

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



“DISEÑO DE UNA RED DE TUBERIAS SUBTERRANEAS PARA
UNA PLANTA RECUPERADORA DE
ETANO Y LICUABLES”

TESIS PROFESIONAL

que para obtener el Título de :

INGENIERO QUIMICO

p r e s e n t a :

RENE DE LA MORA MEDINA

MEXICO, D. F.

1979



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

MT

243



JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE, SEGUN EL TEMA:

Presidente: PROF. ERNESTO RIOS MONTERO
Vocal: PROF. CARLOS DORMAN MONTERO
Secretario: PROF. RAFAEL GARCIA NAVA
1er. Suplente: PROF. ROBERTO ANDRADE CRUZ
2do. Suplente: PROF. ENRIQUE BRAVO MEDINA

Sitio donde se desarrolló el tema: PEMEX Y FACULTAD DE QUIMICA

Nombre y firma del sustentante:


RENE DE LA MORA MEDINA

Nombre y firma del asesor del
tema:


ING. RAFAEL GARCIA NAVA

A MIS PADRES: JESUS Y CONSUELO
POR EL APOYO BRINDADO DESDE
SIEMPRE.

A MIS HERMANOS: JOSE, NIEVES, CARLOS,
MARGARITA, MANUEL, VICTOR Y JESUS
CON TODO MI APRECIO Y CARIÑO.

A LA MEMORIA DE MI HERMANO
"MARTIN"

Q.E.D.P.

CON ESTIMACION Y AGRADECIMIENTO AL
ING. RAFAEL GARCIA NAVA
POR SU COLABORACION Y AMISTAD

INDICE

<u>CAPITULOS</u>	<u>PAGINAS</u>
INTRODUCCION	1
I. - LOS DRENAJES DENTRO DE LOS SERVICIOS AUXILIARES	
1. Servicios Auxiliares	5
2. Descripción de los Drenajes	16
3. Relación Interdepartamental básica en el proyecto	18
II. - LOS SISTEMAS DE DRENAJE	
1. Clasificación	25
2. Areas en una Planta de Proceso	27
3. Descripción de Accesorios, términos y simbología	32
III. - DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE	
1. Requerimientos generales de diseño	44
2. Materiales	50
3. Características hidráulicas en el diseño	54
4. Criterios de diseño	61
5. Métodos de Cálculo	67
IV. - APLICACION A UNA PLANTA DE PROCESO	
1. Generalidades del Proceso	72
2. Descripción del Proceso	73
3. Información de la Planta de Proceso de Tipo Externo	81
4. Planeación de la Red Subterránea	86

CAPITULOS

PAGINAS

V. - ESTUDIO ECONOMICO

- | | | |
|----|--------------------------------------|-----|
| 1. | Selección del material de la tubería | 104 |
|----|--------------------------------------|-----|

VI. - CONCLUSIONES

- | | | |
|----|-------------------------------------|-----|
| 1. | Resumen, dibujos, tablas y gráficas | 110 |
| 2. | Bibliografía | 173 |

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Los efluentes que se generan en una planta de proceso de tipo industrial o bien refinarias, representan con frecuencia un peligro latente, tanto -- para el personal que en ella laboran, como para los que viven en los alrededores; ya que debido a las propiedades de las sustancias que se manejan, pueden provocar que las mismas lleguen a formar mezclas explosivas, y dichas condiciones se pueden agravar aún más debido a altas temperaturas de algunos efluentes, además que estos pueden ocasionar problemas en la continuidad del proceso, de ahí la necesidad de su desalojo de la planta de proceso. Estas son las principales razones que se tienen para que en las plantas de proceso se tengan que adoptar medidas prácticas que ayuden a minimizar los posibles riesgos en las mismas.

La forma de evitar los posibles riesgos se logra mediante el desalojo rápido de los efluentes generados, siendo esta la función de los drenajes que van a constituir los sistemas de drenaje. Así tenemos que dentro del desarrollo de un proyecto existe una etapa en la que se tiene que diseñar los sistemas de drenaje y para ésto se deben tomar en consideración distintos factores, como es el caso de información de proceso, referente a las características propias de los efluentes; así como del tipo eléctrico y civil para evitar al máximo posibles interferencias con las acometidas eléctricas y cimentaciones propias de equipos y edificios, para que así se pueda lograr tener un sistema lo más funcional

posible. Como puede verse, debe existir interrelación entre el Departamento de Proceso, Tuberías, Civil y Eléctrico para el diseño de los sistemas de drenaje, la cual se podrá apreciar durante el desarrollo del presente trabajo.

Los drenajes se deben caracterizar por permitir el desalojo de los desechos industriales en forma rápida y eficiente, evitando con ésto el sobrepasar los niveles de inundación y combustión, para así poder garantizar una operación continua en la planta. Debido a lo importante que es poder tener continuidad en la planta de proceso y el peligro que representan los efluentes, nació la idea en la elaboración de este trabajo; por medio del cual se pretende abarcar al máximo los parámetros involucrados en el diseño de la red de tuberías del tipo subterráneo, dándose una explicación lo más amplia posible acerca de los drenajes industriales. Además que el método de cálculo de las líneas que constituyen los sistemas de drenaje difiere en parte de las tuberías que son manejadas a presión, debido a que los drenajes fluyen por gravedad y normalmente se manejan los tubos parcialmente llenos.

La red de tuberías se pretenden proyectar en base a planteamientos lógicos y prácticos, sin descuidar desde luego una parte importante que es el aspecto económico y funcional de los sistemas de drenajes.

A continuación se describen brevemente los capítulos que constituyen el presente trabajo: En el Capítulo I se da una explicación de los servi-

cios auxiliares, para una planta de proceso, su clasificación, haciéndose hincapié en los sistemas de drenajes, así como su ubicación dentro de los servicios auxiliares, así como la interrelación interdepartamental básica en el diseño.

El Capítulo II se refiere a la descripción de los sistemas de drenaje en una forma más detallada, abarcándose desde su clasificación, descripción de accesorios, así como la clasificación por áreas dentro de una planta de proceso y el tipo o tipos de drenajes requeridos.

En el Capítulo III se trata lo referente a el diseño de los sistemas, en donde se incluyen las bases de diseño, materiales de las tuberías y su uso, características hidráulicas en el diseño, fórmulas y métodos de cálculo a seguir.

En el Capítulo IV se da aplicación a lo visto anteriormente en una planta de proceso escogiéndose para ésto, la "planta recuperadora de étano e hidrocarburos más pesados" constituida por tres secciones; la criogénica, la de fraccionamiento y la de refrigeración, dándose una breve explicación del proceso básicamente sobre la sección criogénica que es la que se toma en cuenta para el desarrollo de este trabajo, así como la información de la planta de tipo externo.

También se describe aquí el método de cálculo a seguir, así como la planeación de la red de tuberías para los sistemas de drenaje. Siendo el cálculo de los gastos y diámetros de cada una de las líneas por me-

dio de ecuaciones y nomogramas para diferentes materiales de tuberías en base a datos de pendiente y velocidades recomendados.

El Capítulo V se refiere a un estudio del tipo económico en donde se selecciona el o los materiales de la tubería a utilizar en los sistemas de drenaje, basándose para ésto en precios lo más reciente posibles.

Y finalmente se tiene el Capítulo VI en el cual se resume y concluye el trabajo, además de incluirse tablas, gráficas y nomogramas usados para el diseño de los sistemas de drenaje.

CAPITULO II

LOS DRENAJES DENTRO DE LOS SERVICIOS AUXILIARES

1. SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares son de gran importancia en una planta de proceso, puesto que de ellos depende que la planta funcione, ya que permiten que exista continuidad en el proceso y básicamente se dividen en dos grupos; Servicios Primarios, los cuales son vitales para la operación de una planta y los Servicios Secundarios, los cuales complementan a los primarios dentro del funcionamiento de la misma, pero no por ello son menos importantes que los primeros. Los sistemas de drenajes que son la finalidad de la elaboración de este trabajo y forman parte de los servicios secundarios, se describirán con más detalle durante el desarrollo del presente trabajo y a continuación se da una breve explicación de los servicios primarios y secundarios, así como su clasificación.

Servicios Primarios:

a). Agua

El grado requerido de pureza del agua depende del uso particular. Si el agua cruda es impura, como normalmente acontece, convendrá tener varios sistemas sepa-

rados de agua para que no sea necesario purificarla toda la que entra a la planta. El suministro típico de agua para una planta podría ser dividido en sistemas de agua de proceso, alimentación de calderas, enfriamiento, para uso sanitario, contra incendio y para servicios varios.

b). Combustible

En una planta de proceso los combustibles son usados como medio de calentamiento en calentadores, reactores, evaporadores, calentadores a fuego directo, hornos, generadores de vapor, turbinas de gas y máquinas de combustión interna. Los combustibles que por lo común se usan son: Líquidos derivados del petróleo, gas natural, combustibles sólidos como la hulla y el coque, además de productos de de secho.

c). Energía Eléctrica y Vapor

La electricidad es la fuente primaria de potencia en las plantas de proceso. Se usa para accionar bombas, compresoras y otros equipos mecánicos; para proceso electrolíticos, calentamiento, accionamiento de instrumentos y alumbrado. La energía eléctrica puede ser comprada de una compañía o generada en la planta por medio de turbinas accionadas con vapor o por generadores accionados con motores de combustión interna.

El vapor de escape que se elimina en los diversos pasos de las turbinas se utiliza como vapor de proceso, así tenemos que el vapor no es únicamente una fuente de energía directa para la operación de las bombas y turbinas, sino que también es el medio más útil de calentamiento en una planta de proceso. En general la mayoría de las plantas generan su propio vapor.

El vapor es generado en el departamento de Calderas el cual va a ser distribuido por toda la planta, dicho vapor puede ser de tres tipos dependiendo de él y de la presión. Así tenemos vapor de alta presión, que se trata de vapor sobrecalentado de 420-620 lb/in² (29.5 - 43,6 Kg/cm²), el cual se obtiene directamente del generador de vapor, utilizándose pocas veces para proceso.

Otro tipo es el de media presión que se obtiene de la salida lateral de los turbogeneradores, tratándose de vapor sobrecalentado de 150 - 275 lb/in² (10.5 - 19.4 Kg/cm²) de presión. Se utiliza como vapor de calentamiento y motriz.

Finalmente tenemos el vapor de calentamiento o de baja presión siendo este vapor saturado de 50 - 80 lb/in² (3.52 - 5.63 kg/cm²) de presión.

d). Almacenamiento y Movimiento de Materias Primas y Productos.

En la operación de una planta de proceso son esenciales las facilidades adecuadas de almacenamiento, tanto para las materias primas como para los productos. Un suministro correcto de materias primas permite operar la planta en forma satisfactoria en cuanto a los requerimientos de productos terminados. El espacio de almacenamiento para productos terminados hace posible surtir pedidos a los clientes aún en épocas de dificultades en la planta.

Dentro de la planta el movimiento, al punto de embarque y viceversa, de materias primas y productos líquidos y gaseosos se hace por tuberías. Las bombas de traslado se agrupan con el objeto de simplificar la distribución de fuerza y reducir la mano de obra.

Servicios Secundarios:

a). Protección contra incendios.

La protección contra incendios viene a formar parte de lo que se llama riesgos en la planta de proceso. La mayoría de los procesos petroquímicos son potencialmente peligrosos, por que en ellos se producen materiales inflamables y explosivos. Así vemos que existen equipos contra incendios, tal es el caso de los extinguidores que contienen espuma o gases inertes, como el bióxido de --

carbono, también son valiosos los extinguidores de agua y de vapor, halon, polvo químico ABC, etc., y son particularmente útiles para apagar los pequeños incendios que se forman alrededor de los hornos.

b). Sistemas de Drenaje y eliminación de desechos de la Planta.

En una planta de proceso las fuentes primordiales de aguas de drenaje y desechos son los servicios sanitarios, los desagües de proceso y el drenado superficial. El sistema de drenaje de la planta debe ser diseñado para conducir estos desperdicios al sistema de eliminación sin que se produzcan obstrucciones con sólidos o concentraciones peligrosas de gases explosivos o tóxicos. -- Los sistemas de drenaje para las plantas de proceso pueden consistir en una o más líneas principales de drenaje con ramales de cada área por drenar. La línea principal de drenaje debe tener la suficiente profundidad para recibir las descargas de los ramales de -- cualquier área de la planta o de las áreas previstas para ampliaciones.

A las líneas se les debe dar la pendiente necesaria para tener la suficiente inclinación para que produzca velocidades mínimas de 2.5 a 3.0 ft/seg y 7 ft/seg como máximo. Estas velocidades son necesarias para permitir el flujo por gravedad y además evitar asentamientos de sólidos. Para prever que los drenajes se -- tapen y facilitar su limpieza, las líneas deben correr sin cambio de dirección entre registros y entre coladeras y registros.

En ramales que no contengan coladeras debe haber conexiones de limpieza.

El objetivo principal de este trabajo es explicar los sistemas de drenaje por lo que más adelante se tratará con más detalle todo lo referente a los sistemas de drenaje.

c). Aire para la Planta.

El uso por parte de las plantas de proceso, del aire comprimido como fuente de energía para equipo portátil continúa aumentando. Para todos los tipos de trabajos se diseñan herramientas accionadas por aire, son sencillas de controlar y pueden ser utilizadas en áreas peligrosas. De ahí que en las plantas modernas generalmente se instala un sistema para servicio de aire. El aire comprimido puede distribuirse por toda la planta en un solo sistema o puede suministrarse en cada área mediante compresoras individuales.

d). De Mantenimiento.

Cada planta de proceso debe tener un taller mecánico equipado con maquinaria estándar, como tornos, esmeriles y taladros de banco, etc. Por lo general, las plantas grandes tienen talleres completos para trabajos relacionados con máquinas y calderas, fabricación de tubería, reparación de instrumentos, reparación de

equipo eléctrico y carpintería. Lo anterior nos representan los servicios de mantenimiento y a los cuales se les incluye los vehículos de motor especialmente habilitados, en los que se llevan herramientas y refacciones pequeñas. Muchas veces las reparaciones más extensas se realizan más adecuadamente en el taller y para transportar hasta este sitio el equipo se utilizan grúas - móviles y pequeños montacargas.

e). Edificios de la Planta.

En la actualidad dentro de la planta de proceso, sólo se encierran en edificios los centros de instrumentos (cuarto de control), la maquinaria crítica, vestidores, laboratorios, talleres, bodegas, comedor, así como las operaciones que requieren atmósfera controlada.

f). Vías de Acceso.

Las calzadas de las plantas de proceso deben estar diseñadas para permitir un fácil acceso, a todas las partes de la planta, de los equipos móviles de servicio, camiones y aparatos contra incendios. Las calzadas se localizan a manera de que cada área de proceso sea accesible desde todos los puntos de la planta.

g). De Vías Férreas.

Los servicios de ferrocarril son necesarios para el embarque y la recepción de materia prima y producto terminado. Por lo -

general, los ferrocarriles locales proporcionan sin gran costo los servicios requeridos y una cierta cantidad de equipo necesario (rieles, vagones, etc.), tales como desviaciones laterales de su sistema.

CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE SERVICIOS

Dentro de los servicios auxiliares como se describió anteriormente, el agua, en sus distintos tipos, es de gran importancia dentro del diseño de la red de tuberías de drenaje, ya que representa un medio de generación de desechos, de ahí la necesidad de establecer su división en varios tipos de acuerdo a su utilidad dentro de la planta de proceso y que a continuación destacamos:

A). AGUA CONTRA INCENDIO

De preferencia el agua contra incendio debe ser limpia y dulce, aunque no sea potable. Esta agua no debe emplearse para alimentar -- otras líneas que no sea la red contra incendio. Este sistema deberá encontrarse asegurado de un suministro intermitente, por lo que deberá garantizarse un almacenamiento suficiente; se pueden instalar

una pileta de torre de enfriamiento, pero el almacenamiento más común son los tanques elevados y cisternas. Para elevar la presión manométrica del agua a 10.5 Kg/cm^2 (150 lb/in^2), a manera de tener de 7.03 a 8.80 Kg/cm^2 man. (100 a 125 lb/in^2) en los hidrantes y monitores de las mangueras contra incendio se utilizan bombas del tipo centrifugas - especiales para este tipo de uso, aprobadas por las compañías aseguradoras.

Se instalan dos bombas con una capacidad mínima de 1000 gal/min. -- (3785 lt/min.), cada bomba debe tener una diferente fuente de accionamiento, por ejemplo una de motor eléctrico y otra de motor de combustión interna. Si se requiere una altura de succión la bomba deberá ser del tipo autocebante. La falla de este sistema puede ocasionar daños considerables en la planta y además representaría un peligro latente para todo el personal de la planta. Por lo que se refiere a los diámetros de las tuberías en las instalaciones de proceso y áreas de almacenamiento el diámetro mínimo de tubería en redes contra incendio será de 15.2 cm. (6 in) y el número máximo de hidrantes y/o -- monitores por anillo será de 12 . En otros casos, el diámetro de la tubería y la colocación de los hidrantes o monitores deberá determinarse tomando en cuenta el número de tomas, distancias y condiciones del lugar. Por lo que se refiere a la velocidad razonable del -- agua para la selección del diámetro de la tubería está entre 1.2 a -- 2.4 mts/seg. (4 a 8 ft/seg). El espaciamiento entre hidrantes y monitores varía de acuerdo al área de proceso de que se trate, así te-

nemos que en áreas de instalaciones de proceso y almacenamiento de productos altamente inflamables a una distancia de 30 a 50 mts. uno de otro. En áreas de almacenamiento de productos inflamables a una distancia no mayor de 60 mts., uno de otros y para áreas de edificios administrativos, oficinas y almacenes de productos no inflamables, a una distancia de 75 a 90 mts., uno de otro; en el caso de los monitores se colocarán de acuerdo con el alcance que tenga un chorro y niebla, disposición, forma y riesgo inherente del equipo de proceso.

B). AGUA DE ENFRIAMIENTO.

Es la de mayor consumo en una planta de proceso, debido a que alimenta a diversos equipos que requieren enfriamiento, como es el caso de condensadores enfriados por agua, enfriadores, etc. Su abastecimiento normal es un río o lago cercano que va a asegurar un aprovisionamiento constante. El agua sin embargo es un servicio escaso y es preferible recircularla a través de torres de enfriamiento, en la cual es suministrada entre 27 y 32°C (80 y 90° F) debiéndose evitar mayores temperaturas, ya que éstas causan una rápida corrosión en la tubería y en el equipo, de ahí que deben prevenirse incrustaciones y formación de lama en los mismos.

La localización de la entrada, así como la temperatura y presión serán proporcionados por las bases de diseño. Su diámetro se dará en los diagramas de tuberías e instrumentación, el cual nos proporcio--

nará el gasto a manejar en los diferentes equipos.

C). AGUA DE SERVICIO.

Es aquella que se encuentra para fines de limpieza, tal es el caso del lavado de áreas de operación y cascarones de equipos. Deben encontrarse libre de sedimentos aunque no requieren otro tratamiento, el personal de la planta no debe beberla; puede suministrarse directamente de fuentes naturales o de algún otro sistema. El sistema de agua de servicio tiene por norma operar en un rango de presión de 2.81-3.16 Kg/cm² man. (40-45 lb/in²) y una temperatura de 32° C (90° F).

D). AGUA PARA USO SANITARIO.

Debe ser potable, por lo tanto libre de bacterias y otros contaminantes. Para potabilizarla se someterá a un tratamiento de clorinación, para evitar contaminaciones posteriores, este sistema no debe conectarse a ningún otro que esté en contacto con el proceso. Los sistemas de agua sanitaria operan a una presión que varía de 1.40 a 2.10 Kg/cm² (20 a 30 lb/in²), de existir una presión mayor ésta deterioraría rápidamente los aparatos sanitarios.

Suelen instalarse un tanque elevado de almacenamiento para así poder asegurar un suministro ininterrumpido de agua para uso sanitario.

2. DESCRIPCION DE LOS DRENAJES

En una planta de proceso, desde el punto de vista de su operación, los sistemas de tuberías se pueden dividir en dos grandes grupos: El primero lo constituyen las tuberías de proceso y el segundo se encuentra formado por las tuberías de servicios auxiliares.

Las tuberías de proceso se caracterizan porque manejan productos y subproductos del proceso, y son colocados al nivel del piso, o bien en forma aérea, a través de toda la planta. Por lo que se refiere a las tuberías de servicios auxiliares, éstas se encuentran constituídas por conductos que manejan agua en sus diferentes tipos: combustible, vapor, condensados, aire de instrumentos y de planta, refrigerantes, inertes, y sistemas de desfogues, entre otros.

Las tuberías de servicios auxiliares al igual de las de proceso se distribuyen a través de toda la planta, los sistemas de drenaje de equipo y todo tipo van a formar parte de las tuberías de servicios auxiliares y su distribución a través de la planta es en forma de una red de tuberías de tipo subterráneo dado que dicho sistema se planea para que fluyan por gravedad los desechos de la planta.

Tanto la eliminación del agua de protección contra incendios, agua de tipo pluvial, así como los desechos de proceso de la planta, llevan a la integración de los sistemas de drenaje. Los sistemas de drenaje fluyendo por gravedad para las plantas de proceso y refinerías, plantas químicas, persiguen entre otros objetivos desalojar en forma rápida el agua contra incendios, desperdicios, sistemas de trampas de suciedad y sedimentos, drenes de los equipos de proceso, el agua de lavado de los equipos, etc.

Los sistemas de drenaje se clasifican de acuerdo al tipo de servicio que proporcionan dentro de la planta de proceso, y dicha división se dará más adelante.

3. INFORMACION INTERDEPARTAMENTAL BASICA

El estudio del arreglo de las rutas a seguir por las tuberías que constituyen los drenajes, incluyendo dimensionamiento, pendientes, profundidad, especificaciones de materiales, tipo de registros y sus características, se realiza una vez que se tiene el arreglo definitivo de los equipos, así como la clasificación de áreas dentro de la planta de proceso. Y para llevar a cabo dicho estudio, se debe partir de la información interdepartamental básica que es llamada de esta manera ya que se genera en distintos departamentos, como son el civil, eléctrico, de proceso, tuberías, mecánico, etc.

La información interdepartamental básica está constituida por una serie de diagramas y planos que son elaborados en los departamentos mencionados con anterioridad, y que son de vital importancia en el diseño de los sistemas de drenajes, para así lograr que éstos sean lo más funcional y real posible, evitando al máximo interferencias con cimentaciones de edificios y equipos, así como con las acometidas eléctricas principalmente. De ahí la necesidad de conocer dicha información, la cual se indica de manera breve a continuación.

a). Diagrama de Flujo de Proceso.

Debido a la importancia del diagrama de flujo de proceso, éste deberá ser elaborado cuidadosamente por el departamento de proceso, en los inicios del proyecto. Se elabora a partir de -

las Bases de Diseño que son proporcionadas por el cliente, --- procurando que sea objetivo y representante para los demás de partamentos una ayuda en la resolución de sus problemas que se presentan durante el diseño.

El diagrama de Flujo de Proceso es una información básica en el diseño de la red subterránea. Dicho diagrama compendia el diseño del proceso, en una forma esquemática que no es necesariamente exacta en cuanto a la localización de los equipos de la planta. Puede ser de 1 ó más diagramas, dependiendo del tamaño y complejidad de la planta.

Incorporan todo tipo de información básica para todas las ramas del proyecto, debiendo mostrar claramente la secuencia del proceso. Cada equipo lleva una clave de identificación que será de utilidad y que muestra sus características principales que pueden ser determinadas de antemano, tales como: Disposición (horizontal o vertical), nomenclatura de los equipos, además, incluye Balances de Materia y condiciones de todas las corrientes (temperatura, presión, flujo, etc.).

b). Plano de Localización General de los Equipos.

El plano de localización general es de gran utilidad en el diseño de los diferentes sistemas de drenaje, en la determinación de las diferentes rutas a seguir por la red de tuberías para poder desalojar lo más rápido posible los desechos; él o los planos de localización general se elaboran generalmente a una escala determinada (1: 100 generalmente) y muestran la distribución de to-

das las unidades de equipos principales dentro de los límites de batería, determinando las líneas centro por medio de cotas o coordenadas de equipos, cimentaciones, estructuras principales, edificios de acceso para mantenimiento, calles y caminos adyacentes, etc. También se indican en ellos la orientación y dirección de los vientos dominantes, las coordenadas generales y particulares de los límites de batería.

Estos planos nos representan la decisión combinada de todos los departamentos de diseño del proyecto; siendo obligación de la sección de tuberías, el asesorar sobre las necesidades de espacio para equipos y tuberías; ya que sus recomendaciones son guías definitivas para el arreglo y disposiciones finales. Al igual que los anteriores, estos planos son la clave de referencia para todos los grupos de diseño durante el desarrollo del proyecto e inclusive, durante la erección de la planta mediante sucesivas revisiones.

c). Diagramas de Tubería e Instrumentación.

La importancia de los diagramas de tubería e instrumentación es que en este tipo de planos radica la base para el diseño de los dibujos isométricos de tubería, localización de instrumentos y operación de la planta, dado que aparecen en ellos todos los equipos, accesorios y tuberías que los interconectan.

A los Diagramas de tuberías e Instrumentación se les denomina con la nomenclatura de "DTI'S". Estos diagramas son elaborados por el departamento de Proceso de las firmas proyectistas; para facilidad de interpretación, se elaboran DTI'S, para Proceso, para Servicios, en Lubricación de Compresoras, y también sistemas de

Desfogue y algunos otros sistemas particulares, según el tipo de -
Planta.

Lo anterior es la base para el diseño mecánico de recipientes y tuberías, y lo utilizan los Ingenieros Electricistas e Instrumentistas y otras especialidades que no necesitan directamente de - detalles de proceso. En este documento se resume información resultante de dimensionamiento y especificación resultante de -- acuerdo al Balance de Materia y Energía, dimensiones y tipo de todas las válvulas y todos aquellos detalles especiales y necesarios para asegurar una base común de trabajo en varios grupos de diseño. La información de instrumentos se pasa del Diagrama a las hojas de especificaciones de instrumentos y para la - rotulación de identificación de cada instrumento.

La importancia de este tipo de diagramas, en el diseño de los sistemas de drenaje, es que nos proporcionan básicamente to-- das las líneas de tuberías de los diferentes servicios auxiliares, como es el caso del agua de servicio, de enfriamiento, para - uso sanitario, de proceso, etc.

d). Lista de Líneas.

La lista de líneas incluye información tanto de tuberías de proceso como de servicios auxiliares, mencionando sus características principales tales como: la clave (diámetro, servicio, número y especificación); la ruta ("desde" y "hasta"), presiones y temperaturas de operación, diseño y prueba tipo, además del

espesor de aislamiento; número (s) de diagramas de flujo e instrumentos que aparecen. Es el documento en el que se recopila toda la información referente a las líneas de la planta, que se utiliza en algunos grupos de diseño de detalle. Se toma información de los DTI'S para cubrir la totalidad de los detalles, así también la totalidad de las líneas de la planta.

Este tipo de información, así como el diagrama de flujo, sufre constantes modificaciones y ajustes durante el desarrollo del proyecto y se elabora en colaboración de varios departamentos.

e). Hojas de Datos de Equipos.

Son elaborados por el departamento de Proceso; se elaboran las hojas de datos para todos los equipos incluidos en el diagrama de flujo de proceso. En estas hojas se anota el número requerido de unidades, las características del fluido y sus condiciones, la capacidad requerida y en general un dimensionamiento preliminar. Son producto de varias etapas, mediante sucesivas revisiones y afinaciones, en cuanto a sus dimensiones, número, diámetro de boquillas, servicio que prestan en el proceso.

Se utilizan para hacer el estudio del arreglo de tuberías, así como para enviar las órdenes de compra a los proveedores. En lo que a este trabajo se refiere, se emplea para la localización

de las copas de drenaje o purgas de proceso que se requieren en el diseño.

f). Planos de Cimentaciones.

Su empleo es imprescindible para la determinación de la red, ya que en ellos están manifiestas las diversas formas que adquieren las cimentaciones de todos los equipos y de las soporterías; indicándose las dimensiones, así como las profundidades o niveles de desplante. La tubería subterránea debe liberar con ciertas separaciones, tanto a las cimentaciones como a los ductos del tipo eléctrico.

g). Planos del Cuarto de Control.

Son elaborados por la sección de Arquitectura, cubriendo las -- necesidades de control eléctrico y de instrumentación, así como una pequeña oficina para operación de los mismos, con servicio sanitario para tres o cuatro ocupantes. Se utilizan para proyectar la red sanitaria y sus dimensiones son necesarias para localizar la tubería de agua contra incendio, ya que ésta debe liberar todo tipo de construcciones ubicadas en la superficie.

h) Plano Unifilar.

En los planos unifilares se muestran los ductos eléctricos con dimensiones exteriores, curvas de ruta, capacidades, profundidades.

Fundamentalmente se indican los circuitos que requiere la planta para el suministro de energía eléctrica a todos los dispositivos eléctricos como son motores, de todos tipos, alumbrado y equipo eléctrico portatil y fijo, incluyendo la protección con que debe contar cada circuito y si es de acción manual o automática indicando los elementos de control. Para cada línea se anota el Calibre, voltaje, número de fases, número de hilos, etc. Incluye, además la representación esquemática de los transformadores necesarios, sus accesorios, dimensiones y características. Estos planos son elaborados por el Departamento Eléctrico y su empleo en el diseño de la red subterránea se basa en el conocimiento de la ruta que siguen, así como la profundidad a la que se encuentran instaladas y así evitar obstrucciones con ellas.

