



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**“DISEÑO DEL PLANO DE LOCALIZACION GENERAL
DE EQUIPO EN PLANTAS DE PROCESO”**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
JAVIER CASTRO MORALES

MEXICO, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

INTRODUCCION

INTRODUCCION

La distribución o disposición del equipo (instalaciones, máquinas, etc.) y áreas de trabajo, es un problema ineludible para todas las plantas industriales; no es posible evitarlo. Aun el mero hecho de colocar el equipo en el interior de una área, ya representa un problema de ordenación. La pregunta no es, por lo tanto: ¿Se debe tener una distribución de equipo? Mejor es preguntar: ¿Es buena la distribución que se tiene?

La respuesta a estas preguntas es quizá la más importante de las cuestiones industriales. Por lo tanto es conveniente revisar qué se quiere significar -- por medio del término "Distribución en Planta":

La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye, espacios mínimos entre equipos para seguridad, tanto los espacios necesarios mínimos para el mantenimiento del equipo y maquinaria, almacenaje y todas las otras actividades o servicios.

Cuando se usa el término distribución en planta, se alude, a veces, a la disposición física ya existente; otras veces, a una nueva distribución proyectada; y, a menudo, se hace referencia al área de estudio o al trabajo de realizar una distribución en planta. De aquí que una distribución en planta pueda ser, en una instalación ya existente, un plan o un trabajo.

El trabajo de proyectar una distribución en planta cubre un amplio campo. Puede comprender, solamente, un lugar de trabajo individual, o la ordenación completa de muchos acres de propiedad industrial. Pero en todos los casos, se debe planear para lograr una distribución eficiente y segura; la cual finalmente será plasmada en el Plano de Localización General de Equipo.

Históricamente, la ordenación de las áreas de trabajo, es casi tan vieja como el hombre mismo. Las primeras "distribuciones" eran producto del hombre que llevaba a cabo el trabajo, o del arquitecto que proyectaba el edificio. Hay muchos ejemplos en los archivos que ilustran el arreglo de lugares de trabajo, y que contienen planos de localización (edificación). Todos muestran un área de trabajo para una misión o servicio específicos, pero sin que parezcan reflejar la aplicación de ningún principio.

Esto no significa, necesariamente que el primitivo trabajo de producción no fué eficiente; en multitud de casos era tan efectivo como lo permitían la capacidad de los hombres, materiales, y maquinaria de la época. De hecho, según se tiene conocimiento, ciertos métodos de la construcción naval, usados y registrados por los venecianos, no fueron vueltos a usar en dicho tipo de industria hasta casi la época de la Segunda Guerra Mundial. Pero la cuestión es que estas primitivas distribuciones eran principalmente la creación de un hombre en su industria particular; había poquísimos objetivos específicos o procedimientos reconocidos, de distribución en planta.

Con el advenimiento de la revolución industrial, hace unos 150 años, se transformó en objetivo económico, para los propietarios, el estudiar la ordenación de sus fábricas. Las primeras mejoras fueron dirigidas hacia la mecanización del equipo. Se dieron cuenta también, de que un taller limpio y ordenado era una ayuda tangible. A principios de siglo, la especialización del trabajo empezó a ser tan grande que el manejo de los materiales empezó también a recibir una mayor atención por lo que se refiere a su movimiento entre dos operaciones. Con el tiempo, los propietarios o sus administradores empezaron a crear grupos de especialistas para estudiar los problemas de la distribución.

Primitivamente se tendía únicamente a agrupar lós máquinas y los procesos similares; a alinear las áreas de trabajo en filas ordenadas, delimitando pasillos y conservándolos limpios; y finalmente, se procuró colocar el material en un extremo del conjunto, haciéndolo circular en dirección al otro extremo de la planta. En realidad, eran más bien detalles en una situación dada, que principios fundamentales.

Durante la década 1940-1950 hubo mayor oportunidad de apreciar la gran importancia de la distribución en planta, que en cualquier otro momento de la historia industrial. Primero se atravesó un período de transición hacia la producción de guerra y la mayor parte de las industrias se vieron obligadas a fabricar productos diferentes, o una cantidad mayor o menor de productos, y a mejorar la calidad de otros. Después vino una reversión a la producción de

los tiempos de paz, con todos sus problemas. Desde entonces diversas nuevas industrias y multitud de nuevos productos han entrado en la producción de un modo efectivo y seguro. Todo esto ha proporcionado una mayor apreciación del papel que desarrolla la distribución en planta. Ha traído nuevos procedimientos y técnicas en su ejecución, y ha convencido a todos los industriales de que una distribución efectiva es mucho más que un plan que se cree funcionará una vez instalado.

Durante estos años, las diversas ideas que los hombres de producción y otros dirigentes tenían a este respecto, se han clarificado. Han tomado cuerpo una serie de factores importantes; se puede decir que a medida que las condiciones han cambiado, el concepto de distribución ha evolucionado constantemente y todo esto ha venido a dar una serie de principios básicos así como de técnicas específicas, los cuales bien aplicados dan origen a una buena distribución en planta.

Así pues el plano de localización de equipo está relacionado con el arreglo espacial y tiene una influencia vital en la eficiencia y utilidad de plantas químicas. Dado que las buenas prácticas de distribución consiguen un balance económico de los requerimientos de seguridad, construcción, mantenimiento, operación, futuras expansiones y de las relaciones de proceso, tales como flujo por gravedad o de cabezas positivas de succión de bombas.

El objetivo de este trabajo es el de intentar ser una guía para conse--

guir una buena distribución, especialmente para aquellos que tengan necesidad de iniciar por primera vez una distribución. Para conseguir ésto es necesario primero establecer en forma muy clara ¿qué es? y ¿qué debe contener? un -- plano de localización; ¿qué información se requiere para iniciar el desarrollo del plano de localización?; así como la información que debe contener cada -- revisión y su utilidad a los diferentes especialistas; todo ésto se trata en los -- dos primeros capítulos.

En el capítulo III, se tratarán las técnicas para desarrollo del plano de localización, tales como el uso de plantillas bidimensionales, tridimensionales o fotografía.

En el capítulo IV se indicarán criterios generales que deben considerarse al estar realizando y analizando las diferentes alternativas de distribución, como son consideraciones ambientales, de seguridad, de proceso, de construcción de mantenimiento, operación y ampliaciones futuras.

En el capítulo V se indicarán criterios más específicos a considerar en -- la localización de equipo (Hornos, torres, recipientes, bombas, etc.)

Finalmente en el último capítulo se indicará paso por paso como reali-- zar el plano de localización en forma ejemplificada.

*

I. PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO

PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO

La sencillez de los métodos de proyecto usados en los primeros días de la industria contrasta en grado sumo con la complejidad del Proyecto de las plantas modernas. Actualmente es necesario combinar el esfuerzo de especialistas en ingeniería, construcción y administración logrando una estrecha interrelación entre sí para proyectar y construir una planta moderna.

Un proyecto es una serie de actividades encaminadas a construir una planta para obtener un producto de determinadas características. El desarrollo global del proyecto incluye una serie de actividades que a saber son las siguientes:

- 1) ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO
- 2) DESARROLLO DE LA INGENIERIA BASICA
- 3) DESARROLLO DE LA INGENIERIA DE DETALLE
- 4) ADQUISICION DE EQUIPOS Y MATERIALES
- 5) CONSTRUCCION
- 6) PRUEBAS Y ARRANQUE DE LA PLANTA

El desarrollo de la Ingeniería de Detalle y la Adquisición de Equipo y Materiales son actividades que se desarrollan simultáneamente.

El desarrollo del documento que trata este trabajo se ubica en una de las fases muy importantes del proyecto de una planta que es la Ingeniería de Detalle.

La Ingeniería de Detalle se puede definir como la parte de la Ingeniería de Proyecto en la cual se desarrollan las especificaciones de los equipos y se elaboran los dibujos y demás documentos de ingeniería con los cuales es posible adquirir los equipos, maquinaria y materiales necesarios para llevar a cabo la construcción de la planta y las instalaciones auxiliares requeridas.

En la ingeniería de Detalle intervienen ingenieros de muy diversas especialidades entre los que podemos enunciar los Ingenieros Químicos que ejecutan los cálculos de proceso necesarios para la selección y compra de los equipos, tales como: bombas, compresores, torres de destilación, recipientes, reactores, cambiadores de calor, etc., desarrollan los diagramas de flujo de tuberías e instrumentos (DTIS) y dan las bases para la definición del Plano de Localización General de Equipo.

En esta fase del proyecto intervienen los Ingenieros Civiles, en el cálculo de drenajes, cimentaciones, estructuras principalmente; los Ingenieros Electricistas en el cálculo de los circuitos eléctricos, subestaciones eléctricas, centros de control de motores, etc.

Los Ingenieros Mecánicos en conjunto con los Ingenieros Químicos revisan los aspectos mecánicos de los equipos, maquinaria y materiales. El estudio de los esfuerzos en las tuberías son actividades a desarrollar por los Ingenieros Mecánicos. También en la Ingeniería de Detalle intervienen verdaderos expertos en algunas disciplinas, tal como Mecánica de Suelos, con objeto de deter-

minar las características del suelo en el que se instalará la unidad. Muy frecuentemente se requiere de Metalurgistas que predeterminen el comportamiento de aleaciones o metales en determinadas condiciones de operación.

Por lo anterior, el diseño y la construcción de una planta de procesos nunca podrán ser llevados a cabo, únicamente por profesionales de una sola rama de la ingeniería; ello debe resultar de los esfuerzos coordinados de ingenieros químicos, mecánicos, electricistas y civiles, así como de químicos y especialistas en otros campos.

El desarrollo de la Ingeniería de Detalle se puede dividir en:

- A) DISEÑO BASICO
- B) DISEÑO DE DETALLE

El Diseño Básico en la Ingeniería de Detalle está fundamentado en la Ingeniería Básica de Proceso, en las Normas y en las Bases de Diseño; y con estos documentos es posible definir la siguiente información:

- 1) ESPECIFICACIONES DE PROYECTO
- 2) DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL EQUIPO
- 3) DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTOS, Y DIAGRAMAS DE SERVICIOS AUXILIARES
- 4) PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO

Dentro de la Ingeniería de Detalle, el Diseño Básico es el cimiento del DISEÑO DE DETALLE; para el Desarrollo de este último se requiere de la intervención de los especialistas; éstos deben elaborar los dibujos, maqueta y documentos de compra requeridos para llevar a cabo la construcción de la planta; en base a las especificaciones del proyecto y a dos documentos muy importantes: Diagramas de Tubería e Instrumentación, y al PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO; y es en este momento cuando se requiere de un esfuerzo mayor de coordinación, debido a que la cantidad de hombres que intervienen es el más numeroso durante todo el desarrollo de la ingeniería.

PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO

Un Plano de Localización General de Equipo es un documento crítico en el diseño y construcción de una planta de proceso; es un dibujo de la unidad, en planta, en el cual se encuentran perfectamente distribuidos y localizados todos y cada uno de los equipos, además se presenta en él los edificios y localización relativa de áreas funcionales, adaptadas a las dimensiones y formas del sitio, localización de estructuras principales, caminos, vías de ferrocarril, sistemas de acceso a la planta, estructuras adyacentes, áreas de almacenamiento y administración, racks de tubería y todo lo necesario a fin de prescribir la apariencia y operación eficiente de la planta.

Un "Plot Plan" no es un documento del cual una planta sea construída. Es algo más que un patrón, un sistema para las innumerables dimensiones empíri-

cas de la distribución de planta; las cuales deben ser establecidas antes de que los dibujos para construcción puedan proceder eficientemente. El "Plot Plan" es el dibujo inicial producido para el arreglo de plantas de proceso; todos los especialistas de diseño emplean este plano para desarrollar los requerimientos necesarios y dibujos para construcción, operación y mantenimiento de la planta. La economía en la producción de estos dibujos será proporcional a la exactitud de la distribución y localización de los equipos, su interdependencia y su libertad para combinarse.

El desarrollo de un "Plot Plan" es un arte más que una ciencia exacta, ya que los requerimientos reales del diseño de proceso deben ser combinados con la experiencia para prever problemas sin solución, o costosos en el diseño mecánico y para proteger al elemento humano que se encarga de la operación y el mantenimiento, ya que aunado a los aspectos de diseño de proceso, cualquier factor por sencillo que sea en el proyecto de una planta de proceso es muy importante para el arreglo físico del mismo equipo.

El plano de localización puede ser el más grande y simple ahorro de costos en el diseño de plantas de proceso, después de que han sido agotadas todas las posibilidades de diseño y distribución de equipo y del proceso en sí; ya que es ésta la etapa donde la calidad y la economía del diseño y distribución son ampliamente determinados, costos de capital pueden ser ahorrados y los requerimientos para construcción, operación, mantenimiento y seguridad serán satisfechos.

El plano final resulta de la experiencia y destreza del personal de Ingeniería de Proyecto, Proceso y Tuberías. El trabajo en este campo es complicado por el hecho de que los criterios de diseño de proceso establecidos y la tecnología ingenieril están en constante movimiento hacia nuevos conocimientos y experiencia.

Así pues, la clave para una construcción económica y una operación sencilla y eficiente es una planeación cuidadosa y una distribución funcional de equipo, tuberías y edificios. Además un "Plot Plan" de un lugar accesible y estético puede contribuir a la seguridad, satisfacción y buenas relaciones humanas de los empleados.

Siendo uno de los objetivos de este capítulo, significar la importancia del Plano de Localización General de Equipo, es conveniente antes enmarcar a grandes rasgos el porque existe un plano de localización en el desarrollo de un proyecto.

De la misma forma que los DTI'S son los documentos básicos del diseño de la ingeniería química, los estudios de distribución (Planeación de Diseño) son los documentos básicos del diseño de la ingeniería mecánica. Estos estudios también coordinan los requerimientos de especificaciones, construcción, operación, mantenimiento y seguridad, así como los datos de proceso y proyecto.

El desarrollo de el Diseño Mecánico de Plantas podría dividirse en tres grandes pasos:

- 1) DISEÑO CONCEPTUAL DE LA PLANTA
- 2) ESTUDIOS DE DISTRIBUCION (PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO)
- 3) DISEÑO DE ARREGLOS DE TUBERIA (PLANO DE PLANTAS Y ELEVACIONES)

Aunque el diseño conceptual (es decir con que va a contar la planta y por lo tanto que es lo que se va a representar en el "Plot Plan", y con qué normas y especificaciones hay que cumplir) normalmente se absorbe en los estudios de distribución o se considera como parte de ellos.

Aunque la distribución de equipo puede hacerse en combinación con los arreglos de tubería (Plant Layout) estas actividades normalmente se trabajan en forma separada.

El diseño conceptual tiene lugar en las etapas iniciales del diseño de plantas. Normalmente sólo se dispone de datos esenciales y en ocasiones ni de éstos; tales como especificaciones de diseño, diagramas de flujo de proceso, dimensiones preliminares de equipo, información de equipos de catálogos; datos de diseño de proyecto relacionados con el sitio de la planta, edificios, servicios y medio ambiente, esto último aparece en las Bases de Diseño.

El diseño conceptual de planta es una actividad altamente innovadora, cubriendo una diversidad de campos de ingeniería. Se requiere una coordina--

ción eficiente en esta etapa, entre las disciplinas de ingeniería, proceso, proyecto, operación, mantenimiento y los especialistas en seguridad. En esta etapa se establece la esencia del proceso, así como los requerimientos de diseño de planta, con objeto de que los especialistas tomen un acuerdo para determinar los principios de diseño. Así pues, se establecen las relaciones de equipo vertical y horizontal; se determinan los sistemas de acceso, rutas de escape para emergencia, abastecimiento y manejo de materiales; se investigan los métodos de operación, mantenimiento y construcción; y se prevee la distribución de espacio para cuartos de control, centros de control de motores, edificios, estructuras, así como para las actividades de personal (laboratorios, vestidores, almacenes, etc.)

Los resultados finales de todas las necesidades deben ser grabados vía dibujo; lo cual no es otra cosa que el Plano de Localización General de Equipo; algunas veces se prefiere realizar directamente una Maqueta, la que puede representar un gran ahorro en tiempo de la representación de todos estos conceptos (tiempo de dibujantes).

Los estudios de distribución son extensiones del diseño conceptual en una forma más detallada. Los dibujos que son resultado de los estudios de planeación y distribución (PLG) son usados para aprobación por todas las especialidades para diseño final. Los estudios de planeación y distribución son preparados para que todas las disciplinas de ingeniería puedan trabajar simultánea e independientemente para producir los dibujos de detalle de construcción.

Es conveniente recordar que los estudios de distribución (PLG) no son -- usados para construcción sino que facilitan el diseño de la ingeniería de deta-- lle de tal forma que todas las disciplinas puedan trabajar en paralelo sin inter-- ferir entre sí en sus trabajos o actividades. Si los estudios de distribución son bien coordinados los dibujos de construcción ensamblarán sin interferencias costo-- sas.

Así pues todo el esfuerzo de la firma de diseño y construcción debe ser programado para que el trabajo entero esté coordinado. La información, el - equipo y los materiales deben fluir de manera que ningún grupo se retrase; para lo cual se debe seguir una secuencia lógica de las actividades de diseño de - plantas y de las operaciones de abastecimiento de equipo y materiales de cons-- trucción.

La siguiente es una secuencia típica de las operaciones de diseño y cons-- trucción de plantas de proceso. Esta secuencia es un resumen de las actividades más importantes. Así mismo, se presentan los documentos en estas actividades - que son claves para ejecutar el proyecto y en los que un retraso en su elabora-- ción y edición afectarán la vida del mismo.

SECUENCIA DE ACTIVIDADES EN DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PLANTAS

- 1.- Diseño de proceso y preparación del diagrama de flujo de proceso.
- 2.- Preparación de los planos preliminares de distribución de planta (Plot-Plan)

y de los diagramas de ingeniería de flujo (DTI'S).

- 3.- Diseño parcial de recipientes. Los recipientes principales por lo general, son renglones de equipo con plazos de entrega largos y pueden ser parcialmente procurados, tan pronto como la información del proceso está completa. Las partes interiores, tales como mezcladores, agitadores y demás -- equipo relacionado con recipientes, deben ser especificados en este tiempo.
- 4.- Especificación del equipo mecánico incluyendo transmisiones eléctricas y - de vapor, bombas, compresores, equipo de manejo de materiales, y demás equipo que pueda ser procurado sin la preparación de planos completos.
- 5.- Especificación de Instrumentos. Generalmente las válvulas de control se - posponen hasta que los arreglos preliminares de tuberías hayan sido completados.
- 6.- Diseño de los principales dispositivos de distribución eléctrica, planta principal y transformadores de subestación, y de dispositivos eléctricos más pequeños, tales como arrancadores de motor, tan pronto como el inciso 4 esté completo. Los diagramas de línea para la distribución eléctrica de la planta (diagrama unifilar) deben completarse a un grado tal que permita - un estudio de cargas de la planta. Este trabajo a menudo se hace sobre una base preliminar, a partir de los diversos estudios de fuerza de proceso.
- 7.- Diseño y especificación de intercambiadores de calor, calentadores de fuego directo, accesorios varios de los calentadores y equipo de generación de vapor.

- 8.- Preparación de especificaciones de tubería incluyendo especificaciones de válvulas, y lista de números individuales de las válvulas. Esto permite efectuar una separación de válvulas a partir directamente del diagrama de ingeniería de flujo (DTI).
- 9.- Terminación del plano general y de los planos por áreas de la distribución de las plantas.
- 10.- Planeación de los arreglos de tubería y elaboración de la lista de materiales (suspenso de materiales) para tuberías subterráneas.
- 11.- Diseño de cimentación para recipientes y demás equipo cuyos datos preliminares hayan sido recibidos de los vendedores. Elaboración de lista preliminar de materiales de cimentación. Elaboración de lista de todos los pernos de anclaje del equipo principal. En donde se va a usar piloteado, es probable que los dispositivos para el mismo, puedan estar completos en este tiempo y que la introducción de pilotes pueda comenzar. Algunas veces las operaciones preliminares de construcción se inician en este punto.
- 12.- Diseño de acero estructural o diseño de otras estructuras requeridas por operaciones de proceso. Estudios arquitectónicos de los edificios de las plantas.
- 13.- Distribución de ductos para conductores eléctricos y elaboración de lista de materiales eléctricos subterráneos.
- 14.- Diseño de cimentación para equipo eléctrico independiente del mencionado en el inciso 6.

- 15.- Recepción de planos con dimensiones certificadas, de los equipos citados - en los incisos 3 a 7.
- 16.- Terminación de arreglos de tuberías, a un grado suficiente para determinar y fijar las orientaciones de los puntos de conexión en recipientes.
- 17.- Remisión de planos de recipientes para fabricación. Los fabricantes de re recipientes habrán sido seleccionados por medio del inciso 3 anterior.
- 18.- Remisión de planos de cimentación a las fuerzas de construcción para erec ción.
- 19.- Remisión de planos de acero estructural para procuración y fabricación de acero estructural: remisión de especificaciones de todos los materiales pa ra la construcción, por parte de las fuerzas de construcción, de estructu- ras elevadas de concreto reforzado.
- 20.- Arranque de la construcción: limpieza del terreno, nivelación preliminar y excavaciones para cimentación.
- 21.- Terminación de la elaboración de lista preliminar de materiales de tube -- rías (suspenso de materiales) para su procuración.
- 22.- Terminación de los diversos aceros estructurales, principales para soportes de tuberías y elaboración de lista de materiales de todos los renglones va- rios para usarse en la construcción de campo en la manufactura de soportes de tuberías.
- 23.- Iniciación de los planos de instalación de instrumentos: elaboración de - lista de todos los materiales requeridos para la instalación de instrumentos.

