slab crack. Frame roof collapsed. Damage valves and piping. Reservoir remains in service.		
	Severe (5 psi up)	R. C. roof collapses. Roof top appurtenances destroyed. Leaks caused by cracking of embankments and side walls. Damage to valves and pipes.		
(b) Uncovered tank		Except roof and roof appurtenances, the rest will be almost the same to covered tank.		
STRUCTURE (a) Building	Light (0.5 psi)	Windows and doors blown in, interior partitions of wood frame or brick buildings crack.	(1) Charring or burning of structures. (2) Toxic gases created by mass fire.	Deposition of fallout preclude workmen to work areas.
	Moderate (3 psi)	Wall framing cracked, roof badly damaged, interior partitions blown down.		
	Severe (5 psi)	Wood frame collapse. R. C. wall shattered.		
(b) Pumping Station *Earthquake resistant †Non-earthquake resistant	Light (*) (†) (1 – 2 psi)	Windows and doors blown in. Damage to exposed appurtenances. Power outage for short period.		
	Moderate *(2 – 3 psi) †(2 – 4 psi)	Walls cracked and frame distorted. Damage to pumping facility and its appurtenances. Extended outage in power service and telemetering systems.		
	Severe *(3 psi up) †(4 psi up)	Walls badly cracked and frame collapse.		
) Distribu- main and rtenances.	Light (2 – 5 psi)	Damage to exposed mains and fire hydrant. Problems in locating manholes, etc. Damage to control and operation facilities. Loss of water pressure in system.	Fire damage to buildings, pumping facilities and stockpiles.	Contamination of exposed water.

TABLE V (Continued)

		CHARACTER OF RESPONSE		
Facilities	Damage	Blast and Shock	Thermal Radiation	Ionizing Radiation
	Moderate (5 – 10 psi)	Numerous leaks and breaks. Severe damage to fire hydrants and valves. Severe pressure reduction.		
	Severe (10 psi up)	Major debris problem in built-up area.		
STRUCTURE (d) Service pipe	Light (1 – 2 psi)	Numerous leaks and breaks. Loss of water until service area shut-off.	Fire damage to service pipe.	
	Moderate (2 – 6 psi)	Debris problem delays shut-offs due to valve being covered. Extensive fire damage in pipes.		
	Severe (6 psi up)	Breaks and leaks on services.		
POWER (a) Normal power supply	Light (2 psi)	Power service temporary outage.	(1) Damage to power appurtenance. (2) Fire through electric short circuit. (3) Loss of fuel.	Normally not considered.
	Moderate (3 psi)	Power service outage up to one month.		
	Severe (4 psi)	Power service outage more than one month. Underground electric circuit little affected. Collapse of high voltage suspension tower.		
(b) Standby power supply	Light (0.5 – 1.0 psi)	Wires and other appurtenances damaged.	Fire damage to standby power supply facility.	Normally not considered.
	Moderate (3 – 4 psi)	Damage to gas storage tank and other appurtenances.		
	Severe (10 psi up)	Heavy machine survives without substantial damage. Appurtenances either broken or damaged seriously.		

EXAMPLE OF A VULNERABILITY ANALYSIS

Table VI is an example of a vulnerability analysis of a municipal water utility with the following characteristics.

(1) Population served: 150,000

(2) Average daily consumption: 30 mgd

(3) Area served: 25 square miles

(4) Pressure Zones: Three major pressures zones are provided through local topographic condition in the service area.

(5) Water sources: Surface water (local): 15% of total supply is produced by 2 local streams.

Surface water (imported): 55% of total supply is purchased from other water districts via long transmission line.

Ground water (local): 30% of total supply is produced by 12 deep wells located within service area.

(6) Reservoirs: 17 covered reservoirs ranging in size from 0.9 mg to 50 mg are at various locations in the service area and provide total storage capacity of 100 mg.

(7) Pumping facilities: There are 34 pumping stations in the system – – 12 for deep well water pumping and the other 22 for booster pumping. No. 1 well is installed with submersible pump while turbine pumps are used for other wells. Electric power is used at all pumping stations except at the No. 3 well which is driven by a 40-HP gasoline engine.

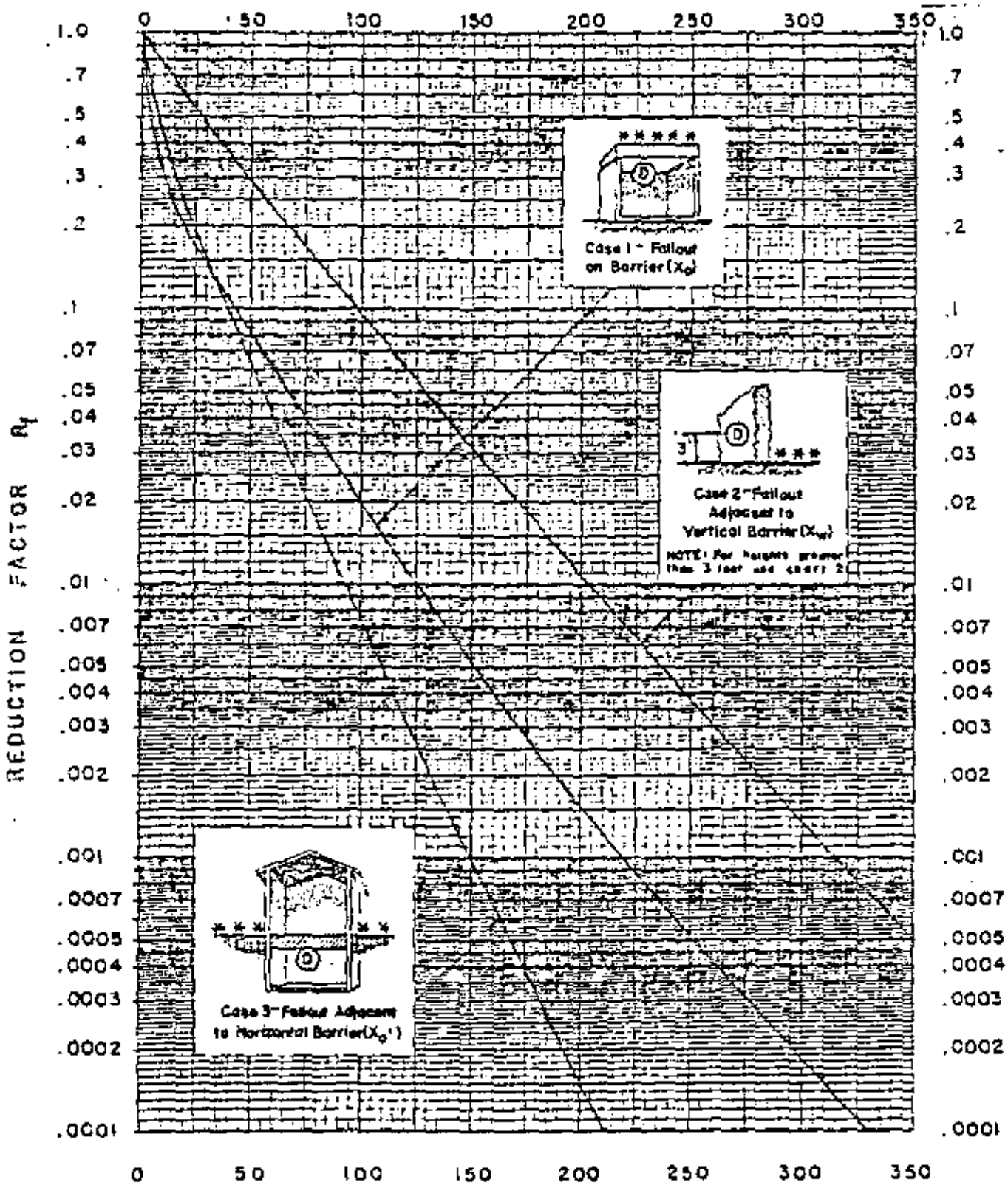


FIGURE 15.—MASS THICKNESS X (psf) Barrier Shielding Effects, Plane Isotropic Sources Bo, Bw, & B'o.

Facilities	Blast and Shock Effect			Thermal Radiation Effect	Ionizing Radiation Effect	Corrective Measures
	0.5 psi	3 psi	5 psi			
SOURCES						
Ground Water						
(Deep well Nos. 1, 2, 3, 4, 5)						
(a) Well						
(b) Submersible motor and pump (No. 1)	*No effect*	*No effect*	*No effect*	*No effect*	*No effect*	
(c) Deep well turbine pump (Nos. 2, 3, 4, 5)						
(d) Motor (above ground) (Nos. 2, 3, 4, 5)	*Insignificant*	*Moderate damage*	*Damaged extensively*			
(e) Electric power service (Nos. 1, 2, 4, 5)	*Temporary outage*	*Outage to 30 days*	*Prolonged outage*			*Needs standby power*
(f) Natural gas power service (No. 3)	*No effect*	*Gas pressure lowered*	*Gas delivery outage to 30 days*			*Provide facilities for changeover to gasoline operation*
(g) Engine Control (No. 3)	*No effect*	*Insignificant*	*Minor damage*	*Insignificant*	*Needs decontamination before access*	
(h) Switch gear (Nos. 1, 2, 4, 5)	*Insignificant*	*Moderate to severe damage*	*Prolonged outage*			
(i) Appurtenances (Valves & gages, etc.) (Nos. 1, 2, 3, 4, 5)	*No effect*	*Insignificant*	*Insignificant*			
(j) Superstructure	*Minor damage*	*Moderate damage*	*Extensive damage*			
(k) R. C. Superstructure	*No effect*	*Insignificant*	*Damage to right angle drive and drive shaft*		*Fair protection within engine room*	*Place shield over drive shaft*
Surface Water						
(Stream Nos. 1 & 2)						
(a) Diversion structure (Nos. 1 and 2)	*No effect*	*Insignificant*	*Minor damage to structure*	*Fire on watershed*	*Contamination by fallout*	
(b) Intake structure screen (Nos. 1 and 2)			*Clogging by debris*			
(c) Power service (No. 1)	*Temporary outage*	*Probable outage to 30 days*	*Prolonged outage*			
(d) Tunnel (No. 2)	*No effect*	*Insignificant*	*Damage at openings*			
Imported Surface Water						
(a) Service connection (underground manhole)	*No effect*	*No effect*	*No effect*	*No effect*	*No effect*	*Emergency source required*
(b) Control and metering (automatic) facility	*Insignificant*	*Outage due to power failure*	*Moderate damage*			

TABLE VI (Continued)

Facilities	Blast and Shock Effect			Thermal Radiation Effect	Ionizing Radiation Effect	Corrective Measures
	0.5 psi	2 psi	5 psi			
TREATMENT PROCESS						
Disinfection Facility						
(a) Chlorinator & tubing	*Minor damage*	*Minor damage but repairable*	*Severe damage major repairs necessary*	*Fire damage*	*Radioactive contamination*	*Shield exposed tubing and chlorinator*
(b) Chlorine container	*Insignificant*	*Minor damage*	*Severe damage*	*Explosive to fire*		*Shield*
(c) Power supply	*Temporary outage*	*Outage to 30 days*	*Prolonged power outage*	*Insignificant*	*Insignificant*	
(d) Structure	*Light damage*	*Moderate damage*	*Moderate damage*			
Laboratory Control						
(a) Equipment (b) Chemical supply (c) Glassware (d) Stockpiles (e) Utilities (gas, water, electricity)	*Minor damage*	*Severe damage*	*Severe damage*	*Fire damage*	*Radiation contamination of laboratory equipment and chemicals*	*Provide alternate laboratory facilities in protected location*
(f) Structure	*Light damage*	*Moderate damage*				
WATER STORAGE						
Reservoirs Nos. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9						
(a) Wood frame roof structure (Nos. 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 9)	*Insignificant*	*Partial collapse*	*Complete collapse*	*Fire damage to roof structure possible*	*Radioactive contamination of exposed water*	
(b) R. C. roof structure (Nos. 7 and 8)	*No effect*					
(c) Corrugated iron tank structure (Nos. 1, 2, 3, 4, 5, 6)	*Insignificant*	*Insignificant*	*Insignificant*			
(d) R. C. reservoir structure (Nos. 7 and 8) (e) Steel tank structure (No. 9)	*No effect*			*No effect*	*No effect*	
(f) Power service (Nos. 7, 8, and 9)	*Temporary outage*	*Outage to 30 days*	*Prolonged outage*			
(g) Valving & control facilities (Nos. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9)	*Insignificant*	*Insignificant*	*Insignificant*			
(h) Valving & control facility (No. 7)	*Temporary outage*	*Power and automatic control outage*	*Prolonged power outage*	*No effect*	*No effect*	
(i) Inlet and outlet	*No effect*	*Insignificant*	*Insignificant*			

TABLE VI (Continued)

Facilities	Blast and Shock Effect			Thermal Radiation Effect	Ionizing Radiation Effect	Corrective Measures
	0.5 psi	2 psi	5 psi			
PUMPING FACILITY						
Pumping Stations						
Nos. 1, 2, 3, 4						
(a) Power supply (Nos. 1, 2, 3, 4)	*Temporary outage*	*Outage to 30 days*	*Prolonged outage*	*Fire damage*		*Provide auxiliary power source*
(b) Switch gear (Nos. 1, 2, 3, 4)		*Minor damage*				
(c) Appurtenances (valves, gages, etc.) (Nos. 1, 2, 3, 4)		*Recorder and automatic control inoperative (No. 2)*	*Severe damage*			
(d) Motor (Nos. 1, 2, 3, 4)	*Insignificant*	*Minor damage*		*Insignificant*	*No effect*	
(e) Pump (Nos. 1, 2, 3, 4)		*Insignificant*	*Insignificant*			
(f) Pump Station (Nos. 1, 2, 3, 4)		*Roof collapses (No. 1). Insignificant (2, 3, 4)*	*Roof collapses (No. 1). Concrete roof cracks (2, 3, 4)*			*Replace frame building*
(g) Connection to main pipe		*Insignificant*	*Insignificant*			
TRANSMISSION AND DISTRIBUTION SYSTEM						
(a) Piping (exposed)			*Minor damage*			*Replace exposed piping with steel pipe*
(b) Piping (Underground)	*No effect*	*Insignificant*	*Insignificant*	*No effect*		
(c) Appurtenances Valving			*Insignificant*		*No effect*	
Air Valve			*Minor damage*			
Hydrants	*Insignificant*	*A few breaks*	*Numerous breaks*			
Service pipe	*Light damage*	*Extensive breaks*	*Loss of water pressure*	*Fire damage*		

ANALYTICAL PROCEDURES

Keep the analysis simple by excluding from the study most of the smaller or non-critical portions of the system.

The first step in the analysis is to list the facilities to be checked. For each type of facility involved, make a list of items to be field checked. Then make a tabulation similar to Table VI and note the estimated data for each of the facilities.

The vulnerability analysis of the water utility used in this example suggests the following conclusions.

SOURCE SUPPLIES

(1) Wells—Although deep wells may very well withstand nuclear blast with high overpressure, the electric power supply is vulnerable and service may fail because of a lack of power. Well No. 3, however, will probably continue in operation as it is gas-engine driven with standby gasoline carburetion and is housed in a blast resistant building.

(2) Imported Aqueduct Source—The aqueduct and its service takeoffs are relatively invulnerable, but a study of the source facilities indicated that prolonged aqueduct outage should be anticipated following nuclear attack.