CAPITULO II

LOS SISTEMAS DE DRENAJE

1. CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE

A). DRENAJE ACEITOSO

Este tipo de drenaje se diseña fundamentalmente para coleccionar y conducir todos los desechos de proceso no corrosivos y/o tóxicos contaminados con hidrocarburos, que van a ser drenados periódicamente como los tanques, torres, intercambiadores, bombas, etc., usando lo que se llama campana de purga (copas de drenaje), de extremo abierto, localizadas adyacentes al equipo. También se deberán incluir las áreas drenadas de superficies - en donde existan derrames de hidrocarburos.

Los desechos manejados en este tipo de drenaje deberán llevarse a un separador de aceite - agua y así el agua separada se conectará con el sistema de drenaje pluvial al final de los límites de batería.

B). DRENAJE QUIMICO

Deberá ser diseñado para coleccionar desperdicios contaminados -- con productos o sustancias de tipo corrosivo de un proceso químico, las cuales provienen principalmente de derrames de equipos, fugas y desfuegos de válvulas de drenado de los equipos y bombas de proceso. También se incluirá el agua de lavado de las áreas ácidas y alcalinas.

El tipo de desechos que se manejan en este sistema pueden ser tanto ácido como alcalino, pero ambos se deben manejar en forma separada hasta los medios de tratamiento o pozos de neutralización; para que, una vez neutralizados estos tipos de desechos, se puedan conectar al sistema de drenaje pluvial.

C). DRENAJE PLUVIAL

Este sistema nos sirve para coleccionar el agua no contaminada con hidrocarburos, productos tóxicos y/o corrosivos. Este tipo de drenaje se deberá diseñar, para que drene una superficie máxima incluyendo la precipitación en una hora de lluvia, así como también el agua de lavado de naturaleza no contaminada y agua contra incendio, que procedera de mangueras y monitores.

El drenaje pluvial deberá ser diseñado para eliminar el agua en forma rápida, ya que si se tiene una gran concentración de la misma, puede ocasionar entorpecimientos en la velocidad con que fluye el agua en el sistema, así como también en casos de incendios se tiene un exceso de agua que hay que eliminar de las partes de proceso de la planta y evitar posibles fallas del mismo por la acción del agua en exceso.

D). DRENAJE SANITARIO

Va a constituir un sistema de drenaje doble ya que en él se ---

conducen tanto aguas negras como jabonosas, las cuales son tratadas en fosas sépticas y un separador de grasas respectivamente, para llegar a unirse posteriormente y ser descargados al sistema de drenaje pluvial.

Cuando exista una red general el sistema se constituye por alcantarillados para aguas negras, dentro del cual no se permiten desechos de otros que no sean del tipo sanitario.

2. AREAS EN UNA PLANTA DE PROCESO

Dentro de una planta industrial generalmente se localizan diferentes áreas perfectamente definidas, las cuales debido a la función que desempeñan dentro de un proceso van a requerir de uno o de varios tipos de drenajes. Dicha clasificación se describe a continuación:

a). DE PROCESO

En el área de proceso van a existir tres tipos de drenaje que son: el aceitoso, químico y sanitario; los dos primeros dependen de los líquidos que se pueden derramar de las purgas de los equipos, y el tercero de los sanitarios de dicha área.

En casos especiales de plantas petroquímicas, cuyos derrames y purgas sean de gases, se podrán substituir los drenajes aceitosos y químico por el pluvial.

b). DE ALMACENAMIENTO

En áreas que manejan hidrocarburos se deberá contar con un drenaje doble, el pluvial y el aceitoso en donde descarguen las purgas debidamente controladas. Los drenes deberán contar con válvulas selectivas instaladas en el exterior de los muros de contención. Así tenemos que el área en la que se manejan productos tóxicos o químicos deberá contar con un drenaje doble, el pluvial y el químico en donde descarguen las purgas de los equipos. Las purgas de los equipos inclusive las de gas licuado, irán a copas colectoras o registros de concreto o metal conectados mediante válvulas de drenaje aceitoso o químico según sea el tipo de producto.

c). DE CARGA Y DESCARGA

Para este tipo de área se localizan la zona de llenado para carros tanques en la cual se contará con drenaje aceitoso únicamente, y en el caso de llenadoras de gases licuados no drenables se usará drenaje pluvial.

Las áreas de carga y descarga de productos químicos, tóxicos o corrosivos quedarán confinados y se drenarán por medio del drenaje químico.

d). DE CALDERAS Y TRATAMIENTO DE AGUA

En las áreas de calderas se considerará drenaje pluvial, excepto en la zona donde se manejen hidrocarburos ahí se empleará drenaje aceitoso. Por lo que se refiere a la zona de tratamiento de agua a base de desmineralización se usará un sistema de drenaje químico, de preferencia un sistema separado ácido y alcalino.

En sistemas de tratamiento a base de cal caliente y cal-carbonato se recomienda el drenaje pluvial.

e). DE TORES DE ENFRIAMIENTO

Las torres de enfriamiento contarán con dos sistemas de drenaje: Aceitoso y pluvial, dado que las purgas de las torres de enfriamiento deberán tener la opción a través de válvulas enviándose al drenaje pluvial o aceitoso. Así tenemos que los derrames de las torres de enfriamiento para servicio de la planta de proceso irán al drenaje pluvial.

f). DE TALLERES

El área de talleres contará con drenajes pluvial, aceitoso y sanitario. Los talleres donde se utilicen hidrocarburos para el lavado de equipos, o se derramen aceites, como el mecánico, -- combustión interna, instrumentos, eléctrico y pintura, contarán

con guarnición que limite su área, la que descargará al drenaje aceitoso.

g). DE LABORATORIO

Debido al tipo de sustancias utilizadas en esta zona, se hace necesaria la instalación de drenaje químico, el cual se conectará en su extremo a una fosa de neutralización y de aquí se conectará al drenaje aceitoso, teniéndose además, el drenaje sanitario y el pluvial.

h). DE CENTRALES DE BOMBEO

Para esta área se requiere de drenaje, aceitoso y sanitario para las casetas de cambio de los operadores. En casos - específicos, se contará con drenaje químico en forma independiente del drenaje aceitoso.

i). ESTACIONES DE COMPRESION Y GENERACION ELECTRICA

Se emplean dos tipos de drenaje, aceitoso y el sanitario para la casa de cambio de operadores.

j). EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS

Comprende oficinas, almacenes, casas de cambio y cuartos de

control dentro de las áreas de proceso, centrales contra incendio y casetas de vigilancia que deben contar con el drenaje pluvial y sanitario.

k). ESTACIONAMIENTOS Y VIAS DE ACCESO

Para esta zona únicamente se contará con drenaje del tipo pluvial.

l). PASOS INFERIORES Y TRINCHERAS

El agua de los pasos inferiores y trincheras para tubería, tendrán drenaje aceitoso, además de guarniciones alrededor de ellas para evitar que el agua de lluvia del área adyacente derrame hacia la trinchera.

m). AREAS DE QUEMADORES DE CAMPO Y SIN HUMO

Se contará exclusivamente con drenaje del tipo aceitoso.

n). ZONAS HABITACIONALES

Para el caso de las zonas habitacionales se diseñarán dos sistemas de drenaje el pluvial y el sanitario.

o). AREAS LIBRES Y TALUDES

Comprenden las áreas tributarias dentro y fuera de las instalaciones y se drenarán al sistema pluvial o fuera de la planta.

p). SUB-ESTACIONES ELECTRICAS

El área confinada dentro de la sub-estación drenará al drenaje -
aceitoso.

3. DESCRIPCION DE ACCESORIOS, DEFINICION DE TERMINOS Y
SIMBOLOGIA

A). ACCESORIOS

a). Dren

Es el conducto empleado para recibir los derrames del tipo in--
dustrial.

b). Registros*

b. 1). De Visita con Tapa

Los registros de visita deben usarse como un medio de acceso, -
para inspección y limpieza de los conductos, o para efectuar cam-
bios de dirección o de sección en la tubería en una considerable -
variación de pendiente, o para evitar excavaciones profundas cuan-
do se tenga una pendiente excesiva continúa, o bien si existe una -
gran concentración de ramales. La separación recomendable es -

* En el capítulo correspondiente a dibujos se muestran
varios tipos de registros y sus características prin-
cipales.

de 90 a 150 mts. Sus dimensiones son de 1.60 x 1.60 mts. y -- profundidad variable. Cada registro lleva un tipo de cubierta sólida y removible.

Si se encuentra el registro localizada en un lugar peligroso, deberá instalarse una ventila de descarga que se localice en un lugar seguro, también se puede instalar una coladera, dándosele el nombre de registro de visita con coladera, su simbología se dará más adelante.

b.2). Con coladera de Guarnición

Este registro se usa para drenar el agua de las calles y su localización se encuentra en las aceras de las mismas, a una distancia máxima de 25 mts. entre uno y otro registro.

b.3). Registro con Coladera de Patio

La función principal de las coladeras es recoger el agua pluvial superficial y podrán ser de patio, de guarnición o interiores. La separación máxima que deben conservar las coladeras de guarnición para precipitaciones pluviales iguales o mayores a 70 mm/h, será de 40 mts. para precipitaciones menores, las especificaciones se darán en los planos respectivos. Sus dimensiones, armamento, material, etc., se deberán proporcionar por los ingenieros -

de la Sección Civil. También se le puede colocar una tapa; que se emplee para cambiar de dirección.

b. 4). Con trampa de Grasa

Para asegurar una limpieza automática y eficiente o evitar el ingreso de elementos peligrosos o corrosivos al drenaje sanitario, se requiere en ocasiones de un control adicional. Los desperdicios grasosos o jabonosos de lavabos, por ejemplo, frecuentemente se descargan a través de trampas de grasa. Son éstos generalmente más pequeños que las coladeras normales; pero más -- herméticas y profundas. La grasa se coagula y flota sobre la superficie del agua y las partículas pesadas bajan para acumularse en la cubeta que forma parte de la trampa.

b. 5). De Limpieza

Este nos sirve para conectar el drenaje sanitario al pluvial y -- también para dar mantenimiento de limpieza al sanitario, que se localiza después de la trampa de grasa y la fosa séptica, para -- cuando ésta requiera limpieza. Se caracterizan por ser registros cerrados de 1.20 x 0.70 mts. y de profundidad máxima de 2.00 mts. empleándose también para limpieza de tuberías y cambio de dirección; se colocarán a una distancia máxima de 60 mts.

b. 6). Aceitoso

Este registro se usa para el sistema de drenaje aceitoso. Su función es la de facilitar el mantenimiento del sistema y deberá localizarse a una distancia máxima de 60 mts. y donde haya gran concentración de ramales, éstos a su vez no facilitarán los giros. La conexión deberá estar provista de un sello hidráulico. Sus dimensiones son de 60 x 60 cm. Deberán estar provistos de tapa y ventila.

c). Coladeras

La función de estos accesorios es la de recolectar el agua pluvial superficial, pudiendo ser de patio, de guarnición interior, la separación máxima que deben tener las coladeras es de 40 mts. para precipitaciones iguales o mayores a 70 mm/h.

d). Cárcamo

Se puede decir que un cárcamo es una caja de limpieza en el fondo de una cisterna, tanque de almacenamiento o fosa, su función es facilitar el desolve ya que está localizado de tal forma que las pendientes del fondo se canalizan a través de éste. También se usa para drenar las cajas de válvulas y equipos eléctricos subterráneos.

Los cárcamos de bombeo de drenajes se diseñan y están supeditados a las condiciones específicas de cada caso, siendo tanto -- para drenaje pluvial, aguas negras, aceitosos y ácidas, debiéndose recubrir con algunos productos que van a estar en función del efluente por almacenar.

e). Trincheras

e. 1). Colectoras

Es un conducto atmosférico empleado para la conducción de agua de drenaje, que puede ser tanto de proceso como pluvial.

e. 2). De Alojamiento

Es un conducto abierto con tapa de rejilla o tapa ciega dentro de la cual se instalan las tuberías con el objeto de cruzar las calles o instalaciones. Por lo que se refiere a las trincheras de drenaje, cubiertas por rejillas, las cuales deben de ser de 19 mm., a nivel con la parte superior del pavimento, las paredes tienen un espesor de 15 cm. con fondo de 10 cm., construyéndose de concreto reforzado con mallas de alambre. El fondo del piso debe tener una inclinación a los puntos de drenaje con una pendiente mínima de 2.5 cm. en 3.0 mts. y una caída máxima de 15 cm.

f). Copas de Drenaje

Es un elemento en forma de copa o embudo empleado para recibir una o más purgas de recipientes y/o equipos. Los drenajes de -- proceso o aguas aceitosas deben descargar al extremo acampanado de un tubo de fierro fundido de 10 cm. de diámetro, o bien ma-- yor.

g). Bocas de Limpieza

Son conexiones en la línea con el fin de proveer acceso a los aditamentos de limpieza, debiendo ser instalados en extremos muertos (sin flujo) y cuando existe un tramo recto no mayor de 15 mts. De igual manera se debe procurar que la limpieza sea factible -- realizarla en el sentido del flujo.

h). Sellos Hidráulicos

La finalidad de los sellos hidráulicos es la de evitar la propagación de un incendio a lo largo de la tubería de drenaje; debiéndose colocar en los registros indicados en el proyecto. Los sellos se forman con codos de 90° ó "Y" de fierro fundido y colocados en tal forma que queden ahogados 15 cm. de la parte baja del - nivel de arrastre del tubo de salida.

i). Desarenadores

Se le denomina así a la parte inferior de los registros, empleados para la sedimentación de sólidos arrastrados por agua; llevándose a cabo por medio de la velocidad de las aguas negras, - lo suficiente para permitir la sedimentación de las partículas de mayor gravedad específica.

j). Fosa Séptica

Es una instalación que es la encargada de la recolección de las aguas negras; utilizándose principalmente en el drenaje sanitario. Su función es la de retener el caudal de las aguas negras durante un período suficiente, que permita el asentamiento de los sólidos. El caudal sanitario o de aguas negras conduce excrementos, compuestos de materia orgánica inestable, su conversión en material estable o inactivo libera gases nocivos, causando la absorción de oxígeno por el efluente.

El asentamiento de los sólidos se realiza en el fondo de la fosa séptica, y mientras el líquido es descargado continuamente al drenaje pluvial.

k). Separadores de Aceite - Agua

Su empleo se destina al drenaje aceitoso. Por lo general se --

localizan en los límites de batería o fuera de la planta, en donde el sistema de drenaje se descarga a la red general y el aceite se bombea del separador a tambores y posteriormente se quema o se desecha en lugares adecuados para evitar la contaminación ambiental. Mientras que el agua se canaliza a través del drenaje pluvial. La separación se logra aprovechando la diferencia de gravedades específicas entre el agua y el aceite. El diseño del separador y la velocidad de flujo a través del mismo, así como el tiempo de sedimentación o decantación son factores importantes que intervienen en una operación eficiente.

1). Fosa de Neutralización

Los drenajes químicos recogen en su recorrido una variedad de soluciones ácidas o alcalinas, subproductos de los procesos que se llevan a cabo en la planta. Los anteriores desperdicios contribuyen de una manera o de otra, a que el efluente conducido represente un peligro latente, en lo que se refiere a un desagradable olor, una excesiva alcalinidad o acidez, una toxicidad apreciable, etc. Por lo general se utilizan neutralizadores en forma independiente tanto para las sustancias ácidas o alcalinas.

La recolección de estas sustancias se hace por medio de una fosa en la que descarga el sistema de drenaje químico y de ahí el

tratamiento adecuado según se requiera.

m). Guarnición de Confinamiento

Es un pequeño muro de concreto, generalmente de 30 cm. de altura colocado perimetralmente al área que se desea confinar.

B). OTROS ACCESORIOS

a). Hidrantes

Es una conexión para combatir incendios, los hidrantes son generalmente del tipo de poste. El hidrante debe conectarse a la tubería principal mediante un tubo no menor de 4" de diámetro. El tipo de hidrante más empleado en plantas de proceso, es el de poste elevado sobre el nivel del pavimento, provisto de dos conexiones inferiores para acoplamiento de mangueras, y de una salida superior para conexión de monitores. La longitud de las mangueras puede variar de 25 a 400 pies, requiriéndose, en consecuencia, diversas presiones en el hidrante para alimentarlas, por ejemplo, una manguera de 2 1/2" de diámetro, con un chiflón de 1 1/8" de diámetro, descargará unos 240 gpm con una presión de 85 psi. Los hidrantes se colocarán a una altura de 500 a 600 mm. del nivel del piso terminado, en las plantas se colocan de 30 a 50 mts., en las áreas de tanques y talleres a espacios de

unos 100 mts. aproximadamente.

b). Monitores

Los monitores conocidos también como cañones de monitores, se colocan sobre los hidrantes, provistos de boquillas de niebla y - chorro, esta salida del monitor normalmente cubre una distancia de 50 mts., en sentido horizontal y de 35 mts., en el vertical, dependiendo del gasto a manejar y presión de operación. Los - monitores podrán girar de 120° en el plano vertical y 360° en - el plano horizontal, cuando sea necesario se colocarán sobre -- plataformas elevadas para ampliar el área de protección, su es- calera se localizará hacia el lado menos expuesto a un posible - incendio; tendrá una válvula de bloqueo entre el monitor y el hi- drante.

c). Arrestadores de Flama

Es un accesorio empleado en las rejillas de los registros, loca- lizados en áreas de proceso, con el objeto de confinar el fuego en los mismos en caso de siniestro.

C) TERMINOS

a). Ramales

Es la tubería que recolecta los derrames y/o purgas para des-

cargarlas a las tuberías troncales Ver. Fig. 1.

b). Troncales

Es la tubería que conduce los líquidos recolectados por los ramales al colector. Esta tubería se encuentra localizada dentro de los límites de la planta (Límites de batería). Ver Fig. 1.

c). Colector

Es aquel que recibe los líquidos de las tuberías troncales y las descarga en las fosas de neutralización, separadores de grasa o emisor, según sean aguas de drenajes químicos, aceitosos o --- pluviales. Ver. Fig. 1.

d). Emisor

Es la tubería que conduce las aguas fuera del área de las instalaciones sin recibir nuevos aportes. Ver Fig. 1.

e). Nivel de Arrastre

Es la cota que se tiene al lecho bajo interior del tubo, abreviándose como NDA.

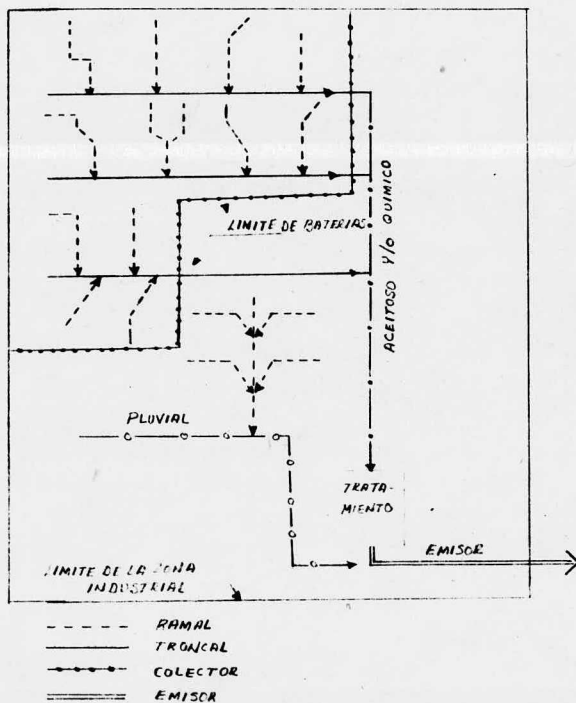
f). Parteaguas

Se denomina parteaguas a una superficie de drenaje, de preferencia cuadrada a cuyo centro convergen las pendientes en un registro con coladera. Estas superficies de drenaje no serán menores de 250 m^2 ni mayores de 400 m^2 , para facilitar el -

escurrimiento del agua y las dimensiones de la losa en pisos pavimentados. El declive es resultante de la división que se hace en la planta.

Se utiliza para un desahogo rápido del agua contra incendio, agua de tormenta o pluvial.

FIGURA # 1



CAPITULO III

DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE

1. REQUERIMIENTOS GENERALES DE DISEÑO

A) CARACTERISTICAS QUE DEBEN TENER LAS TUBERIAS PARA DRENAJES

- a). Poseer durabilidad, de manera que las fallas y las composu--ras necesarias ocurran con poca frecuencia, si acaso.
- b). Ser herméticas, para evitar pérdidas de agua por filtración.
- c). Deben tener juntas que eviten las fugas en los entronques. Las tuberías deben tener buenas cualidades hidráulicas, como exce--lente escurrimiento, debiéndose conservar operativas durante años de servicio.

Así tenemos que las tuberías de fierro fundido (fo fo), se utiliza para la gran mayoría de líneas en los sistemas de drenaje no químicos. La tubería de asbesto-cemento es la siguiente en volumen de empleo. Para grandes líneas se utilizan frecuentemente concreto reforzado y acero al carbón; también se utilizan las tuberías de plástico principalmente las tuberías de cloruro de polivinilo (PVC).

Existen varios factores ajenos, empero, en plantas de este tipo que normalizan el uso de uno o de otro tipo de tuberías, tales como la existencia de la misma o en su defecto pedidos que de antemano se realizan, asegurando un suministro eficiente, así como el precio lo más bajo posible. Otro factor que puede mencionarse, es la gama o amplitud de diámetros y conexiones en que se fabrique la mencionada tubería; un ejemplo claro de todo lo anterior, lo es la tubería de acero al carbón, que constituye el tipo de tubería de más consumo en una planta de proceso, tanto en redes subterráneas como en las de tipo aéreo; así como en tuberías de proceso como las --

utilizadas para servicios auxiliares.

B) CORROSION DE TUBERIAS ENTERRADAS

De acuerdo a estudios realizados por la National Bureau of ---- Standards se ha determinado que el acero, el hierro pundelado o forjado, la fundición y el plomo se corroen a menudo en ciertos suelos, y los que contienen materiales orgánicos o carbonosos, como es el caso del coque, hulla o cenizas, están impregnados de desperdicios ácidos procedentes de fábricas y son muy corrosivos. La autoelectrólisis del hierro enterrado es muy recurrente, porque siempre hay suficiente oxígeno para actuar como des-polarizador.

C) PROTECCION MECANICA PARA LAS TUBERIAS

Los recubrimientos bituminosos son usados ampliamente, en especial el asfalto natural y el asfalto insuflado que son fabricados a partir de residuos del petróleo y alquitrán de hulla. Se usan, además, los procesos de inmersión, aplicación con brocha y pistola de pulverización. Para condiciones severas del suelo el recubrimiento debe reforzarse envolviendo el tubo, recubierto en forma espiral, con un tejido resistente de cierta clase que haya sido impregnado con una mezcla bituminosa impermeable del agua. Para condiciones corrosivas del suelo sumamente severas, los tubos pueden enterrarse en cajas de hormigón.

D) ESPESOR REQUERIDO DE LA TUBERIA METALICA

El espesor de la tubería de fierro fundido (fo fo) o de acero al carbón pueden calcularse mediante el empleo de la fórmula siguiente para cualquier cilindro cerrado:

$$t = \frac{P d}{2 f} \text{ ----- (1)}$$

En la que:

t = Espesor requerido de la tubería en mm.

P = Presión interna, en kg/cm².

d = Diámetro de la tubería en cm.

f = Esfuerzo permisible de trabajo en kg/cm².

El valor de "P" debe incluir un margen debido al golpe de ariete. Para tuberías de fierro fundido f = 773 kg/cm² (11,000 -- psi) y para tubo de acero al carbón f = 1270 kg/cm² (18,000 -- psi). Por otra parte la eficiencia de la soldadura del tubo de acero se toma como 1.00; si se utiliza una costura de remaches es necesario introducir en el denominador un factor que varía de 0.65 a 0.80; el valor correcto va a depender del tipo de junta. Al seleccionar o comprobar el espesor requerido de la tubería, el valor "t" encontrado por la fórmula se le debe adicionar un factor extra para prevenir la corrosión.

E) EXCAVACION DE ZANJAS

Para alojar las tuberías de drenaje se abrirán cepas, las cuales estarán colocadas en función del diámetro especificado y de --- acuerdo con la siguiente tabla:

Diámetro		Ancho
cm.	in.	cm.
10	4	60
15	6	70
20	8	75
25	10	80
30	12	85
38	15	100
45	18	115
61	24	130
76	30	150
91	36	170
107	42	200
122	48	230

Cuando el terreno del fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se excavará hasta encontrar el material conveniente, reemplazando el material removido con relleno compactado de - tierra o con una plantilla de grava, piedra quebrada o cualquier

otro material adecuado.

F) PLANTILLAS

Cuando el fondo de la excavación, donde se instalen las tuberías, no ofrezca la consistencia necesaria para sustentarlas y mantenerlas en su posición en forma estable, o cuando la excavación haya sido en roca que por su naturaleza no se puede afirmar, - en grado tal que la tubería tenga un asiento correcto, se construirá una plantilla apisonada, de tezontle, piedra triturada o -- cualquier otro material adecuado para dejar una superficie nivelada y para una correcta colocación de la tubería, la parte central de las plantillas que se construyen para el apoyo de las tuberías, será en forma de canal semicircular que permitira que el cuadrante inferior de la tubería descansa en todo su desarrollo y longitud sobre la plantilla.

G) CARGA ADICIONAL SOBRE TUBERIAS ENTERRADAS

Cualquier tubo en una zanja está sujeto a la carga debido al relleno que la cubre. La resistencia implícitamente dada por el espesor de la tubería debe satisfacer adicionalmente esa carga. Aún cuando esto último no es un problema grave en redes subterráneas, puede decirse que las tuberías de fierro fundido, -- acero al carbón y las de concreto reforzado, son mucho más -

resistentes a la falla producida por la carga del relleno, que las tuberías de barro vitrificado, cobre o las de concreto simple. - Los dos factores básicos que influyen en la carga son el ancho - de la zanja en el nivel de la parte superior de la tubería y el - peso del relleno. Tanto el modo en el que la tubería está des- cansando en la zanja, ya que sobre ella va a circular equipo -- pesado, son factores a observar, dado que son de gran impor- tancia para su resistencia, la fórmula debida a Marston nos --- proporciona la carga sobre el tubo, causada por el peso del ma- terial de relleno, de la siguiente manera:

$$W = C w B^2 \text{ ----- (2)}$$

En la que:

W = Carga vertical sobre el tubo, en kg por metro lineal.

C = Coeficiente.

W = Peso del material de relleno en kg/m³.

B = Ancho de la zanja, justamente abajo de la parte superior del tubo en mts.

El ancho de la zanja "B" no debe exceder los valores indicados en el punto (E). El coeficiente "C" varía de acuerdo al material de relleno y con la relación de profundidad "h" del relleno (arriba de la parte superior del tubo), el ancho "B" de la zanja.

Los valores de "C" se obtienen experimentalmente y existen tablas que nos lo proporcionan, así tenemos por ejemplo los siguientes: suelo húmedo parcialmente compactado 1440; suelo saturado 1760; arcilla amarilla húmeda parcialmente compactada 1600; arcilla amarilla saturada 2080; arena seca 1600; arena --mojada 1920.

2. MATERIALES DE CONSTRUCCION DE LAS TUBERIAS DE DRENAJE.

Debido al tipo de desechos que se deben manejar en los sistemas de tubería de drenaje, serán necesarios el manejo de los desechos a través de tuberías de distintos materiales. Por lo que a continuación se da una breve descripción de los distintos materiales de las tuberías y su uso.

A). CONCRETO SIMPLE

La tubería de concreto simple se utilizará para conducir aguas pluviales, negras y aceitosas, según conveniencias técnicas y -- en lugares donde existan grandes concentraciones de cargas o vibraciones que puedan afectar las uniones de las tuberías. -- Los diámetros empleados son los siguientes: 10, 15, 20, 25 y 30 cm.

B). CONCRETO ARMADO

La tubería de concreto armado se usará cuando el cálculo de la red exija diámetros iguales o mayores de 38 cm., (15 Pulg.) y en donde existan grandes concentraciones de carga. El espesor del tubo, el diámetro interior, el área total del acero de refuerzo y la resistencia del concreto serán los estipulados por la Tabla I (Pag. 133, Capítulo # VI).

C). ASBESTO CEMENTO

Es fabricado de una mezcla de cemento y fibra de asbesto, este tipo de tubería es resistente a la corrosión, su empleo es semejante a la tubería de concreto, pero tiene el inconveniente de ser menos económica y se empleará en casos donde se requiere reducir el número de conexiones u obtener juntas impermeables. Los diámetros comerciales utilizados son los dados en la Tabla II. (Pag. 134, Capítulo # VI).

D). FIERRO FUNDIDO

Este tipo de tubería se utilizará cuando las cargas exteriores sean grandes y no se cuenta con suficiente colchón o plantilla para amortiguarlas, cuando se requiere una impermeabilidad absoluta en conductos expuestos a la interperie y en conexiones con válvulas.

En las casas de bombeo y en lugares donde se presenten vibraciones fuertes, se deberá de emplear tubería de fierro fundido, los diámetros más comunes de este tipo de material de tubería son: 10, 15, 20, 25, 30, 38 y 45 centímetros.