- 24.- Terminación del diseño de tuberías y revisión de planos para su fabricación.
- 25.- Terminación de diseño arquitectónico y de la elaboración de lista de materiales para los edificios. Esta fase puede completarse mucho antes para edificios que no se van a usar para operaciones de proceso.
- 26.- Terminación de planos eléctricos y listas de materiales.
- 27.- Terminación de la procuración de todo el equipo principal. La procuración de materiales diversos continúa todavía.
- 28.- Comienza la entrega, en el sitio de la obra de ciertos renglones de equipo, comprendidos en los incisos 4 a 8.
- 29.- Terminación de instalaciones subterráneas.
- 30.- Terminación de cimentaciones.
- 31.- Entrega de renglones principales de equipo y acero estructural e iniciación de la erección sobre el nivel del piso.
- 32.- Instalación de tuberías.
- 33.- Instalaciones eléctricas.
- 34.- Instalación de instrumentación.
- 35.- Prueba del equipo instalado.
- 36.- Instalación de aislamientos.
- 37.- Limpieza.
- 38.- Procedimientos de operación de arranque.
- 39.- Aceptación de la planta por el cliente.

Un estudio breve de esta secuencia hace ver la dependencia de cada operación sobre una o más de las operaciones previas. Existe una interdependencia compleja en la cual unos grupos de diseño dependen de la información de otros grupos de diseño. Se observa también que una vez que se ha hecho la selección y diseño del proceso y elaborado el diagrama de flujo de proceso es cuando se procede con la preparación preliminar del plano de localización, así como de los diagramas de ingeniería de flujo, los cuales son actividades -- fundamentales en la ejecución del proyecto. Como se indica en el inciso 2 de la secuencia, el "Plot Plan" plano de localización es de prima importancia, ya que en él y en los DTI'S se fundamenta el desarrollo de la ingeniería de detalle y marcan el arranque de las actividades de todos y cada uno de los especialistas (ver figura 1.1 y figura 1.2).

Algunas de las actividades para las que se utiliza el Plano de Localización General de Equipo, son las siguientes:

A todas las especialidades les proporciona y ayuda a:

Obtener información general sobre las plantas.

Efectuar análisis detallado y completo, el cual incluye aspectos de operación, economía, mantenimiento y seguridad y emisión de comentarios por cada uno de los especialistas para área estimada de equipo en el que estén involucrados.

Estimado de cargas de trabajo y horas-hombre.

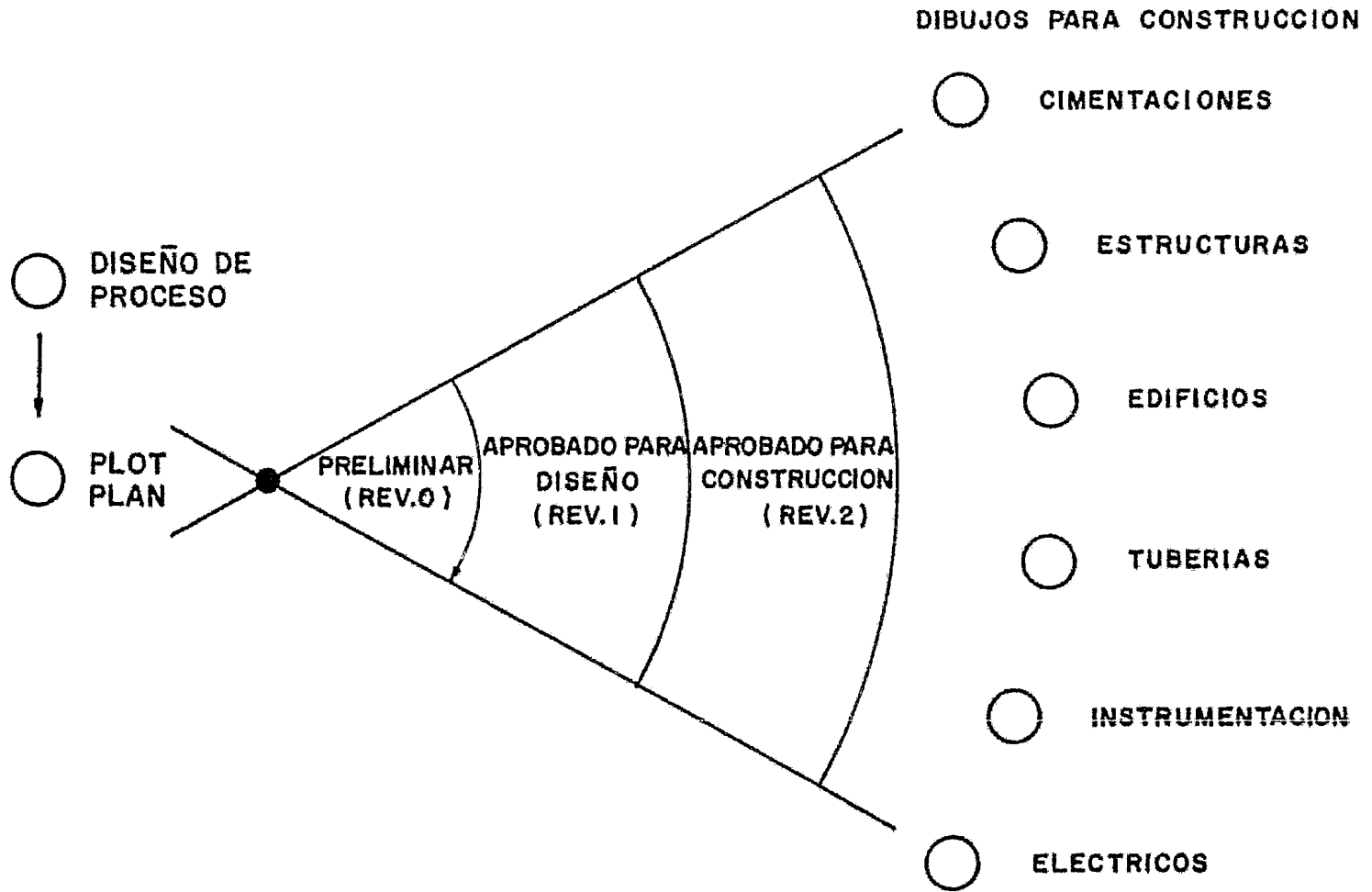


FIG. 1.1 IMPORTANCIA DEL PLOT PLAN.

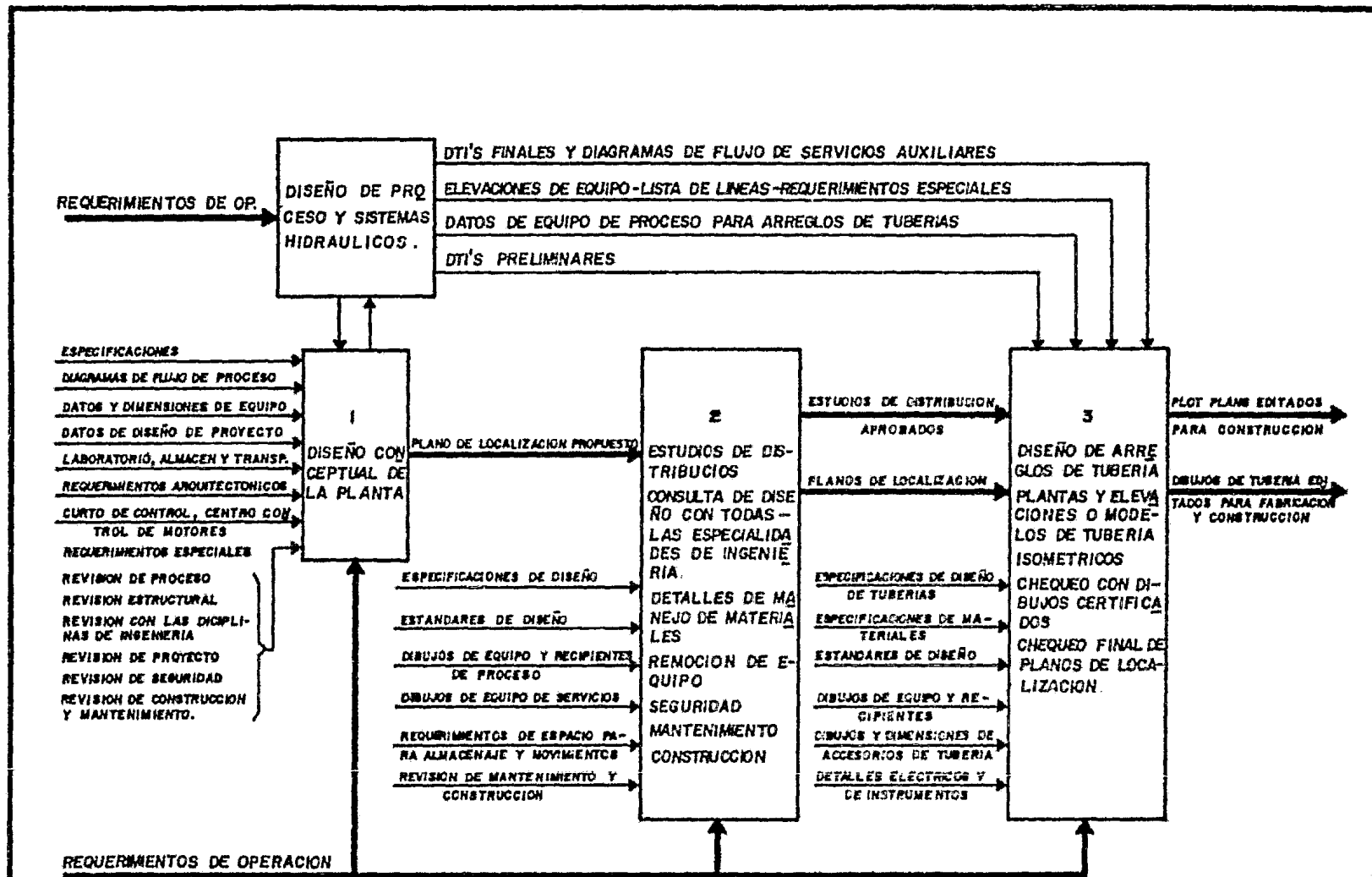


FIG. 1.2 FLUJO DE INFORMACION Y ACTIVIDADES INVOLUCRADAS EN EL DESARROLLO DEL DISEÑO DE PLANTAS.