(3) Surface Streams—Facilities are relatively invulnerable to blast, but radiation and thermal effect (watershed fires) may prevent use.

The conclusion reached on source supplies was that Well No. 3 offered the only dependable source of water following nuclear attack. This well, with a capacity of 1800 gpm, will furnish water to the highest pressure system, and will provide at least the minimum amount of water, 10 gpcd, for all the surviving population during the postattack period.

A second well source similarly protected would be desirable.

STORAGE

Reservoirs were found to be relatively invulnerable except that the roofs of 6 reservoirs with a total storage capacity of approximately 52 million gallons would probably collapse. However, the concrete roofs of two reservoirs having a total storage of 52 million gallons should remain intact.

It is concluded that the vulnerability of the reservoir storage will be only affected by the possible contamination by fallout in the water in those reservoirs where the roofs have collapsed, and this should not be a significant radiation ingestion hazard.

BOOSTER PUMPING SYSTEM

The booster pumping facilities are vulnerable through power source failure. Reliable standby power sources are necessary to improve this condition to provide at least minimum booster pumping service. Poles, lines, etc., have higher blast resistance than most buildings.

TRANSMISSION AND DISTRIBUTION SYSTEM

The transmission system is well protected. The distribution system piping is not vulnerable except for appurtenances such as above-ground fire hydrants and house-piping connections. The major problem expected is the rapid loss of stored water through leaks developing within consumers' property when the service piping in homes and buildings is damaged.

MISCELLANEOUS FACILITIES

The laboratory is extremely vulnerable and standby field laboratory facilities must be provided in well-protected locations.

Communication equipment is reliable with at least 10 mobile radio units available in case of failure of the communication control center.

Shelter facilities for personnel are barely adequate and should be improved.

MANAGUA EARTHQUAKE

RICHARD HAZEN

HAZEN AND SAWYER - NEW YORK

AWWA

LAS VEGAS

MAY 14, 1973

INTRODUCTION

The death toll and devastation, and the relief efforts following the earthquake at Managua on December 23, 1972 have been described in the press and on television. These comments and slides pertain especially to the water system.

Managua lies on the south shore of Lake Managua some 50 kms from the Pacific Ocean. A line of volcanos extending almost the length of Nicaragua into Costa Rica cuts through the city. Some have been active within historic time. Some are extinct. Earth tremors are common, and Managua suffered severe earthquake damage in 1931.

The population of Managua grew from less than 70,000 in 1940 to approximately 400,000 at the end of last year. It dropped temporarily after the earthquake as the people fled the city. In spite of inadequate housing and inconveniences, they are returning rapidly and the population is already estimated at 260,000. Many of the commercial activities have been moved from downtown offices to residences in the outskirts of the city.

The water supply system, completed in 1966 with World Bank financing, is fed principally from Lake Asososca, an extinct volcano crater west of the city. The volcanic deposits throughout the area are porous and Lake Asososca acts much like a large, dug well 1 km in diameter. The long-term safe yield is estimated at approximately 20 mgd. Four wells, yielding 2+ mgd were drilled on the south side

of the city recently to supplement the high service and high-high service zones.

Lake Asososca and well water at Managua is of excellent quality requiring only chlorination. The much publicized "water purifiers" flown into Managua after the earthquake did not prove necessary. Air Force tank trucks and portable reservoirs filled from the Managua water system and private wells did, of course, provide a major service in distributing safe water throughout the city.

TRANSMISSION AND DISTRIBUTION SYSTEM

The transmission and distribution system includes a wide variety of pipe, old and new. Nearly 30%, however, was installed during the water system rehabilitation and expansion in the 1960's. Many laterals are small, with pipes 1 to 3 inches in diameter accounting for 25% of the total; 4 to 8 inches, 62%; 10 to 16 inches. 10%; 24 inch and 30 inch, less than 3%. About one-third of the 1 to 3 inch pipe is old 2 inch galvanized iron pipe; more than one-half is 2 inch PVC pipe. For the last 10 years, most of the cast iron pipe 14 inches and larger has been 150 psi ductile iron. In the smaller sizes 150 psi asbestos cement pipe and PVC have been used widely.

Some 400 water main failures had been located and repaired by the end of February 1973. In the completely destroyed center section of the city, however, where there was no immediate need to restore service, the laterals were valved off at both ends with no attempt to repair them. The total number of small diameter pipe failures, including asbestos cement pipe, unquestionably was much larger than the number of repairs recorded. For this reason, and because the severity of tremors varied widely over the city, the statistical summary presented cannot be used as a measure of strength and durability of different makes of pipe. (Table 1)

The water main failures were caused chiefly by lateral and vertical movement of the earth, observed in some places as much as 20 and 10 cm, respectively. The asbestos cement pipe failures were almost entirely shear breaks across the barrel of the pipe. Similar breaks occurred in old gray iron cast pipe 2 to 4 inches in diameter. In the large diameters of both ductile iron and gray iron pipe, the failures were due not to pipe breakage, but pulling apart at the joints. All new mains had "Tyton" or similar joints except at valves and fittings where bolted joints or Dresser couplings were used. Repair of the cast iron pipe failures required realignment of the mains, and replacement of bell and spigot ends with short nipples and sleeves.

Service failures not included in these statistics occurred usually at the corporation cock or meter box connection. Saddles were used for service connections to asbestos cement pipe but not for cast iron pipe.

As in earthquakes elsewhere, repairing the major transmission mains was done fairly quickly. Much more difficult and slower was tracking down the smaller breaks and abandoned services. Thus, although the pumpage from Lake Asososca jumped quickly from 8 to 15 mgd and reached 20 mgd within a week after the earthquake, it was January 10, before the output started down. (Fig. 2)

Before the earthquake there were 38,000 connections, 100% metered. The number dropped to 17,200 overnight. In spite of this, water pumpage in February equalled that before the earthquake. Some of this can be attributed to the relatively heavy use of water by residents in the outskirts of Managua who suffered little damage from the earthquake and some to the influx to this area by refugees from the center of the city. Some was due to the normal increase in water consumption in the dry season. Between November 1972 and February 1973 water consumption

decreased from 11.8 to 8.4 mgd in the low service zone; increased from 7.0 to 8.8 mgd in the high service zone; and increased from 1.3 to 4.2 mgd in the high-high service zone. The total pumpage averaged 23 to 24 mgd during March and April. It is obvious that much water is escaping undetected into the porous subsoil at Managua and will take some time to correct. A pitometer survey has been proposed to hasten this process. 12,300 meters have been recovered, most in usable condition.

DISTRIBUTION RESERVOIRS

Three of the 2.5 mg reservoirs were in service at the time of the earthquake. The fourth was empty for maintenance and repairs and suffered less than the others. These tanks are 45 meters in diameter and 6.4 meters high, with bottoms approximately one meter below the ground surface. The walls carried on circular footings, are of conventional circular tank design without prestressing. A flat slab roof is carried on concrete columns, 6 m. center to center, supported on independent footings. The tank bottom was poured in panels with seals and plastic water stops where the slab joined the wall and column footings.

The earthquake damage to the reservoirs was substantial:

a. Vertical and horizontal hairline cracks in the walls.

b. Cracks from inside to outside of the walls and from bottom to top of foundation walls.

c. Settling of columns and foundation walls, as much as 4 inches in some place causing failure of water stops and seal.

d. Circumferential cracks both at top and bottom of inside columns.

Equally serious was the great flow of water through the cracks and breaks which washed out the soil beneath the slab and foundation walls.

Repairs to the tanks have included:

a. Cement grouting beneath the foundation walls and bottom slabs to replace the washed out material. Two tanks were grouted from outside the walls, two through holes in the bottom slabs.

b. New seals and water stops as needed in the bottom joints.

c. Repair of cracks with epoxy compounds.

The tanks are back in service. Two small tanks of riveted 1/8" thick steel plate "burst" near the bottom of the walls. Other tanks of welded 1/4" plate, were not damaged. A 1/2 mg prestressed concrete tank with bottom similar to those in the large reservoirs withstood the earthquake without trouble. This probably was due to its smaller size and location in a "low shock" area rather than superior design, but we do not know for sure. Grouting below the tanks should reduce "washouts" in future earthquakes, but structural failures can be expected. We have not detailed a solution, but believe some form of flexible lining would give a better answer. As for Managua, future reservoirs are likely to be of less capacity.

CONCLUSIONS

Nicaraguans, like many other people, are not going to abandon their capital, Managua. Future earthquakes, large and small can be expected. Although definite plans have not yet been formulated, narrow streets and congestion will be avoided in the demolished center city area, and hopefully building codes to reduce hazards will be enforced. There is already a strong movement to develop the upland south of the city which so far, at least, has been less prone to earthquakes.

While the Empresa Aguadora de Managua got the water system back into operation fairly quickly it obviously was not prepared for any such catastrophe. Here, as in other cities likely to be struck by earthquake specific precautions must be

taken, and emergency action planned in advance. For Managua the following steps stand out:

(1) Development of a second water supply from a less precarious source, proposed for sometime in any event to meet growing demands, has become an urgent necessity.

(2) Non-brittle pipe should be used for water mains and services, with special attention to flexible connections. We should like to see all future mains of ductile iron, even down to 4 inch diameter. There is strong feeling in Managua however, that the savings with asbestos cement pipe will pay the cost of repairing many breaks.

(3) With no neighboring cities to call on, a large stock of tools, excavating equipment, trucks, repair clamps, etc. must be maintained at all times. Only the cooperation of the Smith-Blair Company in opening its plant over the New Year's holiday and air freighting repair clamps to Managua avoided long delays.

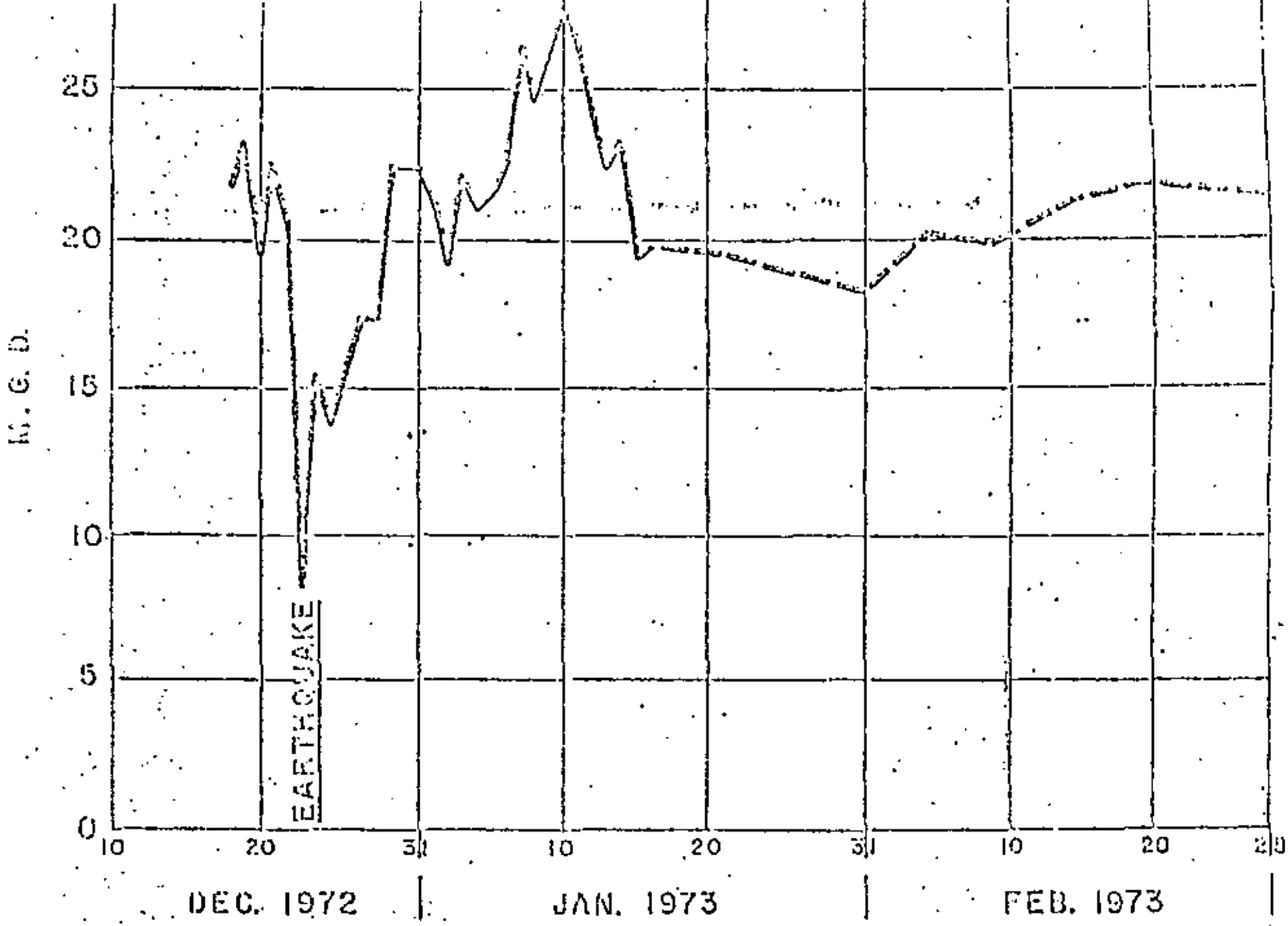
(4) Fully as important is the enlistment of an auxiliary repair force to serve in emergencies. It should be made up of employees of contractors, plumbing concerns, garages, industrial establishments, etc. reasonably skilled in pipe repairs and other essential trades. Nicaragua is basically an agricultural country and skilled mechanics and workmen are hard to find. Assignments of duties and arrangements for transportation, lights, police protection, compensation, etc., must be established in advance.

(5) With three separate sources (Lake Asososca and the well fields at Mercedes and Altamira) a program should be adopted whereby the less damaged parts of the distribution system with an operable source of water can be segregated quickly and kept under pressure.

(6) Electric power service at Managua is reliable, with outages normally of short duration. The steam plant at Managua is interconnected with another at Leon, and hydroelectric plants further east. With widespread failure of water mains almost certain in a severe earthquake, standby engine-driven pumps to deliver part of the supply would do little good. Engine drives on 2 or 3 wells may be warranted, however, to provide an immediate supply of pure water to meet survival needs in a major catastrophe.