E). TUBOS DE BARRO VITRIFICADO O BARRO COCIDO

Son tubos construídos con barro, el cual es cocido en hornos y recubiertos con material de sílice para lograr el vitrificado de la superficie. Se caracteriza por ser resistente a los ácidos y generalmente su costo es elevado y debe emplearse para drenaje superficial pluvial o para drenaje sanitario. Los tubos tendrán las dimensiones dadas en la tabla III. (Pag. 135, Capítulo VI).

F). HIERRO DULCE

Esta tubería es de fundición liviana. Se utiliza en contraposición a la de barro vitrificado, siendo su empleo para el drenaje pluvial o aceitoso.

G). FIERRO FUNDIDO REVESTIDO DE CEMENTO

Para este tipo de tubería se establecen las mismas consideraciones que las tuberías de fierro fundido, pero su uso más am

plio, para servicios de materiales corrosivos o bien sujetos a grandes volúmenes.

H). ACERO AL CARBON

La tubería más frecuentemente utilizada es la especificada como ASTM A 106 y ASTM A 53. Estas dos especificaciones esencialmente son iguales en lo que se refiere a su composición química, teniendo como diferencia que la ASTM A 106 está sujeta a certificaciones más rígidas de sus componentes y de los métodos de fabricación. La ASTM A 106 se especifica para condiciones de servicio severo, ya que tiene revestimiento de grafito que lo hace más resistente al calor y a la corrosión.

Ambos materiales pueden ser grado A o B, el grado B posee mayor resistencia mecánica, más alta pero menos dúctil y por ello sólo se admite el grado A para su doblado en frío. Este material puede usarse en todos los tipos de aguas y drenajes excepto el químico.

I). DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC)

Son tubos fabricados con el material termoplástico denominado cloruro de polivinilo conocido como PVC, fabricándose por extrucción pudiendo ser de extremos lisos o acampanados, su empleo es casi general; las dimensiones de los tubos son las que aparecen en la tabla IV. (Pag. 136, Capítulo # VI).

3) CARACTERISTICAS HIDRAULICAS EN EL DISEÑO

A) FLUJO EN TUBERIAS SUBTERRANEAS

En las plantas de proceso los fluidos se caracterizan por manejarse en tuberías cerradas a presión; no así los sistemas de drenaje que se transportan normalmente en tubos parcialmente llenos; aún cuando el pluvial debe proyectarse adicionando un factor de seguridad para preveer mayores requerimientos. Los mismos principios y fórmulas hidráulicas se aplican a los fluidos manejados y a los sistemas de drenajes existentes. A pesar de que el drenaje sanitario o de aguas negras pueden transportar hasta 2000 mg/l de sólidos en suspensión, esto no afecta sus cualidades hidráulicas.

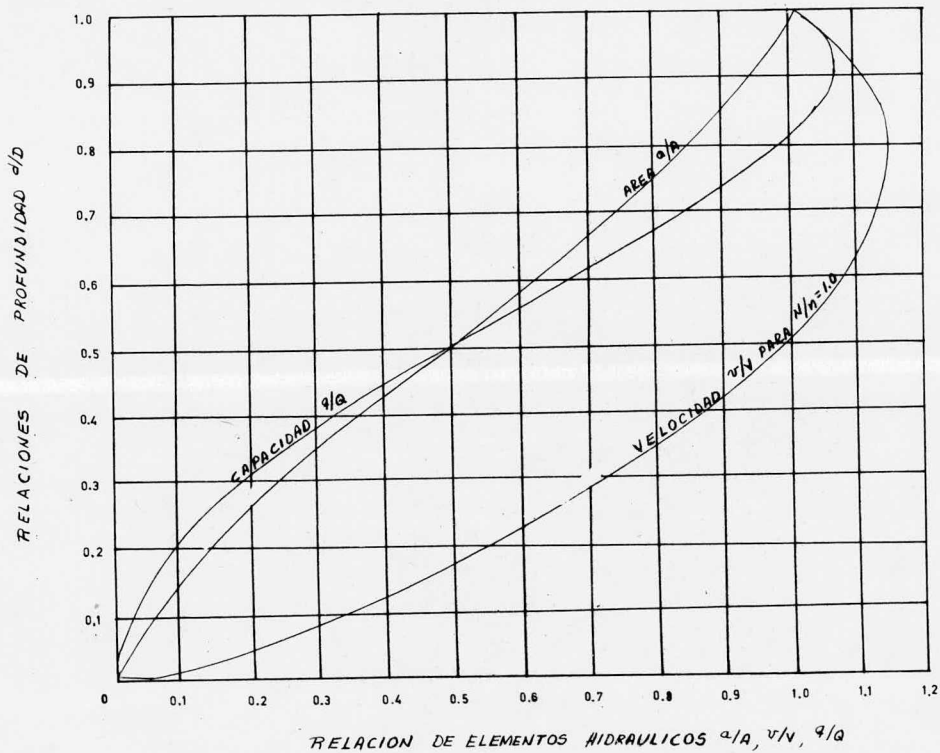
B) VELOCIDAD DE FLUJO PARA SISTEMAS DE DRENAJE

La velocidad de escurrimiento en los tubos que se conectan a alcantarillas o coladeras de aguas negras se requiere que no sea inferior a 60 cm/seg. (1.968 ft/seg) (para evitar sedimentación de los residuos sólidos) y máxima de 3.0 m/seg. (9.84 ft/seg.). La experiencia ha demostrado que una velocidad en los tubos de aguas negras menor a los 60 cm/seg.

(1.968 ft/seg), provoca la decantación de los sólidos que normalmente recoge, haciéndose necesario una limpieza más frecuente. En el drenaje pluvial se recomiendan mayores velocidades que en las del drenaje sanitario, debido a la presencia de arenas gruesas y cascajo que arrastrán las aguas. La mínima velocidad admisible es de 75 cm/seg. (2.46 ft/seg.), pero conviene llegar a los 90 cm/seg. (2.952). Debido al carácter abrasivo de los materiales sólidos debe evitarse - por otra parte, que la velocidad sea excesivamente alta, --- considerándose un valor máximo de 2.5 m/seg. (8.20 ft/seg.)

C) EFECTO DE LA ALTURA DE FLUJO

Puede observarse en la figura # 2 los elementos hidráulicos básicos de los drenajes circulares. Los grupos de curvas incluidos son a/A , v/V , q/Q , en donde el área es estática y la velocidad y capacidad son dinámicos o elementos de flujo. Es importante hacer notar que las velocidades en secciones circulares parcialmente llenas, igualan o exceden a las de secciones totalmente llenas, siempre que las tuberías fluyan llenas hasta más de la mitad, no considerando la variación de la rugosidad con la profundidad. Sin embargo los drenajes que fluyen llenas entre 0.5 y 0.8 no necesitan ser --



colocadas a pendientes más inclinadas, para ser autolimpiantes, que aquellas que fluyen llenas. La razón está en que la velocidad y descarga son función de la intensidad de la fuerza de la tracción, la cual depende del coeficiente de fricción, así como la velocidad del flujo.

D) PENDIENTES REQUERIDAS

Para determinar las pendientes en los sistemas de drenaje, se debe tomar en consideración lo siguiente:

- a) Establecer una pendiente mínima con el objeto de reducir los costos de excavación.
- b) Establecer una pendiente máxima con el objeto de reducir el tamaño de la tubería y por consiguiente, los costos de la misma. En algunos casos puede haber restricciones al establecer la pendiente debido a la proximidad de cimentaciones de equipos poco profundos o bien, cuando el punto de descarga al colector principal del complejo tiene una elevación alta. Usualmente se prefiere una pendiente de 0.01 m. x m. o sea 1% aproximadamente, excepto para tuberías cortas donde debe ser mayor. La pendiente mínima será de 0.005 m. por 1 m. (0.5 %) aproximadamente, ésto se puede reducir aún más, siempre y cuando se mantenga la velocidad necesaria.

E) TAMAÑOS MINIMOS DE LINEAS

Las líneas de descarga de las coladeras, deben de ser de 15 cm. (6 in.) de diámetro como mínimo. Los ramales y sublaterales deben de ser de 10 cm. (4 in.) de diámetro como mínimo. Estas dimensiones pueden incrementarse si se presentan aumentos considerables de desperdicios de proceso. Los tamaños de laterales y colectores principales dependen de las cantidades de flujo.

F) ELEVACIONES RELATIVAS DE LOS "NDA" DE LOS DRENAJES QUE SE INTERSECTAN

Teóricamente el mejor empleo de las cargas disponibles se realizan cuando los "NDA" de todos los drenajes que se intersectan, en una caja ciega, están a la misma elevación. Sin embargo, si un lateral pequeño en un secundario, en un registro de visita y los niveles de arrastre de las dos líneas, están a una misma altura, las aguas de drenaje de la principal o secundaria penetrarán en la lateral cuando la profundidad del flujo en la alcantarilla mayor exceda la del lateral.

Por lo que es usual colocar la plantilla de la lateral arriba de la principal, normalmente unas 3 pulgadas. Si la pendiente lo permite la lateral puede inclinarse fuertemente por unos cuantos -- pies antes de llegar al registro de visita.

G) PARTEAGUAS

Las unidades o equipos de proceso que están sujetas a drenaje, deben dividirse en áreas buscando facilitar el desalojo de líquidos lo más rápido posible y de tal manera, que los grupos de equipo puedan ser aislados unos de otros para protección contra incendios. Se procura, además, que la sección resulte cuadrada. En general, dentro de las plantas de proceso la superficie de parteaguas se debe encontrar dentro del rango siguiente: 250 m² (2,690 ft²) y 400 m² (4,306 ft²) por colector o coladera. Las áreas no pavimentadas deben ser drenadas a zanjas o áreas de absorción, cuando ésto sea posible. Si no es así se drenarán a coladeras o colectores. Comúnmente - las superficies pavimentadas deben tener una área máxima de drenaje de 400 m² (4,306 ft²) por colector o coladera. La pendiente de la superficie de drenaje o parteaguas debe limitarse a un mínimo de 0.01 m x m 1% y a un máximo de 0.04 m x m (4%).

H) PAVIMENTOS Y ANDENES

El pavimento de concreto debe tener pendientes a parteaguas y puntos de drenaje. La mínima pendiente a todo lo largo debe ser 2.5 cm en 3.05 m. (1 pulg. en 10 pies) con un desnivel má

ximo de 15.2 cm (6 pulg.). Los andenes de concreto (donde se requieran), deben de ser de 0.76 m de ancho por 7.6 cm de espesor (30 x 3 pulg.) con juntas a intervalos de 0.91 m. (3 pies).

I) TRINCHERAS Y CAJAS DE REGISTRO

Las trincheras de drenaje, en áreas de pavimento de concreto, - deben cubrirse con rejillas de 10 mm niveladas con la parte superior del pavimento; con un espesor de 15.2 cm en las paredes y un espesor de 10.2 cm en el fondo, siendo este de concreto reforzado con malla. El fondo del piso debe tener una pendiente a los puntos de drenaje, siendo la mínima recomendada de 2.5 cm en 3.05 m o un desnivel máximo de 15.2 cm. Las trincheras - deben proveerse con juntas de expansión separadas 6.10 m. Las cajas de registro deben ser de forma rectangular con 15.2 cm - de espesor en las paredes y 10.2 cm en el piso, siendo su construcción de concreto reforzado*. Las cajas de registro deben cubrirse con rejilla, con la parte superior, al ras del pavimento, - en áreas pavimentadas y una elevación de 5 cm en áreas no pavimentadas. Para construcciones selladas, la parrilla debe rellenarse con concreto y colocarse una carpeta de asfalto.

* En el capítulo correspondiente a tablas y dibujos se muestran algunos de los tipos de registros de drenaje.

4. CRITERIO DE DISEÑO

A) CANTIDADES DE DESPERDICIO

Las dimensiones de un sistema de drenaje dependen básicamente del tamaño de la planta, de la precipitación pluvial del lugar escogido para la erección y de las cantidades de desechos de proceso y agua contra incendio, así como desperdicios de otros líquidos que se requieran drenar. Las cantidades de desperdicios requeridas para la determinación de las dimensiones de un sistema de drenaje son las que a continuación se indican.

a) Gasto de Agua Pluvial o de Tormenta

La cantidad y duración de la precipitación durante grandes tormentas son elementos esenciales en el proyecto del sistema de drenaje respectivo. La cantidad promedio de lluvia que cae en una tormenta, encontrada al dividir el volumen total de lluvia precipitada entre el tiempo de duración de la tormenta, proporciona la información necesaria para el proyecto del sistema. Es necesario considerar la intensidad máxima de la tormenta, que es la cantidad máxima de lluvia en mm o pulgadas por hora, durante un tiempo relativamente corto. Este período depende de la magnitud del área por drenar y de otros factores. Estos tienen que ver principalmente con el porcentaje de área cubierta --

(techada) y pavimentada, la pendiente y el tiempo de concentración, que es el tiempo necesario para que una gota de agua caída en la parte más distante del área llegue a la coladera.

Los registros del factor intensidad-tiempo de las lluvias son razonablemente numerosos para las ciudades más grandes, por lo que dicha información se puede obtener de las estaciones de la - Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), así -- mismo existen fórmulas que sirven para calcular dicha intensidad de modo aproximado, como es el caso de las relaciones siguientes:

$$i = \frac{a}{t + b} \quad \text{-----} \quad (3)$$

$$i = \frac{c}{t^k} \quad \text{-----} \quad (4)$$

En las que:

i = Cantidad de lluvia en mm o pulg/hr.

t = Tiempo en minutos.

a, b, c y k = Son constantes cuyos valores dependen de las condiciones locales.

Para periodos de tormenta menores de 10 min. o mayores de 2 hrs,

las fórmulas anteriores dan resultados que son generalmente bajos; sin embargo, dichas ecuaciones son útiles y se usan normalmente cuando no están disponibles datos reales. Una vez obtenido el dato de precipitación pluvial máxima horario en el lugar -- específico y que puede estar dado en mm. o pulgadas, se recomienda usar la tabla de conversión (table # V de la pag. 137).

Los datos de la tabla "V" se pueden estimar también directamente del empleo de la siguiente fórmula de conversión.

$$\text{GPM/pie}^2 = \frac{\text{pies}^2 \text{ de sup. (x 144 x pulg/hr de prec. pluv.)}}{60 \text{ min. x pulg}^3/\text{gal x 231}} \text{ ---(5)}$$

Las siguientes son algunas recomendaciones extras que deben tomarse en consideración para el diseño del sistema de drenaje -- pluvial.

1). Para áreas pavimentadas debe considerarse un 100% de escurrimiento, para áreas no pavimentadas debe asumirse de un -- 25 a 50% de escurrimiento, dependiendo este valor del tipo de -- superficie no pavimentada.

2). Factor de Seguridad: Las líneas de drenaje deben dimensionarse para un 75% de la capacidad a tubo lleno, previendo de esta manera alguna precipitación pluvial repentina fuera de lo acostumbrado.

3). La cantidad de agua pluvial eliminada se puede obtener a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{GPM} = \frac{\text{GPM/pie}^2 \times \text{pie}^2 \text{ del parteagua} \times \text{escurrimiento en \%}}{0.75 \text{ (factor de seguridad)}} \text{ --(6)}$$

siendo los GPM/pie² los suministrados de la tabla V, o en su defecto mediante la ecuación # 5. En este punto es interesante señalar que existen otras fórmulas que incorporan otros parámetros o los mismos, pero tratados desde otro punto de vista, así por ejemplo, para determinar el gasto pluvial máximo y cuando el tiempo de concentración no exceda de 15 min., se puede emplear la fórmula racional.

$$Q = \frac{AIR}{3600} \text{ ----- (7)}$$

en donde:

Q = Gasto, en litros por segundo.

A = Area drenada en m².

I = Coeficiente de escurrimiento.

R = Precipitación pluvial, en mm/hr.

El coeficiente de escurrimiento "I" que se adopte, depende en gran parte de la impermeabilidad del terreno. Algunos ejemplos del coeficiente de escurrimiento pueden ser:

<u>Tipo de Superficie</u>	<u>Coefficiente (I)</u>
Superficie Cubierta	0.95
Pavimento asfáltico de concreto	0.95
Pavimentos de piedra o ladrillo	0.75 - 0.80
Espacios con grava y jardines	0.3
Terracerías	0.4
Superficies de tierra no pavimentadas	0.10 - 0.30

Los valores de "R" (Precipitación pluvial) deben obtenerse según las formas indicadas anteriormente.

Cuando el tiempo de concentración sobrepase los 15 minutos debe emplearse la fórmula debido a "Burkli - Ziegler".

$$Q = 27.28 C R S^{1/4} A^{3/4} \text{ ----- (8)}$$

en la cual:

Q = Gasto en litros por segundo.

C = Coeficiente de escurrimiento (igual al "I" de la fórmula racional).

R = Precipitación pluvial, en cm/hr.

S = Pendientes de la superficie por drenar en milésimas.

A = Area por drenar, en hectáreas.

Puede decirse que las fórmulas 5 y 6, consideran aspectos prácticos del problema; en cuanto a las dos últimas combinan factores tanto teóricos como prácticos. Más adelante se darán otras relaciones utilizadas en el cálculo de los flujos y diámetros de las tuberías subterráneas.

B) GASTO DE AGUA ACEITOSA

La cantidad de flujo del agua del tipo aceitoso es proporcionada por la sección de Ingeniería de Proceso; debiéndose dar atención especial al flujo producido en operaciones de proceso, tales como contra lavados de filtros, descargas de torres de enfriamiento, drenado de cambiadores, etc. Por lo que se hace necesaria tener esta información para el diseño de este sistema de drenaje, así como también tener los flujos manejados en cada línea y además de las características de los flujos (propiedades). Este tipo de drenaje no se proyecta para efectuar en él ninguna prueba hidrostática, ni tampoco se aplica factor de seguridad alguno.

C) GASTO DE AGUA PARA USO SANITARIO

Para este sistema se deben considerar el número de muebles o aparatos para uso sanitario que se tengan en la planta, para poder determinar el gasto a manejar en este tipo de drenaje. Algunos valores de la demanda de flujo de aparatos sanitarios se -

describen a continuación:

TIPO DE MUEBLE	GPM
Toilett	2.0 - 3.0
Urinario	0.5 - 0.8
Lavabo	2.0 - 2.5
Regadera	2.0 - 3.0
Fuente	0.5 - 0.8 (galones por día por persona)

La tabla anterior está basada en una presión de 15 a 20 psig.

5. METODOS DE CALCULO

Una vez determinados los gastos y/o demandas para los diversos sistemas de drenaje necesarios; estamos en posibilidades de calcular los diámetros respectivos, utilizando las fórmulas y/o nomogramas* que para tal efecto existen, de la siguiente manera:

Recordando lo visto en la parte de flujo de tuberías subterráneas, puede decirse que los mismos principios hidráulicos se aplican al flujo en los drenajes y al flujo en las tuberías de agua. Sin embargo, los drenajes algunas veces trabajan a tubo lleno, siendo este el caso de tener una precipitación pluvial mayor que la normal

* Aparecen en el capítulo No. VI.

para cualquier alcantarilla circular el área recta del flujo, la --
 velocidad de flujo y la descarga varían con la altura de las ----
 aguas negras o de desechos en la tubería.

Una vez estimado el gasto por drenar, se calcula el diámetro -
 adecuado de la tubería, utilizando las fórmulas de continuidad y
 de "Manning" mismas que proporcionan resultados exactos.

$$Q = A V \text{ ----- (9)}$$

$$V = (1/n) r^{2/3} S^{1/2} \text{ ----- (10)}$$

en las cuales:

V = velocidad en m/seg.

n = coeficiente de rugosidad

r = A/P, radio hidráulico

A = área hidráulica en m²

P = perímetro mojado en m

S = pendiente hidráulica en milésimas

Haciendo operaciones y despejando el diámetro, se obtiene:

$$d = \frac{4 (Q/A n)^{3/2}}{S^{3/4}} \text{ ----- (11)}$$

Para facilidad del cálculo, se emplean en la determinación del -
 diámetro, nomogramas que relacionan: gastos, diámetros, pen-
 dientes y velocidades. Por lo que se refiere al coeficiente de

rugosidad existen valores ya fijos para las tuberías de acuerdo al material de que se encuentran hechas, así tenemos los datos en la tabla VI. pag. 138 Capítulo # VI.

Existen otras fórmulas que también pueden emplearse en el cálculo de los sistemas de drenaje, así tenemos la fórmula de "Chezy", la cual se describe a continuación*:

$$V = C \sqrt{r S} \text{ ----- (12)}$$

en la cual:

C = coeficiente que depende principalmente de la rugosidad del conducto

V, r, S = son los mismos conceptos de la ecuación (10)

El valor de "C" en la fórmula de Chezy debe obtenerse de la fórmula desarrollada a su vez por Kutter así:

$$C = \frac{1.49/n + 41.7 + 0.0028/S}{1 + n/r (4.17 + 0.00281/S)} \text{ ----- (13)}$$

en la que:

C = coeficiente de la fórmula de Chezy;

n, S, r = son los mismos de la ecuación de Manning

* Ref: Vol. 1 Water supply and wastewater removal: Gordon Maskew Fair.

Si el sistema de drenaje pluvial se diseñara para operar a tubo lleno, se puede hacer uso del siguiente criterio y llegar a una fórmula para el diámetro requerido haciendo esa consideración, expresada en términos de la capacidad requerida y de la pendiente propuesta, sustituyendo los valores de "A" y "V" en la ecuación de continuidad y despejando "D" de la ecuación resultante. Con el drenaje trabajando a tubo lleno, $A = 0.785 D^2$ y $r = 0.25 D$, por lo tanto de acuerdo con la fórmula de Manning tenemos:

$$D = \left(\frac{2.16 Q n}{S} \right)^{3/8} \text{ ----- (14)}$$

La pendiente requerida, también basada en la fórmula de Manning será:

$$S = \left(\frac{V n}{1.49 r^{2/3}} \right)^2 \text{ ----- (15)}$$

Otra relación utilizada es la de "Hazen - Williams" que es utilizada ampliamente en el proyecto de obras hidráulicas, la cual se describe a continuación:

$$V = 1.318 C R^{0.63} S^{0.54} \text{ ----- (16)}$$

En la que:

V = velocidad del flujo en pies/seg.

C = coeficiente de Hazen - Williams.

R = radio hidráulico en pies.

S = pendiente del gradiente hidráulico o pérdida de carga en
pies por pie de longitud.

Los valores de "C" de la fórmula anterior se dan en la Tabla
VII, pag. 139 Capítulo # VI.

CAPITULO IV

APLICACION A UNA PLANTA DE PROCESO

1. GENERALIDADES DEL PROCESO

La planta está diseñada para recuperar etano y licuables a partir de gas natural proveniente de los pozos del distrito de Poza Rica; para poder llevar a cabo la recuperación deseada, se emplea el proceso conocido con el nombre de Criogénico, en el cual el gas se somete a un enfriamiento para así lograr una condensación -- parcial del mismo y poder separar mediante fraccionamiento lo - que constituirá el gas residual, y la mezcla de etano y licuables.

Esta mezcla y una corriente proveniente de la planta de absor-- ción existente, se someten a una destilación fraccionada, para así obtener los siguientes productos: Etano, Propano, Butano y una fracción conteniendo pentano y componentes más pesados.

El gas residual se divide en dos corrientes, gas residual de baja presión para uso de la Zona de Poza Rica y gas residual de alta presión al que se unen los gases residuales de la planta de Ab- sorción para comprimirse e inyectarse al gaseoducto. El etano como producto será utilizado como alimentación a la nueva plan- ta de tratamiento de gas amargo para disminuir el contenido de CO₂, mientras que los demás productos serán enviados a alma- cenamiento. La planta de recuperación y fraccionamiento de - etano y licuables, está diseñada para procesar 275 MMPCSD de

gas natural y 4500 BPD de licuables provenientes de la planta de absorción. La planta se encuentra formada por tres secciones principalmente que son: La sección Criogénica, Sección de --- Fraccionamiento y la de Refrigeración. Para el caso de este - trabajo únicamente se tomará en cuenta la sección Criogénica, - por lo que a continuación se describe en una forma breve el proceso para esta parte.

2. DESCRIPCION DEL PROCESO

La composición del gas natural de alimentación a la sección --- Criogénica es como sigue: metano 81.19%, etano 11.5%, propano 4.97%, butano 1.03%, pentano 0.23%, iso-pentano 0.20%, heptano 0.08%, octano 0.10%, CO₂ 1500 ppm (partes por millón), y --- H₂S 50 ppm max. El gas natural es alimentado al tanque FA-601* de donde pasa a comprimirse hasta una presión de 48.6 -- Kg/cm² man. (690 psig) en la compresora GB-601, posteriormente se enfría en EA-601 y se deshidrata en FA-604 A-D.

La deshidratación del gas de carga tiene por objeto eliminar casi en su totalidad el contenido de agua, por adsorción en alumina y mallas moleculares; ésto se hace para evitar la formación de hidratos de hidrocarburos y la precipitación de hielo, que obs-

* Según clave de lista de Equipo y diagrama adjunto.

truirían las líneas y el equipo de proceso. El gas dulce deshidratado se enfría, con gas residual de proceso y refrigeración auxiliar de propileno con niveles de 0°C y -17.8°C (32°F y 0°F), condensándose en forma parcial y separando la mezcla líquido-vapor en el tanque FA-606, primer separador de alimentación a torre agotadora.

La finalidad de esta separación intermedia es disminuir el flujo, y en consecuencia, la carga térmica, en el posterior enfriamiento del vapor. El líquido separado en el tanque FA-606 se precalienta y se envía a la torre agotadora DA-601 que es del tipo platos con válvulas.

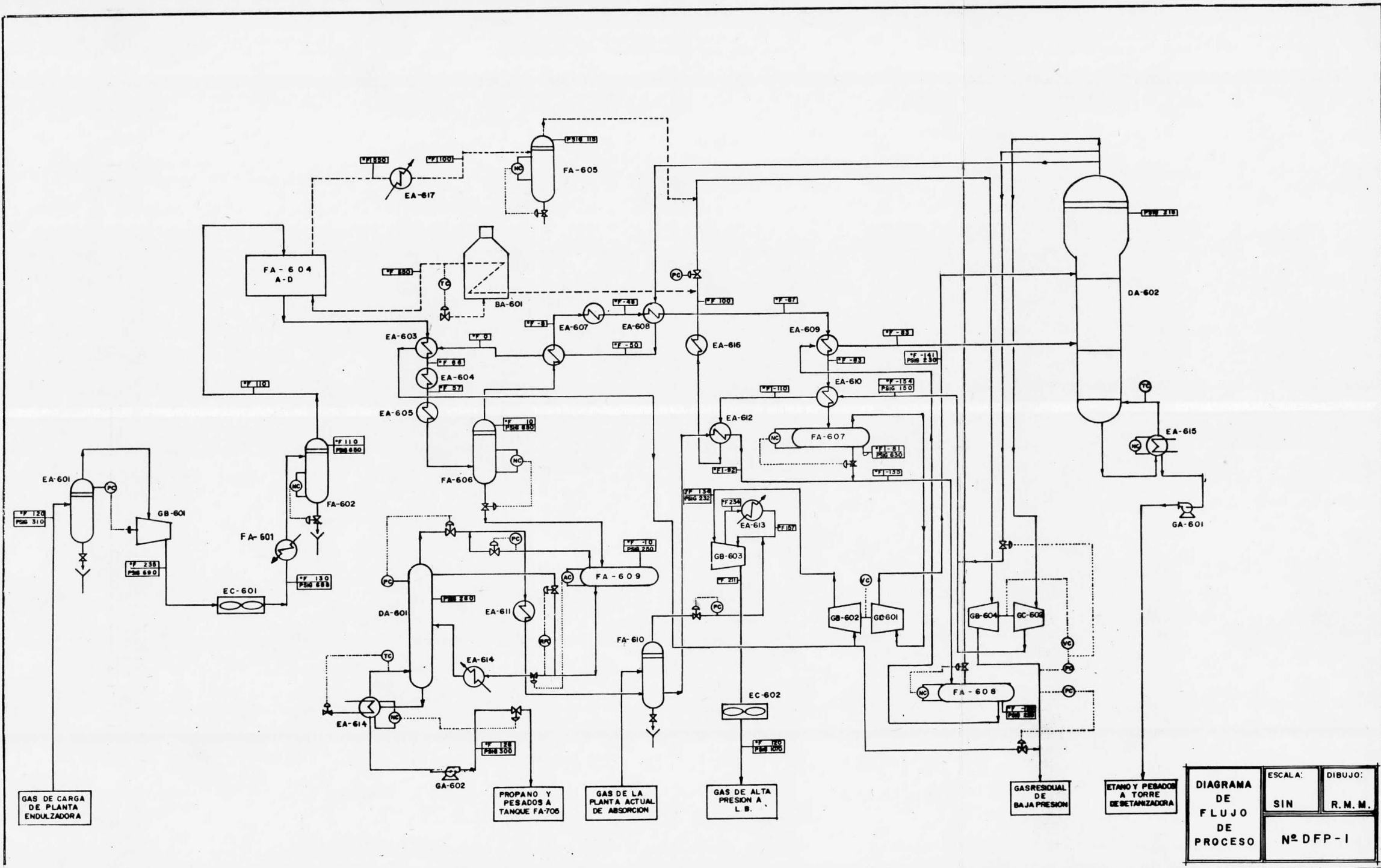
A la corriente de alimentación a la torre se le eliminan los hidrocarburos ligeros; éstos forman el producto del domo constituido por metano y etano en mayor proporción y el producto del fondo se envía a la sección de fraccionamiento por ser básicamente propano e hidrocarburos más pesados.