A los diseñadores civiles que son los responsables del diseño de drenajes, cimentaciones y estructuras de concreto y de acero. Este grupo requiere como información básica el Plano de Localización General de Equipo, las especificaciones civiles del proyecto, los dibujos de fabricante y a petición de este grupo se desarrolla el Estudio de Mecánica de Suelos, indicando en un PLG de equipos, dónde deben hacerse los sondeos y qué información requiere, dando en el caso de equipos pesados o vibratorios, el peso, la altura o cualquier otra información que juzgue conveniente para que el ingeniero que desarrollará el estudio correspondiente le pueda orientar y dar una recomendación, la que deben analizar en conjunto para tomar una determinación del tipo de cimentación a usar: por superficie, por sustitución o por pilotes o precarga, dependiendo de la capacidad de carga del suelo.

Otra de las funciones del grupo civil es el cálculo y diseño de los drenajes. Algunos de estos sistemas de drenajes requieren de un tratamiento específico como son el químico y aceitoso, para lo cual se contará con una área específica y que estará indicada en el PLG.

Los drenajes por regla general son enterrados, sin embargo en algunos casos se requiere de trincheras o se bombean por tubería colocada sobre la soportera de la planta, esto sucede principalmente con drenajes químicos.

Los drenajes enterrados son parte de las instalaciones bajo el piso y requiere de una coordinación muy estrecha entre Ingenieros Civiles que diseñan

drenajes y cimentaciones, Ingenieros Electricistas que diseñan los ductos eléctricos y los Especialistas de Tubería que diseñan junto con los Especialistas de Seguridad el sistema contra incendio, para lo cual requieren del Plano de Localización General de Equipo. A el grupo de diseño eléctrico, el cual elabora el plano de distribución de fuerza, una vez establecido éste, se desarrolla la cédula de conductores que es un listado de cada uno de los conductores de la planta, perfectamente identificados. Después, sobre el Plano de Localización General de Equipo, a escala apropiada se efectúan trazos generales y preliminares de ductos y derecho de vía; y se prepara el Plano de clasificación de áreas. A Ingeniería de Tuberías para elaborar maqueta preliminar, estudios de arreglos y puente de tuberías, parteaguas, etc. A Coordinación y Control; coordinación de los trabajos de diseño de las diferentes especialidades. A Arquitectura para preparar el anteproyecto del cuarto de control. Además todas estas actividades se pueden ir detallando cada vez más por los diferentes especialistas, en virtud a las diferentes revisiones y ediciones por las que atraviesa el plano de localización; (preliminar, aprobado para diseño, aprobado para construcción) ver figura 1.1. Por todo esto, se deberá tener cuidado con la puntualidad en la elaboración y edición de este documento, ya que siendo el cimiento de la ingeniería de detalle, un retraso en él tendrá como consecuencia y resultado un atraso para todos los especialistas; esto se puede observar en la figura 1.2. Como se decía, un retraso de este documento provoca que los especialistas se dilaten en sus actividades, por lo que también se atrasan fabricantes y finalmente, las cuadrillas de construcción dependen de la información de los diseñadores y del material de los fabricantes.

Así pues el realizar un buen arreglo físico de los equipos y edificios dentro de la planta, es sumamente importante y se refleja a lo largo de la operación, en situaciones de emergencia y en operaciones de mantenimiento de la misma. Además una unidad de proceso moderna erigida en la actualidad es -- probable que permanezca en uso por 20 años o más, por lo que cualquier error en el inicio será costoso rectificar después.

Por todo lo anterior, el Plano de Localización General de Equipo es - un documento sumamente importante para el desarrollo de un proyecto.

II CLASIFICACION DEL PLANO DE LOCALIZACION

PLANOS DE LOCALIZACION

El ingeniero de proyecto diseña y construye unidades de proceso para - plantas nuevas o las integra o relocaliza a las ya existentes. Su mayor esfuerzo realizado durante el diseño de plantas de proceso está dedicado al desarrollo de los planos de distribución de los distintos equipos de las áreas de proceso o servicios.

Después de terminar los diagramas ingenieriles de flujo y antes de que - empiece el diseño detallado de ductos, estructuras e instalaciones eléctricas debe planear la distribución de las unidades de proceso.

El ingeniero de proyecto se encarga del diseño de plantas para las que tiene que elaborar una serie de planos de localización en función del tamaño de la planta; así se tendrá que para plantas relativamente pequeñas en un plano de localización general, puede quedar definida la distribución total de la planta - (área de proceso, edificios, etc.); pero cuando se trata de una planta grande - que consta de varias áreas de proceso se requiere generar una serie de planos de localización unitarios en los cuales se muestre la distribución del equipo para ca da una de esas áreas y demás servicios y otro donde se muestre todo el conjunto; o también puede estar encargado del diseño de grandes refinerías o complejos - petroquímicos en cuyo caso tiene que desarrollar toda una serie de planos de lo calización, tanto de equipo (planos unitarios; ver figura 2.1) como del comple- jo mismo (plano maestro o plano de integración, ver figura 2.2.). Si el nuevo

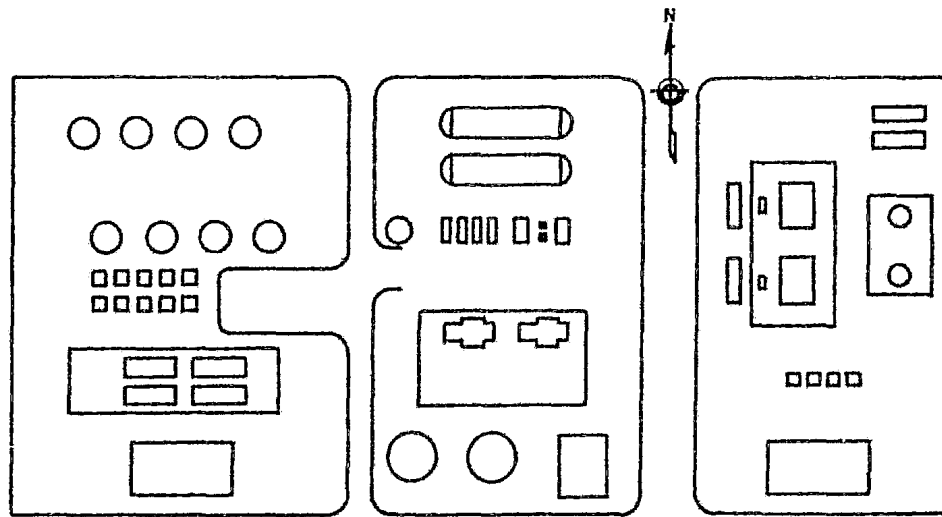


FIG. 2.1 PLANOS UNITARIOS

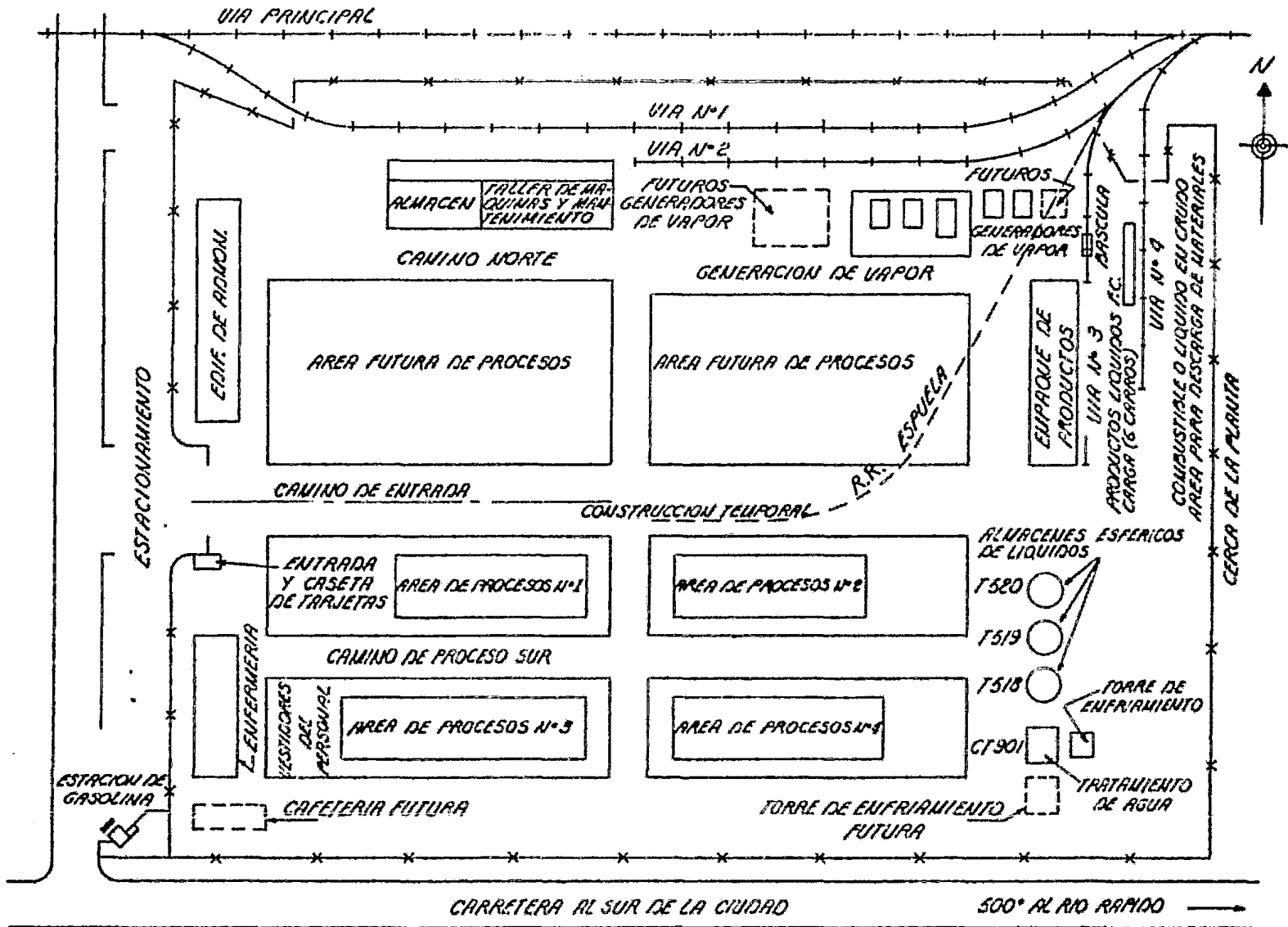


FIG. 2.2 PLANO DE INTEGRACION

proyecto es una adición a otros ya existentes, el ingeniero de proyectos es forzado a adaptar y restringir su arreglo ideal a la forma del lugar disponible, pero aún para una planta nueva, se deben determinar los requerimientos de espacio para el área o áreas de proceso de la unidad, así como definir áreas para futuras expansiones antes de que se pueda finalizar el plano de integración.