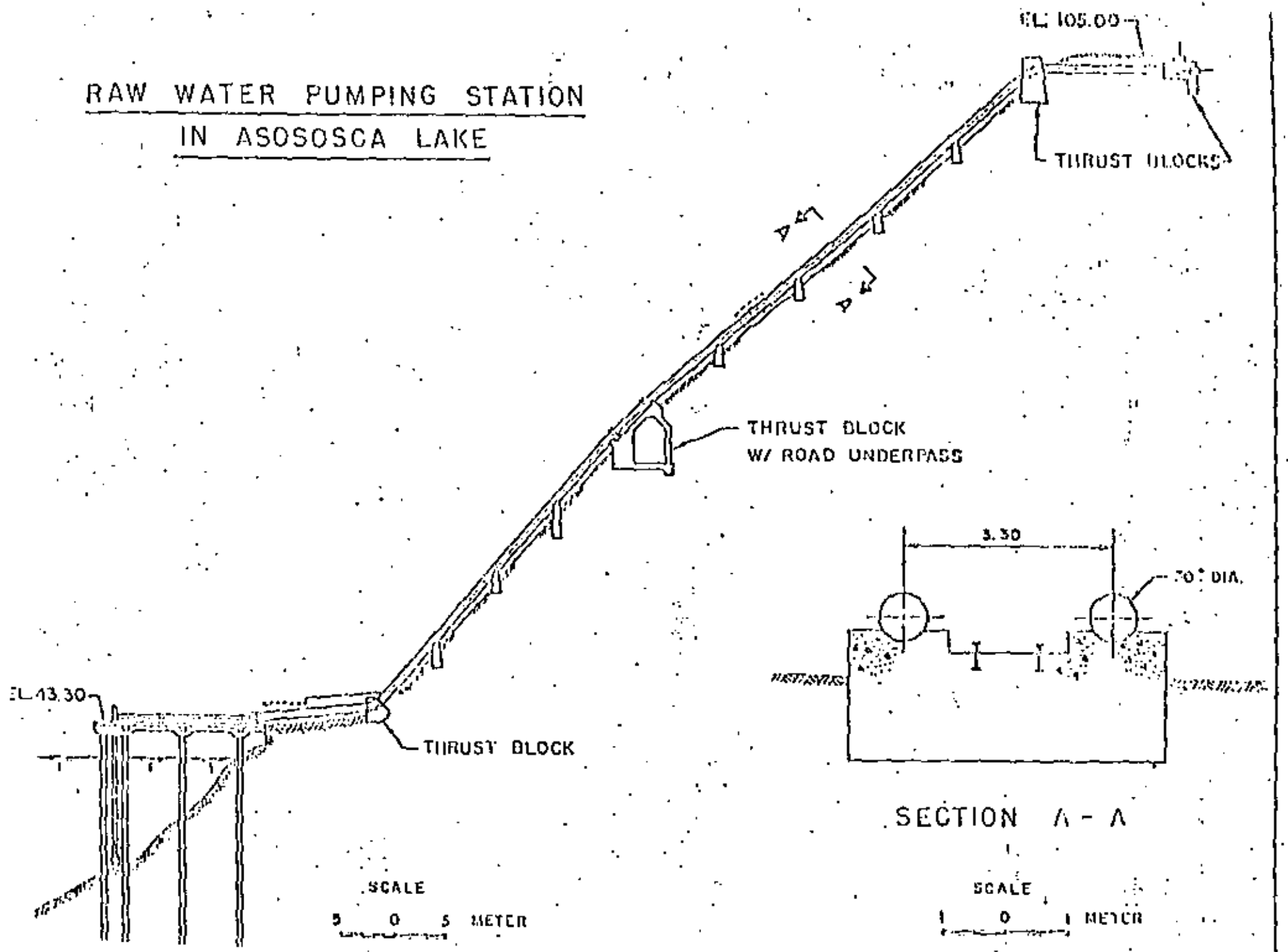
ACKNOWLEDGEMENTS

Don Santos J. Zelaya managed the Empresa Aguadora de Managua during the first water system development and planning of the second stage. His place is now held by Adan Cajina R, with Evenor Masis, engineer directly in charge of the water system. Consulting engineers are Hazen and Sawyer -J. Agustin Chan, a joint venture. C. R. Walter is the Hazen and Sawyer partner-in-charge, J. Raul Garcia, project engineer, and Carlos de Navarra the resident engineer. H. E. Rudson, Jr., formerly partner and now consultant to Hazen and Sawyer, played a major role in the hydrological investigations and planning of the additional ground water supply. Engineering Enterprises of Norman, Oklahoma are assisting in the design and development of the new wells.



DAILY IMPAGE

RAW WATER PUMPING STATION IN ASOSOSCA LAKE



	Length-meters	Failures	Failures per Km
Cast Iron			
1 - 3"*	9,100	21	2.10
4-6"	37,400	10	0.37
8-12"	13,300	12	0.90
14-16"	16,100	5	0.31
24-30"	14,600	7	0.48
Cement Asbestos			
1-3"	7,300	0	0
4-6"	296,600	307	1.04
8-12"	57,900	10	0.17
PVC			
1-3"	76,600	8	0.10
4-6"	400	0	0

*49,300 m. of 2" galvanized iron not included in table.

WATER MAIN FAILURES REPAIRED AFTER DECEMBER 23, 1972 EARTHQUAKE

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

OPERATIONAL PLAN DEVELOPMENT

J. NOVAK

Operational Plan Development

J. Novak

An operational plan depends upon preparedness and response

Organizational chart or list of phone numbers is of little help.

Want a list of duties or assignments - should be brief and flexible

---

People - most critical element

Specific Problems

1. Contamination

   a. Requires
      - detection
      - monitoring
      - alternate sources
      - treatment methods
      - dilution
      - public information

2. Power Outages

   a. Requires
      - stand by power
      - sufficient on-line storage
      - portable generators
      - working relationship with power companies

3. Transportation Failure

   a. May require
      - police protection
      - knowledge of alternate roads
      - supplies

4. Construction Damage

a. Requires

Knowledge of system
alternate sources
protective construction
available repair parts
⋮

5 Others

a. Personnel shortages

b. High demand

c. Intake water quality problems

Summary

A. Prevention

B. Response

Emergency Operations

If "A" occurs ⟶ plan of action

Rapid assessment
Operation
Repair

Requirements
- people
- information
- materials and equipment
- communications

Emergency Operations Plan Development

1. State emergency assumption
2. Estimate remaining capabilities
3. Estimate community requirements
4. Match capabilities to requirements
5. Specify priorities
6. Program resource use
7. Assign tasks to personnel

Specific Items For Plan Development

1. Inventory organization and make assignments

   a. Appoint personnel for plan development training, security

   b. Make contact with necessary persons or organizations

      i) Local plans

      ii) possible assistance

      iii) Funding information

      iiii) Liaison channels

   c. Make alert listing and define channels of command

VI Assess protection of Plant Equipment, Inventories, Records

a) Physical security protection needed

b) Security measures

c) Inventory essential materials and provide for their security

d) Provide multiple records

e) Keep records on all emergency operations

VII Initiate mutual aid agreements and other cooperative arrangements

a) Provide agreements with related utilities, services

b) Provide for exchange of materials, personnel, equipment

c) Consider legal problems

d) Provide for assisstance from state, local, federal agencies.

II Vulnerability Assessment – include brief summary in written plan

III Specify priorities and Program resources

a) Provide guidelines for water priorities

b) Establish procedures for emergency treatment, pumping, etc.

IV Provide Personnel Protection

a) Provide food, shelter, clothing, bedding as needed

b) Look after families if necessary

c) Protect employees from rioters, strikers, hazardous materials, etc.

d) Provide post disaster Followup

V Establish Communications Procedures

a) Information officer

b) Local radio and press communication

c) Equipment

d) Reporting information

VIII Determine Emergency Phase Action Steps

IX Plan Recovery Operations

a) Assess Damage

b) Determine priorities

c) Initiate Recovery

X Plan for improving system as indicated by deficiencies

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

TALLER

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-23

GRUPO 1

I.)

ANALISIS DE VULNERABILIDAD EN UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Características :

I. SISMO ESCALA 8 MERCALLI

II. EPOCA DE LLUVIAS :

Precipitación 30 mm / 30 min.

III. POBLACION :

8'000,000 DE Habitantes

IV DESALOJO DE AGUAS RESIDUALES:

Q_{ij} = 280 m^3/seg.

V. AREA SERVIDA

A= 300 Km^2

VI. ENCHARCAMIENTOS

En zonas con hundimientos

Personal 2800 a 3000 personas

VII. 8 PLANTAS DEL SISTEMA CHURUBUSCO	102 m^3/seg.
11 PLANTAS DEL SISTEMA GRAN CANAL	207 m^3/seg.
24 PLANTAS DEL SISTEMA ENTRE COLECTORES	127 m^3/seg.
VIII. 57 UNIDADES DE GENERADORAS	55800 KW

IX. 17 PRESAS DE REGULACION

II

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible] - DOMESTICAS RIOS Y PLUVIALES	INSIGNIFICANTE	NO AFECTA	DESLOQUE JUNTAS	[illegible]
4. ATARJEAS	INSIGNIFICANTE	NO AFECTA	DESLOQUE JUNTAS	INSIGNIFICANTE
[illegible]	INSIGNIFICANTE	NO AFECTA	DESLOQUE JUNTAS	INSIGNIFICANTE
[illegible]	LIGERAMENTE AFECTA	AFECTA	INSIGNIFICANTE	[illegible]
[illegible]	TEMPORAL	NO AFECTA	[illegible]	[illegible]
5. PRECIPICIOS DE [illegible]	EFECTO GRAVE	SI AFECTA	[illegible]	INCAPACIDAD DE OPERACION
[illegible] - INTERCEPTORES	INSIGNIFICANTE	NO AFECTA	[illegible]	INSIGNIFICANTE
7. PLANTAS [illegible] BOMBEO	SI AFECTA	[illegible]	FUERA DE SERVICIO POR FALTA DE ENERGIA ELECTRICA Y DESTRUCCION PARCIAL DEL SISTEMA	INSIGNIFICANTE
8. EMISORES	INSIGNIFICANTE	NO AFECTA	NINGUNO	INSIGNIFICANTE
9. PLANTAS DE TRATAMIENTO (SI ES QUE EXISTEN)	SI AFECTA	SI AFECTA	FALTA DE SERVICIO POR SUSPENSION DE ENERGIA ELECTRICA DESTRUCCION PARCIAL DEL SISTEMA	[illegible]
10. PUNTOS DE TOMA DE AGUA POTABLE	SI AFECTA	NO AFECTA	INCREMENTO DEL GASTO EN LA ZONA (YEL [illegible]	[illegible]
11. INCENDIOS DE INSTALACIONES	SI AFECTA	SI AFECTA	[illegible]	DISMINUCION DE [illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Group 1

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible] Y PLUVIALES		X	X	REGULAR	
=					
ATARJEAS		X	X	✓	✓
=					
SUBCOLECTORES		X	X	✓	✓
COLECTORES					[illegible]
a) Superficiales		X		REGULAR	[illegible]
b) Profundos		X		REGULAR	[illegible]
[illegible]					[illegible]
[illegible]		X	X	[illegible]	[illegible]
Apuntalamiento		X		[illegible]	[illegible] a Colector Profundo
Planes de Bombeo		X	X	GRAVE	Generación de los planes de Emergencia y en caso de no es posible tratar de desviarlo a otras estructuras.
Empedrados		X		Regular (Cap.)	tratar de operar manualmente o por [illegible] estructuras auxiliares. Se recomienda [illegible] para la 2da etapa.
Planes de trabajo (Riesgos)		X		REGULAR	
Rapidez de [illegible]		X		[illegible]	[illegible]

[illegible]	[illegible]			[illegible]
	NO TOMO	PARCIAL	TOTAL	
[illegible] DE [illegible]		X	X	Iniciar con los medios del sistema y esperar el auxilio de bomberos.
[illegible] DE [illegible] [illegible]		X		Bloquear los accesos perimetrales y los medios para que llegar a ellos con los auxilios que [illegible]

tenen

Mouk

GRUPO 2 hoja 1/2 — PELIGROS POTENCIALIZADORES Y GAS CLORO

	N	L	M	S	CONSECUENCIAS Y MEDIDAS TOMADAS PARA PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES
OBRA CIVIL			X		Revisar proyecto estructural y periódicamente las estructuras.
Sub-estaciones Equipo		X		X	PLANTA DE ELECTROLISIS / SUBESTACIONES. REFORZAMIENTO DE POSTES. ASEGURAR EQUIPO (CILINDROS). TALLER: USUARIOS DE SEGURIDAD PARA CILINDROS (FUGAS). REVISIÓN DE BASES Y SOPORTES DE EQUIPO ESPECIAL. SUPERVISIÓN PERIÓDICA DE LAS BOMBAS
INSTRUMENTACIÓN		X			INSTRUMENTACIÓN MANUAL SEMIAUTOMÁTICO
LABORATORIO		X			LABORATORIO MÓVIL
COMUNICACIONES			X		REGISTRAR ANTENAS. REVISIÓN DE SISTEMAS REPETIDORES. INSTALACIÓN DE RADIO
[illegible]			X		REVISIÓN DE SISTEMAS ACTUALES Y DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS NECESARIOS PARA LEVAR REFRIGERADAS INDUSTRIALES.
ACCESOS			X		COORDINADO CON DATOS DEPARTAMENTO
PERSONAL			X		CAPACITACIÓN PARA SUPERVISORES DE PERSONAL. AYUDA A FAMILIAS DEL PERSONAL. TRABAJO A DE PERSONAL. SELECCIÓN DE PERSONAL QUE LLEVA CARGA. EQUIPO DE SEGURIDAD
EQUIPO DE PROCESO		X			REVISIÓN DE INSTALACIONES. SELECCIÓN DE OPERACIONES. DE EMERGENCIA.

1º.- PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS / SIN IMPACTO EN CASOS DE EMERGENCIA.

2º.- CONCENTRACION DE ESFUERZOS EN PLANTAS DE POTABILIZACION Y DE CLORACION

3º.- ENBOTELLADO EN BOLSAS DE POLIETILENO DE AGUA POTABLE PARA EMERGENCIA (REPARTO A LA POBLACION)

4.- Cambio total al Equipo rodante actualmente en [illegible] de Sabanilla, [illegible], [illegible], Guatemala, Jocotán.

5.- [illegible] PARA [illegible] DE AGUA POTABLE

6.- Dotacion a la poblacion de elementos de desinfección

GRUPO 2

VII

PLANTAS DE TRATAMIENTO Y DESINFECCION

Plantas Potabilizadoras (4)

I. Capacidad Instalada	(l)	Población Servida	Zona Servida
1) Río Magdalena	170		M. Contreras
2) Sta. Cruz	60		Ixtapalapa
3) Sta. Catarina			Ixtapalapa
4) Agrícola Oriental	240		A. Oriental
5) Ríos Borracho	80		Afluente Lerma

PLANTAS DE Desinfección (2)

	Lerma	Xoch.	Xhic.	Peñón		
6) Gas cloro	4	3	1	1	=	9
7) Hipoclorito de sodio	223 estaciones					

PLANTAS DE TRATAMIENTO (7)

VIII

		Objetivo
8) Chapultepec	160 l/s	Riego y llenado lagos
9) Cda. Deportiva	225 l/s	Riego
10) Cerro de la Estrella	2000	Riego Agrícola
11) San Juan de Aragón	500	Riego y llenado de lago
12) Acueducto Guadalupe	80	Riego
13) Bosque de las Lomas	75	Control Contaminación
14) Xochimilco	1250	Riego
	4300 l/s	

IX

SISMO GRADO 8 ESC. MERCALLI

Componentes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
OBRAS CIVILES														
Obras de toma	L					-				M				
Cárcamos	M					-				M				
Tanques	M					-				M				
Edificios	L					-				L				
Columnas	L					-				-				
Soportes	M					M				M				
INST. ELECTROMECANICAS														
Bombas	N					N				N				
Compresores	N					-				L				
Subestaciones	S					S				L				
Plantas emergencia	-					-				-				
Fuerza	N					N				L				
Alumbrado	N					N				N				
Controles	N					N				N				
Generadores	-					-				-				
Alarmas	N					L				N				
INSTRUMENTACION	L					N				L				
EQUIPO														
Dosificadores	N					N				N				
Montacargas	M					L				L				
Cilindros	N					-				N				
Rastras	L					-				M				
Agitadores	L					-				-				

Efecto

N Nulo

L Ligero

M Medio

S Severo

Componentes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Laboratorio	L					-				L				
Comunicaciones	M					M				M				
Almacenes	N					N								
P. Químicos														
Accesorios														
Equipo														
Interconexiones entre Procesos														
Tuberías	M					M				M				
Canales	N					-				L				
Válvulas	M					M				M				
Compuertas	M					-				M				
Accesos	M					M				N				
Personal	N					M				N				

EFECTOS

Agua Potable	Energía	Agua	Contaminación	Daños	Tuberías Accesorios	Daños Estruct.	Maquinaria y Equipo
Captación	1		1			1	1
Conducción			1		1	1	
Rebombeo	1					1	1
Almacenamiento	•		1		1	1	
Distribución			1		1	1	
P. Tratamiento	1		1		1	1	
Alcantarillado							
Descargas			1		1		
Red Secundaria			1		1	1	
Red Primaria			1		1	1	
Bombeo	1		1		1	1	1
Rebombeo	1		1		1	1	1
P. Tratamiento	1		1		1	1	1
Conducción			1		1	1	

Sismo 8 ° Esc. Mercalli o Inundación.
Población 10,000,000 habitantes.