El vapor separado en el tanque FA-606 es enfriado con gas residual de proceso, propileno al nivel de -45.6°C (-50°F), la carga de alimentación a la desmetanizadora y gas residual de proceso de baja presión, condensándose en forma parcial a una temperatura de -65°C (-85°F). Esta temperatura es la nece-

saría para recuperar el etano y licuables que es la finalidad de la planta. La mezcla resultante de líquido y vapor se separa en el tanque FA-607, tanque de succión a turboexpansores; el vapor se envía a turboexpansores de alimentación a la torre desmetanizadora GC - 601 A-C donde se expande hasta la presión de 16.2 kg/cm^2 man. (230 psig) enfriándose a -97.2° C (144° F), formando una mezcla de dos fases líquido-vapor que se envía a la torre desmetanizadora DA-602, separándose ambas fases en el domo de la misma.

Los turboexpansores son equipos que proveen una refrigeración al proceso y también una forma de recuperar energía, que para el caso presente se emplea al accionar los compresores de gas residual a alta presión en una primera etapa. El domo de la torre desmetanizadora presenta un diámetro mayor en la parte superior precisamente para servir como separador líquido-vapor de la descarga de los turboexpansores; el vapor se une a los producidos por la torre y constituyen el producto del domo, el cual prácticamente es metano, mientras que el líquido sirve como reflujo a la torre. Por otra parte, el líquido separado en el tanque de succión a turboexpansores FA-607 se une con la corriente procedente del domo de la torre agotadora, después de haberse enfriado con propileno a -45.6° C y gas residual --

del proceso de baja presión, enviándose la corriente resultante hacia el tanque separador de alimentación a la torre desmetanizadora, FA - 608. El efluente líquido se precalienta con la carga, como se ha mencionado, y se envía como alimentación a la torre desmetanizadora DA - 602 del tipo platos con válvulas. Los vapores del domo se dividen en dos corrientes, una de ellas se envía al turboexpansor de gas residual GC-602, -- posteriormente intercambia calor y finalmente constituye el -- gas residual de baja presión que se usa como combustible; la otra corriente del vapor del domo se une a los vapores separados en el tanque FA-608, intercambia calor con la carga y se comprime en dos etapas en los compresores GB-602 y ---- GB-603 A-B para formar el gas residual de alta presión, que -- junto con el gas procedente de la planta de absorción, previa -- compresión en la etapa intermedia de GB-603, se envía el ga -- seoducto. Los fondos de la torre desmetanizadora, constituí -- dos principalmente por etano, licuables e hidrocarburos más -- pesados, se envía hacia la torre desmetanizadora DA-701 en -- la sección de Fraccionamiento.



GAS DE CARGA DE PLANTA ENDULZADORA

PROPANO Y PESADOS A TANQUE FA-705

GAS DE LA PLANTA ACTUAL DE ABSORCION

GAS DE ALTA PRESION A L.B.

GAS RESIDUAL DE BAJA PRESION

ETANO Y PESADOS A TORRE DESETANIZADORA

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	ESCALA:	DIBUJO:
	SIN	R.M.M.
	Nº DFP-1	

LISTA DE EQUIPOS
SECCION CRIOGENICA



<u>CLAVE</u>	<u>DESCRIPCION</u>
1. BA - 601	Calentador de gas de regeneración.
2. DA - 601	Torre agotadora.
3. DA - 602	Torre Desmetanizadora.
4. EA - 601 A-B	Postenfriador del gas de carga.
5. EA - 603	Primer enfriador gas de carga - gas residual de alta presión.
6. EA - 604	Primer enfriador gas de carga - refrigerante.
7. EA - 605	Segundo enfriador gas de carga - refrigerante.
8. EA - 606	Segundo enfriador gas de carga - gas residual de alta presión.
9. EA - 607 A-B	Tercer enfriador gas de carga - refrigerante.
10. EA - 608	Tercer enfriador gas de carga - gas residual de alta presión.
11. EA - 609	Precalentador de alimentación a torre desmetanizadora.
12. EA - 610	Cuarto enfriador gas de carga - gas residual - baja presión.
13. EA - 611	Primer enfriador domo torre agotadora - refrigerante.

14. EA - 612 A-C Segundo enfriador domo torre agotadora - gas residual baja presión.
15. EA - 613 A-B Precalentador alimentación torre agotadora.
16. EA - 614 Rehervidor torre agotadora.
17. EA - 615 Rehervidor torre desmetanizadora.
18. EA - 616 A-B Enfriador de refrigerante - gas residual baja presión.
19. EA - 617 A-B Enfriador de gas de regeneración.
20. EA - 618 A-B Interenfriadores gas residual alta presión de compresoras GB - 603 A-B.
21. EC - 601 A-B Postenfriadores de gas de carga.
22. EC - 602 A-B Postenfriadores de gas residual alta presión.
23. FA - 601 Tanque de succión a compresoras de gas de carga.
24. FA - 602 Tanque separador del gas de carga a deshidratadores.
25. FA - 604 A-D Deshidratadores.
26. FA - 605 Separador del gas de regeneración.
27. FA - 606 Primer separador de alimentación a DA - 601.
28. FA - 607 Tanque de succión a expansores GC - 601 A-C.
29. FA - 608 Separador de alimentación a desmetanizadora.
30. FA - 609 Segundo separador de alimentación a DA - 601.
31. FA - 610 Tanque separador de gas planta de absorción.

- 32. GA - 601/R Bomba de fondos torre desmetanizadora.
- 33. GA - 602/R Bomba de fondos torre agotadora.
- 34. GB - 601 A-B Compresoras de gas de carga.
- 35. GB - 602 A-C Compresoras de gas residual de alta presión primera etapa.
- 36. GB - 603 A-B Compresoras de gas residual de alta presión segunda etapa.
- 37. GB - 604 Compresora de gas residual baja presión.
- 38. GC - 601 A-C Expansores de alimentación a torre desmetanizadora.
- 39. GC - 602 Expansor de gas residual baja presión.
- 40. GA-604/R Bomba dosificadora de Metanol.
- 41. FA-613 Tanque acumulador de Metanol.

3. INFORMACION DE LA PLANTA DE PROCESO DE TIPO EXTERNO

A) LOCALIZACION DE LA PLANTA

La planta se encuentra ubicada en Poza Rica, Ver. La -
Planta está diseñada para recuperar etano y licuables (Propano,
butano, pentano y más pesados), gas residual, a partir de gas -
natural, proveniente de los pozos del distrito de Poza Rica, el -
cual habrá sido endulzado previamente.

B) CAPACIDAD DE PROCESO

La planta está diseñada para una capacidad nominal de 275 MMP
CSD (millones de pies cúbicos estandars por día), (20°C, 1 Kg/cm²
abs.) de gas dulce (gas natural) y 4500 BPD (Barriles por día) (20°C)
de licuables provenientes de la planta actual de absorción. Se -
obtendrán de la parte Criogénica 70 MMPCSD de gas residual de
baja presión, para el consumo del distrito de Poza Rica y 161.4
MMPCSD de gas residual de alta presión que se mezcla con otra
corriente de 33.9 MMPCSD normal (46.2 MMPCSD Max.) prove-
nientes de la planta de absorción. La mezcla de 195.3 MMPCSD
se envía a límites de batería hasta el gaseoducto.

Se obtendrán 24.38 MMPCSD de una corriente de etano, que uni-
das a 0.60 MMPCSD (de la planta de absorción) y serán enviadas

a la planta de tratamiento de gas amargo y de ahí a la planta de etileno. Se tendrá un mínimo de 92% de recuperación de propano y prácticamente el 100% de butanos y más pesados. La planta podrá operar a un 60% de su capacidad.

1. Agua de Enfriamiento

Fuente de suministro:	Río Cazonos.
Disponibilidad:	Ilimitada.
Temperatura de suministro (máx.):	32° C (90° F).
Presión de suministro en L.B.:	3.5 kg/cm ² man. (50 psig).
Temperatura de Retorno (máx.):	46° C (115° F).
Presión de Retorno:	2.11 kg/cm ² man. (30 psig).
Fuente:	Torre de Enfriamiento
Presión de diseño del sistema:	5.27 kg/cm ² man. (75 psig).

2. Agua contra Incendio

Presión en límites de batería:	8.8 kg/cm ² man (125 psig.)
Temperatura:	38° C (100° F).

3. Agua para servicios y uso sanitario

Fuente de suministro:	Río Cazonos y Planta de Tratamiento.
-----------------------	--------------------------------------

Condiciones en límites de batería:

Presión: 2.46 kg/cm² man. (35 psig.)

Temperatura: 32° C (90° F)

Disponibilidad: Ilimitada.

4. Electricidad

Tensión de la corriente eléctrica en límites de batería 6,600 Volts,
3 fase, 60 ciclos, capacidad de corto circuito en L.B. 500 MVA.

C) CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

1. Elevación de la planta sobre el nivel de mar:

52.00 mts. (promedio).

2. Temperatura

Máxima externa: 40.5° C (105° F)

Máxima promedio: 29.4° C (85° F)

Mínima Externa: 3.5° C (38° F)

Mínima Promedio: 19.3° C (67° F)

Promedio: 24.4° C (76° F)

Promedio mes más caliente: 28.6° C (83° F)

Promedio mes más frío: 18.9° C (66° F)

3. Precipitación Pluvial

Horario máximo:	70 mm
Máxima en 24 hrs.:	189.3 mm
Anual media:	1128.6 mm

D) CONDICIONES PARA SERVICIOS AUXILIARES

Se tomarán sólo aquellos que se encuentren afectados por la tubería subterránea.

Características de la alimentación a Motores

	<u>Volts</u>	<u>Fases</u>	<u>Ciclos</u>
Motores menores de 1 HP	115	1	60
de 1 - 200 HP	440	3	60
Mayores de 200 HP	6600	3	60
Alumbrado	125	1	60
Instrumentos y Control	120	1	60

E) CONDICIONES PARA DISEÑO CIVIL

1. Vientos

Dirección vientos dominantes Sept-Abril: del NE

Dirección vientos dominantes Mayo-Agosto: del SE

Dirección vientos reinantes:

En Verano: del NE

En Invierno: del N

Velocidad media del viento: 7 - 25 km/hr

Velocidad máxima del viento: 175 km/hr

2. Humedad

Humedad relativa máxima: 74% a las 7 hrs.

Humedad relativa mínima: 45% a las 13.30 hrs.

3. Atmósfera

Presión Atmosférica: 760 mm Hg abs.

Tipo de atmósfera: Corrosiva.

4. Tipo de Suelo

Capa Superior: Arcilla de alta plasticidad

Capa Intermedia: Grava y arenas bien graduadas

Capa profunda: Manto potente de Lutita.

4. PLANEACION DE LA RED SUBTERRANEA

El criterio general a seguir, en base a lo establecido con anterioridad e incorporando algunos lineamientos para la planeación de la red de tuberías que constituyen los sistemas de drenaje - se inicia con la verificación del tipo de drenajes requeridos.

TIPOS DE DRENAJES REQUERIDOS

Tomando como referencia la descripción del proceso, del cual únicamente la parte criogénica es la que se tomó en cuenta para el presente trabajo y de acuerdo al tipo de desechos que se generan en la planta recuperadora de etano y licuables son básicamente tres los tipos de drenajes requeridos: El pluvial, el aceitoso y el sanitario.

Como se mencionó en la parte referente a la clasificación de los drenajes, cada uno de ellos se trata por separado, ya que el tipo de desecho que se maneja en ellos es diferente y el diseño varía ligeramente un poco para cada sistema de drenaje. De acuerdo a lo expuesto se procede a diseñar inicialmente el drenaje pluvial, ya que este nos representa el de mayor magnitud, debido a que su distribución se realiza a través de toda la planta, principalmente en las zonas que no están cubiertas, en edificios, cuarto de control, casa de compresoras y bombas, etc.

a) DRENAJE PLUVIAL

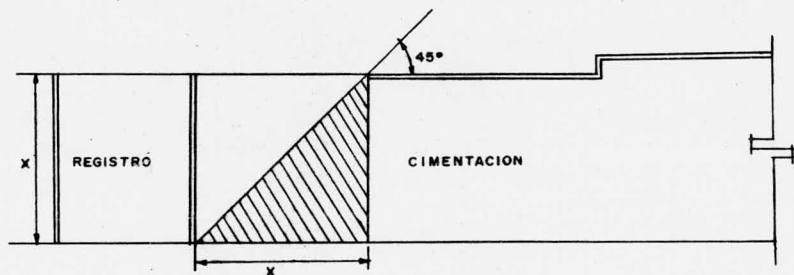
Este tipo de drenaje tiene por objeto colectar el agua de lluvia, agua contra incendio, lavado de equipos, limpieza de patio y pasillos, el diámetro de la tubería se diseña para operar al 75% de la capacidad total del tubo, y de esta manera se proporciona una capacidad adicional a la tubería, en caso de una precipitación pluvial mayor a la considerada, además de preverse para el caso de un incendio, que requiere un desalojo rápido, para evitar encharcamientos que afecten la continuidad del proceso en la planta. A continuación se indican las fases a considerar para el diseño del drenaje pluvial.

DETERMINACION DE AREAS DE DRENAJE (PARTEAGUAS)

Ya que únicamente se considera la sección criogénica, se distribuyeron los equipos que forman parte de dicha sección para la cual se tomo como Area Total $16,800 \text{ m}^2$ ($180,834 \text{ ft}^2$) con las siguientes coordenadas hasta límites de batería N-140.000 m y W-120.000 m, como se muestra en el plano de localización general (plano AG-1). La determinación de parteaguas se realiza a partir de las coordenadas de límites de batería, las áreas se estiman generalmente en forma cuadrada para así poder tener una distribución unifor-

ne a través de toda la planta.

Con el área total dividida se localizan las coladeras de patio en cada uno de los parteaguas, procurando que se encuentren centradas con respecto al área por drenar, en algunas áreas las cimentaciones de los equipos interfieren, por lo que es necesario desplazar las coladeras con respecto a sus ejes, cuando se hacen estos desplazamientos, es importante considerar la pendiente de los parteaguas del 1% como mínimo y 4% como máximo. Al desplazar los registros por la interferencia de una cimentación, de cuando menos la profundidad del registro de acuerdo a la siguiente figura, en la cual la parte - sombreada formada por un ángulo de 45° no debe ser - interferida por el registro, para evitar que la cimenta-



ción sufra derrumbes o daños en la caja del registro por la sobrepresión del terreno.

En el caso de este trabajo se considera un área de parteaguas de 400 m^2 ($4,306 \text{ ft}^2$) que nos da un total de 42 parteaguas como se indica en la figura "A"; como se mencionó cada parteaguas debe tener una coladera que sirve para coleccionar el desecho pluvial a través de la misma. Los registros sirven de enlace entre cada parteaguas, por medio de una línea de tubería que va a constituir los colectores y subcolectores que forman parte del sistema de tuberías para el drenaje pluvial.

DETERMINACION DE RUTAS

Una vez que se ha determinado la distribución de los parteaguas con su registro con coladera correspondiente a través de toda la planta, se trata de encontrar la mejor ruta a seguir por las líneas de drenaje pluvial con el objeto de obtener aquella que nos represente la óptima, en cuando a condiciones de flujo y flexibilidad, para lo cual se toman en cuenta las siguientes consideraciones.

1. Requerimientos del drenaje pluvial a través de la planta.
2. Economía. - En este punto se pretende encontrar la

06

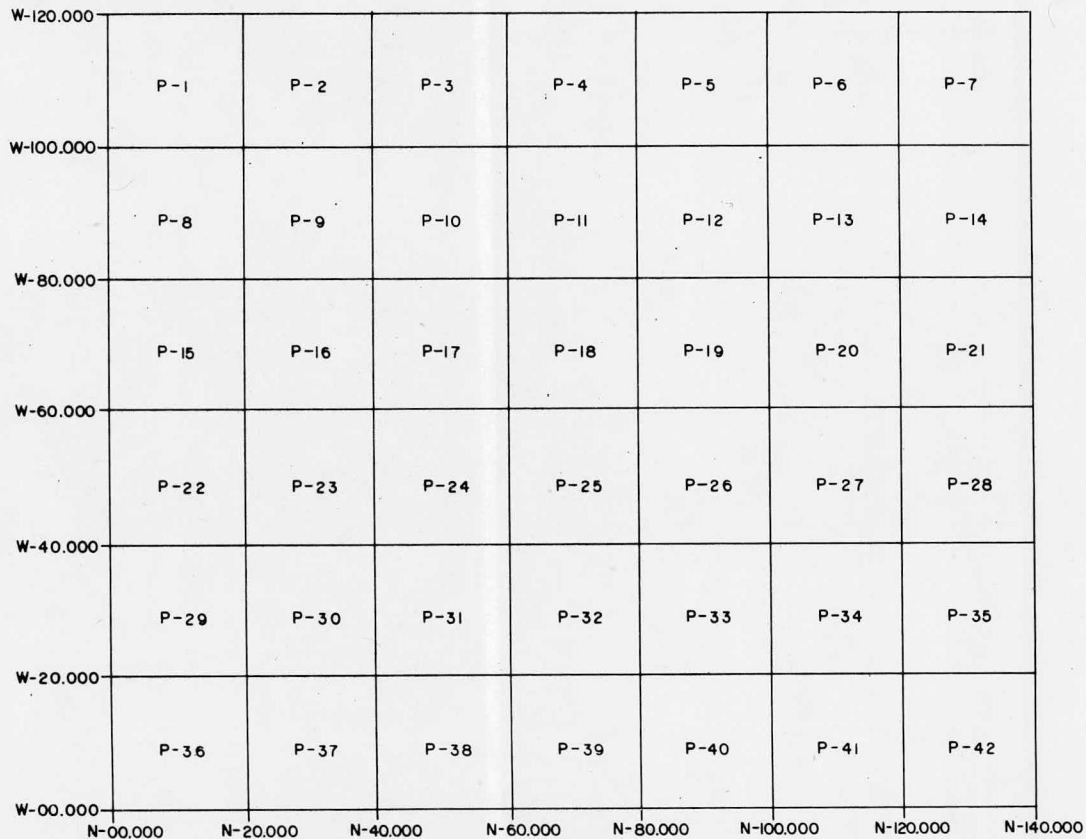


FIGURA "A".
DETERMINACION DE PARTEAGUAS

ruta más corta, sin descuidar la funcionalidad del sistema.

3. Verificación contra dibujos y canalizaciones eléctricas, de cimentaciones, de estructuras de equipos, y de tuberías sobre trincheras, para así evitar posibles interferencias. Por lo que debemos considerar que los drenajes pluviales se localizarán 20 cm. como mínimo bajo las canalizaciones eléctricas.
4. Accesibilidad de Operación de accesorios, tales como registros, coladeras, sellos hidráulicos, etc.
5. Verificación de interferencias propias con tuberías de la red y eliminación al máximo de puntos críticos en cuanto a cruces de líneas.

Normalmente la ruta más óptima se obtiene usando el arreglo tipo peine, por ser el más funcional, por lo que a continuación se describe en forma muy breve.

ARREGLO TIPO PEINE

Se caracteriza porque inicialmente se parte de la localización de parteaguas, disponiéndose los ramales en forma de peine orientados hacia los colectores, ya que de esta manera se eliminan más rápida, segura, económica y eficiente las aguas residuales. Los ramales se conectan entre sí en los extremos

de la parte inicial de flujo, por medio de un dren auxiliar con el mismo diámetro que los ramales de unión entre colector y colector, dicho dren se coloca con el propósito de prevenir - posibles taponamientos en una de las líneas de drenaje y por medio de estos desalojar los desechos de áreas ahogadas, realizándose por medio de vasos comunicantes como se indica en la figura "B".

DETERMINACION DE GASTOS A MANEJAR

En este punto se procede a la determinación de los gastos a manejar en el drenaje pluvial, ésto se realiza tomando como base distintos parámetros, como son la determinación de parteaguas a través de toda el área que constituye la planta, así como la distribución de los ramales como se muestra en al ruta a seguir por las tuberías para tipo pluvial (ver fig. "C"). El cálculo del gasto a manejar en cada parteaguas se puede obtener a partir de tres ecuaciones, las cuales se indican a continuación:

1) A partir de la ecuación racional*

$$Q = \frac{AIR}{3,600}$$

Q = Gasto en Lts/seg

A = Area drenada en m²

I = Coeficiente de escurrimiento

R = Precipitación pluvial en mm/hr

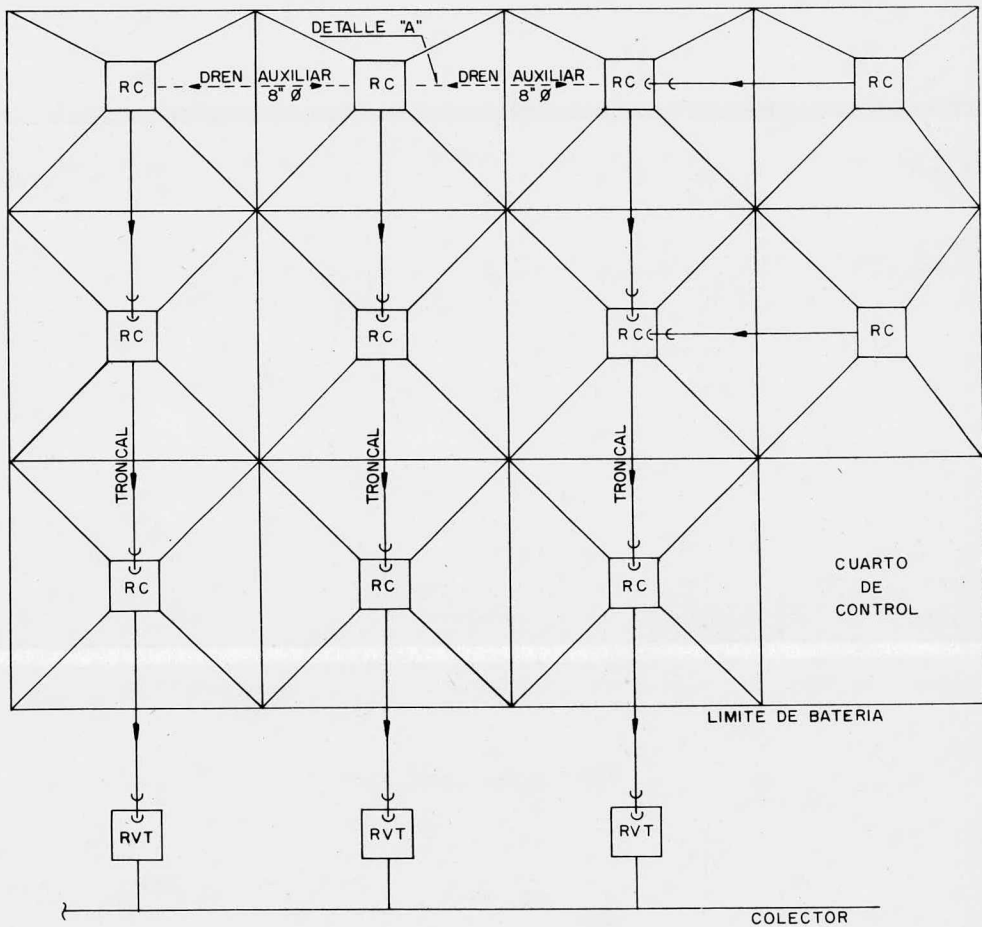
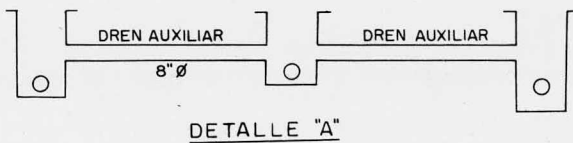


FIGURA "B"
ARREGLO EN FORMA DE PEINE



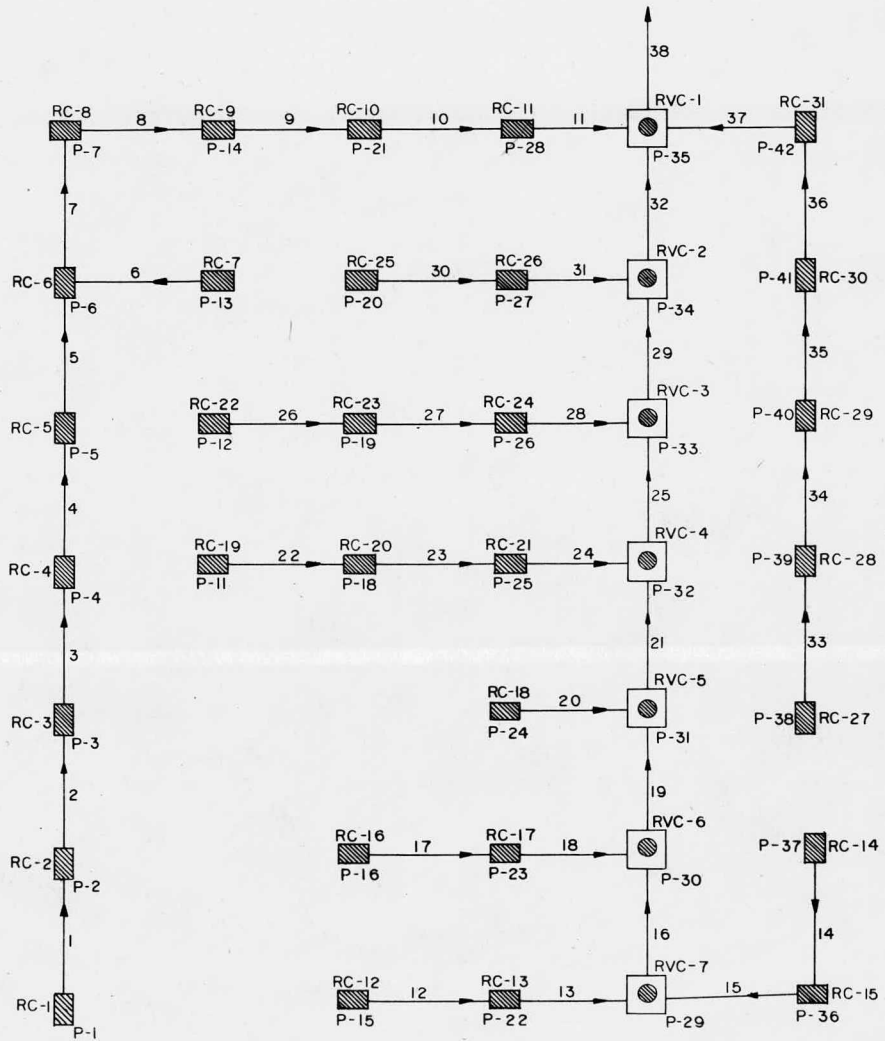


FIGURA "C"
DISTRIBUCION DE LA RED DE TUBERIAS
(DRENAJE PLUVIAL)

En el cuadro "I" se muestran los datos involucrados en el cálculo, así como los resultados obtenidos.

2) De la ecuación de Burkli-Ziegler*

$$Q = 27.28 \text{ CRS}^{1/4} \text{ A}^{3/4}$$

Q = Gasto en Lts/seg
A = Area por drenar en hectárea
C = Coeficiente de escurrimiento (=I)
R = Precipitación pluvial en cm/hr
S = Pendiente de la superficie por drenar en milésimas.

El cuadro "II" muestra los resultados de los cálculos, utilizando la ecuación anterior.

3) En base a las ecuaciones que se indican en seguida:

$$\frac{\text{GPM}}{\text{Pie}^2} = \frac{\text{Pie}^2 \times 144 \times (\text{pulg/hr de prec. pluv.})}{60 \text{ min.} \times \text{pulg}^3/\text{gal} \times 231}$$

y

$$\text{GPM} = \frac{\text{GPM}/\text{pie}^2 \times (\text{Pie}^2 \text{ de parteagua}) \times \text{escurrimiento en \%}}{0.75 \text{ (Factor de Seguridad)}}$$

En el cuadro III se indican los resultados obtenidos:

De los resultados de los gastos del tipo pluvial obtenidos según se indica en los cuadros I, II y III se analizaron y se decidió to-

* Ver Cap. III Sección "Criterios de Diseño" Ecuaciones 5, 6, 7 y 8 respectivamente.

mar los datos de gastos obtenidos en el cuadro III, ya que nos representan los más grandes, sirviendo ésto para tener un -- sobre diseño para el drenaje pluvial que pueda cubrir cual--- quier condición de sobreflujo no prevista.

CALCULO DEL DIAMETRO

Una vez que se han definido los gastos de desecho del tipo pluvial, se procede a la determinación de los diámetros correspondientes a dichos gastos. Lo anteriormente expresado se puede llevar a cabo en base a las ecuaciones que se especifican en el Capítulo III "Métodos de Cálculo", o bien haciendo uso de los nomogramas que aparecen al final de este trabajo.

Para mayor rapidez de cálculo la determinación de los diámetros se procede a realizar en base a los nomogramas, como se puede apreciar en los cuadros IV, V, VI y VII; para ésto cabe aclarar que los gastos utilizados para el cálculo del diámetro son los indicados en el cuadro # III.

Como se puede apreciar los diámetros obtenidos, utilizando cada uno de los nomogramas son muy similares, de ahí que se tomen aquellos que son del tipo comercial y además presentan velocidades que se encuentran dentro del rango especificado como recomendables.

Dichos resultados aparecen indicados en el cuadro # VIII.