Esta planeación se realiza por un grupo de expertos incluyendo al ingeniero de proyecto; a los diseñadores estructurales y de ductos y al ingeniero de proceso. Los resultados de sus trabajos son los planos.

Estos planos son el Plano de Localización General (Plano de Integración) y Plano de Localización General de Equipo. En este último puede hacerse una subdivisión: Plano de Localización General de Equipo de la unidad de proceso y Plano de Localización General de la unidad de Servicios.

CLASIFICACION GENERAL DE PLANOS DE LOCALIZACION

1.1 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL (Plano de Integración o Maestro).

1.2 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO

- a) Unidades de Proceso.
- b) Unidades de Servicios.

1.1 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL (Plano de Integración o Maestro)

El Plano de Localización General es un documento donde se muestra la localización relativa entre áreas de proceso, edificios administrativos, calles, zona de almacenamiento, zona de carga y zona de servicios auxiliares en un complejo industrial, ya sea petroquímico o de refinación.

Este documento incluye distribución relativa indicando coordenadas entre:

Areas de Proceso

Zonas de Servicios

Zona de tratamiento de condensado y combustible de calderas

Zona de calderas, zona de turbogeneradores

Zona de carga y descarga

Cuarto de bombas

Cuarto de compresores

Cuarto de equipo eléctrico

Subestaciones eléctricas

Cuarto de Control

Fosas para tratamientos de efluentes

Trincheras

Soporte de tuberías entre áreas

Calles indicando ancho y número

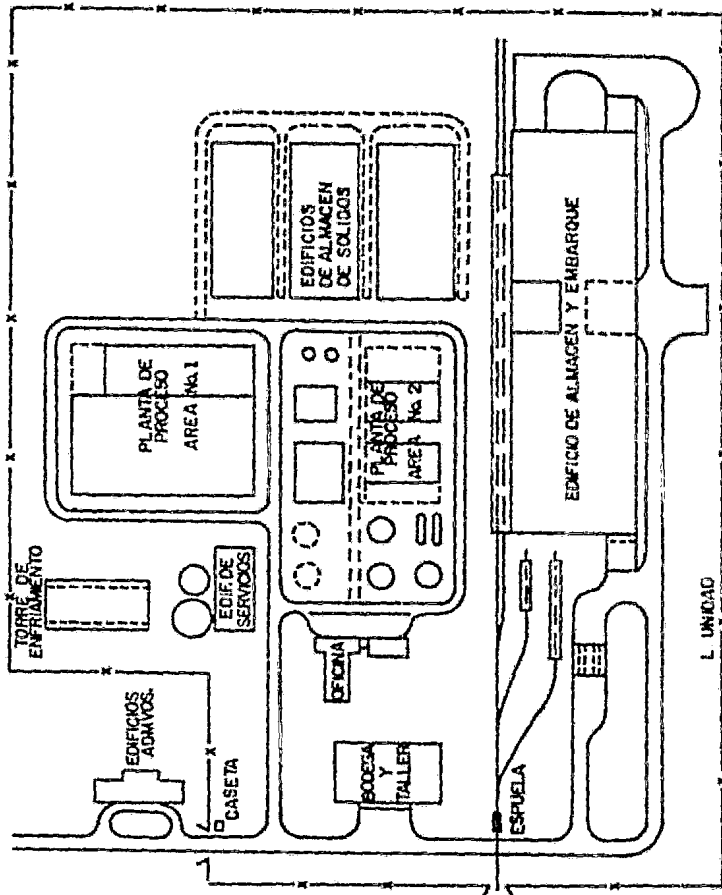


FIG. 2.3 PLANO DE INTEGRACION

Bodegas

Almacenes

Diques para tanques de almacenamiento

Central contra incendio y laboratorio

Almacén de agua contra incendio

Talleres y estacionamiento

Zona de servicios administrativos

Terreno para plantas futuras y además indica los límites del complejo industrial, vías de acceso como carreteras, vías de ferrocarril, así como el norte astronómico y norte de construcción.

Este documento sirve para determinar la orientación que tendrá una planta, para localizar equipo peligroso como hornos, quemadores, etc., ya que se tendrá que considerar la posición y características de plantas contiguas, sirve para localizar cuarto de control eléctrico, oficinas, cuarto de control de instrumentos, los cuales estarán cerca de alguna calle, para determinar el tipo de rack que se empleará en una área de proceso, el cual estará en función de la recepción y salida de productos y reactivos.

Conviene tener presente que, dependiendo de la planta o complejo en particular, se incluirán otros puntos o se desecharán otros de los que aparecen en el listado anterior.

1.2 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO

El Plano de Localización General de Equipo (Plano Unitario) muestra la localización en vista de planta de cada pieza de equipo dentro de una sola undad, ya sea de proceso o de servicio.

Los planos unitarios se preparan en forma similar al Plano Maestro de conjunto, excepto que los detalles son mayores, debido al gran número de elementos que forman este tipo de unidades.

El Plano de Localización General de Equipo (Plano Unitario o Plot-Plan) es un documento base para el diseño de una planta. Este documento incluye todo el equipo de proceso indicando:

Racks de tuberías

Cuarto de equipo eléctrico

Cuarto de control

Caminos, accesos, así como coordenadas de los equipos

Recipientes verticales

Recipientes horizontales

Compresores

Bombas

Cambiadores

Hornos o calentadores a fuego directo

Torres

Reactores

Condensadores

Separación de soportería y dimensiones y coordenadas

de estructuras principales

Quemadores, etc.

El Plano de Localización General de Equipo de áreas de servicios incluye todo el equipo con sus coordenadas relacionado con los sistemas de servicios auxiliares de la planta en cuestión; estos sistemas incluyen todo el equipo necesario para la preparación y distribución de vapor, aire, agua, combustible, ya sea gas o diesel, corriente eléctrica, así como agentes químicos o catalizadores y además equipo relacionado con los sistemas de tratamiento de materiales de desecho sean sólidos, líquidos o gaseosos como pueden ser separadores de aceite agua-sólidos o lagunas, o cuando sea necesario, sistemas de tratamiento químico o biológico. Sistemas de tratamiento de aguas para calderas, deaeradores, equipo de bombeo, sistema para calentamiento de aceite combustible y sistemas para la preparación de aire de planta e instrumentos, como secadores, equipo generador de corriente eléctrica cuando no se cuenta con corriente de C.F.E. o cuando se requiere para emergencia, subestaciones eléctricas, torres de enfriamiento con bombas de recirculación de agua de enfriamiento y bombas de agua contra incendio, así como sistemas de tratamiento para agua de enfriamiento o para calderas, que debe ser tratada para remover sedimentos o disminuir dureza, etc.; así como los sistemas de almacenamiento de materias primas, productos, agua -

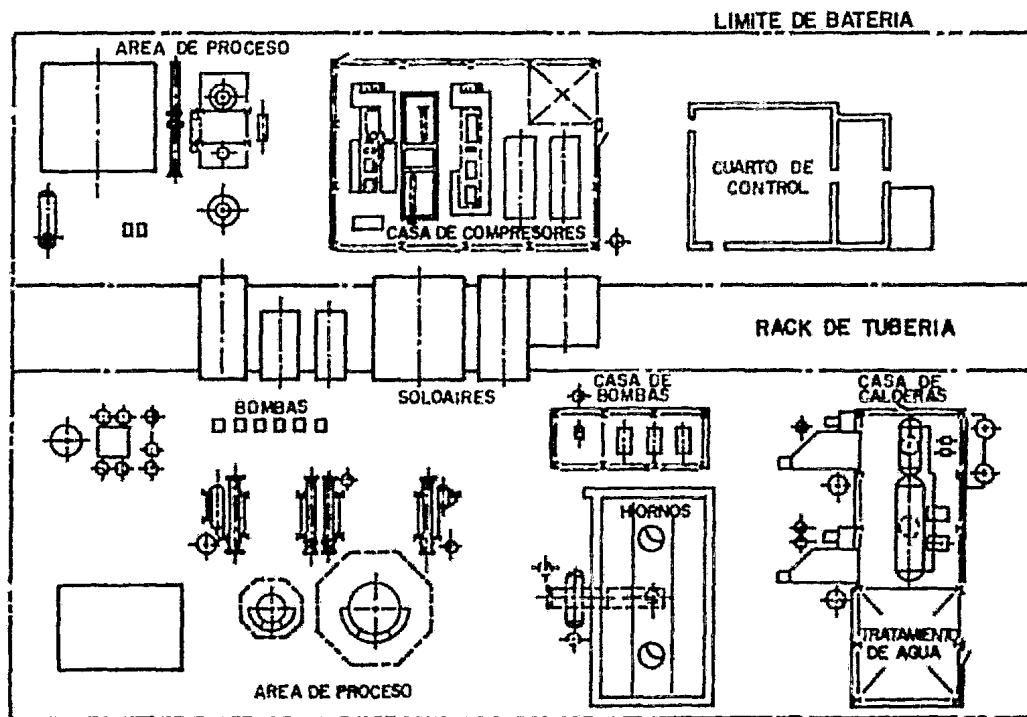


FIG. 2.4 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL (UNITARIO)

tratada, agua contra incendio, almacén de químicos que pueden ser tanques, etc.

El espacio requerido para una planta de servicios depende del equipo - incluido y su localización en referencia a la planta de proceso. Es conveniente observar que las unidades de servicios incluirán o no algunos equipos o sistemas de los mencionados o bien otros, dependiendo de los requerimientos de la - planta de que se trate.

Se debe recordar que el fijar o ajustar el PLG de equipo a las limitantes físicas del lugar, al equipo y al diagrama de flujo de proceso no es suficiente; no es como el dónde poner las flores en el jardín, sino que se deben tomar en cuenta para la distribución de áreas y equipo dentro de ellas una serie de - factores y situaciones antes de poder definir el Plano de Localización General. Así, muchos criterios deben ser considerados para subdividir el "Plot-Plan"; algunos de ellos son:

CRITERIOS PARA SUBDIVIDIR EL PLOT-PLAN

Escala y alcance de la operación

Limitaciones existentes del lugar

Consideraciones de Seguridad

Supervisión de Operación

Suministro de Servicios

Requerimientos de manejo de Materiales

Conveniencia en el Mantenimiento

Economía en la Construcción

Expansión futura o posibles adiciones.

Como el enfoque de este trabajo es el de indicar como se realiza el Plano de Localización General de Equipo y aunque sale fuera del objetivo indicar como se lleva a cabo la elaboración de un Master Plot-Plan, en el capítulo correspondiente se mencionarán algunos criterios para realizarlo en la medida que sea posible, y con esos criterios y haciendo una analogía con la preparación de los planos unitarios, se tendrá una idea amplia de como realizar el Master Plot-Plan. Así, el tratamiento que se hará en este trabajo será enfocado fundamentalmente a planos de localización general de equipo en plantas de proceso (Planos Unitarios).