Agua Potable	Energía	Agua	Contamina.	Daños tub. Accesorios.	Daños Estructura.	Eq. 23 y Pl. Maq. y conexiones
Captación.	Planta Potabilizadora		Lab. Movil	Herramientas y Mat.	Herramientas y Mat.	transformador, motores, Grúas, Cubas, lib. Bombas
CONDUCCION			Lab. movil c/Cloro.	✓	✓	
REBOMBEO	✓				✓	✓
ALMACENAMIENTO			✓	✓	✓	✓
DISTRIBUCIÓN		(PIPAS) CARROS TANQUE	✓	✓	✓	✓
P. trat.	✓		✓	✓	✓	✓
ALCANTARILLADO						
DESCARGAS			✓	✓		✓
RED SECUNDARIA			✓	✓	✓	✓
RED PRIMARIA			✓	✓	✓	✓
BOMBEO	✓		✓	✓	✓	✓
REBOMBEO	✓		✓	✓	✓	✓
P. TRATAMIENTO	✓		✓	✓	✓	✓
CONDUCCION			✓	✓	✓	✓

GRUPO 3

XII

(2)

AGUA POTABLE	ENERGIA	AGUA	CONTAMINA.	DAÑOS TUB. ACCESORIOS	DAÑOS ESTRUCTURA	EQUIPOS Y ALIM. MAQ. Y COMBUSTIBLES
Captación	Planta portátil		Lab. móvil	Herramientas y mat.	Herramientas y mat.	Transformadores, motores Gruas, combustibles Bombas
CONDUCCION			Lab. móvil c/cloro.			
REBOMBEO.						
ALMACENAMIENTO						
DISTRIBUCION P. TRAT.		(pipas) Carros Tanque				
ALCANTARILLADO						
DESCARGAS						
RED SECUNDARIA						
RED PRIMARIA						
BOMBEO						
REBOMBEO						

GRUPO 3

CONPO NTE	EFECTO DEL DESA RE. NULO	PARCIAL	TOTAL	TIPO Y XTENSION	MEDIDAS COR TIVAS.
CAPTACION		20%		energia y desperfectos mayores.	Planta movil - materiales y Herramientas las instalaciones electro mecanicas LAB. MOVIL - equipo y Herramienta - combus
CONDUCCION		50%		daños en tuberias y estructuras	Herramientas, accesorios y tuber
REBOMBEO		50%		energia - fallas mecánicas - daños estructurales.	Planta movil - equipo de repuesto refacciones - Materiales y Herramient
ALMACENAMIENTO		40%		daños estructurales.	Materiales, Herramientas y equip
DISTRIBUCION		75%		daños en tuberias - accesorios estructuras.	Accesorios, tuberias, herramient Materiales - combustibles (PIPAS CON AGUA).
PLANTAS DE TRAT.		30%		daños estructurales - electro-mecanicos - energia.	Laboratorio movil - Herramientas - teriales - Planta movil - conección electro

SISTEMA : ALCANTARILLADO
DESASTRE ASUMIDO : SISMO 8° ESC. MERCALLI

ANALISTA :
FECHA : 5-DIC-79.

CONPONENTE	EFECTO DEL DESASTRE. NULO	PARCIAL	TOTAL	TIPO Y EXTENSION.	MEDIDAS CORRECTIVAS.
DESCARGAS DOM. y PLUVS.		60%		roturas en las descargas domiciliarias y pluviales.	(bombas equipo) Materiales - Herramient
RED SECUNDARIA		70%		✓ y estructuras	Materiales - Herramientas - equip
RED PRIMARIA		30%		✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓
BOMBEO		30%		daños estructurales - energia.	Planta movil, materiales y Herram las.
REBOMBEO		30%		✓ ✓ ✓	✓
PLANTAS DE TRAT.		30%		✓ ✓ ✓	✓
CONDUCCION		5%		Taponamiento.	Herramienta y Equipo.

Materiales y Suministros.

XIV

Tomando en consideración que en un evento de desastre, la comunicación por vía terrestre es dislocada casi en su totalidad ya sea por destrucción de las vías de acceso ó por cabo sellamientos, es indispensable tener almacenes ó lugares de almacenamiento en lugares cercanos a cada uno de los puntos críticos de los Sistemas de A. P. y A. con los materiales necesarios para uno de los problemas posibles: Fuego y Rescate y por el sist. en lazo.

El personal deberá ser suministrado por las secciones de los sistemas involucrados en el trabajo de corrección, reforzados por personal contratado ó por contratistas.

GRUPO 4 XV

CAPTACION CONDUCCION Y DISTRIBUCION

SISTEMA CHICONAUTLA

SISMO 8° ESCALA DE MERCALLI

CONCEPTOS	EFECTOS DEL DESASTRE				
	NULO	PARCIAL	TOTAL	TIPO Y MAGNITUD	MEDIDAS CORRECTIVAS
POZOS		X		FALTA DE ENERGIA RUPTURA EN LAS DESCARGAS	PLANTAS DE ENERGIA
LINEAS Y SUBESTACIONES ELECTRICAS		X		RUPTURA DE LINEAS Y CAIDA DE POSTES	REPARACION DE LINEAS
ESTACIONES DE BOMBEO		X		FALTA DE ENERGIA	PLANTAS DE ENERGIA
ESTACION DE CLORACION		X		FALTA DE ENERGIA Y POCO DE GAS	PLANTA DE ENERGIA Y SUMINISTRO DE HIPOCLORITO
TANQUES		X		FISURAS Y GRIETAS Y RUPTURA DE DESCARGAS	REPARACIONES DE DAÑOS Y UTILIZAR BY-PASS
REDES (TUBERIAS)		X		FUGAS	REPARACION DE DERRATA, MATERIALES ALTERNATIVOS, POSIBLE MEJORAMIENTO LOCAL
VIVIENDA		X		EN TANQUE Y TUBERIAS	CARGA TOTAL Y DESTRUCCION EN LA TERRACERIA
TRANSPORTES		X		DIFICULTADES EN EL TRANSITO	COORDINACION CON OTROS ORGANISMOS.
COMUNICACIONES	X			-	SE TIENE RADIO COMUNICACION
PERSONAL		X		AUSENCIA Y DESPERDICIO	AUXILIARES CON OTROS ORGANISMOS
ENERGIA			X	RUPTURA DE LINEAS Y CAIDA DE POSTES.	PLANTAS DE ENERGIA PARA REALIZAR LOS SERVICIOS
MATERIALES		X		OBSTRUCCION FALTA DE ACERO	SUMINISTRO DE ACERO DE ALCANTARILLAS Y PUENTES MAS COMUNES
EQUIPO		X		DIFICULTAD EN EL TRANSPORTE	RECURRIR A OTROS ORGANISMOS
HERRAMIENTAS	X				SE DISPONE

CAPTACION, CONDUCCION Y DISTRIBUCION

SISTEMA CHICONAUTLA

DATOS:	POBLACION SERVIDA	1,000,000 HAB.
	AREA SERVIDA	30 km^2
	Q =	3.5 m^3/seg
	DOTACION	300 lts/hab/día

INTENSIDAD DEL SISMO 8° EN LA ESCALA DE MERCALLI

CONCEPTOS	COMPONENTES DEL SISTEMA					
	PÓZOS	Líneas y Subestaciones Eléctricas	Estaciones de Bombeo	Estacion de Cloración	Tanques	Redes (Tub.)
SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA	X	X	X	X		
RUPTURAS					X	X
FUGAS					X	X
CONTAMINACION					X	X
COMUNICACION			X			
PERSONAL	X	X	X			X
MATERIALES		X				X
EQUIPO	X	X	X			X
HERRAMIENTAS		X				X
TRANSPORTES	X					

TENIENTE DAVID CANCHOLA
ING. PABLO SOSA CABALLERO
C. CIRINO RIVERA PATIÑO

ING. CORNELIO ACOSTA COLORADO
ING. LUIS GARCIA NAVARRO
ING. JUAN MANUEL MARTINEZ GARCIA

XVII

GRUPO No. 4

CAPTACION, CONDUCCION Y DISTRIBUCION

SISTEMA CHICONAUTLA

1. IDENTIFICACION DEL SISTEMA

1.1 Captación
1.1.1 39 pozos profundos, bombas accionadas con moto eléctrico.
1.1.2 Líneas de transmisión de energía eléctrica.
1.1.3 Subestación Eléctrica.

1.2 Conducción
1.2.1 Línea de Conducción, tubería de concreto armado, accesorios.
1.2.2 Plantas de bomeo 1 y 2
1.2.3 Tanques de almacenamiento de concreto armado capacidad 55.000 m^3
1.2.4 2 Subestaciones eléctricas
1.2.5 Planta de cloración
1.2.6 Tanques de oscilación.

1.3 Distribución
1.3.1 Red primaria 50 km. A.C. y F.F.
1.3.2 Red secundaria 1,500 km de A.C.

2. VULNERABILIDAD DEL SISTEMA
CONSIDERANDO UN SISMO DE 8° EN LA ESCALA DE MERCALLI

Fallas
Energía Eléctrica
Rupturas
Fugas
Contaminación
Comunicación
Personal
Materiales
Herramientas
Equipos
Transportes

3. COMPONENTES CRITICOS
3.1 Falla de energía eléctrica, debido a que no se tiene generadora de emergencia se depende del servicio público.
3.2 Líneas de conducción y distribución, debido a su longitud y tipo de materiales instalados, Concreto Reforzado,A.C.

GRUPO No. 5

"COMUNICACIONES Y TRANSPORTES"

IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DEL DESASTRE.

1: A COMUNICACIONES:

a) Teléfono
b) Radio
c) Telégrafo — Coord con Tel. Mex.
d) Televisión
e) Correo — Utilidad nula en casos de emergencia.

Medidas preventivas y/o correc.
Coord con Com. Tel. Méx.
Se req. plantas generadoras propias en la central y en repetidoras
Personal capacitado
Información

B TRANSPORTES:

a) Aéreo(aeropuerto): Aviones, Avionetas y Helicópteros.
b) Terrestre(caminos y vías férreas): Camiones, autobuses, ferrocarriles, pick up, etc.
c) Acuático: Lanchas y botes salvavidas.

CUANDO SE PRESENTA UN SISMO PROVOCA DESASTRE, AFECTANDO LAS VIAS DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

2. ASIGNACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL DESASTRE
Se considera como desastre natural por ser provocado por un sismo.

3. ESTIMACION DE LOS EFECTOS DE UN DESASTRE,EN COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

a) Interrupción del suministro de energía eléctrica.
b) Ruptura de caminos.
c) Destrucción de pistas de aterrizaje.
d) Falla en los puentes
e) Ruptura o falla en presas (almacenamiento y generadoras de energía eléctrica).

4 y 5 CONSIDERAMOS QUE LOS PUNTOS 4 y 5 , QUE SE REFIEREN A LA ESTIMACION DE LA DEMANDA Y CAPACIDAD DE SATISFACCION DE ESTA, PODEMOS MENCIONARLOS EN UN SOLO PUNTO; DE LA MANERA SIGUIENTE:

EVALUACION
a) Suficiencia de Medios de Transportación
b) Autosuficiencia de Equipos de Radio Comunicación.
c) Acondiconamiento de las vías de acceso.
d) Coordinación con otras dependencias (

6. DETERMINACION DE LOS COMPONENTES CRITICOS QUE IMPIDEN CUBRIR LA DEMANDA

a) Falta de recursos económicos.
b) Carencia de recursos humanos
c) Insuficiencia o carencia de maquinaria y equipos
d) Afectación de las vías de comunicación (carreteras, caminos de acceso, aeropuertos, F.F.C.C., etc.).
e) Carencia de refacciones, combustibles y lubricantes.

7. ELABORACION DE UN PLAN DE TRABAJO PARA PRIORIDADES EN LA TRANSPORTACION.

Organización y niveles de mando y tramos de

GRUPO - V

COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

(1)

vulnerabilidad

↓

Medidas correctivas.

↓

TODOS ESTOS PUNTOS ESTUDIADOS LOS ASPECTOS NECESARIOS DE MEDIDAS CORRECTIVAS EN COMUNICACIONES Y TRANSPORTES REFERENTE A LOS EFECTOS QUE SE CONTRAEN EN CADA UNO DE SUS SERVICIOS Y CORRESPONDE AL SISTEMA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES TOMAR LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA QUE ~~CONSISTEN~~ COMO SISTEMAS DE APOYO, LOS DEMAS SERVICIOS PUEDAN DESEMPEÑAR SUS FUNCIONES CORRECTIVAS.

COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CON RESPECTO A LA VULNERABILIDAD SE TENDRIA QUE HACER LAS SIGUIENTES CORRECCIONES.

I... COMUNICACIONES.

a)... TELEFONO ... COORDINACION CON LA COMPAÑIA DE ELECTRICIDAD.

b) ... RADIO... — ES INDISPENSABLE CONTAR CON PLANTAS GENERADORAS PROPIAS EN LA CENTRAL Y EN REPETIDORAS, PERSONAL CAPACITADO PARA REPARACIONES,

c)... TELEGRAFOS... COORDINACION CON LA COMPAÑIA NACIONAL.

d)... TELEVISION... EXCLUSIVAMENTE PARA ASPECTOS INFORMATIVOS.

e) _ CORREO ... PARA CASOS DE EMERGENCIA ES NULO

II... TRANSPORTES.

a)... AEREO ... UTILIZACION DE HELICOPTEROS, AVIONETAS

b) ... CARRETERAS Y VIAS FERREAS. — CONTAR CON MAPAS REALES ACTUALIZADOS PARA LAS REPARACIONES, MEDIOS PARA TRANSPORTARLOS, ASI COMO PERSONAL Y MAQUINARIA, COMBUSTIBLE

c)... ACUATICOS ... CONTAR CON LANCHAS, CANOAS Y RECURSOS HUMANOS ESPECIALIZADOS (BUZOS, RANAS, ZINCOS ETC).