DRENAJE ACEITOSO

El sistema de drenaje aceitoso se diseña para coleccionar y conducir los desechos de proceso no corrosivos y/o tóxicos contaminados - con hidrocarburos, drenando periódicamente los equipos que están constituidos por copas de drenaje o bocas de limpieza, tales como tanques, torres y otros, así como aquellos que requieren mantenimiento de lubricación como las bombas y compresoras.

LOCALIZACION DE EQUIPOS CON COPA DE DRENAJE

Dentro de la planeación de la red de tuberías que desalojarán los desechos del tipo aceitoso es necesario conocer que equipo o equipos están constituidos por copa de drenaje. Para tal fin es de utilidad el diagrama de flujo de proceso y el arreglo de equipo, de los cuales se encontró que dichos equipos son los siguientes: el FA-601, FA-602 y FA-610; además de éstos se encuentran las bombas y compresoras enunciadas a continuación:

GA-601/R, GA-602/R, GA-604/R, GB-601 A-B, GB-602 A-C, GB-603 A-B, GB-604, GC-601 A-C y GC-602.

RUTA A SEGUIR POR EL DRENAJE ACEITOSO

Una vez localizadas las copas de drenaje y la casa de bombas y - compresoras y como puede apreciar los requerimientos para este tipo de drenaje no son demasiados, por lo que el sistema se encuentra constituido por dos colectores que nos servirán para ins--

pección, manténimiento y limpieza, estando interrelacionados por tres registros aceitosos con las coordenadas siguientes: RA-1 (W-20.000, N-66.500), RA-2 (W-138.000, N-94.500) y el RA-3 (W-138.000, --- N-66.500).

DIAMETRO DE LAS LINEAS

A la tubería se le da una pendiente de 0.5% que proporciona velocidades aceptables y no nos causa problemas en el desalojó de los desechos aceitosos. El diámetro de los ramales principales serán de 8" y subramales de 6" y 4" ϕ para copas como mínimo, según se indica en el diagrama de localización de la red subterránea (AG-1).

El cálculo para estos diámetros no nos muestra demasiada atención, ya que el sistema trabaja como canal de escurrimiento y los requerimientos no son demasiados, además que se espera que no se drenen a un mismo tiempo, por lo cual operarán con un amplio margen de seguridad.

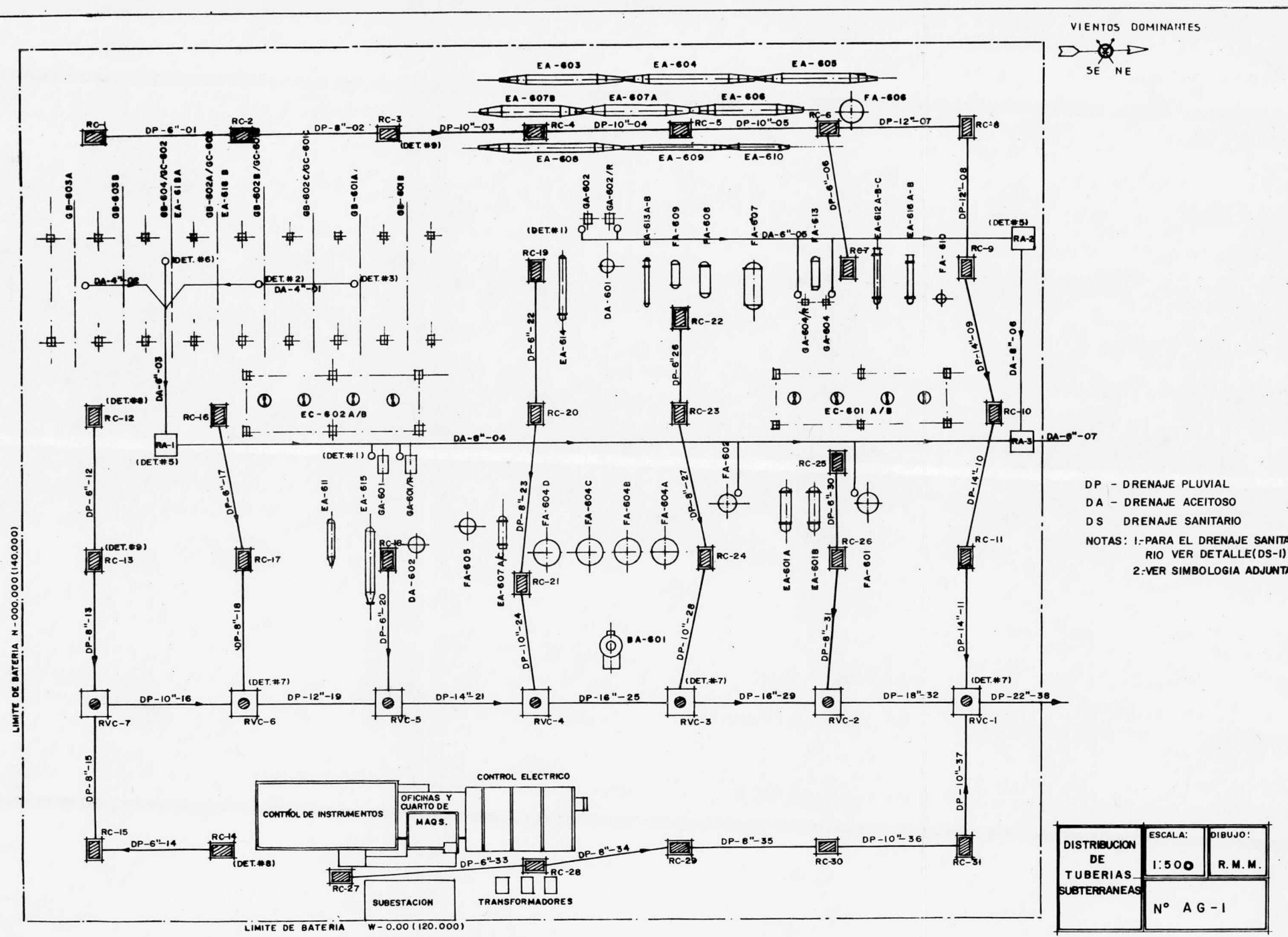
DRENAJE SANITARIO

El drenaje sanitario se diseña para desalojar tanto los desechos jabonosos, como las aguas negras, por lo que dicho drenaje se encuentra constituido por dos sistemas independientes. Uno lo forma aquel que desaloja los desechos de tipo jabonoso que deben descargar a un registro de limpieza (RL-1) para posteriormente conectarse al drenaje pluvial y ser desalojado fuera de límites de batería. El otro sistema lo constituye las aguas negras que descargan a una fosa séptica para permitir el asentamiento de los sólidos en suspensión que forman parte de las aguas negras. El líquido finalmente se conecta al drenaje pluvial.

Por lo que se refiere al criterio de diseño a seguir para el dimensionamiento de los ramales del drenaje sanitario se deben tomar en consideración los consumos de agua para cada uno de los muebles sanitarios como es el caso de mingitorios, inodoro, lavabo y regadera*, principalmente, así como también la frecuencia con que son utilizados los mismos durante el día.

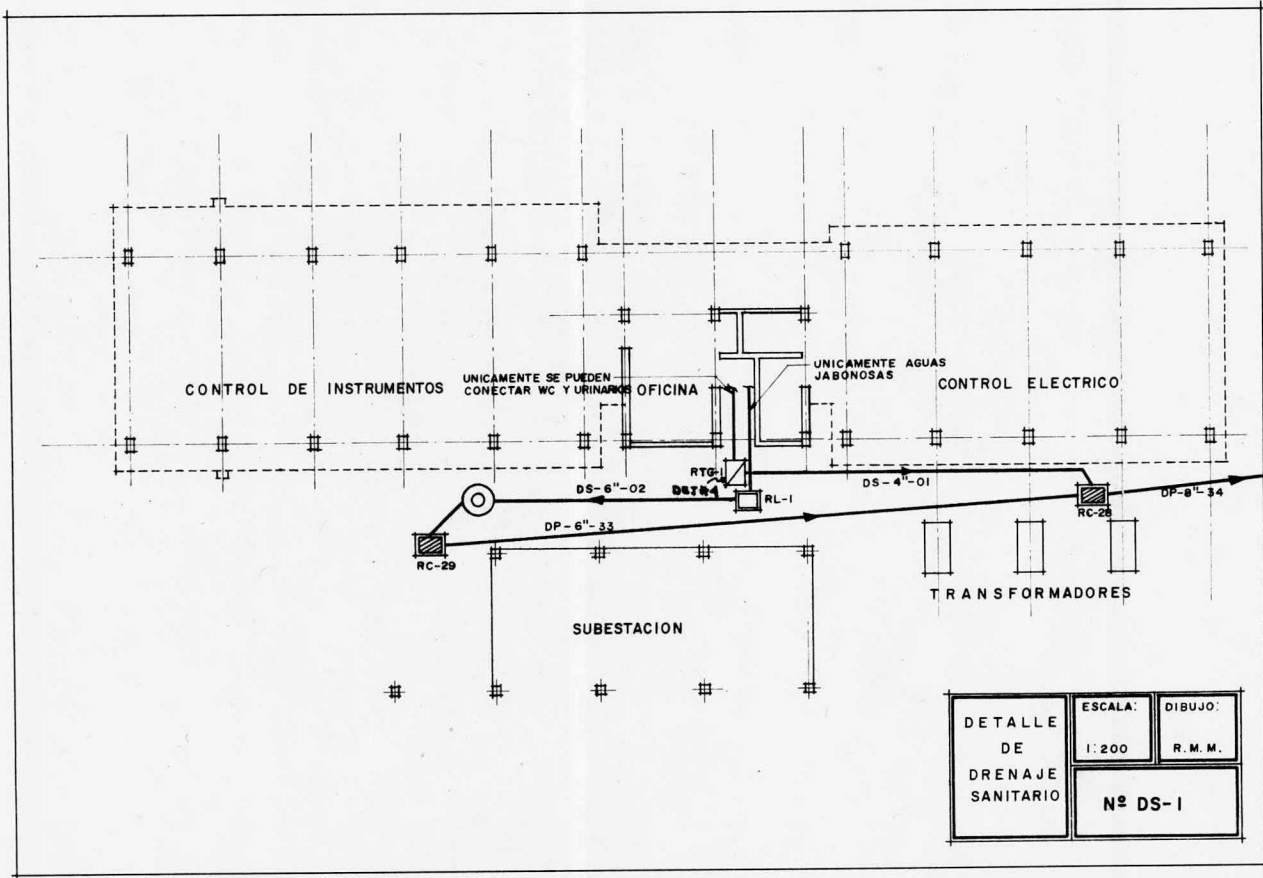
En lo que se refiere al presente trabajo, los requerimientos para el desalojo de los desechos sanitarios son mínimos, ya que la única zona donde se tienen aparatos es el cuarto de control, por lo que se seleccionan para los ramales el diámetro mínimo 4" ϕ para desechos jabonosos y 6" ϕ para aguas negras como puede apreciarse en el detalle del drenaje sanitario DS-1.

* Ver Capítulo III en la parte correspondiente a "Criterios de Diseño".












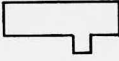

DISTRIBUCION DE TUBERIAS SUBTERRANEAS	ESCALA:	DIBUJO:
	1:50	R. M. M.
N° AG-1		

101



DETALLE DE DRENAJE SANITARIO	ESCALA:	DIBUJO:
	1:200	R. M. M.
Nº DS-1		

SIMBOLOGIA

	Registro de visita con tapa (RVT)
	Registro de visita con coladera (RVC)
	Registro con coladera de guarnición (RCG)
	Registro con coladera de patio (RC)
	Registro con tapa (RT)
	Registro con trampa de grasa (RTG)
	Registro de Limpieza
	Sello Hidráulico
	Fosa Séptica
	Separador de aceite
	Copa de Drenaje



Boca de limpieza (BL)



Hidrante



Monitor

CAPITULO V

ESTUDIO ECONOMICO

1. SELECCION DEL MATERIAL DE LA TUBERIA

La selección de tubería para servicios subterráneos y en especial para los sistemas de drenaje dependen básicamente de los siguientes factores; durabilidad, costo y obtención de la misma.

Tomando en consideración lo anterior y las recomendaciones establecidas en el Capítulo # III en las partes correspondientes a materiales y características que deben poseer las tuberías utilizadas en los sistemas de drenaje se concluyó que las más ampliamente empleadas son las tuberías de acero al carbón, fierro fundido y asbesto-cemento.

Como se indica en los resultados los diámetros obtenidos se encuentran entre 4" y 22" ϕ para los tres tipos de drenaje involucrado en este trabajo (pluvial, aceitoso y sanitario). Se pretendió el tener toda la red de tubería subterránea con cada uno de los materiales recomendados y poder hacer una comparación lo más completa posible en lo referente al costo total para cada sistema; lo cual no fue posible debido a las restricciones existentes en cuanto a la obtención de precios de tubería de más de 10" ϕ para fierro fundido y asbesto-cemento, ya que son de fabricación más especializada y sobre pedido.

Debido a lo anterior se tuvo que recurrir a tener un sistema compuesto por dos materiales de tubería, siendo estos fierro fun-

dido y acero al carbón. Así tenemos que la tubería de fierro fundido se empleará para la tubería de 4" a 10" ϕ del tipo ASTM A-126 Gr.A y conexiones de tipo campana.

En el caso de la tubería de acero al carbón se utilizará para diámetros mayores de 10" ϕ del tipo ASTM A-53 Gr.B con o sin costura extremos biselados para soldar y los costos aparecen resumidos en las tablas siguientes.

COSTO DE MATERIALESSERVICIO: DRENAJE PLUVIALPLANTA: RECUPERADORA DE ETANO Y
LICUABLES

<u>CANTIDAD</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>COSTO UNITARIO</u>	<u>IMPORTE</u>
176	m.	Tubo de 6" ϕ fierro fundido ASTM A-126 Gr. "A"	\$ 890.00	\$ 156,640.00
168	m.	Tubo de 8" ϕ fierro fundido ASTM A-126 Gr. "A"	\$ 1,900.00	\$ 319,200.00
143	m.	Tubo de 10" ϕ fierro fundido ASTM A-126 Gr. "A"	\$ 2,600.00	\$ 371,800.00
55	m.	Tubo de 12" ϕ de acero al carbón ASTM A-53 Gr. "B" sin costura extremos biselados	\$ 1,500.00	\$ 82,500.00
74	m.	Tubo de 14" ϕ de acero al carbón ASTM A-53 Gr. "B" sin costura extremos biselados	\$ 1,950.00	\$ 144,300.00
36	m.	Tubo de 16" ϕ de acero al carbón ASTM A-53 Gr. "B" sin costura Extremos biselados	\$ 2,440.00	\$ 87,840.00
17	m.	Tubo de 18" ϕ de acero al carbón ASTM A-53 Gr. "B" sin costura extremos biselados	\$ 3,372.00	\$ 57,324.00
11	m.	Tubo de 22" ϕ de acero al carbón ASTM A-53 Gr. "B" sin costura extremos biselados	\$ 4,720.00	\$ 51,920.00

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	IMPORTE
31	Pzas.	Registro con coladera de las dimensiones siguientes: 1.60 x 0.90 x 0.50 mts. (Altura x largo x ancho) Volumen de concreto igual 0.90 m ³	\$ 2,000.00	\$ 55,800.00
7	Pzas.	Registro de visita con coladera de las dimensiones siguientes: 2.20 x 1.60 x 1.60 mts. (Altura x largo x ancho) Volumen de concreto igual: 2.90 m ³	\$ 2,000.00	\$ 40,600.00
Costo Total				\$ 1'367,924.00

(Un millón trescientos sesenta y siete-
mil novecientos veinticuatro pesos ---
00/100 M.N.)

COSTO DE MATERIALES

SERVICIO: DRENAJE ACEITOSO

PLANTA: RECUPERADORA DE ETANO Y LICUABLES

<u>CANTIDAD</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>COSTO UNITARIO</u>	<u>IMPORTE</u>
33	m.	Tubo de 4" ϕ fierro fundido ASTM A-126 Gr. "A"	\$ 300.00	\$ 9,900.00
91	m.	Tubo de 6" ϕ fierro fundido ASTM A-126 Gr. "A"	\$ 890.00	\$ 80,990.00
162	m.	Tubo de 8" ϕ fierro fundido ASTM A-126 Gr. "A"	\$ 1,900.00	\$ 307,800.00
2	Pzas.	Codos de 45° de 4" ϕ de fierro fundido ASTM A-126 Gr. "A"	\$ 120.00	\$ 240.00
2	Pzas.	Codos de 90° de 6" ϕ de fierro fundido ASTM A-126 Gr. "A"	\$ 300.00	\$ 720.00
3	Pzas.	Tapón cachucha de hierro maleable roscado con cabeza cuadrada de 4"	\$ 130.00	\$ 390.00
3	Pzas.	Registros para agua aceitosa de concreto reforzado con tapa de las siguientes dimensiones: 1.70 x 1.20 x 0.90 mts (Altura x largo x ancho) Volumen de concreto igual: 1.20 m ³	\$ 2,000.00	\$ 7,200.00
Costo Total				\$ 407.240.00

(Cuatrocientos siete mil doscientos cuarenta pesos 00/100 M.N.)

COSTO DE MATERIALES

SERVICIO: DRENAJE SANITARIO

PLANTA: RECUPERADORA DE ETANO Y
LICUABLES

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	IMPORTE
46	m.	Tubo de 4" ϕ fierro fundido ASTM A-126 Gr. "A"	\$ 300.00	\$ 13,800.00
45	m.	Tubo de 6" ϕ fierro fundido ASTM A-126 Gr. "A"	\$ 890.00	\$ 40,050.00
1	Pza.	Registro con trampa de grasa de las dimensiones siguientes: 1.10 x 1.05 x 0.8 m. Volumen de concreto armado igual a 0.55 m ³	\$ 2,000.00	\$ 1,100.00
1	Pza.	Registro de limpieza de las dimen- siones siguientes: 1.10 x 1.05 x 0.8 m. Volumen de concreto armado igual a 0.55 m ³	\$ 2,000.00	\$ 1,100.00
1	Pza.	Fosa séptica de asbesto-cemento de 1.60 m. de altura	\$ 5,900.00	\$ 5,900.00
Costo Total				\$ 61,950.00

(Sesenta y un mil novecientos cincuenta pesos 00/100 M.N.)

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

RESUMEN

Como se ha apreciado durante el desarrollo del presente trabajo, los sistemas de drenaje son de vital importancia dentro de un proyecto en la -- construcción de una planta del tipo químico o petroquímico debido a la interrelación existente entre los departamentos civil, eléctrico, tuberías y - proceso para el diseño de los sistemas de drenaje que dan como resultado funcionalidad y continuidad del proceso, como consecuencia del desal-ajo rápido y eficiente de los efluentes fuera de límites de batería.

Se han presentado los criterios existentes para el diseño de los drenajes como son ecuaciones y nomogramas que sirven para el dimensionamiento de cabezales y ramales que se emplean para interconectar y constituir la red de tuberías del tipo subterráneo que fluyen por gravedad; además de que se mencionan los accesorios utilizados para este fin como son - registros, separador de aceite, fosas sépticas, etc., y características que deben cumplir para un buen funcionamiento.

Según se indica en los cuadros del IV al VII los datos obtenidos a par--tir de los nomogramas nos muestran que existe una similitud entre los diámetros resultante para los distintos materiales utilizados en los dre--najes, como son acero al carbón, fierro fundido y asbesto-cemento. Por lo que se puede decir que son confiables dichos resultados.

Además se hace hincapié en que no fue posible llevar a cabo una com--paración de tipo económico para cada uno de los materiales recomenda-

dos por la limitación existente en cuanto a la obtención de los costos unitarios de tubería y accesorio, por lo que se tuvo que recurrir a construir un sistema del tipo mixto, es decir formado por dos materiales de tubería (acero al carbón y fierro fundido) que no sería necesariamente el más económico.

CUADRO # 1

Número de parteaguas	Area por parteagua (m ²)	Area por drenar en (m ²)	Precipitación Pluvial (mm/hr)	Coefficiente de escurrimiento (I)	Gasto en Lts/seg	Gasto en G. P. M.
P-1	400	400	70	0.95	7.40	118
P-2	400	800	70	0.95	14.80	235
P-3	400	1,200	70	0.95	22.20	352
P-4	400	1,600	70	0.95	29.60	469
P-5	400	2,000	70	0.95	37.00	586
P-6	400	2,800	70	0.95	51.80	820
P-7	400	3,200	70	0.95	59.1	937
P-11	400	400	70	0.95	7.40	118
P-12	400	400	70	0.95	7.40	118
P-13	400	400	70	0.95	7.40	118
P-14	400	3,600	70	0.95	66.5	1,054
P-15	400	400	70	0.95	7.40	118
P-16	400	400	70	0.95	7.40	118
P-18	400	800	70	0.95	14.8	235
P-19	400	800	70	0.95	14.8	235
P-20	400	400	70	0.95	7.40	118
P-21	400	4,000	70	0.95	73.9	1,172
P-22	400	800	70	0.95	14.8	235
P-23	400	800	70	0.95	14.8	235
P-24	400	400	70	0.95	7.4	118
P-25	400	1,200	70	0.95	22.2	352
P-26	400	1,200	70	0.95	22.2	352
P-27	400	800	70	0.95	14.8	235
P-28	400	4,400	70	0.95	81.3	1,289
P-29	400	2,000	70	0.95	36.95	586
P-30	400	3,200	70	0.95	59.1	937
P-31	400	4,000	70	0.95	73.9	1,172
P-32	400	5,600	70	0.95	103.5	1,640
P-33	400	7,200	70	0.95	133.0	2,108
P-34	400	8,400	70	0.95	155.2	2,460
P-35	400	15,200	70	0.95	280.8	4,450
P-36	400	800	70	0.95	14.8	235
P-37	400	400	70	0.95	7.4	118
P-38	400	400	70	0.95	7.4	118
P-39	400	800	70	0.95	14.8	235
P-40	400	1,200	70	0.95	22.2	352
P-41	400	1,600	70	0.95	29.6	469
P-42	400	2,000	70	0.95	37.0	586

CUADRO # II

Número de parteaguas	Area por parteagua (m ²)	Area por drenar en Hc	Prec. pluvial (cm/hr)	Coef. de escurrimiento (C)	Pend. sup. mils.	Gasto en G.P.M.	Gasto en G.P.M.
P-1	400	0.04	7.0	0.95	0.005	4.32	69
P-2	400	0.08	7.0	0.95	0.005	7.30	116
P-3	400	0.12	7.0	0.95	0.005	9.9	156
P-4	400	0.16	7.0	0.95	0.005	12.30	194
P-5	400	0.20	7.0	0.95	0.005	14.5	229
P-6	400	0.28	7.0	0.95	0.005	18.60	295
P-7	400	0.32	7.0	0.95	0.005	21.0	326
P-11	400	0.04	7.0	0.95	0.005	4.32	69
P-12	400	0.04	7.0	0.95	0.005	4.32	69
P-13	400	0.04	7.0	0.95	0.005	4.32	69
P-14	400	0.36	7.0	0.95	0.005	22.5	356
P-15	400	0.04	7.0	0.95	0.005	4.32	69.0
P-16	400	0.04	7.0	0.95	0.005	4.32	69
P-18	400	0.08	7.0	0.95	0.005	7.30	116
P-19	400	0.08	7.0	0.95	0.005	7.30	116
P-20	400	0.04	7.0	0.95	0.005	4.32	69
P-21	400	0.40	7.0	0.95	0.005	24.5	385
P-22	400	0.08	7.0	0.95	0.005	7.30	116
P-23	400	0.08	7.0	0.95	0.005	7.30	116
P-24	400	0.04	7.0	0.95	0.005	4.32	69
P-25	400	0.12	7.0	0.95	0.005	9.9	156
P-26	400	0.12	7.0	0.95	0.005	9.9	156
P-27	400	0.08	7.0	0.95	0.005	7.3	116
P-28	400	0.44	7.0	0.95	0.005	26.1	414
P-29	400	0.20	7.0	0.95	0.005	14.5	229
P-30	400	0.32	7.0	0.95	0.005	21.0	326
P-31	400	0.40	7.0	0.95	0.005	24.5	385
P-32	400	0.56	7.0	0.95	0.005	31.3	495
P-33	400	0.72	7.0	0.95	0.005	38.0	598
P-34	400	0.84	7.0	0.95	0.005	42.5	671
P-35	400	1.52	7.0	0.95	0.005	66.1	1,047
P-36	400	0.08	7.0	0.95	0.005	7.30	116
P-37	400	0.04	7.0	0.95	0.005	4.32	69
P-38	400	0.04	7.0	0.95	0.005	4.32	69
P-39	400	0.08	7.0	0.95	0.005	7.30	116
P-40	400	0.12	7.0	0.95	0.005	9.9	156
P-41	400	0.16	7.0	0.95	0.005	12.30	194
P-42	400	0.20	7.0	0.95	0.005	14.5	229

CUADRO # III

Número de parteaguas	Area por parteagua ft ²	Area por drenar en ft ²	Prec. Pluvial (mm/hr)	Prec. Pluvial (in/hr)	Coef. de escurrimiento (I)	G. P. M. ft ²	Gasto en G. P. M.
P-1	4,306	4,306	70	2.76	0.95	0.029	160
P-2	4,306	8,612	70	2.76	0.95	0.029	320
P-3	4,306	12,918	70	2.76	0.95	0.029	480
P-4	4,306	17,224	70	2.76	0.95	0.029	640
P-5	4,306	21,530	70	2.76	0.95	0.029	800
P-6	4,306	30,142	70	2.76	0.95	0.029	960
P-7	4,306	34,448	70	2.76	0.95	0.029	1,280
P-11	4,306	4,306	70	2.76	0.95	0.029	160
P-12	4,306	4,306	70	2.76	0.95	0.029	160
P-13	4,306	4,306	70	2.76	0.95	0.029	160
P-14	4,306	38,754	70	2.76	0.95	0.029	1,440
P-15	4,306	4,306	70	2.76	0.95	0.029	160
P-16	4,306	4,396	70	2.76	0.95	0.029	160
P-18	4,306	8,612	70	2.76	0.95	0.029	320
P-19	4,306	8,612	70	2.76	0.95	0.029	320
P-20	4,306	4,306	70	2.76	0.95	0.029	160
P-21	4,306	43,060	70	2.76	0.95	0.029	1,600
P-22	4,306	8,612	70	2.76	0.95	0.029	320
P-23	4,306	8,612	70	2.76	0.95	0.029	320
P-24	4,306	4,306	70	2.76	0.95	0.029	160
P-25	4,306	12,918	70	2.76	0.95	0.029	480
P-26	4,306	12,918	70	2.76	0.95	0.029	480
P-27	4,306	8,612	70	2.76	0.95	0.029	320
P-28	4,306	47,366	70	2.76	0.95	0.029	1,760
P-29	4,306	21,530	70	2.76	0.95	0.029	800
P-30	4,306	34,060	70	2.76	0.95	0.029	1,280
P-31	4,306	43,060	70	2.76	0.95	0.029	1,600
P-32	4,306	60,284	70	2.76	0.95	0.029	2,240
P-33	4,306	77,508	70	2.76	0.95	0.029	2,880
P-34	4,306	90,426	70	2.76	0.95	0.029	3,360
P-35	4,306	163,628	70	2.76	0.95	0.029	6,080
P-36	4,306	8,612	70	2.76	0.95	0.029	320
P-37	4,306	4,306	70	2.76	0.95	0.029	160
P-38	4,306	4,306	70	2.76	0.95	0.029	160
P-39	4,306	8,612	70	2.76	0.95	0.029	320
P-40	4,306	12,918	70	2.76	0.95	0.029	480
P-41	4,306	17,224	70	2.76	0.95	0.029	640
P-42	4,306	21,530	70	2.76	0.95	0.029	800

CUADRO NO. IV
(NOMOGRAMA NO. 1)

NO. DE LINEA	GASTO EN G. P. M.	PENDIENTE EN MILESIMAS	EN (S)	Ø (in)	Ø (cm)	u (ft/seg)	u (m/seg)
1	160	0.005		6	15.24	1.75	0.53375
2	320	0.005		8	20.32	2.10	0.64050
3	480	0.005		10	25.40	2.25	0.68625
4	640	0.005		10	25.40	2.40	0.7320
5	800	0.005		11	27.94	2.50	0.76250
6	160	0.005		6	15.24	1.75	0.53375
7	960	0.005		11	30.48	2.60	0.7930
8	1,280	0.005		12	30.48	3.20	0.9760
9	1,440	0.005		14	35.56	3.30	1.0065
10	1,600	0.005		14	35.56	3.50	1.0675
11	1,760	0.005		15	38.16	3.60	1.0980
12	160	0.005		6	15.24	1.75	0.53375
13	320	0.005		8	26.32	2.10	0.64050

NOMOGRAMA NO. 1 ...