INFORMACION REQUERIDA PARA INICIAR EL
 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
 (PLOT-PLAN)

INFORMACION	FUENTE
Localización del sitio para la planta	Cliente vía Jefe de Proyecto
Mapa topográfico	Cliente vía Jefe de Proyecto
Localización de caminos y carreteras de acceso al lugar	Cliente vía Jefe de Proyecto
Datos climatológicos	Información preliminar
Vientos dominantes y reinantes	Información preliminar
Condiciones del suelo	Ingeniero Civil
Información básica del contrato	Jefe de Proyecto y Coordinador de Diseño
Especificaciones y Estándares de trabajo	Supervisor de diseño de planta
Requerimientos del cliente	Cliente vía Jefe de Proyecto
Diagramas de flujo de proceso	Coordinador de Diseño
Dimensiones preliminares de equipo	Ingeniero de Proceso y Proyecto
Equipo y subestaciones eléctricas	Ingeniero Eléctrico
Localización de acometidas de servicios incluyendo corriente eléctrica	Jefe de Proyecto
Dimensiones preliminares de Edificios	Coordinador de Diseño
Información plantas similares	Libros de proyecto en Archivo o Microfilms

De entre esta información necesaria para iniciar un PLG de equipos es fundamental el diagrama de flujo de proceso y como información básica del - proyecto las "Bases de Diseño". En este documento están definidos todos los requerimientos de la planta, así como localización de la planta y características climatológicas del sitio para la planta.

A continuación se presentan unas "Bases de Diseño" indicando su contenido general.

BASES DE DISEÑO

1. GENERALIDADES
 - 1.1 Función de la Planta
 - 1.2 Tipo de proceso
2. CAPACIDAD, RENDIMIENTO Y FLEXIBILIDAD
 - 2.1 Factor de Servicio
 - 2.2 Capacidad y Rendimiento
 - a) Diseño
 - b) Normal
 - c) Mínimo
 - 2.3 Flexibilidad
 - 2.4 Previsiones para futuras ampliaciones
3. ESPECIFICACIONES DE LAS ALIMENTACIONES
4. ESPECIFICACIONES DE LOS PRODUCTOS
5. CONDICIONES DE LA ALIMENTACION EN LIMITES DE BATERIA
Presiones y temperaturas máximas, mínimas y normales y el estado físico de cada una de las alimentaciones a la planta
Mencionar la forma de entrega
6. CONDICIONES DE LOS PRODUCTOS EN LIMITES DE BATERIA
7. ELIMINACION DE DESECHOS

8. ALMACENAMIENTO

9. SERVICIOS AUXILIARES

9.1 Vapor

9.2 Condensado

9.3 Agua de enfriamiento

Fuente de Suministro (río, pozo, etc.)

Sistema

Condiciones de Límite de Batería:

- Entrada: Presión, Temperatura, disponibilidad

- Retorno Presión Mínima y Temperatura Máxima

Análisis

9.4 Agua para servicios y para usos sanitarios (agua para limpieza y mantenimiento).

Fuente de Suministro

Condiciones en Límite de Batería:

Presión, Temperatura y disponibilidad

9.5 Agua Potable

Fuente de Suministro

Análisis Químico y Bacteriólogo

Condiciones en Límite de Batería:

Presión, Temperatura y disponibilidad

9.6 Agua contra Incendio

Fuente de Suministro

Condiciones en Límite de Batería:

Presión y disponibilidad

9.7 Agua para caldera

Fuente de Suministro

Análisis

Condiciones en Límite de Batería:

Presión, Temperatura y disponibilidad

9.8 Agua de Proceso

Fuente de Suministro

Análisis

Condiciones en Límite de Batería:

Presión, Temperatura y disponibilidad

9.9 Aire de Instrumentos

Suministro (compresor especial, de Límite de Batería, etc.)

Capacidad extra requerida

Presión del Sistema

Punto de Rocío

Impurezas (hierro, aceite, etc.)

9.10 Aire de Planta

Suministro (compresor especial, de Límite de Batería, compresor portatil)

Presión del Sistema

9.11 Combustible

a) Gas

Fuente de suministro

Naturaleza

Composición Base húmeda

Propiedades físicas (gravedad específica, peso molecular, poder calorífico)

Presión y Temperatura en Límite de Batería:

Disponibilidad

b) Líquido

Fuente de suministro

Naturaleza

Análisis químico, azufre, carbón y metales

Propiedades físicas (peso específico, viscosidad, poder calorífico)

Presión y Temperatura en Límite de Batería:

Disponibilidad

c) Sólido

Fuente de suministro

Naturaleza

Composición base húmeda

Propiedades físicas (densidad real y aparente, tamaño de Partícula, % cenizas, poder calorífico).

Forma de entrega

Disponibilidad

9.12 Inertes

Naturaleza

Composición

Forma de entrega en Límite de Batería

Disponibilidad

9.13 Alimentación de Energía Eléctrica:

Fuente (s) de suministro

Interrupciones: frecuencia, duración máxima y promedio, causas

Tensión

Número de fases

Frecuencia

Factor de potencia, mín.

Capacidad interruptiva de corto circuito

Número y sección de conductores (mm² ó calibre)

Material del conductor y aislamiento

Diámetro y material del ducto

Acometida (Subterránea o aérea)

Nivel y coordenadas de la acometida

9.14 Alimentación de Energía Eléctrica de Emergencia

Fuente de suministro

Tensión

Número de fases

Frecuencia

Capacidad interruptiva de corto circuito

Número y sección de conductores (mm² ó calibre)

Tipo del conductor (material, aislamiento)

Acometida (Subterránea o aérea)

Nivel y coordenadas de la acometida

9.15 Teléfonos

Criterio de comunicaciones, externas o internas

Número y sección de conductores (mm² ó calibre)

Capacidad disponible del conmutador (si existe)

Acometida (Subterránea o aérea)

9.16 Desfogue

Cabezales disponibles fuera de Límites de Batería:

Diámetro y especificación de los mismos

Flujo máximo actual y posible temperatura

Causas de desfogue

Características del Quemador

Capacidad disponible del mismo

Distancia al quemador

10. SISTEMA DE SEGURIDAD

10.1 Sistema contra incendio

Criterio de Diseño

Red contra incendio

Equipo móvil y portátil

Rociadores

Cámaras de Espuma

10.2 Protección de Personal

Duchas, tomas de aire, etc.

11. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

11.1 Temperatura

De ser posible conseguir un registro diario de temperatura de los últimos 5 años y si no los siguientes datos:

Máximas y mínimas extremas

Máximas y mínimas promedias

Promedio

Bulbo húmedo promedio

Promedio del mes más caliente

Promedio del mes más frío

11.2 Precipitación pluvial

De ser posible conseguir registro diario de precipitación en los últimos 5 años y si no la siguiente información:

Horaria máxima

Máxima en 12 ó 24 horas

Anual media

Estadística de tormentas eléctricas (número de tormentas en cada mes y número de rayos por tormenta)

11.3 Viento

Dirección de los vientos dominantes

Dirección de los vientos reinantes

Velocidad media

Velocidad máxima

11.4 Humedad

Máxima a °F

Mínima a °F

11.5 Atmósfera

Presión atmosférica

Atmósfera corrosiva, no corrosiva, contaminantes ppm.

12. LOCALIZACION DE LA PLANTA

12.1 Coordenadas de los Límites de Bateria

Indicar las coordenadas de Límites de Bateria y conseguir un plano de localización de la planta.

12.2 Elevación de la planta sobre el nivel del mar

12.3 Previsiones para futuras ampliaciones

13. BASES DE DISEÑO ELECTRICO

13.1 Clasificaciones de Areas

Especificar el código

13.2 Resistividad eléctrica del terreno

Promedio, máxima y mínima

13.3 Características de la alimentación de motores

Motores grandes, menores y fraccionarios

13.4 Corriente para alumbrado

Volts, fases

13.5 Voltaje para instrumentos y Control

Volts, fases

13.6 Distribución de corriente (Aérea o subterránea)

14. BASES DE DISEÑO PARA TUBERIAS

14.1 Soportes de tuberías y trincheras

Tipo de soporte

Requerimientos especiales de alturas de soportes en

Límite de Bateria

Trincheras (se permiten o no)

14.2 Drenajes

Receptor

Tipos de drenajes en la planta (químico, pluvial, sanitario, aceitoso)

Materiales preferidos para los drenajes

Elevación del drenaje en Límites de Bateria

14.3 Maqueta y dibujos

Indicar si se hará maqueta y tipo de dibujos que se harán

15. BASES DE DISEÑO CIVIL

15.1 Código que aplica

Indicar el código que aplica en caso de viento, sismo, etc.

15.2 Nivel de piso terminado

15.3 Solicitaciones por viento

(no aplica en caso de que se emplee el Manual de la C.F.E.)

Presión de viento

15.4 Solicitaciones por Sismo

(no aplica en caso de que se emplee el Manual de la C.F.E.)

Factores sísmicos

15.5 Nivel Freático

15.6 Información general sobre el tipo de suelo

15.7 Tipo de edificios o construcciones

Edificios que deberán localizarse dentro de Límites de Batería

(cobertizos para bombas y compresores, etc.)

16. BASES DE DISEÑO DE INSTRUMENTOS

16.1 Tipo de Tablero

Convencional, gráfico, semigráfico o selectivo

16.2 Tipo de señal predominante

Eléctrica, neumática

Para sistemas neumáticos definir tipo de tubo

17. BASES PARA DISEÑO DE EQUIPO

17.1 Compresoras

Tipo de compresoras preferido

Accionadores (tipo preferido)

Sobre diseño

17.2 Bombas

Accionadores

17.3 Cambiadores de calor

Información disponible sobre factores de incrustación experimentales

Diámetro y longitud de tubos preferidos para acero al carbón y para acero inoxidable.

18. NORMAS, CODIGOS Y ESPECIFICACIONES

Indicar si se utilizarán las especificaciones particulares del cliente

El Plano de Localización General de Equipo es un documento que atraviesa por una serie de revisiones y ediciones antes de que se pueda tener en su versión Aprobado para Construcción. Las revisiones por las que atraviesa son - las siguientes:

- 1.- Preliminar (04)
- 2.- Para Aprobación (06)
- 3.- Para iniciar Diseño (06D1)
- 4.- Para Diseño Final (06D2)
- 5.- Aprobado para Construcción (07)

Conforme se van realizando cada una de estas revisiones, tanto la información requerida para su elaboración como la información contenida en cada una de ellas, será mayor cada vez.