Grupo No. 6

6. FUENTES DE ENERGIA ELECTRICA. PLANTAS DE BOMBEO Y POZOS

I. COMPONENTES DEL SISTEMA

A) FUENTES DE ENERGIA ELECTRICA
1. Planta generadora.
2. Línea Transmisión
3. Subestación
4. Red. Distribución eléctrica
   Elementos de Protección
5. Comunicaciones — Radio, Teléfono
6. Personal
7. Válvulas

B) POZO PROFUNDO
1. Ademe
2. Columnas
3. Tubería. Descarga
4. Motor eléctrico
5. Tablero de control
6. Sist. Contaminación
7. Sopeortes de Tuberías

C) PLANTAS DE BOMBEO
1. Línea de conducción
2. Carcamo du
3. Bombas
4. Descargas(tuberías)
5. Motores. Eléctricos o de combustión
6. Edificio de la planta
7. Válvulas
8. Contaminación
9. Tanque - regulador
10. Soportes
11. Personal

II. EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL DESASTRE CONSIDERANDO UN SISMO DE 8°EN LA ESCALA DE MERCALLI.

MANEJO DE AGUA POTABLE Y AGUA NEGRA.

POBLACION: 9 000 000 hab.
AREA 1500 km^2 (Distrito Federal)
GASTO 40 m^3/seg.
600 POZOS PROFUNDOS
40 PLANTAS DE REBOMBEO AGUA POTABLE
46 PLANTAS DE AGUA NEGRA

6.- FUENTES DE ENERGIA ELECTRICA PLANTAS DE BOMBEO Y POZOS PROFUNDOS

XXIII

Conceptos	EFECTOS DEL SISMO	HULA	PARRIA	TOTAL	MEDIDAS CORRECTIVAS
	8°				
Energía Eléctrica	Afecta				
. Planta Generadora	Temp.				Plantas generadoras portátiles que. Estock mínimo de refracciones y contar con equipos de radio comunicación portátiles. Usar el personal adiestrado y capacitado y bien ubicado en diversas dependencias
. Línea Transmis.	/				
. Subestación	/				
. Red Eléctrica	Insignif.				
. Elem. Protecc.	Tempor.				
Comunicación	/				
. Personal	/				
Pozos Profundos					
. Adoma	Afecta			/	Perforación de pozos auxiliares. Equipos de repuesto con planta generadora o con motores de combustión.
. Bomb Vert. Convenc.	/			/	
. Tubería Desc.	/			/	
. Motor Electr.	Insignif.				
. Tablero Contr.	/				
. Cloración	Temporal				
. Sopt. Tubería	Afecta			/	Juntas mecánicas y estructuras metálicas y equipo de soldadura y corte y stock de refacciones, mecánico eléctrico.
. Caseta Operac.	Temporal				
. Personal	/				
. Válvulas	/				
Tubería de [illegible]					
Plantas Bombeo					
. Línea Conducc.	Afecta			/	Juntas mecánicas
. Carcamo	/			/	Materiales impermeabilizantes y expansivos
. Bombas	Insignif.				
. Tubería Desc.	Afecta				
. Motores Electr.	Insignif.				
. Edificio Planta	Afecta			/	Equipo mecánico para desalojo de escombros, caseta prefabricadas
. Válvulas	Insignif.				
. Cloración	Temporal				
. Tanque Regul.	Afecta			/	
. Soportes	/				
. Personal	Temporal				Materiales impermeabilizantes y expansivos.
Tubería de [illegible]					

centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam

" METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO".

T E M A 3

ENFOQUE SISTEMICO PARA ESTUDIAR LAS SITUACIONES DE DESASTRE.

Dr. Ovsei Gelman

Diciembre, 1979.

MEMORIA DEL IV CONGRESO

DE LA

ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERIA

MERIDA, YUCATAN, MEXICO

11 - 13 Octubre de 1978

PLANTEAMIENTO GENERAL DEL DISEÑO E IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE PROTECCION Y RESTABLECIMIENTO DE ASENTAMIENTOS HUMANOS EN CASOS DE DESASTRE

Dr. Oysel Gelman
Asesor del Centro de Investigación Prospectiva, Fundación Javier Barros Sierra
Profesor Asociado (en licencia) de la Facultad de Administración de Empresas, Universidad de Tel-Aviv
Investigador del Instituto de Ingeniería, UNAM

Ing. José Luis Montaño
Investigador del Instituto de Ingeniería, UNAM

Abstract

In order to design and implement in México a system focused to protect (prevention plus mitigation) and/or restablish (rescue plus recuperation) human settlements from natural disasters, a systems approach project was developed. From a methodological analysis a paradigm, fruitful to determine the basic functions and interrelations among the systems involved, was obtained and used for planning that project.

Resumen

A fin de diseñar e implantar en México un sistema para proteger (prevención más mitigación) y/o restablecer (rescate más recuperación) asentamientos humanos en casos de desastres naturales, se desarrolló un proyecto con enfoque sistémico. A partir de un análisis metodológico, se obtuvo un paradigma que fue usado para determinar las funciones e interrelaciones de los sistemas involucrados, así como para planear dicho proyecto.

Introducción

En México, como en muchos otros países, las medidas con que comúnmente se cuenta para reducir tanto la probabilidad de ocurrencia, como la magnitud de los desastres naturales, individualmente poseen un campo de aplicación muy restringido y, en conjunto, carecen de integración. Por tal motivo y considerando la elevada frecuencia con que ocurren desastres en los asentamientos humanos debido a la creciente complejidad estructural de estos últimos y a la rapidez con que crece la población, la efectividad de esas medidas es cada vez menor.

Para modificar esta situación no basta mejorar las medidas existentes o crear otras, sino también —y esto es fundamental en este artículo-

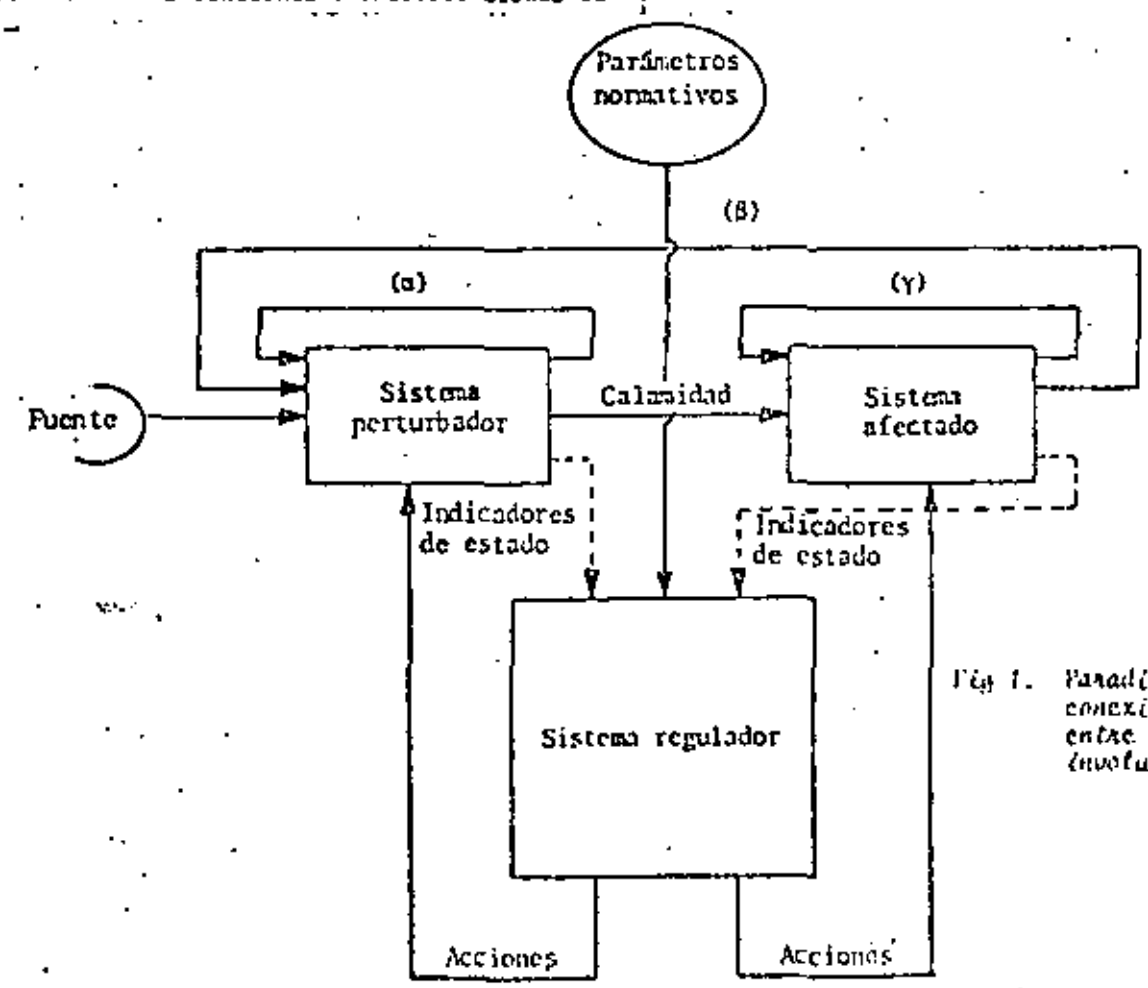


Fig 1. Paradigma de las interconexiones existentes entre los tres sistemas involucrados

organizar y coordinar todas las actividades que se realicen antes, durante y después de un desastre a través de un sistema de protección y restablecimiento (llamado también sistema regulador, SR) que cubra el país en forma jerárquica (ciudades, estados, regiones, etc). El diseño e implantación de este sistema constituye el principal objetivo del proyecto cuyo planteamiento general se presenta aquí.

Concepto de desastre

A fin de diseñar e implantar el sistema regulador, es necesario conocer ante todo el concepto de desastre.

El planteamiento del proyecto está basado en estudios metodológicos a partir de los cuales se creó un paradigma (Fig 1) para conceptualizar el desastre y los sistemas involucrados en la problemática que se estudia. De esta manera se ha considerado al desastre como el estado del sistema afectado (SA) que resulta de la interacción eventual de éste con un sistema perturbador (SP, Fig 1). Con SA se representa cualquier sistema integrado por el hombre y los elementos que este necesita para subsistir (ciudad, empresas, etc), mientras que con SP se hace referencia a un sistema capaz de producir calamidades (terremotos, huracanes, epidemias, etc). Así pues una calamidad, producto del sistema perturbador, transforma el estado normal del sistema afectado, en otro conocido como desastre.

Funciones del sistema regulador

Para reducir la magnitud de los desastres, el sistema regulador deberá realizar ciertas funciones cuya especificación depende de la interacción que se establezca entre los sistemas perturbador y afectado. La naturaleza de dicha interacción es determinada por las calamidades y por el comportamiento del SA. La producción de calamidades por parte del SP puede favorecerse o inhibirse cuando este es afectado por:

a) una fuente ajena a los sistemas involucrados ("fuente", Fig 1)

b) las propias calamidades (realimentación α, Fig 1)

c) acciones derivadas del comportamiento del SA, ya sea que este se encuentre en estado normal o en desastre (realimentación β, Fig 1).

Por otro lado, las acciones que realice el SA afectarán su propio comportamiento (realimentación γ, Fig 1), de manera tal que se favorezca el abandono o el fortalecimiento del desastre o del estado normal, según sea el caso.

Entonces, a fin de aminorar la magnitud de un desastre, es necesario que el sistema regulador lleve a cabo funciones de control capitando información, tomando decisiones y ejecutando estas últimas. Por una parte deberá controlar los mecanismos del sistema perturbador y por otra, el comportamiento del sistema afectado.

Objetivos del sistema regulador

Los objetivos que debe alcanzar el sistema regulador se han establecido con base en un análisis de la ocurrencia de calamidades y desastres con respecto al tiempo. Se han considerado cuatro periodos básicos (Fig 2):

1) antes de que ocurran calamidades
2) durante al ocurrencia de calamidades
3) durante el desastre
4) después del desastre

El sistema regulador deberá tomar en cuenta las situaciones que prevalecen en cada uno de estos periodos, de manera que pueda realizar diferentes acciones y, por consiguiente, alcanzar varias metas para reducir la magnitud de los desastres. Las principales metas que el SR debe alcanzar en cada periodo, respectivamente, son:

1) Prevención, consiste en controlar los mecanismos del SP tratando de que este no produzca calamidades.

2) Mitigación, esto es, reducir tanto la vulnerabilidad del sistema afectado como el impacto de las calamidades sobre este último.

3) Rescate, es decir, salvar seres humanos y elementos materiales del SA, durante el desastre, así como hacer lo necesario para impedir el fortalecimiento de este estado.

4) Recuperación, consistente en la normalización del estado del SA una vez superado el desastre.

En esta forma, el sistema regulador tiene dos objetivos generales: protección y restablecimiento. El primero de ellos está integrado por las primeras dos metas, mientras que el segundo por las dos últimas (Fig 2).

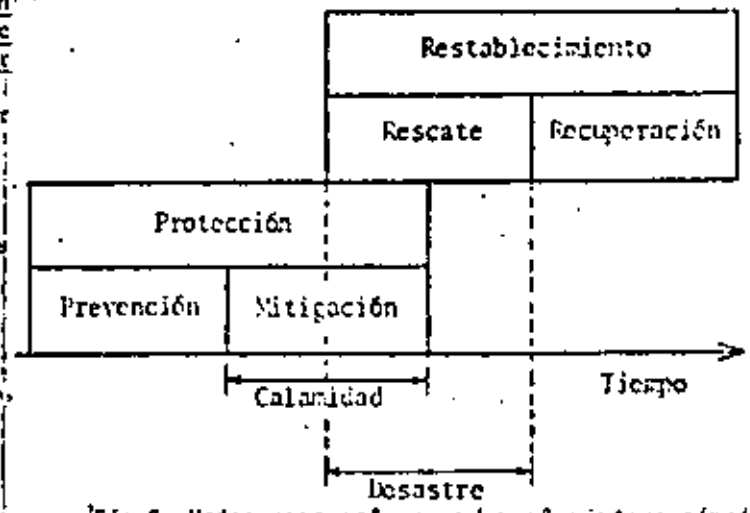


Fig 2. Metas para salvaguardar al sistema afectado durante diferentes periodos de tiempo

Etapas de desarrollo del proyecto

El diseño y la implantación del sistema regulador dependerán principalmente de la naturaleza, tanto del sistema afectado como del sistema perturbador específicos. Sin embargo, en el

MEMORIA DEL V CONGRESO

DE LA

ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERIA

MORELIA, MICHOACAN, MEXICO

18 - 21 Septiembre de 1979

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PROTECCION Y RESTABLECIMIENTO PARA UNA CIUDAD FRENTE A DESASTRES

Ovsei Gelman
José Luis Rangel
Instituto de Ingeniería, UNAM

Abstract

Based on methodological work developed earlier in order to obtain a paradigm to study disasters, aiming at a National System of Protection and Reestablishment, it is here presented a specific project of the activities needed to reach the intented objective. The design is selected to start from a city level (Project Pilot). Three phases are foreseen: basic studies, field studies and implementation. This first etap should provide the ability to continue to the next etaps of the general project: implementation in other cities and integration of a national network.

Resumen

Sobre trabajo metodológico desarrollado previamente del que se obtuvo un paradigma para estudiar desastres, con el objetivo de alcanzar un sistema nacional de protección y restablecimiento, se presenta en este trabajo el desarrollo de un proyecto específico sobre las actividades necesarias para iniciar la consecución de dicho objetivo. Se opta por iniciar el diseño al nivel local de una ciudad (proyecto piloto). Se prevén 3 fases: de estudios básicos, de estudios de campo, y la de implantación. El desarrollo de esta primera etapa deberá capacitar para continuar con las etapas restantes del proyecto general: implantación a otras ciudades y, finalmente, integración de la red nacional.