NO. DE LINEA	GASTO EN G. P. M.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	ϕ (in)	ϕ (cm)	u (ft/seg)	u (m/seg)
14	160	0.005	6	15.24	1.75	0.53375
15	320	0.005	8	20.32	2.10	0.64050
16	800	0.005	11	27.94	2.50	0.76250
17	160	0.005	6	15.24	1.75	0.53375
18	320	0.005	8	20.32	2.10	0.64050
19	1,280	0.005	12	30.48	3.20	0.9760
20	160	0.005	6	15.24	1.75	0.53375
21	1,600	0.005	14	35.56	3.50	1.0675
22	160	0.005	6	15.24	1.75	0.53375
23	320	0.005	8	20.32	2.10	0.64050
24	160	0.005	10	25.40	2.25	0.68625
25	2,240	0.005	15	38.10	3.80	1.1590
26	160	0.005	6	15.24	1.75	0.53375

NOMOGRAMA No. 1

NO. DE LINEA	GASTO EN G. P. M.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	ϕ (in)	ϕ (cm)	u (ft/seg)	u (m/seg)
27	320	0.005	8	20.32	2.10	0.64050
28	480	0.005	10	25.40	2.25	0.68625
29	2,880	0.005	16	40.64	4.00	1.220
30	160	0.005	6	15.24	1.75	0.53375
31	320	0.005	8	20.32	2.10	0.64050
32	3,360	0.005	18	45.72	4.20	1.2810
33	160	0.005	6	15.24	1.75	0.53375
34	320	0.005	8	20.32	2.10	0.64050
35	480	0.005	10	25.40	2.25	0.68625
36	640	0.005	10	25.40	2.40	0.7320
37	800	0.005	11	27.94	2.50	0.76250
38	6,080	0.005	22	55.88	4.80	1.4640

CUADRO NO. V
(NOMOGRAMA NO. 2)

NO. DE LINEA	GASTO EN G. P. M.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	\varnothing (in)	\varnothing (cm)	u (ft/seg)	u (m/seg)
1	160	0.005	6	15.24	2.60	0.7930
2	320	0.005	8	20.32	3.00	0.9150
3	480	0.005	8	20.32	3.25	0.99125
4	640	0.005	10	25.40	3.50	1.0675
5	800	0.005	10	25.40	3.70	1.12850
6	160	0.005	6	15.25	2.60	0.7930
7	960	0.005	12	30.48	3.80	1.1590
8	1,280	0.005	12	30.48	4.10	1.25050
9	1,440	0.005	13	33.02	4.20	1.2810
10	1,600	0.005	14	35.56	4.35	1.32675
11	1,760	0.005	14	35.56	4.45	1.35725
12	160	0.005	6	15.24	2.60	0.7930
13	320	0.005	8	20.32	3.00	0.9150

NOMOGRAMA NO. 2

NO. DE LINEA	GASTO EN G. P. M.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	ϕ (in)	ϕ (cm)	u (ft/seg)	u (m/seg)
14	160	0.005	6	15.24	2.60	0.7930
15	320	0.005	8	20.32	3.00	0.9150
16	800	0.005	10	25.40	3.70	1.12850
17	160	0.005	6	15.24	2.60	0.7930
18	320	0.005	8	20.32	3.00	0.9130
19	1,280	0.005	12	30.48	4.10	1.25050
20	160	0.005	6	15.24	2.60	0.7930
21	1,600	0.005	14	35.56	4.35	1.32675
22	160	0.005	6	15.24	2.60	0.7930
23	320	0.005	8	20.32	3.00	0.9150
24	160	0.005	8	20.32	3.25	0.99125
25	2,240	0.005	15	38.10	4.70	1.93350
26	160	0.005	6	15.24	2.60	0.7930

NOMOGRAMA NO. 2

NO. DE LINEA	GASTO EN G. P. M.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	ϕ (in)	ϕ (cm)	u (ft/seg)	u (m/seg)
27	320	0.005	8	20.32	3.00	0.9150
28	480	0.005	8	20.32	3.15	0.99125
29	2,880	0.005	16	40.64	5.00	1.525
30	160	0.005	6	15.24	2.60	0.7930
31	320	0.005	8	20.32	3.00	0.9150
32	3,360	0.005	18	45.72	5.20	1.5860
33	160	0.005	6	15.24	2.60	0.7930
34	320	0.005	8	20.32	3.00	0.9150
35	480	0.005	8	20.32	3.25	0.99125
36	640	0.005	10	25.40	3.20	1.0675
37	800	0.005	10	25.40	3.70	1.12850
38	6,080	0.005	22	55.88	5.90	1.79950

CUADRO NO. VI
(NOMOGRAMA NO. 3 (100))*

NO. DE LINEA	GASTO EN m ³ /seg.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	Ø (in)	Ø (cm)	u (ft/seg)	u (m/seg)
1	0.010	0.005	6	15.24	1.968	0.60
2	0.020	0.005	8	20.32	2.33	0.71
3	0.030	0.005	8	20.32	2.56	0.78
4	0.040	0.005	10	25.40	2.76	0.84
5	0.050	0.005	10	25.40	2.89	0.88
6	0.010	0.005	6	15.24	1.968	0.60
7	0.060	0.005	12	30.48	3.02	0.92
8	0.0802	0.005	12	30.48	3.18	0.97
9	0.092	0.005	13	33.02	3.35	1.02
10	0.1003	0.005	14	35.56	3.412	1.04
11	0.1103	0.005	14	35.56	3.51	1.07
12	0.010	0.005	6	15.24	1.968	0.60
13	0.020	0.005	8	20.32	2.33	0.71

NOMOGRAMA NO. 3 (100) ...

NO. DE LINEA	GASTO EN m ³ /seg.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	Ø (in)	Ø (cm)	u (ft/seg)	u (m/seg)
14	0.010	0.005	6	15.24	1.968	0.60
15	0.020	0.005	8	20.32	2.33	0.71
16	0.050	0.005	10	25.40	2.89	0.88
17	0.010	0.005	6	15.24	1.968	0.60
18	0.020	0.005	8	20.32	2.33	0.71
19	0.080	0.005	12	30.48	3.18	0.97
20	0.010	0.005	6	15.24	1.968	0.60
21	0.1003	0.005	14	35.56	3.412	1.04
22	0.010	0.005	6	15.24	1.968	0.60
23	0.020	0.005	8	20.32	2.33	0.71
24	0.030	0.005	8	20.32	2.56	0.78
25	0.1404	0.005	15	38.10	3.67	1.12
26	0.010	0.005	6	15.24	1.968	0.60

NOMOGRAMA NO. 3 (100) ...

NO. DE LINEA	GASTO EN $m^3/\text{seg.}$	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	ϕ (in)	ϕ (cm)	u(ft/seg)	u (m/seg)
27	0.020	0.005	8	20.32	2.33	0.71
28	0.03	0.005	8	20.32	2.56	0.78
29	0.1805	0.005	17	40.64	3.94	1.20
30	0.010	0.005	6	15.24	1.968	0.60
31	0.020	0.005	8	20.32	2.33	0.71
32	0.2106	0.005	18	45.72	4.10	1.25
33	0.010	0.005	6	15.24	1.968	0.60
34	0.020	0.005	8	20.32	2.33	0.71
35	0.030	0.005	8	20.32	2.56	0.78
36	0.040	0.005	10	25.40	2.76	0.84
37	0.050	0.005	10	25.40	2.89	0.88
38	0.3811	0.005	22	55.88	4.76	1.45

* COEFICIENTE PARA TUBERIA DE FIERRO FUNDIDO

CUADRO NO. VI-A

(NOMOGRAMA NO. 3 (140))*

NO. DE LINEA	GASTO EN m ³ /seg.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	Ø (in)	Ø (cm)	u (ft/seg)	u (m/seg)
1	0.010	0.005	5	12.70	2.59	0.79
2	0.020	0.005	7	17.78	3.08	0.94
3	0.030	0.005	8	20.32	3.38	1.03
4	0.040	0.005	9	22.86	3.60	1.10
5	0.050	0.005	9	22.86	3.80	1.16
6	0.010	0.005	5	12.70	2.59	0.79
7	0.060	0.005	10	25.40	3.97	1.21
8	0.0802	0.005	11	27.94	9.23	1.29
9	0.0902	0.005	12	30.48	4.40	1.34
10	0.1003	0.005	12	30.48	4.53	1.38
11	0.1103	0.005	12	30.48	4.59	1.40
12	0.010	0.005	5	12.70	2.59	0.79
13	0.020	0.005	7	17.78	3.08	0.94

NOMÓGRAMA NO. 3 (140) ...

NO. DE LINEA	GASTO EN $m^3/\text{seg.}$	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	\varnothing (in)	\varnothing (cm)	u (ft/seg)	u (m/seg)
14	0.010	0.005	5	12.70	2.59	0.79
15	0.020	0.005	7	17.78	3.08	0.94
16	0.050	0.005	9	22.86	3.80	1.16
17	0.010	0.005	5	12.70	2.59	0.79
18	0.020	0.005	7	17.78	3.08	0.94
19	0.080	0.005	11	27.94	4.23	1.29
20	0.010	0.005	5	12.70	2.59	0.79
21	0.1003	0.005	12	30.48	4.53	1.38
22	0.010	0.005	5	12.70	2.59	0.79
23	0.020	0.005	7	17.78	3.08	0.94
24	0.030	0.005	8	20.32	3.38	1.03
25	0.1404	0.005	14	35.56	4.89	1.49
26	0.010	0.005	5	12.70	2.59	0.79

NOMOGRAMA NO. 3 (140) ...

NO. DE LINEA	GASTO EN m ³ /seg.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	Ø (in)	Ø (cm)	u (ft/seg)	u (m/seg)
27	0.020	0.005	7	17.78	3.08	0.94
28	0.003	0.005	8	20.32	3.38	1.03
29	0.1805	0.005	15	38.10	5.25	1.60
30	0.010	0.005	5	12.70	2.59	0.79
31	0.020	0.005	7	17.78	3.08	0.94
32	0.2106	0.005	16	40.64	5.48	1.67
33	0.010	0.005	5	12.70	2.59	0.79
34	0.020	0.005	7	17.78	3.08	0.94
35	0.030	0.005	8	20.32	3.38	1.03
36	0.040	0.005	9	22.86	3.60	1.10
37	0.050	0.005	9	22.86	3.80	1.16
38	0.3811	0.005	20	50.80	6.17	1.88

* COEFICIENTE PARA TUBERIA DE ACERO AL CARBON

CUADRO NO. VII
(NOMOGRAMA NO. 4)*

NO. DE LINEA	GASTO EN lts/seg.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	Ø (in)	Ø (cm)	u (ft/seg)	u (m/seg)
1	10.03	0.005	5	12.70	2.40	0.73
2	20.06	0.005	6	15.24	2.85	0.87
3	30.09	0.005	8	20.32	3.18	0.97
4	40.12	0.005	8	20.32	3.44	1.05
5	50.15	0.005	9	22.86	3.58	1.09
6	10.03	0.005	5	12.70	2.40	0.73
7	60.18	0.005	10	25.40	3.71	1.13
8	80.25	0.005	10	25.40	3.97	1.21
9	90.28	0.005	11	27.94	4.10	1.25
10	100.31	0.005	12	30.48	4.27	1.30
11	110.34	0.005	12	30.48	4.33	1.32
12	10.03	0.005	5	12.70	2.40	0.73
13	20.06	0.005	6	15.24	2.85	0.87

NOMOGRAMA NO. 4 ...

NO. DE LINEA	GASTO EN lts/seg.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	Ø (in)	Ø (cm)	u (ft/seg)	u (m/seg)
14	10.03	0.005	5	12.70	2.40	0.73
15	20.06	0.005	6	15.24	2.85	0.87
16	50.15	0.005	9	22.86	3.58	1.09
17	10.03	0.005	5	12.70	2.40	0.73
18	20.06	0.005	6	15.24	2.85	0.87
19	80.25	0.005	10	25.40	3.97	1.21
20	10.03	0.005	5	12.70	2.40	0.73
21	100.31	0.005	12	30.48	4.33	1.32
22	10.03	0.005	5	12.70	2.40	0.73
23	20.06	0.005	6	15.24	2.85	0.87
24	30.09	0.005	8	20.32	3.18	0.97
25	140.43	0.005	13	33.02	4.43	1.35
26	10.03	0.005	5	12.70	2.40	0.73

NOMOGRAMA NO. 4 ...

NO. DE LINEA	GASTO EN lts/seg.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	Ø (in)	Ø (cm)	u (ft/seg)	u (m/seg)
27	20.06	0.005	6	15.24	2.85	0.87
28	30.09	0.005	8	20.32	3.18	0.97
29	180.56	0.005	15	38.10	4.92	1.50
30	10.03	0.005	5	12.70	2.40	0.73
31	20.06	0.005	6	15.24	2.85	0.87
32	210.65	0.005	16	40.64	5.15	1.57
33	10.03	0.005	5	12.70	2.40	0.73
34	20.06	0.005	6	15.24	2.85	0.87
35	30.09	0.005	8	20.32	3.18	0.97
36	40.12	0.005	8	20.32	3.44	1.05
37	50.15	0.005	9	22.86	3.58	1.09
38	381.19	0.005	20	50.80	6.07	1.85

* TUBERIA DE ASBESTO - CEMENTO

CUADRO NO. VIII

NO. DE LINEA	GASTO EN G. P. M.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	Ø (in)	Ø (cm)
01	160	0.005	6	15.24
02	320	0.005	8	20.32
03	480	0.005	10	25.40
04	640	0.005	10	25.40
05	800	0.005	10	25.40
06	160	0.005	6	15.24
07	960	0.005	12	30.48
08	1,280	0.005	12	30.48
09	1,440	0.005	14	35.56
10	1,600	0.005	14	35.56
11	1,760	0.005	14	35.56
12	160	0.005	6	15.24
13	320	0.005	8	20.32

NO. DE LINEA	GASTOS EN G.P.M.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	Ø (in)	Ø (cm)
14	160	0.005	6	15.24
15	320	0.005	8	20.32
16	800	0.005	10	25.40
17	160	0.005	6	15.24
18	320	0.005	8	20.32
19	1,280	0.005	12	30.48
20	160	0.005	6	15.24
21	1,600	0.005	14	35.56
22	160	0.005	6	15.24
23	320	0.005	8	20.32
24	160	0.005	10	25.40
25	2,240	0.005	16	40.64
26	160	0.005	6	15.24

NO. DE LINEA	GASTOS EN G.P.M.	PENDIENTE EN MILESIMAS (S)	Ø (in)	Ø (cm)
27	320	0.005	8	20.32
28	480	0.005	10	25.40
29	2,880	0.005	16	40.64
30	160	0.005	6	15.24
31	320	0.005	8	20.32
32	3,360	0.005	18	45.72
33	160	0.005	6	15.24
34	320	0.005	8	20.32
35	480	0.005	8	20.32
36	640	0.005	10	25.40
37	800	0.005	10	25.40
38	6,080	0.005	22	55.88

TABLA # I
TUBERIA DE CONCRETO ARMADO

<u>Diámetro Interno Nominal</u>		<u>Espesor del cuerpo del Tubo</u>	<u>Area Total del Refuerzo</u>	<u>Area de Refuerzo en línea cspiral</u>
cm.	pulg.	mm.	cm ² /m	cm ² /m
30	12	51	1.27	1.27
38	15	57	1.27	1.27
45	18	64	1.27	1.27
61	24	76	1.27	1.27
76	30	89	1.27	1.27
91	36	102	2.96	1.49
107	42	114	3.39	1.70
122	48	127	4.45	2.33
152	60	152	6.14	3.18
183	72	178	7.62	3.81
244	96	216	12.07	6.04

TABLA # II
TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO

<u>Diámetro</u>		<u>Largo</u>
cm.	pulg.	mts.
6.0	2.5	3.0
7.5	3.0	3.0
10.0	4.0	3.0 - 4.0
15.0	6.0	3.0 - 4.0
20.0	8.0	4.0
25.0	10.0	4.0
30.0	12.0	4.0
35.0	14.0	4.0
40.0	16.0	4.0
45.0	18.0	4.0
50.0	20.0	4.0

TABLA # III

TUBERIA DE BARRO VITRIFICADO

<u>Tamaño Nominal</u>		<u>Longitud</u>	<u>Espesor de Pared</u>	
cm.	pulg.	mts.	Extra (cm)	Estandar (cm)
10.0	4.0	0.61	1.6	1.3
15.0	6.0	0.61	1.7	1.6
20.0	8.0	0.61	2.2	1.9
25.0	10.0	0.61	2.5	2.2
30.0	12.0	0.61	3.0	2.5
37.5	15.0	0.91	3.8	3.1
45.0	18.0	0.91	4.8	3.8
52.5	21.0	0.91	5.7	4.4
60.0	24.0	0.91	6.4	5.1

TABLA # IV
TUBERIA DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC)

<u>Medida Nominal</u>	<u>Diámetro Exterior</u>	<u>Espesor Mínimo de Pared</u>
cm.	cm.	cm.
3.0	3.2	0.18
4.0	4.0	0.18
5.0	5.0	0.18
7.0	7.5	0.18
10.0	11.0	0.23
12.5	12.5	0.26
15.0	16.0	0.33
20.0	20.0	0.40

TABLA # V

CONVERSION DE PRECIPITACION PLUVIAL

<u>Precipitación Pluvial</u>		<u>GPM/m²</u>	<u>GPM/ft²</u>
mm/hr	pulg/hr		
25.4	1.0	0.1076	0.010
38.1	1.5	0.1614	0.015
50.8	2.0	0.2260	0.021
63.5	2.5	0.2798	0.026
76.2	3.0	0.3336	0.031
114.3	4.5	0.4950	0.046
152.4	6.0	0.6565	0.061

TABLA # VI
COEFICIENTES DE RUGOSIDAD

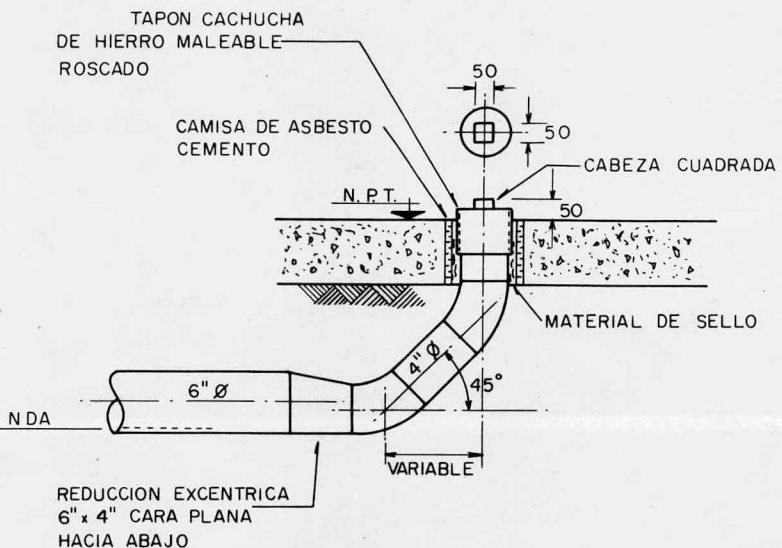
<u>TIPO DE TUBERIA</u>	<u>n</u>
Tubería de concreto terminados en forma suave	0.013
Tubos de fierro fundido	0.014
Tubería de arcilla vitrificada	0.013
Tubería de asbesto - cemento	0.013
Arcilla o barro vitificado	0.015
Conductos de concreto	0.015
Alcantarillas o tubos de tabique	0.015
Tuberías de acero al carbón	0.015
Tuberías de metal corrugado	0.021
Zanjas	0.020
Canales recubiertos con piedra	0.030

TABLA # VII
 COEFICIENTE "C" DE HAZEN WILLIAMS

<u>TIPO DE TUBERIA</u>	<u>Coeficiente "C"</u>
Tubo de Acero al Carbón	140
Tubería de concreto muy lisa	140
Tubería de Madera lisa	140
Tubería de Fierro fundido	140
Tubería de Asbesto Cemento	140
Tubería de Fierro común en condiciones regulares	130
Tubería de Fierro fundido en servicio de 5 a 10 años	110 - 120
Tubería de Fierro fundido más vieja	100
Tubería de Acero en servicio de 5 a 10 años	95 - 70

INDICE DE DETALLES

<u>No. de Detalle</u>	<u>Concepto</u>	<u>No. de Dibujo</u>
1	Boca de Limpieza	B-1
2	Copa de drenaje aceitoso	B-2
3	Copa de drenaje aceitoso	B-3
4	Registro con trampa de grasa	B-4
5	Registro aceitoso	B-5
6	Planta drenaje aceitoso	B-6
7	Registro de visita	B-7
8	Registro con coladera	B-8
9	Registro con sello	B-9



DETALLE No. I
BOCA DE LIMPIEZA

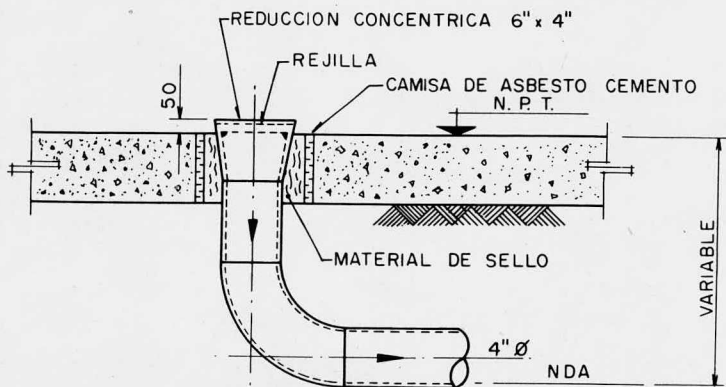
141

DETALLES DE
TUBERIA
SUBTERRANEA

ACOT:
m.m.

DIBUJO:
R. M. M.

No. B-1



DETALLE No. 2
COPA DE DRENAJE ACEITOSO

142

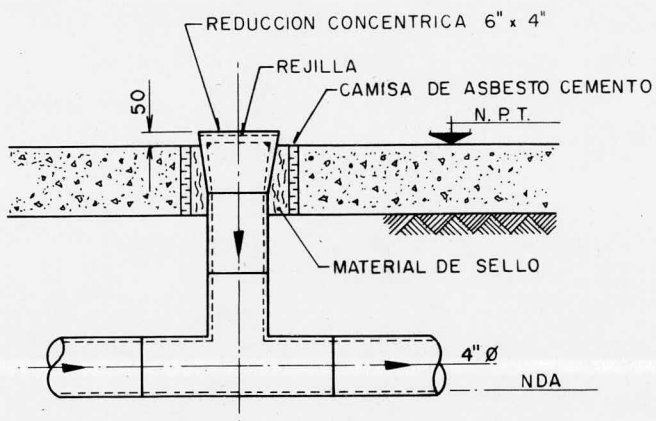
DETALLES DE
TUBERIA
SUBTERRANEA

ACOT.
mm.

DIBUJO:
R. M. M.

No.

B-2



DETALLE No. 3
COPA DE DRENAJE ACEITOSO

143

DETALLES DE
TUBERIA
SUBTERRANEA

ACOT.

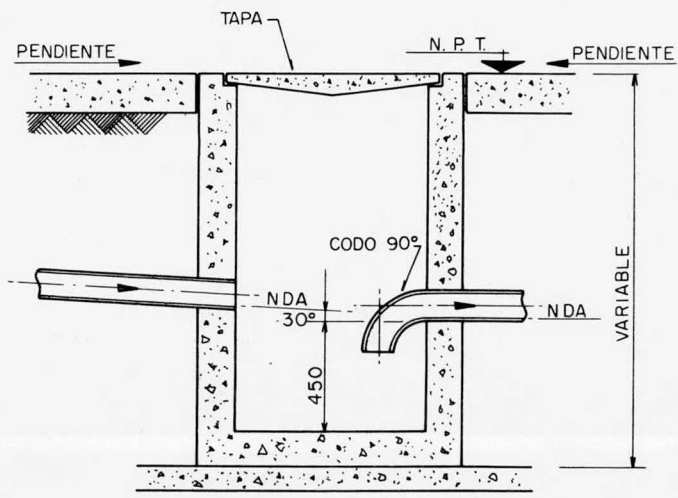
m m.

DIBUJO:

R. M. M.

No.

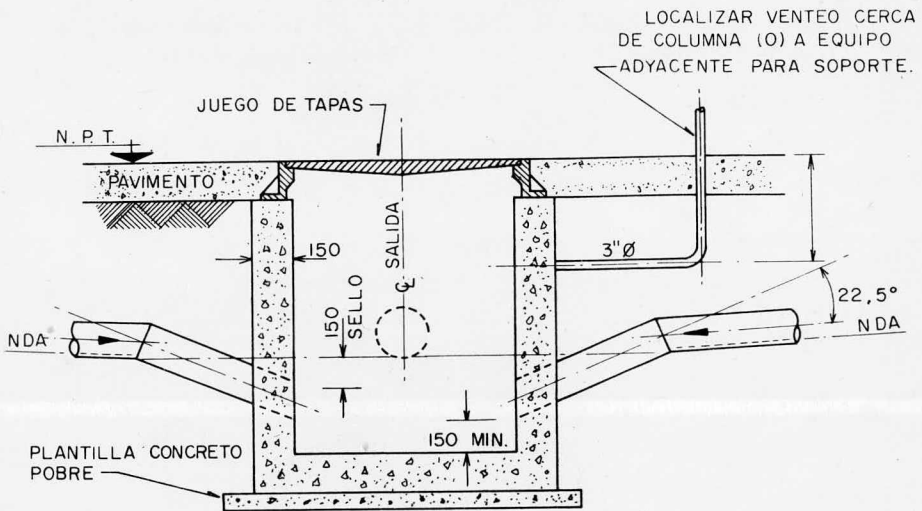
B-3



DETALLE No. 4
REGISTRO CON TRAMPA DE GRASA

144

DETALLES DE TUBERIA SUBTERRANEA	ACOT.	DIBUJO:
	m.m.	R. M. M.
	No.	B-4



DETALLE No. 5
REGISTRO ACEITOSO

145

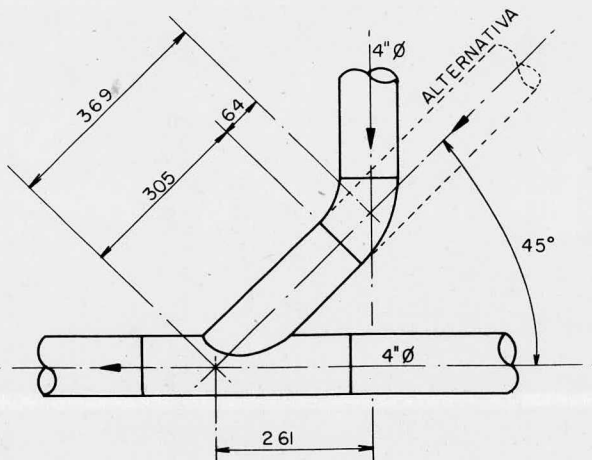
DETALLES DE
TUBERIA
SUBTERRANEA

ACOT.
mm.

DIBUJO:
R. M. M.

No.