Para editar el Plano de Localización General de Equipo en su revisión Preliminar, antes se hacen estudios de distribución de equipo; en estos estudios - se debe coordinar información de diseño como son dimensiones de equipo para - su localización, todas las dimensiones para estructuras, rutas de tubería, accesos y espacio para mantenimiento; para lo que se preparan una serie de esquemas que presentan varias alternativas, con plantillas de los equipos colocados sobre - el área disponible para la planta o bien se realizan dibujos a mano alzada, ya que en estos esquemas las ideas de diseño son más importantes que la calidad - del dibujo; aunque no contienen ninguna información útil para iniciar ninguna -

actividad de Ingeniería de Detalle. Su principal objetivo es la discusión preliminar interna con los departamentos de Proceso, Proyectos y todas las disciplinas de ingeniería, y con el cliente, de la distribución que se pretende para los equipos; para lo cual se solicitarán los comentarios de los especialistas según se requiera en particular sobre los aspectos de mantenimiento o ubicación de algunos equipos críticos como son Hornos, Quemadores, etc.

1.- REVISION PRELIMINAR (04)

Es el plano que mostrará el área requerida para colocar los equipos de proceso y servicios y cuartos de control; y será el dibujo en papel albanene de la mejor alternativa que haya resultado después de trabajar los esquemas de la localización de los equipos con plantillas.

1.A INFORMACION REQUERIDA

- Bases de diseño: vientos dominantes y reinantes
- Area disponible
- Soporterías adyacentes para alimentación de corrientes de proceso y servicios
- Puntos de entrega de productos
- Dimensiones de todas las torres y recipientes de proceso
- Dimensionamiento preliminar de recipientes de servicios auxiliares y de cambiadores de calor de proceso y servicios
- Dimensiones estimadas de Hornos, bombas, cuartos de control y edificios de compresores

1.B INFORMACION CONTENIDA

La revisión PRELIMINAR mostrará la siguiente información:

- La localización de todos los equipos de proceso sin coordenadas
- El área que ocupará la planta
- Aunque no se muestran coordenadas, los equipos dibujados estarán a escala de acuerdo a un estimado preliminar
- El área reservada para el cuarto de control eléctrico y de instrumentos (ver nota No. 4)
- Edificios de compresores y de condensadores

1.C UTILIZACION

1.C.1 Para todas las especialidades de Diseño:

- Comentar en forma conjunta la escala a la que se dibujará el plano definitivo
- Información general sobre las plantas
- Comentarios preliminares a la localización de los equipos
- Estimación de cargas de trabajo y horas-hombre

1.C.2 INGENIERIA CIVIL

- Formular Requisición de Mecánica de Suelos

1.C.3 INGENIERIA ELECTRICA

- Efectuar trazos generales y preliminares de ductos y derecho de vía.

Algunas veces en base a la revisión PRELIMINAR del Plano de Localizau

ción General de Equipo, Ingeniería de Tuberías en conjunto con los ingenieros encargados del diseño del plano de localización elaboran una: MAQUETA PRELIMINAR que mostrará todos los equipos de la planta representados por modelos tri dimensionales, así como los cuartos de compresores y control; aunque la elaboración de la maqueta en esta etapa depende de la Estructura Organizacional de la Compañía de Diseño en cuestión, pero independientemente de esto es muy re comendable y conveniente su preparación, ya que representa un ahorro considerable de tiempo y esfuerzo, ya que de esta manera las plantas, elevaciones y perspectivas pueden ser fotografiadas; y así eliminar el tiempo consumido por dibujantes; además de que esta maqueta ayuda a visualizar de una manera más ob jetiva el espacio que ocupará el equipo en el área, además ayuda a efectuar un análisis más detallado y completo del mismo, tomando en consideración los as pectos de operación, mantenimiento, seguridad y facilidad de diseño de arreglos de tuberías, civil, eléctrico, etc.

Una vez que las diferentes especialidades de diseño cuentan con copia del plano preliminar, es conveniente realizar una junta de depuración.

JUNTA DE DEPURACION (05)

Se realizará una junta de depuración del PLANO DE LOCALIZACION en su revisión PRELIMINAR o de la MAQUETA PRELIMINAR en caso de contar con ella, con el objeto de que las Especialidades de Diseño puedan comentar los aspectos relativos a su especialidad, como son espacios que es necesario re-

servar para ductos eléctricos, área esperada para cimentaciones, equipos que se interconectarán con líneas críticas, áreas de mantenimiento, aspectos operacionales y de seguridad, etc. Este es el momento para revisar, cambiar, adicionar, eliminar y comentar el diseño. Los cambios no son costosos porque las especialidades de diseño solamente son consultadas para comentarios. Sin embargo, el tiempo en calendario del proyecto es reprogramado.

2.- REVISION PARA APROBACION (06)

Habiendo aplicado los comentarios que las Especialidades de Diseño hayan indicado, se procederá a corregir el plano preliminar, con el objeto de dibujarlo a la escala acordada en CRONAFLEX para su revisión.

PARA APROBACION DEL CLIENTE.

2.A INFORMACION REQUERIDA

- La misma que la indicada para la revisión preliminar párrafo 1.A
- Comentarios de todas las especialidades indicadas en la junta de depuración

2.B INFORMACION CONTENIDA

La revisión para APROBACION mostrará la siguiente información:

- Los comentarios indicados en la junta de depuración interdepartamental
- La localización de todos los equipos de proceso sin coordenadas
- Las dimensiones reales de la totalidad o la mayor parte de las -

torres y recipientes

- El número de cuerpos y dimensiones de los cambiadores de calor de acuerdo al estimado final del Departamento de Transferencia de Calor
- El dibujo de los equipos estará a escala

2.C UTILIZACION

2.C.1 Para todas las especialidades:

- Verificación de comentarios
- Actualizar la información general sobre la(s) planta(s)
- Confirmar los estimados de horas-hombre y cargas de trabajo

2.C.2 Coordinación y Control

- Emitir el plano para aprobación y comentarios del cliente
- Promover una junta con el cliente con objeto de expedir sus comentarios sobre todo en los aspectos de mantenimiento y seguridad
- Obtener a la brevedad la aprobación del cliente

Una vez que se tiene preparada la revisión para Aprobación, se llevará a la brevedad una JUNTA DE APROBACION.

JUNTA DE APROBACION (05P)

Esta junta se llevará a cabo con el cliente con el objeto de que éste -

proporcione sus comentarios, principalmente en lo que respecta a mantenimiento, seguridad, operación, etc. y apruebe la Distribución General de los Equipos. En esa junta participarán todas las especialidades que sea necesario. Es conveniente, en caso de contar con MAQUETA PRELIMINAR, se efectúe la junta en el lugar donde esté localizada ésta, con objeto de que el cliente haga sus comentarios sobre la maqueta preliminar.

3.- APROBADO PARA INICIAR DISEÑO (06D1)

3.A INFORMACION REQUERIDA

- Comentarios del cliente en la junta de aprobación
- Dimensiones definitivas de recipientes y torres de proceso
- Dimensiones de acuerdo a un estimado final de todos los cambiadores de proceso, indicando cual será su arreglo
- Estimación del área requerida para compresores y su mantenimiento

3.B INFORMACION CONTENIDA

Esta revisión incluirá además de la indicada en el punto 2.B la siguiente información:

- Los comentarios que apliquen de la Junta de Depuración con el cliente
- Coordenadas de los equipos, torres y recipientes verticales, indicándolas al centro, recipientes horizontales a línea de tangencia, separación de soportería, localización c.a.c. de

boquillas de canales de cambiadores (ver nota No. 1).

3.C UTILIZACION

3.C.1 Coordinación y Control:

- Coordinar la iniciación de trabajos de Diseño

3.C.2 Ingeniería de Tuberías:

Iniciar:

- Plano Clave de Maqueta y/o dibujos
- Bastidor
- Cuerpos de recipientes y torres
- Diagrama de rutas
- Orientación y localización de boquillas, plataformas y escaleras y tuberías para grapas en recipientes y torres
- Estudios de puentes de tubería
- Estudio de edificios, excepto el de compresores
- Datos de cimentaciones (para recipientes y torres)
- Puentes de tubería
- Plano de líneas de entrada y salida en los L.B. (revisión preliminar)
- Cuerpos de cambiadores
- Estudios de parteaguas y de tubería subterránea

3.C.3 Ingeniería Civil

- Iniciar diseño y dibujo de cimentaciones de recipientes, torres y demás equipos cuyas coordenadas han quedado definidas, exceptuando cambiadores, bombas y calentadores
- Comentar puentes de tuberías
- Iniciar plano de áreas

3.C.4 Ingeniería Eléctrica:

- Preparar el Plano de Clasificación de Areas "Para Aprobación" (ver nota No. 2)
- Preparar un dibujo preliminar de Distribución de fuerza, de común acuerdo con las especialidades de Ingeniería Civil e Ingeniería de Tuberías

3.C.5 Arquitectura

- Preparar el anteproyecto del cuarto de control

Con la emisión del documento en esta revisión, las disciplinas de Diseño serán capaces de iniciar su trabajo simultánea e independientemente, por lo que cambios en el diseño del Plano de Localización General de Equipo, después de su edición, es costosa y problemática porque todas las especialidades están en ese momento produciendo dibujos de detalle de diseño. Horas-hombre y datos de catálogo pueden ser seriamente afectados. Aún cambios pequeños provocan -

que las actividades de las diferentes especialidades sean muy costosas, por consumo de tiempo y propensas de error.

4.- APROBADO PARA DISEÑO FINAL (06D2)

4.A INFORMACION REQUERIDA

- Diagrama de Flujo de Proceso (07)
- Hojas de datos de bombas (08)
- Hojas de datos de cambiadores de calor
- Información de: Adquisición de cambiadores
- Adquisición de enfriadores por aire
- Adquisición de Calentadores
- Cuarto de control

4.B INFORMACION CONTENIDA

Además de la información de revisiones anteriores esta revisión incluirá:

- Localización final de cambiadores con el número y arreglo definitivos de los cuerpos respectivos
- Localización de Soloaires
- Localización final y dimensiones de calentadores
- Localización de bombas con las coordenadas de las boquillas de descarga, definiendo también en qué lado estará el accionador
- Dimensiones finales del Cuarto de Control

4.C UTILIZACION

4.C.1 Coordinación y Control

- Coordinación de los trabajos de diseño de las diferentes especialidades

4.C.2 Ingeniería de Tubería

- Tendido de líneas en todas las secciones con excepción de las que incluyan compresores (0-70% Aprox.)
- Isométricos de líneas críticas (0-70% Aprox.) (esquemas)
- Comentarios a dibujos de equipos (de fab.)
- Continuación de la fabricación de cuerpos para la maqueta que dependen de información de fabricante, exceptuando compresores y bombas
- Complemento de la orientación y localización de boquillas, plataformas y escaleras, y tuberías para grapas en recipientes y torres
- Datos de cimentaciones (excepto para compresoras y bombas)
- Cuerpos de cambiadores (complemento)
- Plano de líneas de entrada y salida en L.B.
Para Aprobación y A.P.C. (ver nota No. 3)

- Comentarios a dibujos civiles y estructurales
- Dibujos de tubería subterránea (revisión preliminar)
- Dibujos complementarios (revisión preliminar)
- Instalación de instrumentos de tubería

4.C.3 Ingeniería Civil

- Cimentación de calentadores
- Continuar dibujo de planos de áreas de cimentaciones
- Dimensionamiento de edificios de condensadores
- Plataformas y escaleras
- Pavimentos
- Cálculo y dibujo de fosas, cisternas y cajas de enfriamiento
- Análisis y diseño de estructuras de soporterías

4.C.4 Arquitectura

- Terminar proyecto Cuarto de Control

5.- APROBADO PARA CONSTRUCCION (07)

Esta revisión contendrá toda la información que aparecía en revisiones anteriores incluyendo aquella que estaba pendiente como coordenadas definitivas de bombas, soloaires, etc. y los comentarios que provengan del diseño de tuberías o cimentaciones. Cuando permanezca información pendiente se marcará una lista -

de pendientes y además se marcará con círculo el punto pendiente.