Introducción

Es bien conocido que México, por su ubicación geográfica, es un país altamente expuesto a calamidades naturales de varios tipos. El acelerado crecimiento poblacional y las fuertes tendencias migratorias hacia la concentración, se encuentran entre las principales causas de la creciente complejidad estructural de sus asentamientos humanos. Lo anterior, aunado al desarrollo rural y urbano del país en general, y a las calamidades propias que pueden presentarse en ciertas áreas donde dichos asentamientos tienden a ubicarse*, lo hacen aun más vulnerable ante las calamidades. De aquí que no resulte extraño la tendencia actual de elevación de la frecuencia de ocurrencia y magnitud de los desastres (ref 1).

Por otra parte, la situación se agrava cuando en México, como en muchos otros países, las medidas para combatir los desastres no son suficientemente efectivas debido a su carácter fragmentario y superficial. Además, no se encuentran organizadas entre sí y su nivel de realización es todavía muy bajo (refs 2 y 6).

Ya en otra ocasión se mencionaba que "no basta mejorar las medidas existentes o crear otras, sino... organizar y coordinar todas las actividades que deben realizarse..." (ref 4). En aquella ocasión se presentó un planteamiento general para diseñar e implantar un sistema de protección y restablecimiento para asentamientos humanos en casos de desastre; en ésta, se muestra un segundo paso, esto es, el diseño específico de un proyecto que permite llevar a cabo las actividades necesarias para alcanzar dichos objetivos de protección y restablecimiento.

Conceptos básicos

Desastre

El planteamiento del proyecto se basa en estudios metodológicos (refs 3 y 4) a partir de los cuales se creó un paradigma (fig 1) para definir el desastre y conceptuar los sistemas involucrados en la problemática que se estudia. Se considera al desastre como el estado del sistema afectable (SA) que resulta de la interacción enventual de este con un sistema perturbador (SP, fig 1). Con SA se representa cualquier sistema integrado por el hombre a los elementos que necesita para subsistir (ciudad, regiones productoras de alimentos etc), mientras con SP se hace referencia a un sistema capaz de producir calamidades (terremotos, huracanes, epidemias, etc). Así pues, una calamidad, producto del sistema perturbador, transforma el estado normal del sistema afectable en otro conocido como desastre.

Funciones del sistema regulador

Para reducir la frecuencia de ocurrencia y magnitud de los desastres, el sistema regulador deberá realizar ciertas funciones cuya especificación depende de la interacción que se establezca entre los sistemas perturbador y afectado. La naturaleza de dicha interacción está determinada por las calamidades y comportamiento del SA. La producción de calamidades por parte del SP puede favorecerse o inhibirse cuando este es afectado por:

a) Una fuente ajena a los sistemas involucrados (fig 1)

* Se ha estimado que para 1980 del 40 al 50 por ciento de la población del país se encontrará en las áreas de mayor actividad sísmica

b) las propias calamidades, a través de la realimentación α de la fig 1

c) acciones derivadas del comportamiento SA, ya sea que este se encuentra en estado normal o de desastre (realimentación β, fig 1)

Por otra parte, las acciones que realice el SA afectarán su propio comportamiento (realimentación γ, fig 1) de tal manera que se favorezca el abandono o fortalecimiento del desastre o del estado normal, según el caso.

Por tanto, a fin de aminorar la magnitud de un desastre, es necesario que el sistema regulador lleve a cabo funciones de control captando información, tomando decisiones y ejecutándolas. Se busca controlar los mecanismos del sistema perturbador y el comportamiento del sistema afectado.

Objetivos del sistema regulador

Los objetivos del sistema se han establecido con base en un análisis de la ocurrencia de calamidades y desastres respecto al tiempo (ref 3). Se han considerado cuatro periodos básicos (fig 2): 1) antes de la ocurrencia de calamidades; 2) durante la ocurrencia de la calamidad; 3) durante el desastre, y 4) después del desastre.

El sistema regulador deberá tomar en cuenta las situaciones que prevalecen en cada uno de estos periodos, de manera que pueda realizar diferentes acciones y, por consiguiente, alcanzar varias metas para reducir la magnitud de los desastres. Las principales metas que el SA debe alcanzar en cada periodo son:

1) *Prevención*, consiste en controlar los mecanismos del SP tratando de que este no produzca calamidades

2) *Mitigación*, esto es, reducir tanto la vulnerabilidad del sistema afectado como el impacto de las calamidades sobre él

3) *Rescate*, es decir, salvaguardar seres humanos y elementos materiales del SA durante el desastre, así como impedir la extensión del estado desastroso y/o alcanzar niveles irreversibles

4) *Recuperación*, que es la reconstrucción y mejoramiento del SA, a fin de superar las condiciones previas al desastre

En esta forma, el sistema regulador tiene dos objetivos generales: *protección y restablecimiento*. El primero integrado por las primeras dos metas, y el segundo, por las dos últimas (fig 2).

Niveles de desarrollo del proyecto

Siendo el objetivo del proyecto alcanzar a largo plazo un sistema regulador integrado a nivel nacional, se ha previsto la necesidad de hacerlo en tres etapas correspondientes a diferentes niveles de integración.

El desarrollo del proyecto en el primer nivel deberá orientarse al diseño e implantación de un SR local en una ciudad; el segundo, con base en la experiencia obtenida en el nivel anterior, deberá establecer sistemas reguladores similares en otras ciudades, hasta contar con una red regional encabezada por su SR regional; por último, en el tercer nivel se tratará de establecer un sistema jerárquico a nivel nacional.

Esos niveles pueden alcanzarse mediante diferentes tácticas. En esta propuesta se resolvió iniciar el trabajo mediante el diseño e implantación de un SR local, esto es, cubrir únicamente las fases correspondientes al primer nivel.

Se ha optado por este inicio, en lugar de hacerlo, por ejemplo, a nivel nacional, debido a la inexperiencia en el diseño e implantación de dichos sistemas reguladores, así como a la falta de cuadros capacitados. Además, la experiencia ganada durante el trabajo en el primer nivel será de gra utilidad para evaluar los recursos y tiempo necesarios para cubrir los niveles restantes y planear con detalle las etapas posteriores del proyecto general, sin mencionar la vital importancia que para algunas ciudades (áreas) tiene la inmediata implantación de un SR local.

La variante sugerida, expuesta detalladamente en la siguiente parte de la propuesta, será llamada, en adelante, *proyecto piloto*, para distinguirla así del proyecto general.

Fases del proyecto piloto

Para llevar a cabo el proyecto piloto cuyo objetivo es realizar un SR en una ciudad (local), se han considerado tres fases básicas, las cuales encuentran su justificación en la estructura lógica característica de proyectos en ingeniería de sistemas (ref 5).

Fase I. Estudios básicos

La meta principal por alcanzar durante esta fase es la concepción y descripción de los sistemas involucrados y sus interrelaciones: sistemas perturbador, afectable y regulador. En este marco se definirán los conceptos y la terminología empleados.

En el nivel actual de estudios y diseños del proyecto (ref 6) es posible, en forma esquemática, presentar algunas metas y actividades en relación con cada uno de los sistemas involucrados.

Sistema perturbador

a) representación funcional

b) basándose en una revisión crítica de la literatura se hará una descripción de los mecanismos de producción de diferentes calamidades, sus interacciones y análisis de posibilidades para pronosticar y prevenir su aparición, especificando los indicadores necesarios para que SR tome acciones de control sobre SP

b.1) estudio comparativo de los métodos de evaluación de ocurrencia y magnitud de calamidades

Sistema afectable

a) representación de una ciudad como sistema; su descomposición funcional en subsistemas para ser salvaguardados, y su jerarquización por orden de importancia vital para la subsistencia de esta (salud, agua potable, alimentos, vivienda)

b) representación estructural de los subsistemas y sus interrelaciones; descomposición operacional

c) características adecuadas para representar cada uno de los subsistemas a fin de llegar a evaluar su vulnerabilidad

d) estudio, análisis crítico y planteamiento de métodos y técnicas de evaluación de vulnerabilidades de los subsistemas ante diferentes calamidades

Sistema regulador

a) diseño del SR como sistema funcional cuyas metas son: prevención, mitigación rescate y recuperación (ver Objetivos del SR)

a.1) establecimiento de las funciones básicas y los subsistemas correspondientes para desempeñarlas

a.2) especificación de las actividades necesarias para el cumplimiento de las funciones

a.3) elaboración de los elementos operativos necesarios para llevar a cabo esas actividades

a.4) organización y coordinación de los elementos operativos para garantizar un desempeño eficaz del SR. Establecimiento de la estructura administrativa

b) diseño para la preparación del plan general de implantación del SR e identificación de las actividades existentes y los organismos responsables que cubren algunas funciones del SR diseñado, factibles de incorporarse a este previa evaluación y ajustes necesarios

b.1) elaboración y estudio de las posibles alternativas de implantación de SR locales, tomando en cuenta la importancia de la participación de representantes de la ciudadanía, el gobierno y los especialistas, entre otros

b.2) planificación de la capacitación de cuadros necesarios para desempeñar las funciones requeridas en el SR. Es prever los distintos niveles a los que deberá impartirse, tomando en cuenta la necesidad en el sistema de voluntarios, técnicos, especialistas, administradores y organizadores. Puede pensarse desde la educación del personal requerido hasta la instauración de programas de enseñanza específicos como, por ejemplo, en las áreas de ingeniería de sistemas, ambiental y civil

b.3) estudios de los aspectos legales y económicos involucrados en el establecimiento y operación del SR

b.4) estipulación de los detalles a seguir en las dos fases subsecuentes: estudios de campo e implantación

c) diseño de patrones para la preparación del plan general de operación del SR

c.1) estudios para conformar una red de captación de información y ejecución de actividades específicas en relación con el pronóstico y prevención de calamidades.

c.2) estudio de las medidas y elaboración de las políticas de reducción de vulnerabilidades. Como ejemplo, algunos aspectos referentes a:

Actualización de códigos de construcción

Revisión y diagnosis del estado actual de obras civiles

Reforzamiento estructural

Establecimiento de políticas de uso del suelo

Planificación de las ciudades

Estudios de las medidas existentes para delinear patrones de confección de planes de rescate y recuperación

Fase II. Estudios de campo

Los estudios teóricos de la fase I se justifican en la medida de su empleo. La segunda fase está orientada a dar un contenido concreto a los esquemas conceptuales alcanzados. Se identificarán así los sistemas reales, en la ciudad escogida, correspondientes a los sistemas perturbador, afectable y regulador, especificándolos mediante sus características repre-

sentativas. Todas las técnicas desarrolladas en la primera fase serán probadas aquí para seleccionar la más adecuada.

Aunado a estas metas deberá considerarse la organización en la ciudad del equipo "núcleo" del SR futuro, tomando en cuenta la necesidad de garantizar la operación autónoma del sistema, esto es, después del diseño e implantación, donde la participación de elementos ajenos a la ciudad es indispensable, esta última deberá disminuir con el tiempo.

Para alcanzar las metas de esta fase se prevén algunas actividades básicas:

a) selección de la ciudad con base en ciertos criterios, entre los cuales se mencionan

   a.1) riesgos calamitosos

   a.2) vulnerabilidad de la ciudad frente a sus calamidades

   a.3) papel de la ciudad en el desarrollo del país: aspectos económico, sociopolítico y administrativo

   a.4) factibilidad de realización del proyecto, dependiente de factores como: tamaño de la ciudad, recursos disponibles personal capacitado, etc

b) organización del equipo interdisciplinario de trabajo de campo en la ciudad

c) especificación y descripción del SP en el área de la ciudad

   c.1) identificación de las fuentes generatrices de las calamidades características del área

   c.2) descripción de los mecanismos de producción y sus interrelaciones

   c.3) evaluación de magnitud y frecuencia de ocurrencia de calamidades, etc

d) estudio y descripción concreta de la ciudad como SA

   d.1) especificación de los diferentes subsistemas vitales de la ciudad, concebidos en la primera fase

   d.2) evaluación de la vulnerabilidad de los subsistemas entre las calamidades identificadas en SP

   d.3) construcción de escenarios del impacto de las calamidades sobre los subsistemas y sus interrelaciones. Evaluación del posible daño

e) estudio de los posibles componentes de la ciudad en el SR local

   e.1) reconocimiento y descripción de los organismos existentes, como bomberos, policía, servicios médicos, elementos de comunicación y administración de emergencias, ejército y otros

   e.2) evaluación de su rendimiento, interrelaciones y formas de coordinación (planes existentes)

   e.3) adecuación de los componentes existentes para su integración al SR

   e.4) elaboración de componentes faltantes para la implantación del SR

Fase III. Implantación

La última fase del proyecto piloto está orientada a la implantación del SR y su posterior operación autónoma.

El equipo núcleo, organizado al inicio de la fase II, deberá contar en este momento con madurez suficiente y base jurídica para empezar la integración de los componentes ya adecuados y elaborados para la constitución del SR. En igual forma deberá iniciarse, con la participación de todos los componentes, la preparación de planes y programas de prevención, mitigación, rescate y recuperación. Para el mejor logro de estos planes convendría utilizar y actualizar, con datos concretos de la ciudad, los resultados de las actividades específicas de planificación de la implantación y operación que se recomiendan en la fase I.