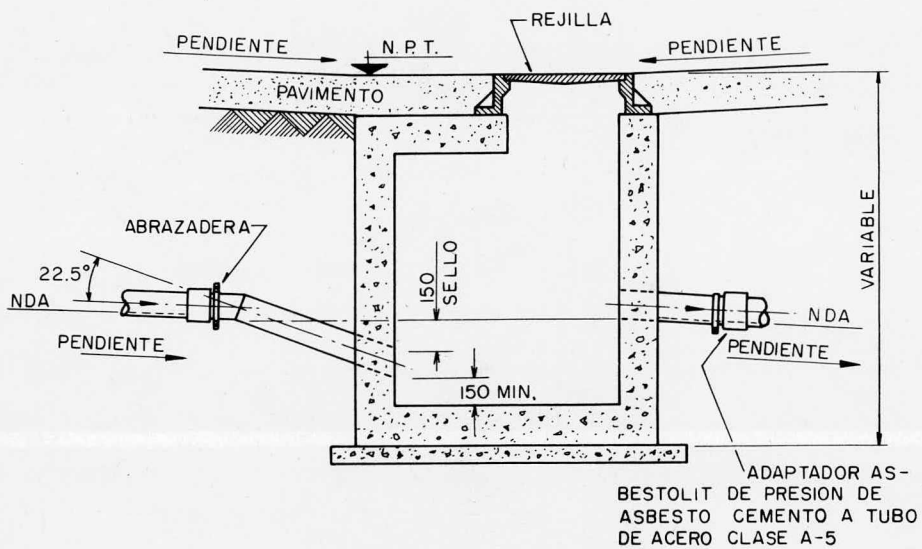
B-5



DETALLE No. 6
 (PLANTA DRENAJE ACEITOSO)

146

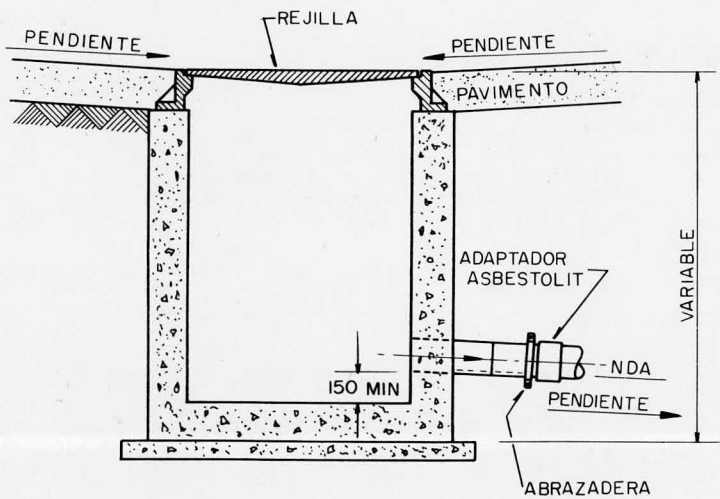
DETALLES DE TUBERIA SUBTERRANEA	ACOT.	DIBUJO:
	mm.	R. M. M.
	No.	B-6



DETALLE No. 7
 REGISTRO DE VISITA

147

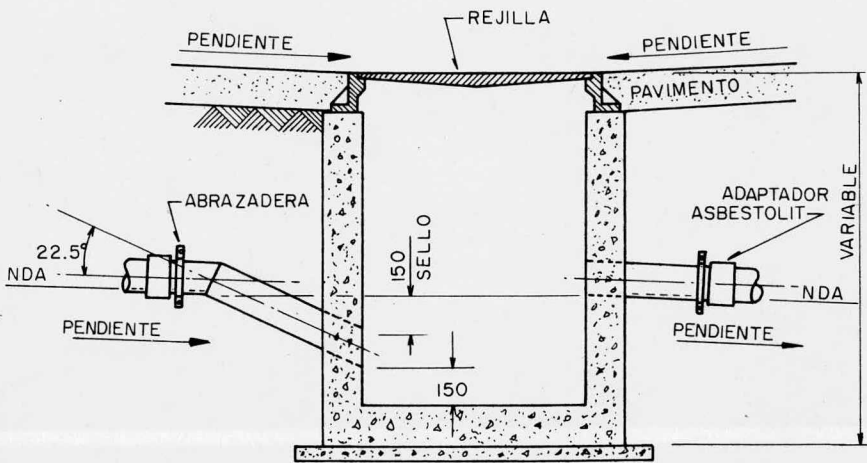
DETALLES DE TUBERIA SUBTERRANEA	ACOT.	DIBUJO:
	mm.	R. M. M.
	No.	B-7



DETALLE No. 8
REGISTRO CON COLADERA

148

DETALLES DE TUBERIA SUBTERRANEA	ACOT: mm.	DIBUJO: R. M. M.
	No. B-8	

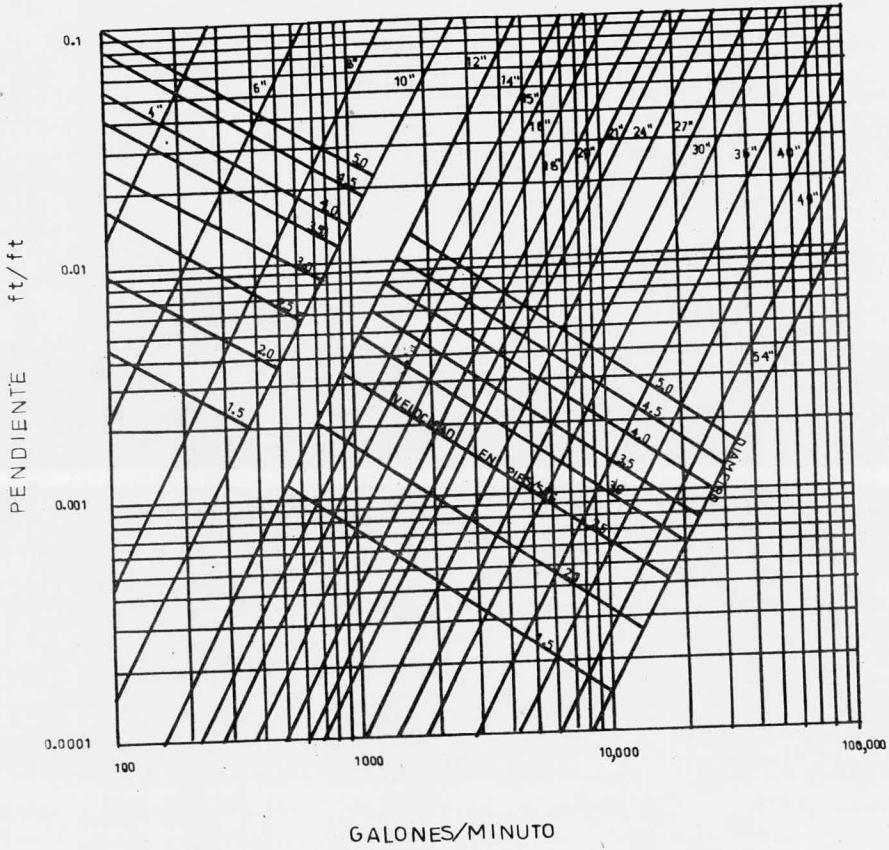


DETALLE No. 9
 REGISTRO CON SELLO

149

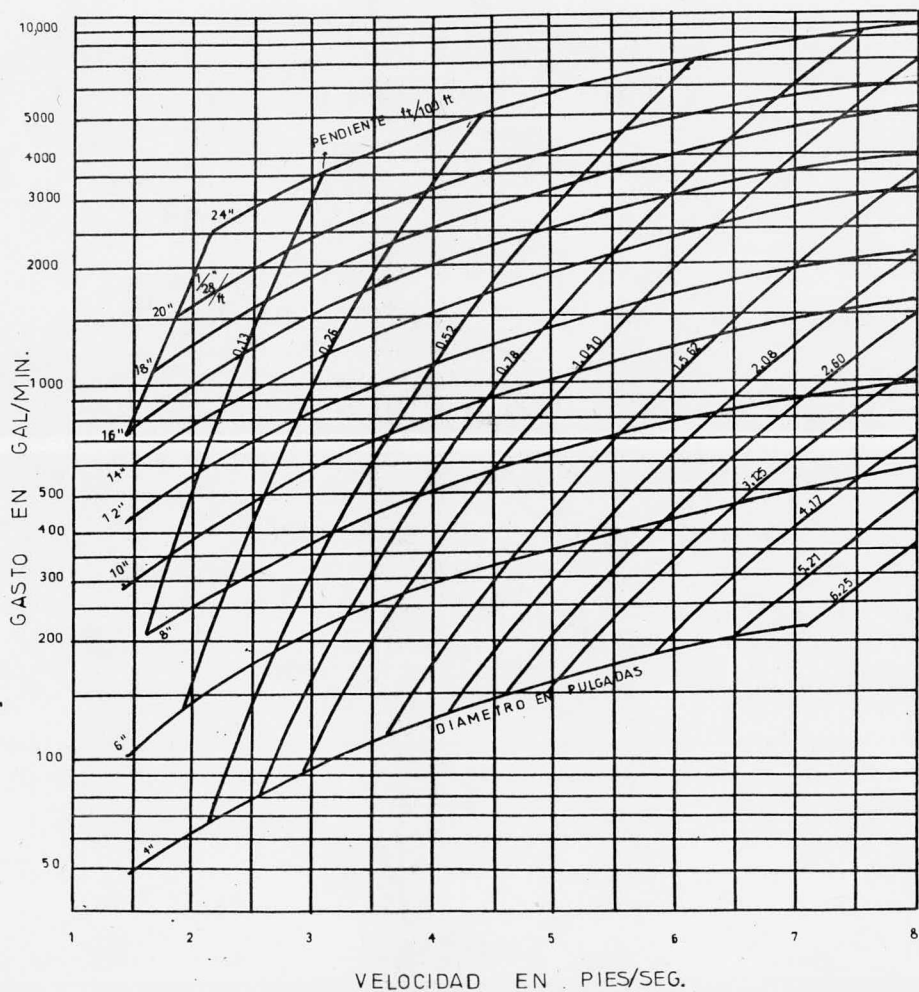
DETALLES DE TUBERIA SUBTERRANEA	ACOT:	DIBUJO:
	mm.	R. M. M.
No.		B-9

GRAFICA DE DIMENSIONAMIENTO DE
 TUBERIA SUBTERRANEA
 NOMOGRAMA N° 1



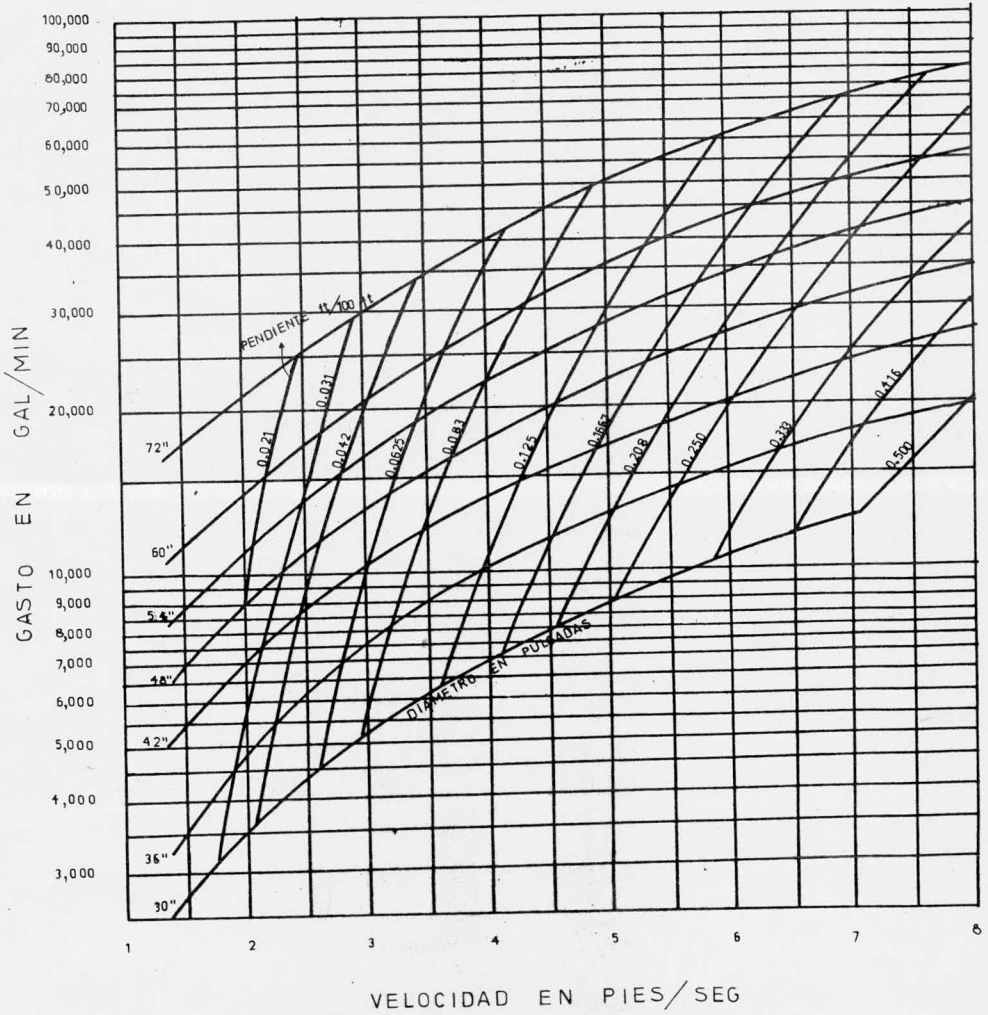
GRAFICA PARA DIMENSIONAMIENTO DE
TUBERIA SUBTERRANEA

NOMOGRAMA N° 2



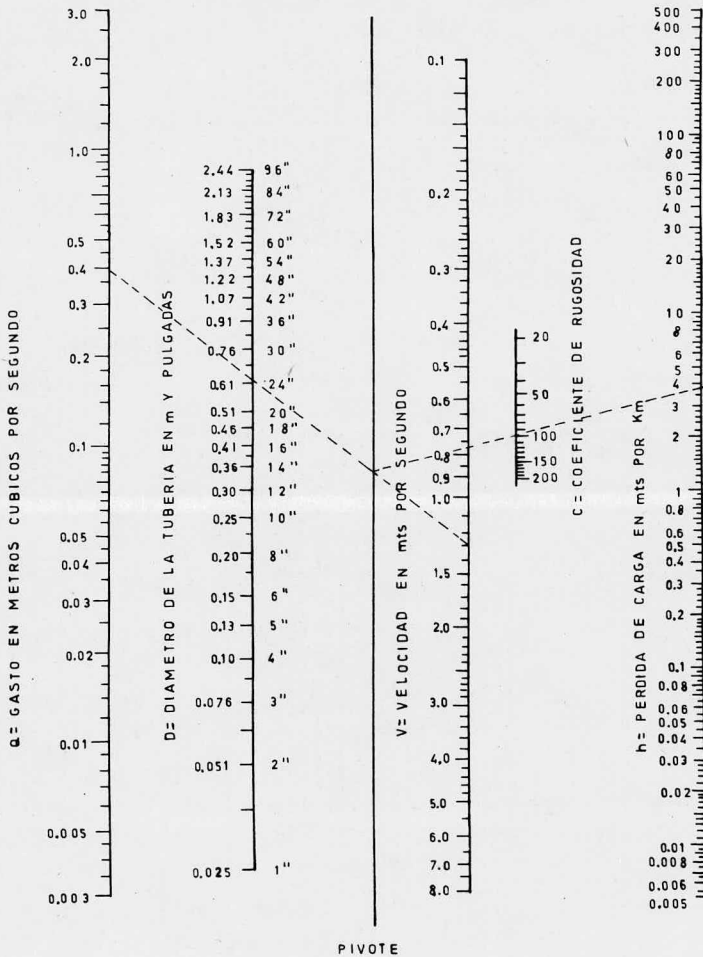
GRAFICA PARA DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIA SUBTERRANEA

NOMOGRAMA N° 2



NOMOGRAMA N° 3
 NOMOGRAMA PARA CALCULO DE TUBERIAS POR LA
 FORMULA HAZEN - WILLIAMS

$$V = 0.849 C R^{0.63} S^{0.54}$$

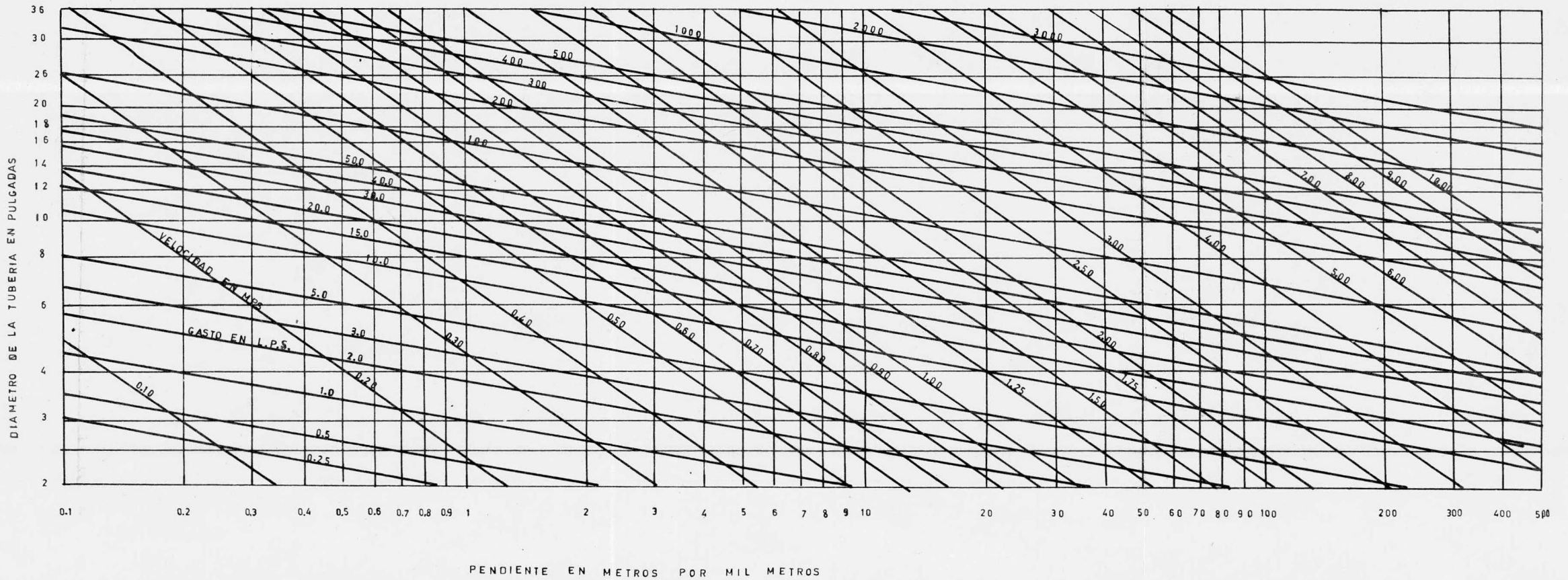


GRAFICA DE VELOCIDADES Y GASTOS EN CONDUCCIONES POR GRAVEDAD

PARA TUBERIAS DE ASBESTO-CEMENTO $n = 0.009$

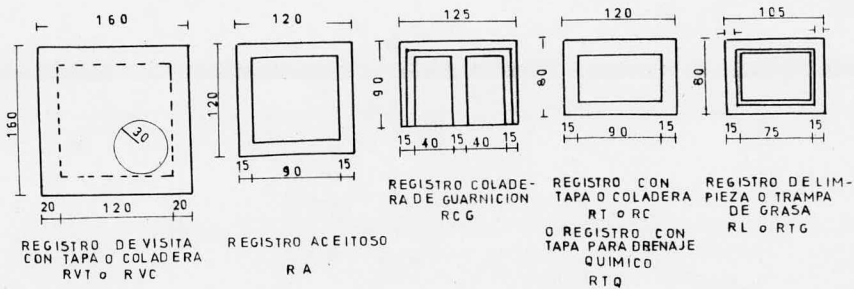
SEGUN LA FORMULA DE MANNING $v = 1/n r^{2/3} s^{1/2}$

NOMOGRAMA N° 4



NORMAS GENERALES PARA REGISTROS DE DRENAJE

	<u>Abreviatura</u>	<u># de Dibujo</u>	
1.	Dimensiones y armado de registros	A-1	
2.	Registro de visita con tapa o coladera	RVT o RVC	A-2A
3.	Registro de visita con tapa o coladera	RVT o RVC	A-2B
4.	Registro Aceitoso	RA	A-3
5.	Registro con coladera de guarnición	RCG	A-4
6.	Registro con tapa o coladera	RT, RC o RTQ	A-5
7.	Registro de limpieza o trampa de grasa	RL o RTG	A-6
8.	Tapa de fierro fundido	TP-1	A-7
9.	Juego de tapas de fierro fundido	TP-2	A-8
10.	Tapa de fierro fundido	TP-3	A-9
11.	Tapa de ángulo grado estructural y concreto armado	TP-4	A-10
12.	Juego de tapas	TP-5	A-11
13.	Rejilla de fierro fundido	RJ-1	A-12
14.	Rejilla de fierro fundido	RJ-2	A-13
15.	Refuerzo adicional de los muros de concreto en pasos de tuberías		A-14
16.	Gráfica para calcular volúmenes de excavación de tierra de los registros		A-15
17.	Gráfica para calcular volúmenes de concreto de los registros		A-16



PLANTAS DIMENSIONALES

ARMADOS														
RVT o RVC			RA			RCG			RT o RC			RL o RTG		
MCA	TIPO	No DE PZAS	MCA	TIPO	No DE PZAS	MCA	TIPO	No DE PZAS	MCA	TIPO	No DE PZAS	MCA	TIPO	No DE PZAS
201	X	2	302	III	14	203	IV	4	302	III	4	309	III	3
251	IV	*E 15	304A	IV	*E 20	204	IX	14	303	III		310	III	6
252	IV	36	305	I	2	317	II	14	304	IV	*E 20	311	IV	*E 20
JGO 253	IV	6				318	III	5	305	I	2	305A	I	2
JGO 254	IV	6				MALLA LAC 66 x 66 2 o SIMILAR 15m								
301	I	**	301	I	**				301	I	**	301	I	**

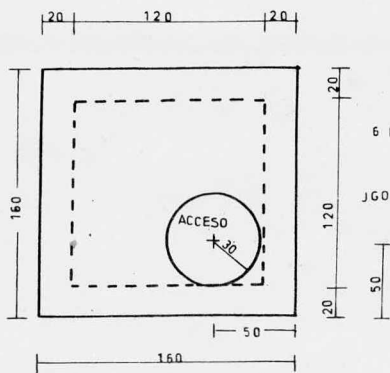
* DEPENDE DE LA ALTURA (H) DEL REGISTRO

** DEPENDE DEL NUMERO DE TUBOS QUE LLEGAN Y SALEN DEL REGISTRO

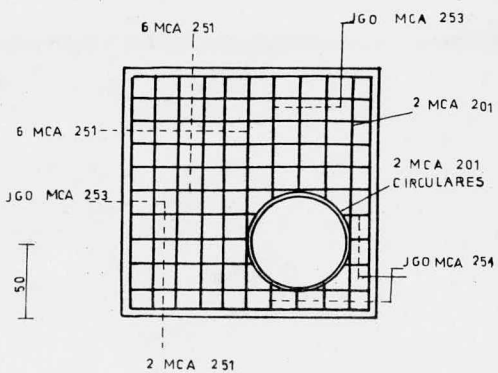
TAPAS REJILLAS Y BROCALES								
	RVT	RVC	RA	RCG	RT	RC	RL	RTG
TAPA	TP-1		TP-2	TP-5	TP-3		TP-4	TP-4
REJILLA		RJ-1		RJ-3		RJ-2		
BROCAL	BR-1	BR-1	BR-3		BR-2	BR-2	BR-4	BR-4



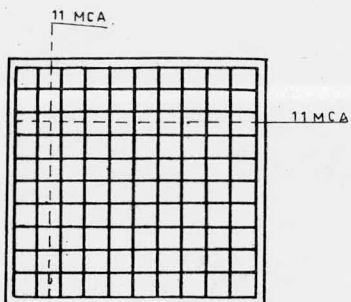
DIMENSIONES Y ARMADO DE REGISTROS - A - I



PLANTA DIMENSIONAL



ARMADO LOSA SUPERIOR



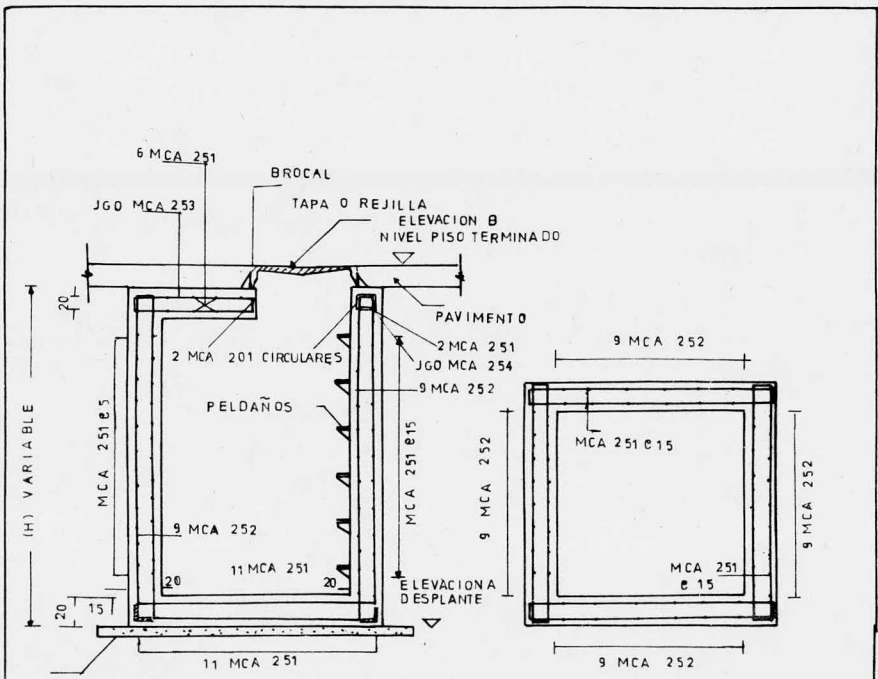
ARMADO LOSA INFERIOR

NOTAS:

1 ACOTACIONES EN cm

REGISTRO DE VISTA CON TAPA
O COLADERA RVT ó RVC

A - 2 A

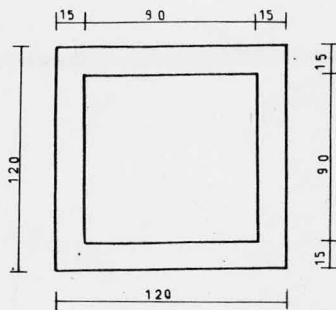


PLANTILLA DE
CONCRETO PDBRE
DE 7 cm DE ESPESOR

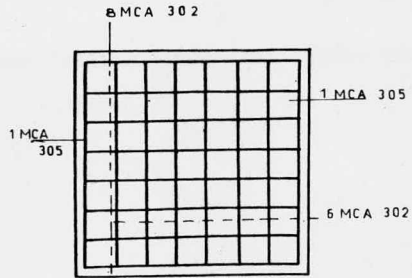
CORTE EN ELEVACION

CORTE EN PLANTA

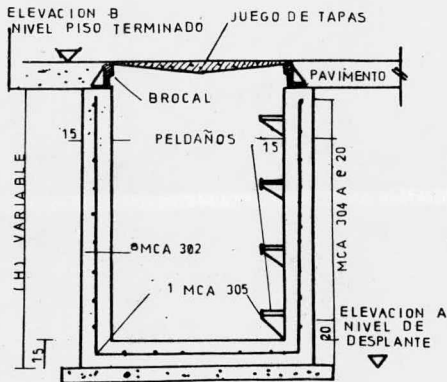
REGISTRO DE VISITA CON TAPA O COLADERA RVT. RVC	A-2B
--	------



PLANTA DIMENSIONAL

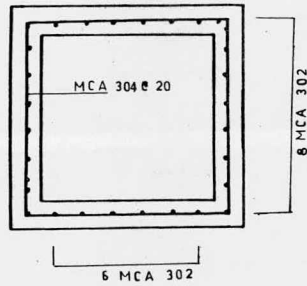


ARMADO LOSA



PLANTILLA DE
CONCRETO POBRE
DE 7cm ESPESOR

CORTE ELEVACION



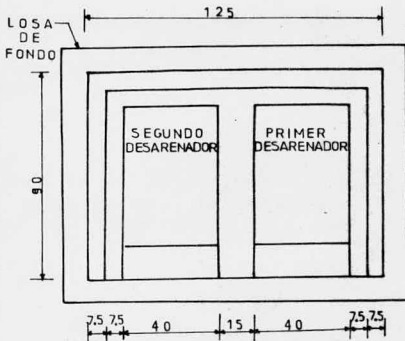
CORTE EN PLANTA

NOTAS:

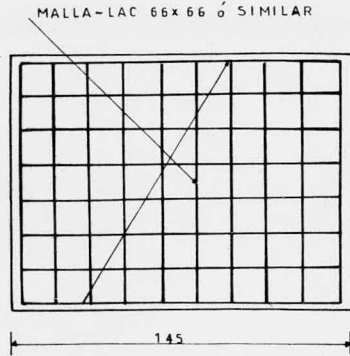
1 ACOTACIONES EN cm

REGISTRO ACEITOSO RA

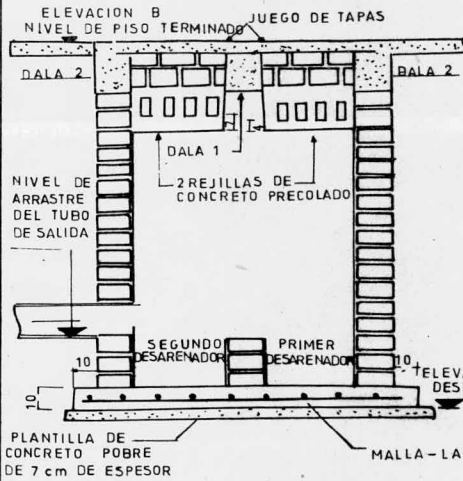
A-3



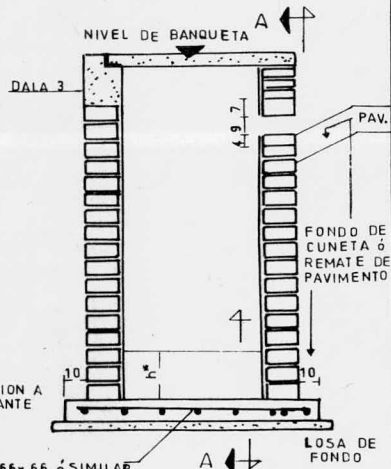
PLANTA DIMENSIONAL



ARMADO LOSA



CORTE A-A



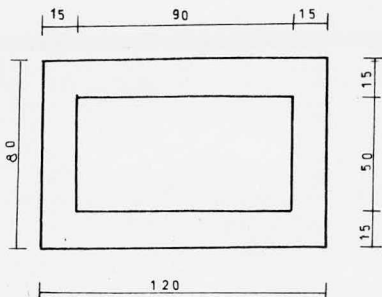
CORTE EN ELEVACION

* LA ALTURA h COINCIDE CON EL NIVEL DE ARRASTRE DEL TUBO DE SALIDA

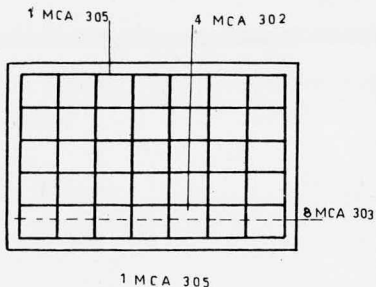
NOTAS :
1.-ACOTACIONES EN cm

REGISTRO CON COLADERA DE GUARNICION RCG

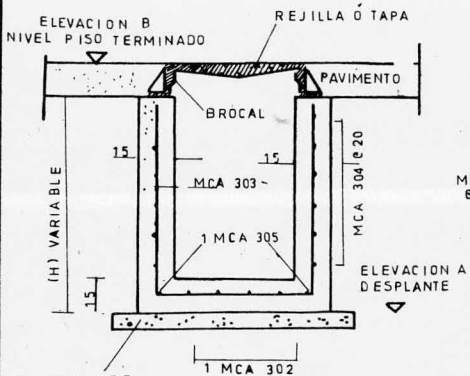
A - 4



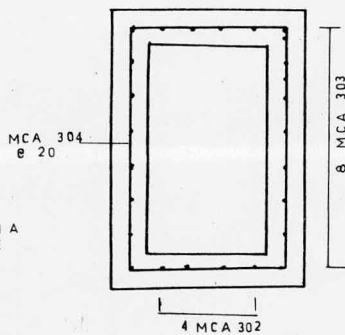
PLANTA DIMENSIONAL



ARMADO LOSA



CORTE EN ELEVACION



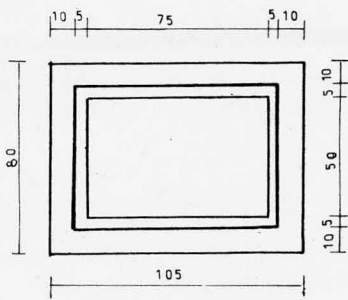
CORTE EN PLANTA

NOTAS:

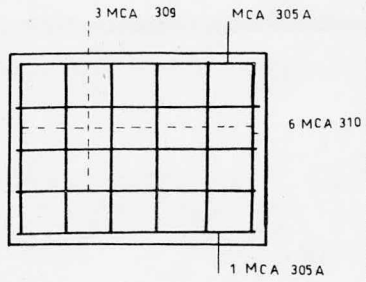
1 ACOTACIONES EN cm

REGISTRO CON TAPA O COLADERA
O REGISTRO CON TAPA PARA DRENAJE QUIMICO

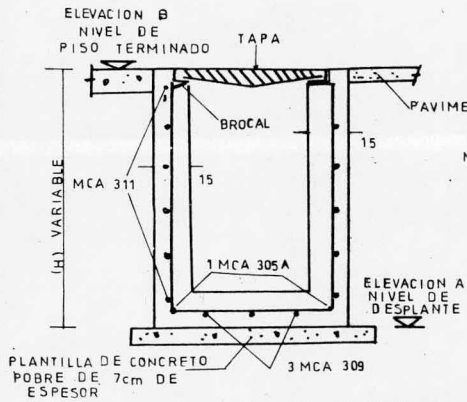
A-5



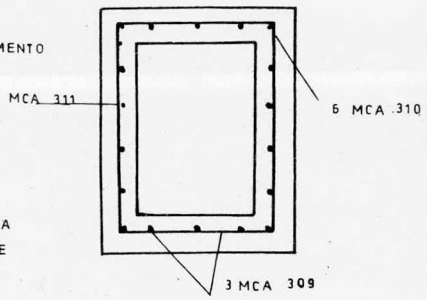
PLANTA DIMENSIONAL



ARMADO LOSA



CORTE EN ELEVACION



CORTE EN PLANTA

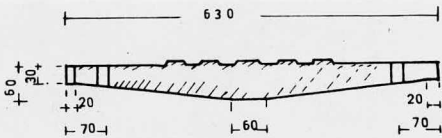
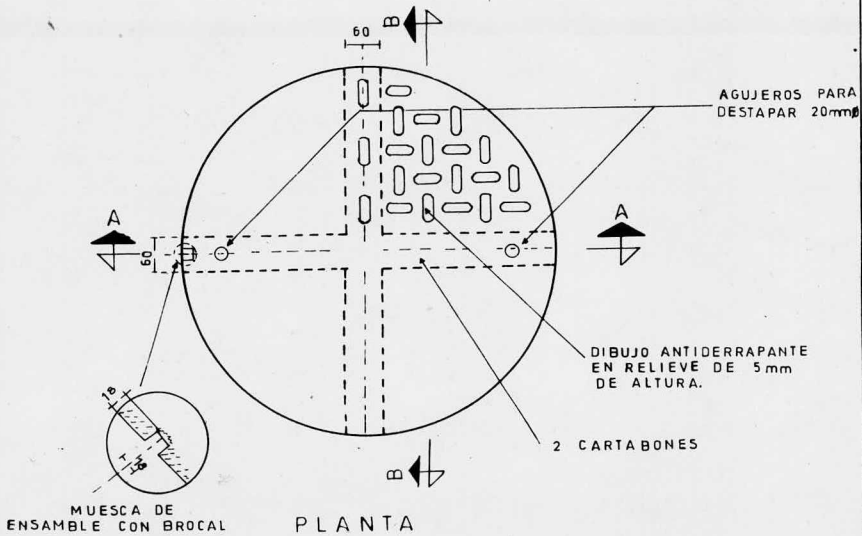
NOTAS :

1 ACOTACIONES EN cm

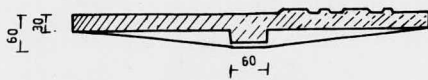
REGISTRO DE LIMPIEZA
TRAMPA DE GRASA

RL
RTG

A - 6



CORTE A-A

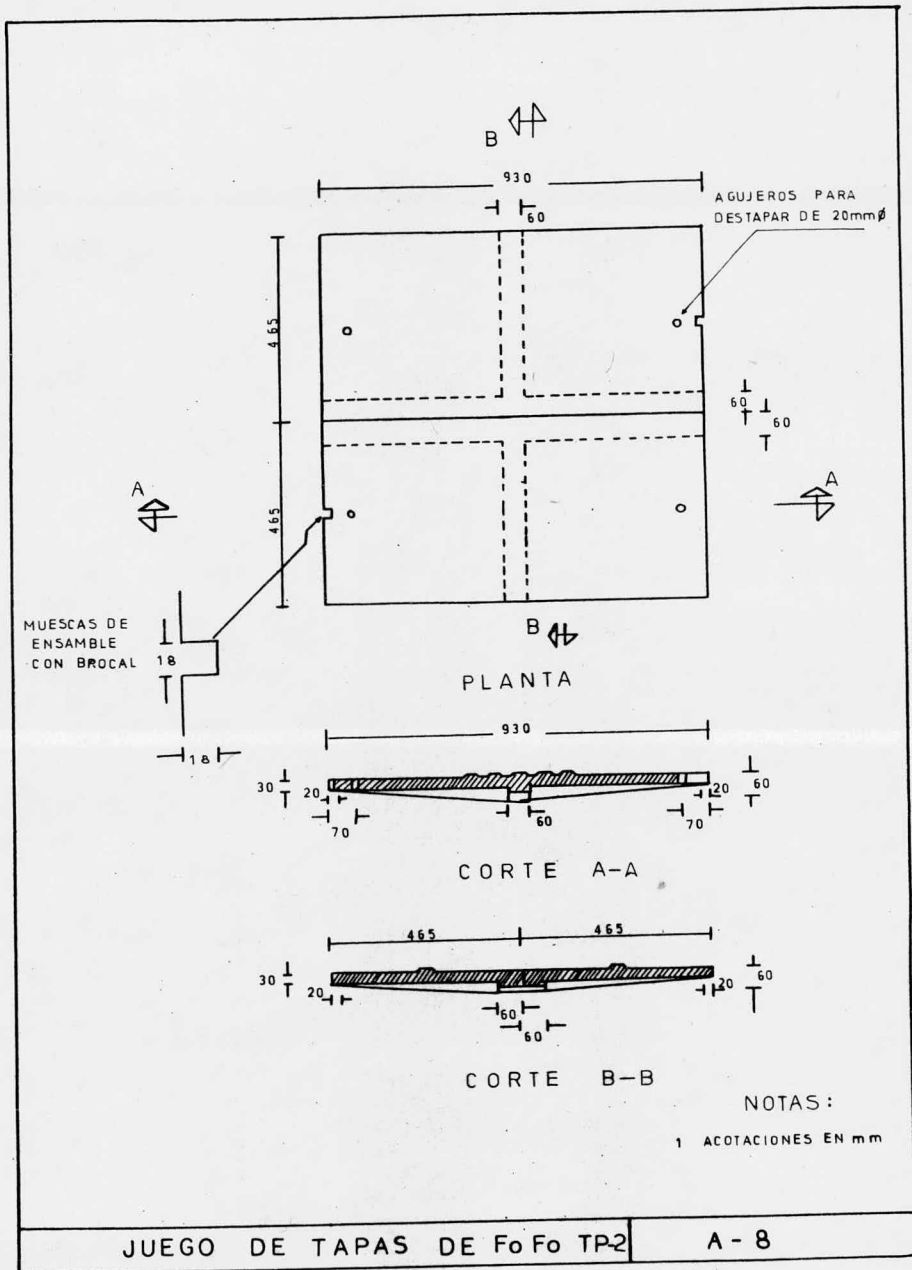


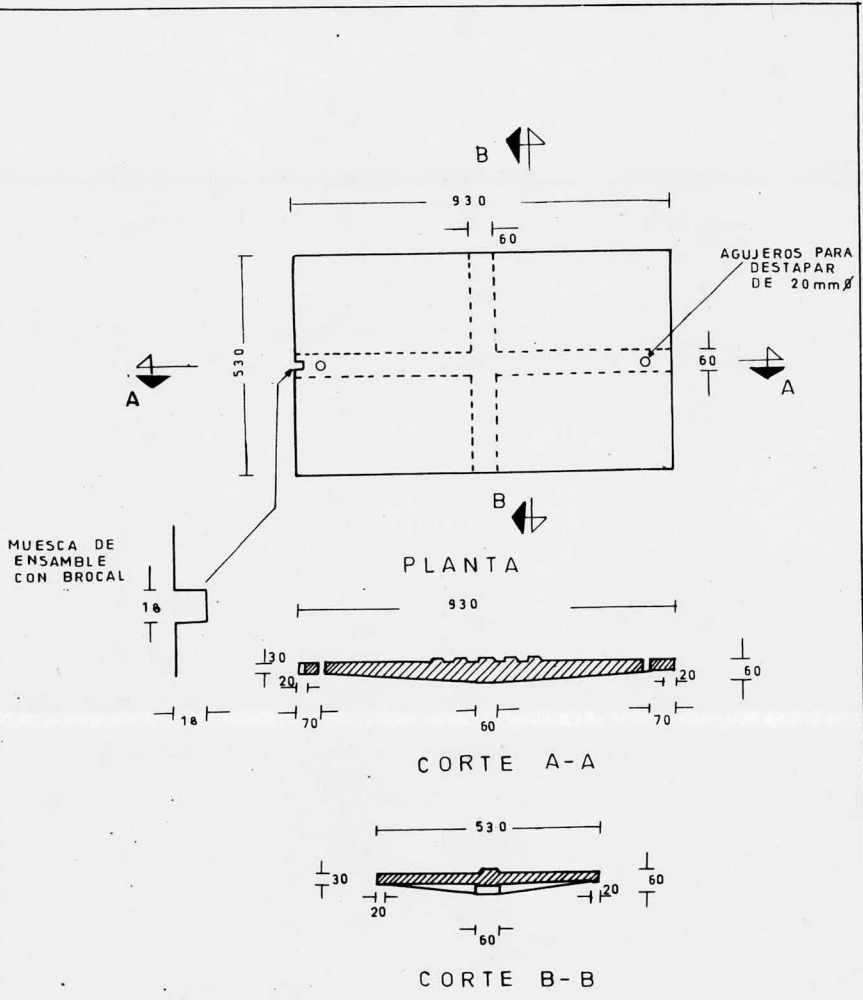
CORTE B-B

NOTAS:
1.- ACOTACIONES EN mm.

TAPA DE f. o. f. TP-1

A-7

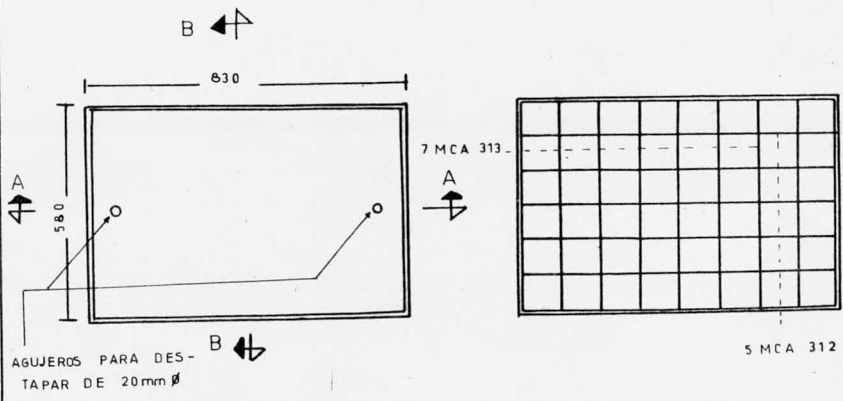




NOTAS:

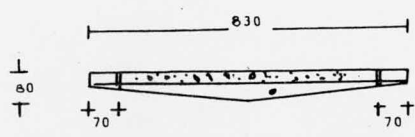
1.- ACOTACIONES EN mm.

TAPA DE F _a F _o TP-3	A-9
--	-----

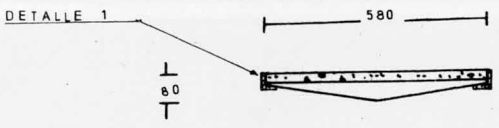


PLANTA

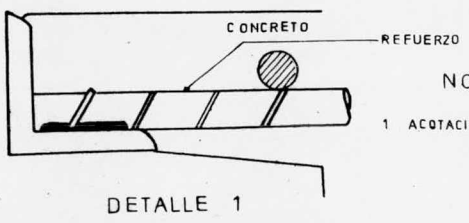
ARMADO



CORTE A-A



CORTE B-B

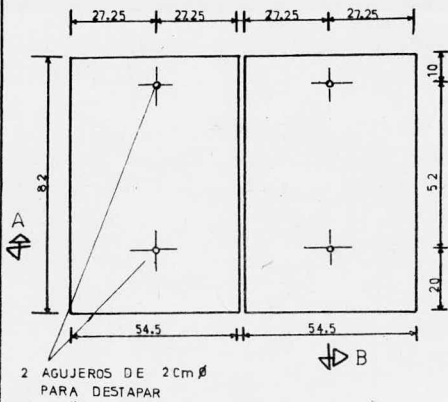


NOTAS:
1 ACOTACIONES EN mm

TAPA DE ANGULO GRADO ESTRUCTURAL Y CONCRETO ARMADO TP-4

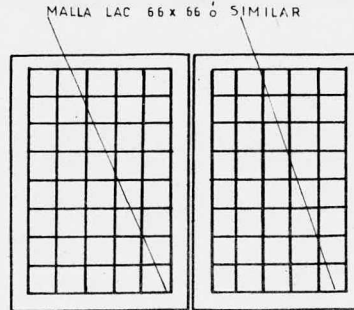
A - 10

↔ B

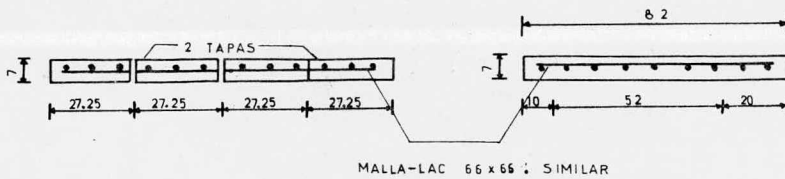


2 AGUJEROS DE 2cm ϕ
PARA DESTAPAR

PLANTA



ARMADO



CORTE A-A

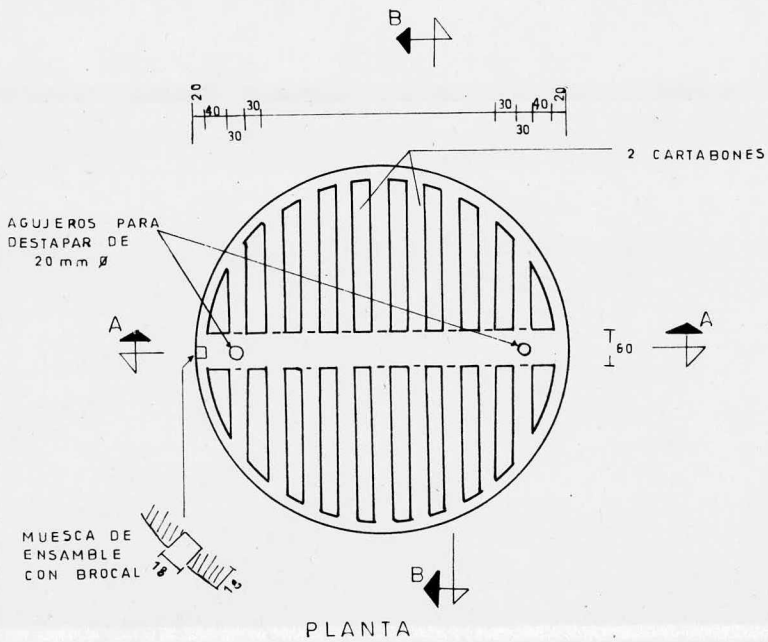
CORTE B-B

NOTAS:

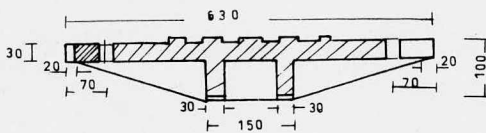
1.- ACOTACIONES EN cm

JUEGO DE TAPAS TP-5

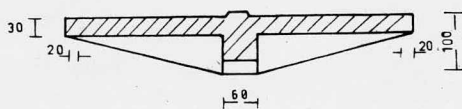
A - II



PLANTA



CORTE A-A



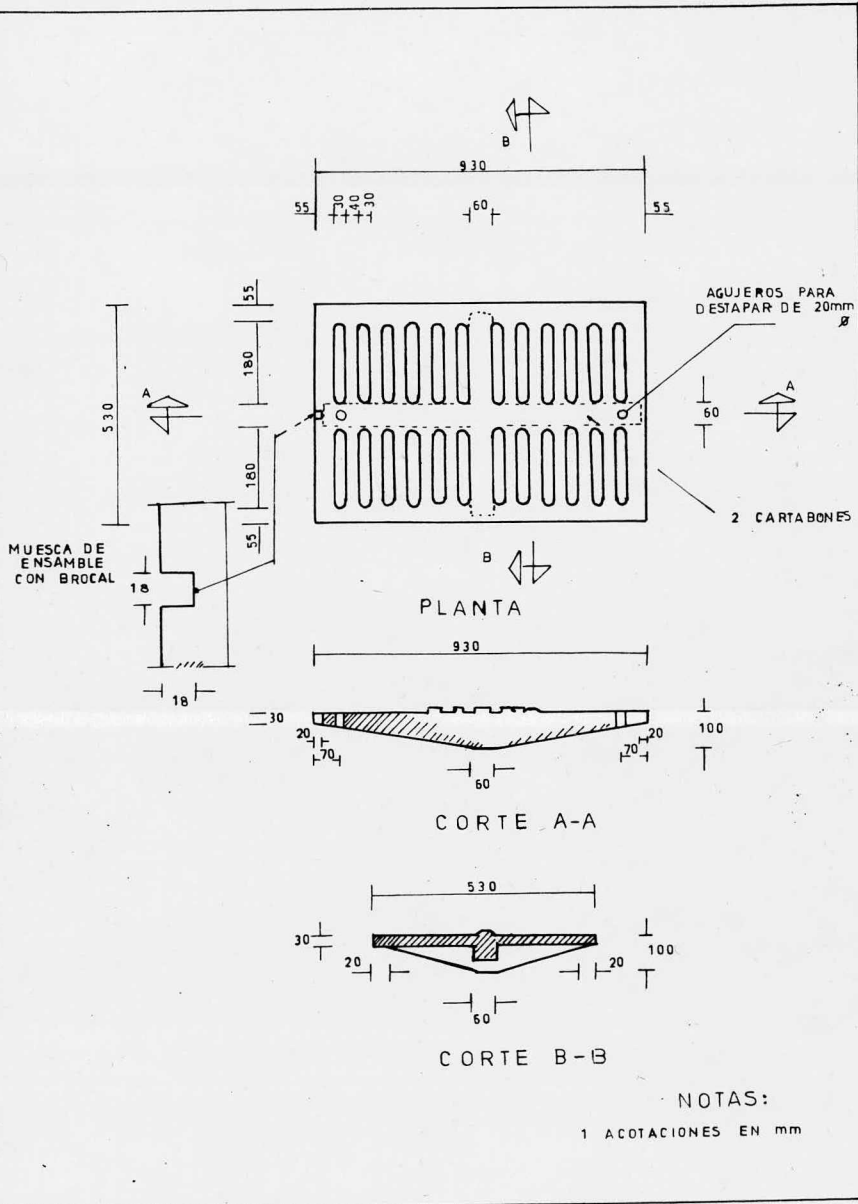
CORTE B-B

NOTAS :

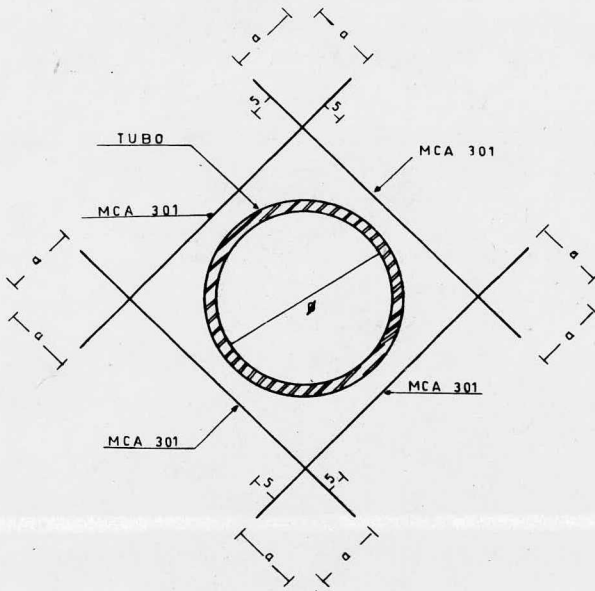
1.- ACOTACIONES EN m.m.

REJILLA DE F_o F_o RJ-1

A-12



REJILLA DE F. F. RJ-2	A-13
-----------------------	------

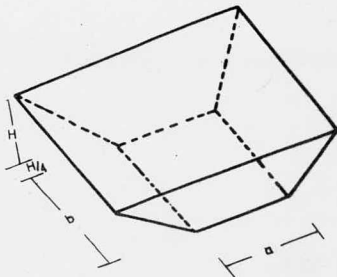


D (cm.)	a (cm.)
HASTA 20	10
HASTA 40	15
HASTA 60	20
HASTA 90	30

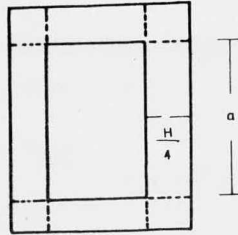
NOTAS:
1.- ACOTACIONES EN cm.

REFUERZO ADICIONAL DE LOS MUROS DE
CONCRETO EN PASO DE TUBERIAS

A-14



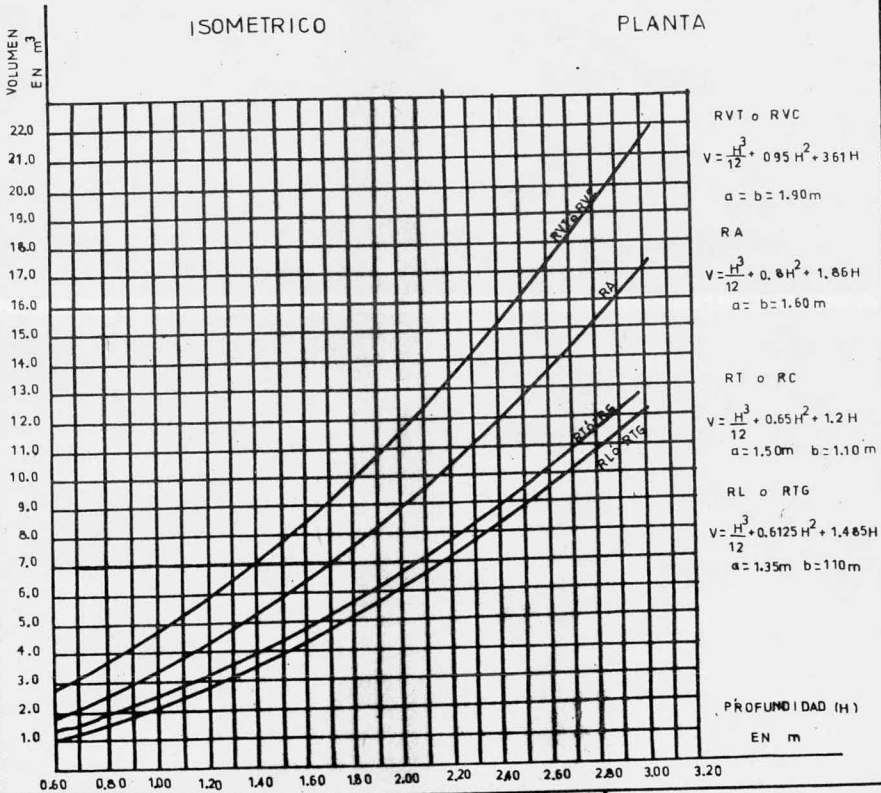
TALUD 1/4:1



b

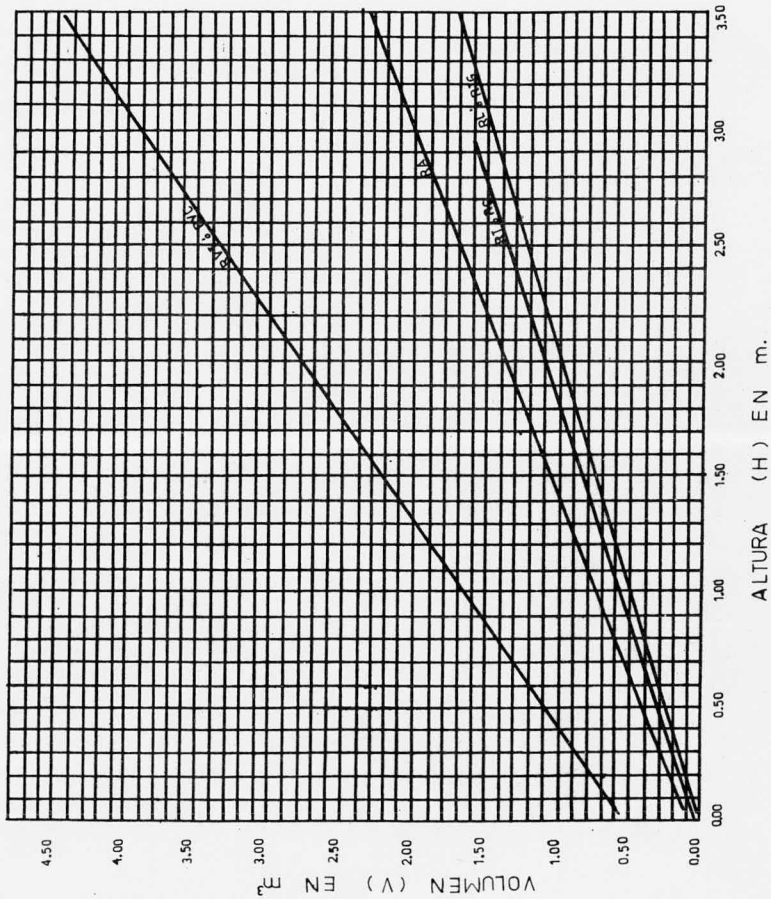
ISOMETRICO

PLANTA



GRAFICA PARA CALCULAR VOLUMENES DE EXCAVACION DE TIERRA DE LOS REGISTROS

A - 15



GRAFICA PARA CALCULAR VOLUMENES DE CONCRETO DE LOS REGISTROS

A-16

BIBLIOGRAFIA

1. HOWARD F. Rase y M.H. Barrow
"Ingeniería de Proyectos para Plantas de Proceso"
John Wiley and Sons, Inc.
Ed. 1973
2. FRANK L. Evnas, Jr.
"Equipment Design Handbook for Refineries and Chemical Plants"
Book Division Gulf Publishing Houston, Texas
1971
3. GORDON Maskew Fair and John Charles Geyer
"Water and Wastewater Engineering" Volume 1: Water Supply
and Wastewater removal
John Wiley and Sons, Inc.
Ed. 1976
4. SABIN Crocker M.E.
"Piping Handbook"
Mc. Graw Hill Book Company
4 Edition (1945)
5. HOWARD F. Rase
"Piping Design for Process Plants"
John Wiley and Sons, Inc.
Ed. 1957
6. VILBRANT and Dryden
"Chemical Engineering Plant Design"
Mc. Graw Hill
Ed. 1967
7. GEORGE P. Fulton
"Control Storm and Flood Water"
Chemical Engineering New York
May 2, 1960

8. WILLIAM O. Seppa. New York City
"Fundamentals fo Sewer Design"
Hydrocarbon Processing
October 1964 Vol. 43 No. 10
9. CHESMAN A. LEE. Engineer, Evanston, Ill.
"How to size conduits for Storm Sewers"
Chemical Engineering
October 3, 1960
10. J.D. Brown and G.T. Shannon
"Design Guide to Refinery Sewers"
Hydrocarbon Processing & Petroleum Refiner
May 1963 Vol. 42 No. 5
11. STEPHEN Walsh. A.M. ASCE and Linfield C. Brown
"Least Cost Method for Sewer Design"
Journal of the Environmental Engineering Division
June 1973
12. W.N. Nitzche, L. Nissen and G.V.R. Marais
"Design Chart for Sewers in Metric Units"
Die Siviele Ingenieur in Suid Afrika
Junie 1972
13. "Sewer Systems"
The Fluor Corporation
14. "Especificaciones Generales para Drenaje"
Petróleos Mexicanos
1967
15. "Normas Generales para Registros de Drenaje" (Imp.)