Resultados esperados

Al terminar los estudios básicos, correspondientes a la fase I del proyecto piloto, se espera tener cubiertos, fundamentalmente, cuatro campos:

a) profundización del conocimiento sobre las áreas relacionadas con la producción de calamidades, su impacto y las medidas existentes de protección y restablecimiento frente a desastres. Esto se logrará a través de la descripción, clasificación y sistematización, y evaluación de la situación actual de conocimientos sobre los temas mencionados

b) diseño de los rasgos generales del Sistema Regulador y la elaboración de planes para su implantación y operación posteriores

c) preparación de los documentos adecuados para la consecución de las fases II y III

d) la capacidad de impulsar la realización de proyectos necesarios más específicos sobre las diferentes áreas en cuestión

Actividades básicas de la fase I

En vista de los objetivos propuestos para la fase I: concepción y descripción de los sistemas involucrados y sus interrelaciones, las

actividades necesarias para alcanzarlos son de cinco tipos:

1. metodológica, encaminada a la construcción del marco de referencia y desarrollo de los conceptos requeridos para la fase I

2. recopilación, análisis, clasificación, evaluación y síntesis de la literatura, apoyadas por los resultados de la actividad metodológica

3. descripción del Sistema Perturbador (SP)

4. descripción del Sistema Afectable (SA)

5. diseño general del Sistema Regulador (SR), y planificación de su implantación y operación

Referencias

1. O'keefe, P y Westgate, K, "Preventive planning for disasters", *Long Range Planning*, Vol 10 (jun 1977), 25-29

2. "La ingeniería en casos de desastre", Memorias del primer seminario nacional, *Colegio de Ingenieros Civiles de Jalisco, AC* (1975)

3. "Proyecto general de investigación sobre desastres. Informe No. 4", Documento interno, *Instituto de Ingeniería*, UNAM (ago 1977)

4. Gelman, O y Montaño, JL, "Planteamiento general del diseño e implantación de un sistema de protección y restablecimiento de asentamientos humanos en casos de desastre", *Memorias del IV Congreso de la Academia Nacional de Ingeniería*, México, D.F. (oct 1978)

5. Gelman, O, "Metodología de la ciencia e ingeniería de sistemas: algunos problemas resultados y perspectivas", *Memorias del IV Congreso de la Academia Nacional de Ingeniería*, México, D.F. (oct 1978)

6. Gelman, O, Riveros F y Rangel JL, "La ingeniería en casos de desastre: examen del I Seminario Nacional" Documento interno, *Instituto de Ingeniería*, UNAM (mar 1979)

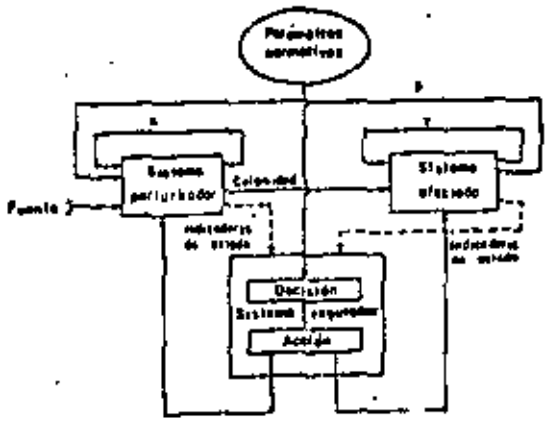


Fig 1 Sistemas perturbador, afectado y regulador. Sus interrelaciones

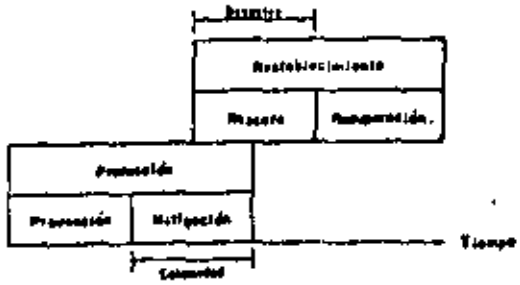


Fig 2 Periodos de operación de los subsistemas que componen el sistema de regulación con sus objetivos generales y específicos

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

PROBLEMAS QUE PRESENTARON LOS " SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO" DE MANAGUA Y GUATEMALA POR EFECTOS DE LOS TERREMOTOS DE 1972 Y 1976 RESPECTIVAMENTE

ING. OSCAR LARREA

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso México 1, D. F. Tel: 521-40-23

Problemas que presentaron los " Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado" de Managua y Guatemala por efecto de los tèrremotos de 1972 y 1976 respectivamente.

En toda situación de emergencia, los objetivos inmediatos son dos:

asegurar que la población afectada disponga de un servicio de agua aceptable en calidad y cantidad.

asegurar un nivel de saneamiento básico suficiente para evitar el riesgo de transmisión de enfermedades mayor al existente antes del desastre.

Los desastres naturales pueden alterar, de manera significativa, la calidad y cantidad de los servicios de agua y el nivel de saneamiento básico. Específicamente, los terremotos pueden ocasionar roturas, distorsión y desplazamiento de las redes de agua y alcantarillado, daños a las estructuras; estaciones de bombeo, plantas de tratamiento, etc, roturas de diques, presas y reservorios, fracturas en el entubado de pozos, de tanques sépticos, etc. Igualmente, pueden alterar los niveles y características de los acuíferos y pozos.

Nicaragua. La ciudad de Managua, Nicaragua fué destruida por un terremoto de grado 6.5 en escala Richter a las 00:30 del 23 de diciembre de 1972.

Oficialmente se informó que murieron aproximadamente 10.000 personas y que al rededor de 20.000 resultaron heridos. La ciudad fué afectada en un área de 27 kilómetros cuadrados de los cuales de 13 km^2 fueron totalmente destruídos. En dicha áreas se estimó que 53.000 unidades de vivienda de un total de 70.000 fueron destruídas seriamente dañadas y que el comercio de la ciudad en un 95% quedó destruído. Casi todos los edificios del Gobierno fueron destruídos o seriamente dañados.
Cuatro hospitales destuídos. El sector educacionl perdió el 75% del total de aulas en la Capital. Como consecuencia de la tragedia 52.000 personas quedaron sin trabajo.

El terremotodo, causó grandes daños en el sistema de agua potable en la ciudad, al momento del sismo la operación del sistema de agua se paralizo totalmente.

El servicio de agua de Managua proviene principalmente de la Laguna de Asososca que ocupa la caldera de un volcán antiguo en el sector occidental de la ciudad. Grietas superficialesprovocadas por el terremoto en el borde superior oriental de la laguna produjeron deslizamientos de tierra poniendo en peligro la estación principal de bombeo. La laguna de Asososca es alimentada por aguas subterráneas y es como un pozo gigantesco, con un rendimiento promedio de 20 millones de galones por día. También existen algunos pozos que abastecen varios sectores de la ciudad, como fuente externa de abastecimiento.

Managua al 23 de diciembre del 1972, tenía una población estimada de 400.000 habitantes de los cuales un 80% gozaban de servicio a domicilio de agua potable. El sismo provocó un éxodo de cerca de 250,000 personas las cuales se refugiaron en ciudades vecinas principalmente Masaya, Granada, León y Jinotepa.

El sistema de agua potable de Managua fué completado en 1965 con financiamiento del International Development Asociatión. El sistema funciona por medio de bombeo. La estación principal de bombeo de 2,500 HP está colocada en una estructura de concreto reforzado que penetra dentro de la laguna y está montada sobre columnas tubulares de acero de 20" rellenadas con concreto reforzado las cuales penetran profundamente dentro de la roca suave de la ladera. Una tubería doble de 30" de acero revestido suben hasta un tanque de oscilación para abastecer la zona baja de la ciudad y las estaciones impulsoras ubicadas en la parte superior de la Laguna. Estas estructuras afortunadamente no fueron afectadas por el sismo. Para la distribución de agua en la parte Sur y Sur-Este de la ciudad existen varias estaciones adicionales con una capacidad instalada de 1.640 HP estando el servicio de agua de la ciudad dividido en tres zonas de presión. Hay una estación de cloración de

Asososca y otras estaciones pequeñas de relevo para mantener un residual adecuado de cloro en las zonas más alejadas.

El sistema de distribución consta de 615 kilómetros de tuberías de 1" - hasta 30" con materiales de hierro dúctil, hierro fundido, hierro galvanizado, asbesto cemento y PVC.

El sistema cuenta con tanques de almacenamiento ubicados en diversos - sectores de la ciudad con capacidad total de 12.80 millones de galones de los cuales 11 millones corresponden a tanques de concreto y el resto a tanques de acero.

Al momento del sismo la energía eléctrica que alimenta el plantel Aso - sosca se cortó, provocando el consiguiente golpe de ariete que unido al movimiento terráqueo conmovió las instalaciones y paralizó el servicio de agua. Las comunicaciones también fueron cortadas y se contó única - mente con comunicación radiofónica. Nueve horas después del terremoto - la energía eléctrica fué restituida para el servicio de agua potable.

Con el terremoto se produjo un derrumbe en el borde superior oriental - de la laguna, el camino de acceso a la Estación de Bombeo quedó destruído.

La plataforma de concreto montada sobre columnas de concreto hincadas - en la ladera que contiene los cinco equipos de bombeo de 500 HP cada — una, fué afectada por los derrumbes de tierra. Las bombas son de tipo - vertical y están sumergidas varios metros bajo el agua quedando los - tamices cerca de un metro de fondo.

El derrumbe se produjo también en la ladera sumergida depositando are - na y rocas en las bombas. Fué necesario hombres ranas para remover las rocas y arena de los tamices.

Para proteger la Estación de Bombeo se construyó una estructura de ace-

ro de 40 metros de largo a todo lo ancho del camino de acceso. Algunos equipos de cloración fueron dañados por la caída de cilindros de cloro que produjeron roturas de las conexiones de cobre provocando escape de gas. Uno de los dos cloradores se desniveló y daño sus conexiones a la tubería principal de conducción .

Al amanecer del 23 de diciembre se habían restituido las conexiones rotas del clorador y continuaba la inspección y reparación de daños menores para habilitar la operación de cloración, la cual quedó completamente restablecida el 24 de diciembre de medio día.

En esta forma se protegió la calidad del agua a la cual se le aplicó una dosificación de cloro de 500 libras por día que es la máxima capacidad de los cloradores instalados en Asososca y con lo cual se garantizó residuales adecuados en la red.

Durante la emergencia se suspendieron las actividades de análisis de agua, se llevaron a cabo en cápsulas desechables tipo Millipore proporcionadas por OPS/OMS que dieron resultados satisfactorios. El 5 de enero de 1973, se restableció el servicio del laboratorio.

Ayudó a esta situación el hecho de que la Planta Industrial de Sosa-Cloro ubicada en la zona oriental de la ciudad, restableció sus operaciones antes de que las existencias de cloro se agotaran, proporcionando el cloro necesario para la continuación del servicio.

El tanque de oscilación de 5 metros de diámetro por 22 metros de altura ubicado contiguo a la Estación Impulsora de Asososca estaba 2/3 lleno al momento del sismo y sufrió la deformación de los pernos de anclaje debido a las fuerzas que lo sacudión fuertemente en todas direcciones.

Daños de magnitud se produjeron en la red de distribución que se fracturó principalmente a lo largo de las fallas y en todos los sectores de la ciudad, ocasionando fugas importantes.

La forma y frecneucnia de fallas dependió del material y del tipo de junta de la tubería. La tubería más afectada fue la de asbesto-cemento. Le siguen en orden de daños en segundo lugar la de hierro fundido de campana con unión de plomo fundido. El comportamiento mejor lo tuvo la tubería de hierro dúctil. La tubería plástica de PVC se comportó también satisfactoriamente.

Las fallas ocurridas en las tuberías de hierro dúctil se debieron al desplazamiento longitudinal provocado por el sismo que desalojó el extremo liso de la campana. La junta con campana de 2-1/2 no pudo soportar un desplazamiento provocando el desajuste del empaque.

Las tuberías de hierro fundido fallaron por la junta de plomo desprendiéndose el tubo de la campana. Las juntas mecánicas de los accesorios se comportaron satisfactoriamente. Las juntas de flange de las válvulas y las juntas Dresser se comportaron también satisfactoriamente.

Las tuberías de asbesto-cemento en tamaños de 4" hasta 12" fueron las más afectadas reportandose daños de 1.15 fallas por kilómetro de tuberías. Las fallas consistieron en dislocamiento de las juntas y rotura de los extremos de los tubos. También fué frecuente la falla por efecto del esfuerzo cortante en el cuerpo de la tubería.

Las conexiones domiciliares fallaron en número considerable manifestando mejor comportamiento la tubería de cobre y de hierro galvanizado. La tubería PVC sufrió fallas de desprendimiento de la junta con el medidor.

Se estima que un 75% de las 40.00 conexiones domiciliares acusaron fugas por efecto del sismo. De la zona destruída se rescataron cerca de 13.000 medidores.

El daño mayor en los tanques de almacenamiento ocurrió en los cuatro tanques de concreto reforzado circulares de 2.5 millones de galones cada uno ubicados dos de ellos al Sur del Barrio de San Cristobal y los otros dos en Altamira sobre la Carretera a Masaya. Estos tanques dañados fuertemente por la falla denominada de los Colegios, que es parte del sistema de-

fallas de Tiscapa.

Los dos tanques de Altamira estaban 5/6 llenos al momento del sismo y fueron seriamente dañados. Uno de los tanques que se encontraba vacio sufrio daños menores.

Los daños en los tanques consistieron en grietas visibles en las paredes, más o menos verticales desde la zapata o a lo largo de la pared; grietas poco profundas en las columnas interiores del tanque las cuales no afectaron el acero de refuerzo; desplazamientos verticales apreciables en la losa del fondo relacionadados con asentamientos de la zapata perimetral de fundación y destrucción de las tuberías de entrada y salida del agua.

En los tanques las losa del fondo es independiente de la fundación de las paredes y de las coumnas y esta conectada a ellas mediante una junta de expansión con empaque de material plástico y una junta de construcción de 2 cm. de espesor rellenada con material de expansión y un relleno superficial. Estas juntas se salieron de su ubicación completamente durante el sismo provocando fugas en el fondo del tanque.

El programa de reparación se inició inmediatamente con la perforación de agujeros en las losas del fondo distribuidos en los cuatro cuadrantes y por medio de ellos se procedió a inyectar una lechada de cemento cuya relación agua-cemento varió de 1-4 a 1-10. La inyección se llevo a efecto por medio de una bomba inyectora a un presión de 20 libras por pulgada cuadrada.

Las fracturas de las paredes fueron rellenados con material epoxico y material expansivo; las fracturas pequeñas en paredes, losas y columnas fueron reparadas con material epoxico inyectado con aguja hipodérmica y sellado con brocha y rodillo; las juntas de expansión fueron limpiadas y posteriormente rellenadas con fibra de henequen, luego rellenadas con un sello de hule-asfaltico y por ultimo con una aplicación de sello epoxico. Despues de este tratamiento se procedio a la prueba de los tanques, llenandolos de agua y observandose las fugas.

La reparación de estos tanques duró cuatro meses.

Algunos tanques de acero fueron dañados por el movimiento sismico, de estos tanques tres de lámina delgada fueron deformados, achatandose en la parte - inferior y separándose de los accesorios de entrada y salida. Estos tanques fueron demolidos y sustituídos por otros de acero soldado con especificaciones AWWA.

La Empresa Aquadora de Managua tiene registros de redes de distribución en- planos a escala los cuales se mantienen actualizados. También cuenta con — archivos completos del sistema de valvulas de la red de distribución indi - cando las características físicas y de operación. Estos registros son indispensables en las operaciones de emergencia que se tienen que efectuar en situaciones de catástrofe. Estos registros técnicos no resultaron afectados - por el terremoto, y las operaciones de rehabilitación del sistema se iniciaron rápidamente.

A pesar de que el sistema público de agua empezó a funcionar en la mañana - del día 23, debido al estado destrozado de la red de distribución, sólo fué posible que el agua abasteciera los sectores occidentales, próximos a la - fuente, en vista de los daños en todo el sistema de distribución a través - de los cuales se perdía la mayor parte del agua bombeada.

Dada la magnitud de los destrozos en la red de distribución, se inició de - inmediato un distribución de agua de emergencia por medio de camiones tan - ques, mediante una programación por sectores, así mismo se habilitaron pozos de emergencia, operados con motores diesel y generadores eléctricos.

Desde el momento del sismo se iniciaron las labores de reparación de la red de distribución dando prioridad a las tuberías de mayores diámetros y en orden descendente.

En esta forma se fueron controlando las perdidas por fugas habiéndose bajado dichas pérdidas de 75% después del siniestro hasta 50% cinco meses des - pués.
35% 12 meses después y 21% 18 meses.

Al igual que el sistema de agua potable, el de alcantarillado sanitario -

fué afectado considerablemente por el terremoto de diciembre de 1972. Un día después del desastre se inició la evaluación de los daños y para el 1o. de enero de 1973 se había aislado todo el sistema de alcantarillado del áreas central, fuertemente afectada por el sismo. Por medio de equipos fotográficos especiales se llevó a cabo un programa de evaluación completo de daños que terminó en 1974 con el siguiente resultado:

1. Se investigaron visualmente 143 km. de red de diferentes diámetros y 1912 pozos de visita.

2. Con cámara fotográfica se investigaron 77 km. de colectores entre 10 y 30 pulgadas de diámetro interno y 1558 pozos de visita.

Con este último sistema fué posible establecer 9' un 7.8% de la tubería presentaba daños importantes debido a desplazamientos de las juntas y grietas en la unión de la red con las conexiones domiciliares.

El 17.8% de los pozos de visita acusaron daños de varios tipos.

GUATEMALA

El terremoto de Guatemala, del 4 de febrero de 1976 afectó a gran parte del país destruyendo total o parcialmente los sistemas de agua potable y alcantarillado de varias ciudades y poblaciones.

La Ciudad de Guatemala estaba abastecida por varios sistemas.

Al momento del desastre el agua potable provenía de las siguientes fuentes y plantas:

1) Santa Luisa alimentada por las presas del Teocinte, abastecidas por medio de los ríos San Antonio, Agua Viva, La Manguita, La Piedrona y la Presa Acatán, todos por gravedad, además las Plantas de Bombeo de Santa-

Rosita y Canalitos, produciendo un promedio de 39.94 MLD.

2) El cambray alimentado por los ríos Las Minas y Pinula (por gravedad) y el Panasequeque o San Miguel (por bombeo) desde la Planta de Bombeo de Hincapié con un caudal de 14.17 MLD.

3) La Brigada con aguas procedentes de las presas de la Brigada, Las Limas, El Milagro, San Miguel y Panconchá (por gravedad). El Sifón por bombeo y caudales de infiltración de los túneles de Xayá, las quedaban un caudal de 11.72 MLD.

4) El manantial Ojo de Agua conjuntamente con varios pozos, por bombeo dan 50.69 MLD.

5) La Planta semiautomática del sistema Atlántico-Las Ilusiones dan por bombeo 13.52 MLD.

6) Una cadena de pozos profundos y plantas de bombeo pequeñas completaban el total de servicio por la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad, llegando a la producción de 152.10 MLD.

Aparte se encuentra la Empresa Privada de El Mariscal y los pozos de agua de algunas colonias y edificios de Guatemala y su zona de influencia.

Al ocurrir el terremoto y por causas debidas en primer término al enorme y rápido crecimiento de la Ciudad y su área de influencia urbana desde hace algunos años se ha ido acentuando la escasez de agua potable, incrementada dicha escasez por una red de distribución antigua con gran cantidad de fugas, concentración de población en edificios de muchos pisos en breve tiempo, atraso en la construcción del Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá que aportará, según pronósticos para el año 1978: 960 lps ó 92.4 MLD en su primera fase; actualmente se construye la planta en " Lo de Coy ".

EMPAGUA, para aliviar la escasez inició un nuevo programa de pozos profundos con carácter de emergencia.

Las evaluaciones que se realizaron inmediatamente después del terremoto, hicieron posible establecer que los daños mayores ocurrieron en las líneas de conducción y en las rex de distribución con desprendimiento de las juntas o uniones por deslizamiento longitudinal.

El comportamiento de las fuentes de abastecimiento fué caprichoso: en ocasiones el caudal disminuyó hasta casi desaparecer y en otros se incrementó apreciablemente.

Los sistemas de bombeo no fueron afectados en gran escala y fueron puestos en operación rapidamente.

Las estructuras de capatación superficial construidas de mampostería absorbieron bien las tensiones, produciendose algunas fugas en las uniones.

El sistema de alcantarillado de Guatemala, compuesto de aproximadamente 300 km. de tuberías y colectores de varios diámetros, sufrió pocos daños.

A nivel nacional el área afectada por el terremoto fué de 39.000 Km^2 abarcando 13 Departamentos con 384 localidades con un total de 127 acueductos dañados.

20% de los daños ocurrieron en la obras de captación
43% en las líneas de conducción.
14% en las obras de toma.

El resto en las redes de distribución y conexiones domiciliares.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (DEL 3 AL 7 DE DICIEMBRE DE 1979)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
1. ING. CORNELIO ACOSTA COLORADO Wake No. 170 Col. Libertad México 16, D. F. Tel: 5-61-32-65	D.G.C.O.H. DEL D. D. F. Dr. Pascua No. 75 Col. Doctores México 7, D. F. Tel: 5-78-98-47
2. ING. JOSE MANUEL ALVAREZ RIVAS San Francisco 645-101 Col. del Valle México 12, D. F. Tel: 5-43-19-85	D.G.C.O.H. DEL D. D. F. San Antonio Abad 231-5o. Piso Col. Obrera México 8, D. F. Tel: 5-88-78-06
3. ING. ARISTEO BARRUETA ZENTENO Playa Guitarrón 252 Col. Reforma Iztaccihuatl México 13, D. F. Tel: 5-90-00-48	D.G.C.O.H. DEL D. D.F. División del Norte 114-2o. Piso Col. del Valle México 12, D. F. Tel: 5-23-80-13
4. ING. FILEMON BRAVO OLGUIN Regina No. 85-7 México 1, D. F.	D.G.C.O.H. DEL D. D. F. Magdalena Contreras México, D. F.
5. ING. JORGE CANSECO LOPEZ Hda. Molino de Flores No. 53 Bosques de Echegaray Edo. de México Tel: 5-60-61-12	D.G.C.O.H. DEL D. D. F. San Antonio Abad 231-7o. Piso Col. Obrera México 8, D. F. Tel: 5-78-26-74
6. ING. APOLINAR F. CRUZ LAZARO Paseo de las Palomas No. 218 Col. Alamedas Atizapan México, D. F.	D.G.C.O.H. DEL D. D. F. Imprenta No. 1 Col. 10 de Mayo México 1, D. F.
7. ING. ERELIN CRUZ PEREZ Colina de las Ventiscas 116 Fracc. Bulevares Naucalpan, Edo. de México Tel: 5-60-10-31	D.G.C.O.H. DEL D. D. F. Plaza de la Constitución México, D. F. Tel: 5-22-56-31
8. SALVADOR ESTRADA HERNANDEZ Lic. Antonio Bernal No. 13 San Xavier Toluca, México	D.G.C.O.H. DEL D. D. F. Calle Zaragoza No. 8 Amomolulco Lerma Estado de México Tel: 2-00-41

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (DEL 3 AL 7 DE DICIEMBRE DE 1979)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
9. ARQ. GONZALO FERNANDEZ GOMEZ Ret. Bosques de Angel No. 16-J. Fracc. Bosques Aragón Edo. de México	D.G.C.O.H. DEL D. D. F. Luis Espinoza s/n Acueducto de Guadalupe México 14, D. F. Tel: 3-92-96-67
10. ING. LUIS GARCIA NAVARRO Ret. 50 de Cecilio Robelo No. 16 Jardín Balbuena México 9, D. F. Tel: 5-71-71-96	D.G.C.O.H. DEL D. D. F. Plaza de la Constitución Edif. Antiguo Edificio Antiguo del Del Dept. del D. F. 3er. Piso México 1, D. F. Tel: 5-10-12-05
11. ING. AQUILES E. GONZALEZ CARRILLO Tajín No. 247-16 Col. Narvarte México 12, D. F.	D.G.C.O.H. DEL D. D. F. Playa de la Constitución México 1, D. F. Tel: 5-23-26-54
12. ING. FELIPE GONZALEZ PEREZ México, D. F.	D.G.C.O.H. DEL D. D. F. México, D. F.
13. ING. LUIS HEREDIA LOZANO Salome Piña No. 23 Cto. Pintores Cd. Satélite Edo. de México	D.G.C.O.H. DEL D. D. F. Lumbrera "O" Emisor Central Col. San Lucas P. México 14, D. F. Tel: 3-92-15-10
14. ING. HECTOR HERRERA BASURTO Av. Maestros No. 602 Col. Nueva Sta. María México 16, D. F.	D.G.C.O.H. DEL D. D. F. Plaza de la Constitución México 1, D. F. Tel: 5-22-48-68
15. JESUS JIMENEZ HERNANDEZ Juan Enriquez No. 494 Col. Juan Escutia México 9, D. F.	D.G.C.O.H. DEL D. D. F. San Antonio Abad 231 México, D. F.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (DEL 3 AL 7 DE DICIEMBRE DE 1979)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
16. ING. JESUS JUAREZ AMBRIS Av. 579 No. 16 Col. Unidad Aragón México 14, D.F. Tel. 551-91-94	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. Plaza de la Constitución Centro México 1, D.F. Tel. 762-65-29
17. ING. ISIDRO LARA GONZALEZ Helechos No. 39 Col. Jardines de Sn. Mateo Edo. de Méx. Tel.	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. Plaza de la Constitución Centro México 1, D.F. Tel. 521-49-92
18. ING. IRVING ALFONSO LOPEZ RODRIGUEZ Edificio 14-103 Unidad Lomas de Becerra (Av. Prolong. San Antonio y Av. Central) México 18, D.F. Tel. 563-29-92	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. Plaza de la Constitución No. 1 Centro México 1, D.F. Tel.
19. ING. JUAN M. MARTINEZ G. Campamento No. 3 Col. Sn. Angel México 20, D.F. Tel. 548-91-07	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. San Antonio Abad No. 231 Col. Obrera México 8, D.F. Tel. 578-28-94
20. ING. GASTON MENDOZA GAMEZ Gabriel Mancera NO. 1825-602 Col. Del Valle México 12, D.F. Tel. 534-54-13	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. San Antonio Abad No. 321-7o. Piso Col. Obrera México 8, .D.F Tel. 578-26-74
21. ING. GUSTAVO PEREA ESCOBAR Dr. Velasco No. 152-303 Col. Doctores México, D.F. Tel. 578-59-26	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. Matamoros No. 40 Col. Peñon de los Baños México 9, D.F. Tel. 571-30-94

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (DEL 3 AL 7 DE DICIEMBRE DE 1979)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
22. ING. JOSE EDILBERTO RAMIREZ CASIANO Imprenta No. 33 Col. Morelos México 2, D.F. Tel. 789-34-56	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. San Antonio Abad Col. Obrera México 8, D.F. Tel.
23. ING. MARIO REYES CONTRERAS Valle del Volga Edif. 144-A-Depto. 202 Col. Valle de Aragón Edo. de Méx. Tel. 2-71-39-96	D.G.C.O.H. DEL. D.D.F. Plaza de la Constitución Col. Centro México 1, D.F. Tel. 5-21-49-92
24. ING. CIRINO RIVERA PATIÑO Sur 119 No. 430 Col. Escuadrón 201 México 13, D.F. Tel. 581-76-10	D.G.C.O.H. D.D.F. Plaza de la Constitución Centro México 1, D.F. Tel. 510-34-13
25. ING. CONRADO RODRIGUEZ HERNANDEZ Unidad San Pedro Martir Edif. 2-304 Col. Tlalpan México 22, D.F. Tel. 548-17-49	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. Av. Universidad No. 1687 Col. Chimalixtac México 18, D.F. Tel. 550-92-72
26. ING. HECTOR RODRIGUEZ TURRENT Pennsylvania No. 191-201 Col. Nápoles México 18, D.F. Tel. 536-78-63	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. Plaza de la Constitución 2o. Piso Centro México 1, D.F. Tel. 521-27-83
27. ING. ALFREDO ROSADO MARRUFO Quemada No. 3915-8 Col. Narvarte México 12, D.F. Tel. 530-68-83	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. Matamoros No. 40 Col. Peñón de los Baños México 9, D.F. Tel. 765-62-29

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (DEL 3 AL 7 DE DICIEMBRE DE 1979)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
28. ING. CELSO RUIZ HERNANDEZ Calle 21 No. 297-2 Col. Pro-Hogar México 15, D.F. Tel. 556-56-49	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. Dr. Pascua No. 75 Col. Doctores México 7, D.F. Tel. 578-98-37 6 47
29. ING. ALFONSO SALAZAR BERBER Héroe de Granaditas No. 616 Col. Independencia Toluca, Mex. Tel.	D.G.C.O.H. DEL D.D.F.
30. ING. MIGUEL SANCHEZ OLVERA Valle de Atrato No. 117 Col. Valle de Aragón	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. San Antonio Abad No. 231 Col. Obrera México 8, D.F. Tel. 578-28-94
31. ING. RICARDO SEPULVEDA ALVAREZ Sur 83 No. 340 Col. Lorenzo Boturini México 8, D.F. Tel. 552-59-90	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. Plaza de la Constitución Centro México 1, D.F. Tel. 521-4992 y 522-39-57
32. ING. PABLO SOSA CABALLERO Sur 103 No. 642 Col. Sector Popular México 13, D.F. Tel. 582-71-38	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. Plaza de la Constitución Centro México 1, D.F. Tel. 521-06-60 663
33. ING. EDUARDO TOLEDO LOPEZ Dr. Nicolás León Ret. 10 Gpo. 18-B Col. Jardín Balbuena México 9, D.F. Tel.	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. San Antonio Abad No. 231 Col. Obrera México 8, D.F. Tel. 578-28-94 y 578-28-37

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (DEL 3 AL 7 DE DICIEMBRE DE 1979)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
34. ING. ROBERTO VALTIERRA VAZQUEZ Calle Poniente 78 No. 77 Col. Plenitud México 16, D.F. Tel. 352-02-93	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. Calle Zaragoza No. 8 Ancmolulco, Lerma Edol de Méx. Tel. 2-00-41
35. ING. JUAN JOSE ZAMBRANO BAUTISTA Sur 103 No. 724 Col. Sector Popular México 13, D.F. Tel. 581-37-14	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. Av. Gran Canal y Oriente 157 Col. El Coyol México 14, D.F. Tel. 515-83-60
36. ING. JEHOVA MORENO CERVERA Multifamiliar Tlalpan Col. Educación México 21, D.F. Tel. 544-34-59	OFICINA TECNICA DE SEGURIDAD URBANA Flamencos No. 6 Col. Centro México 1, D.F. Tel. 542-64-70
37. ING. DAVID SILVA BLANCO Edif. "U" Depto. 5 Km. 12 Calz. Ignacio Zaragoza Col. E. de Oriente México 13, D.F. Tel. 7-68-37-00	H. CUERPO DE BOMBEROS DEL D.F. Fray Servando T. de Mier y Canal Col. Merced Balbuena México 8, D.F. Tel. 768-37-00
38. ING. JAVIER TARIN GARCIA Calpulalpan LT 1536 Mz. 115 Col. Sn. Felipe de Jesús México 14, D.F. Tel.	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. Prolg. Díaz Mirón No. 411 Col. Sn. Jacinto México, D.F. Tel. 547-10-70
39. ING. FRANCISCO JAVIER CAMPOS SANTIBAÑEZ Calle 6 No. 165-3 Col. Independencia México 13, D.F. Tel. 522-55-65 y 544-51-00	D.G.C.O.H. DEL D.D.F. Av. Xotepingo No. 99 Col. Cdad. Jardín México 21, D.F. Tel. 544-01-46

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE METODOLOGIAS EN LA FORMULACION DE PLANES PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE DESASTRE EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (DEL 3 AL 7 DE DICIEMBRE DE 1979)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
ING. DAVID CANCHOLA CANCHOLA Ignacio Allende No. 2322 Col. Sn. Joaquín Tacuba México 17, D.F. Tel.	H. CUERPO DE BOMBEROS DEL D.F. F. S. T. de Mier y Av. del Canal Col. Merced Balbuena México 8, D.F. Tel. 768-37-00