5.A INFORMACION REQUERIDA

- Dibujos de fabricante de compresores y bombas
- Dibujos dimensionales definitivos de calentadores, cambiadores, soloaires, equipos paquetes (compresores de proceso, compresores aire de planta, secadores de aire de instrumentos, etc.)
- Dibujos definitivos de cuartos (compresores, etc.), edificios y estructuras

5.B INFORMACION CONTENIDA

Se incluirá en esta revisión, además de la información contenida en las anteriores, la siguiente:

- Datos definitivos del Cuarto de Control
- Dimensiones y coordenadas del Edificio de Compresores
- Dimensiones y coordenadas de Compresores
- Dimensiones y coordenadas de estructuras especiales, edificios, etc.
- Dimensiones y coordenadas de bombas faltantes
- En ciertos casos, por retrasos en la entrega de dibujos de fabricantes, será necesario emitir esta revisión faltando alguna información, misma que al recibirse se incluirá en el PLG. emitiendo la correspondiente revisión.

5.C UTILIZACION

5.C.1 Ingeniería de Tuberías

- Complemento de isométricos de líneas críticas para su análisis de flexibilidad e hidráulico (70 al 100%, menos pendientes)
- Fabricación final de cuerpos para maquetas - (incluyendo sus cimentaciones)
- Dibujos de tubería subterránea (revisiones para Aprobación y A.P.C.)
- Tendido final de líneas (70 al 100% menos los pendientes que se indiquen en el PLG)
- Dibujos complementarios (ediciones para Aprobación y A.P.C.)
- Envío de isométricos para Construcción

5.C.2 Ingeniería Civil:

- Terminar edificios de compresores, condensadores, etc.
- Complemento de dibujo de áreas de cimentaciones
- Terminar puentes para tubería

5.C.3 Ingeniería Eléctrica:

- Iniciar y sacar A.P.C. de Sistemas de tierras alumbrado, fuerza, etc.

Terminar plano de clasificación de áreas y editarlo A.P.C.

6.0 REVISIONES CON LISTA DE CAMBIOS

En estas revisiones se mostrarán los cambios que vaya sufriendo el plano, - ya sea para eliminar pendientes de éste, para modificar su información o para - completarla. Siempre se indicará una lista de cambios y en el punto específico en donde se esté efectuando se marcará el triángulo de revisión.

NOTAS:

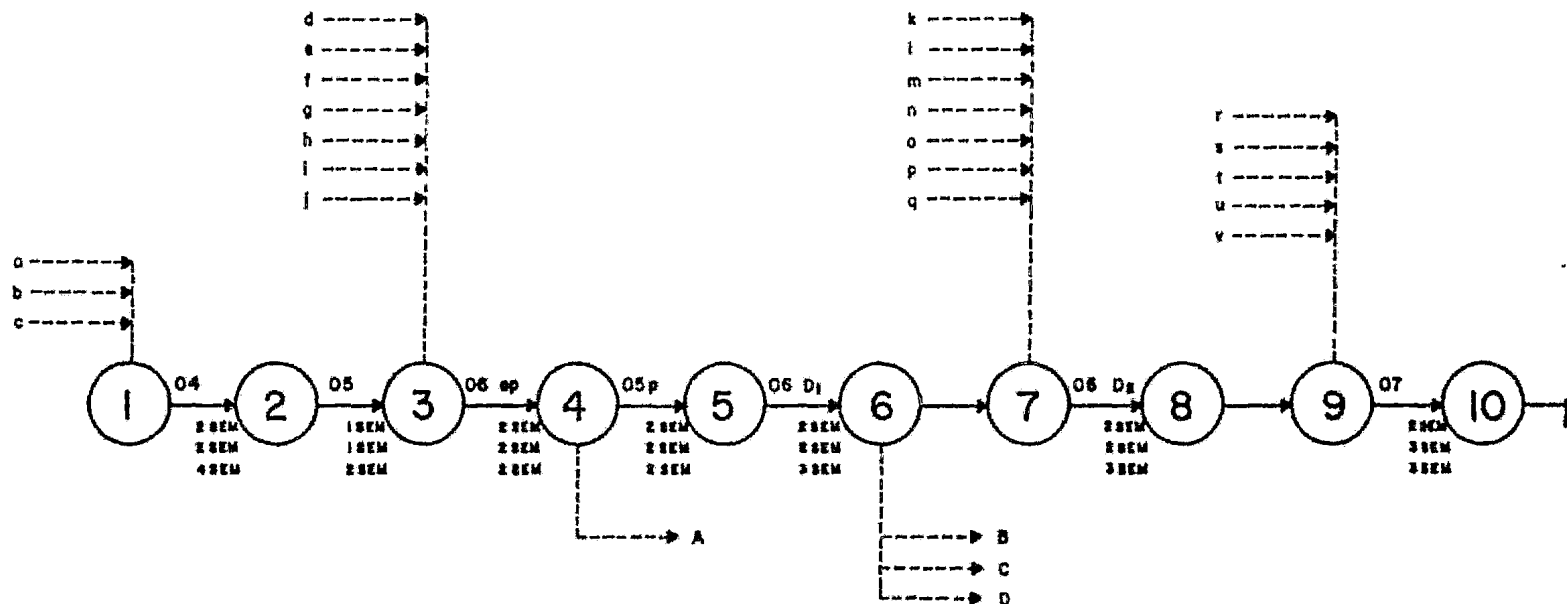
- 1.- Para iniciar estas actividades, se requieren además del PLG en su revisión "Aprobado para Iniciar Diseño", los DTI'S de Proceso y Servicios Auxiliares en su revisión "Para Diseño" y listas de líneas correspondientes, datos de recipientes, datos de caja de enfriamiento y/o sistemas y/o fosas; elevación de cambiadores, de los cuales se tenga el dato.
- 2.- Para realizar esta actividad Ingeniería Eléctrica requiere que se le proporcione en una copia del PLG la localización de drenes y venteos, su altura y frecuencia de uso.
- 3.- Para iniciar estas actividades, Ingeniería de Tuberías requiere además del PLG en su revisión "Aprobado para Diseño Final" los DTI'S de Proceso y Servicios Auxiliares en su revisión -- A.P.C. y lista de líneas correspondiente.

4.- Deberá acompañarse el plano topográfico definiendo el nivel de piso terminado.

La figura 2.5 es un cuadro sinóptico en forma de diagrama de flechas - de las revisiones por las que atraviesa el PLG de equipo y de la información requerida, así como de la contenida.

Así en el nodo 1 de dicho diagrama de flechas, se debe entender que para realizar un plano de Localización de equipos en su revisión preliminar, se requieren como información los puntos a, b y c, y se dispondrá de un tiempo mínimo de 2 semanas o un tiempo normal de 2 semanas o un tiempo máximo de 4 semanas para su elaboración. Otro nodo como es el 6, indica que el PLG de equipo, en esta revisión hace posible la elaboración de los puntos b, c, d (ver figura 2.5 y su lista de contenido).

DIAGRAMA DE FLECHAS PLANO DE LOCALIZACION GENERAL



- a. BASES DE DISEÑO
- b. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (06 ep)
- c. LISTA DE EQUIPO Y DIMENSIONES PRELIMINARES (06)
- d. LISTA DE EQUIPO Y DIMENSIONES PRELIMINARES (07)
- e. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (06 D1s.)
- f. HOJAS DE DATOS DE RECIPIENTES (02)
- g. HOJAS DE DATOS DE CALENTADORES (02)
- h. HOJAS DE DATOS DE TORRES (02)
- i. HOJA DE DATOS CAJA ENFRIADORA (02)
- j. CAMBIADORES DE CALOR (02)
- k. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (07)
- l. HOJAS DE DATOS DE BOMBAS (02)
- m. (03/04/07)
- n. ADQUISICION DE CAMBIADORES DE CALOR (FAB.)(14)

- o. ADQUISICION DE ENFRIADORES POR AIRE (14)
- p. ADQUISICION DE CALENTADORES (14)
- q. CUARTO DE CONTROL (ARO.) (12)
- r. ESTRUCTURAS METALICAS (02/95)
- s. ADQUISICION DE BOMBAS (14)
- t. COMPRESORAS DE PROCESO (14)
- u. COMPRESORAS DE AIRE DE PLANTA (14)
- v. CUARTO DE COMPRESORAS (ARO.) (12)
- A. DTI DE SERVICIOS AUXILIARES (03/04)
- B. HOJAS DE DATOS DE VALVULAS DE CONTROL (04)
- C. HOJAS DE DATOS DE BOMBAS (02)
- D. REVISION DE LINEAS CRITICAS 20 %
- E. REVISION HIDRAULICA

FIG. 2.5

III TECNICAS DE ELABORACION

DISTRIBUCION DE PLANTA

La distribución de planta comprende la disposición física ordenada de - las posibilidades industriales. Esta disposición de los medios industriales tales como: equipo, maquinaria, operadores, áreas requeridas para el movimiento de ma- teriales y su almacenaje, incluyendo la mano de obra indirecta, servicios auxi- liares, etc., con el fin de obtener una unidad funcional y los beneficios corres- pondientes.

BENEFICIOS DE UNA BUENA DISTRIBUCION

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los operadores
- Elevación de la moral y la satisfacción del operador
- Incremento de la Capacidad
- Disminución de los retrasos en la operación
- Ahorro de área ocupada (áreas de proceso, de almacenamiento y ser- vicios).
- Funcionalidad de acuerdo a la operación del proceso.
- Se facilita el mantenimiento del equipo, etc.

TIPOS BASICOS DE DISTRIBUCION DE PLANTA

De acuerdo a las características de las plantas de proceso, la distribu - ción de planta se identifica por dos tipos básicos que se definen por los produc-

tos a fabricar y los volúmenes de producción, además de otros parámetros. Así tenemos:

a) DISTRIBUCION POR PROCESO

b) DISTRIBUCION POR PRODUCTO

a) DISTRIBUCION POR PROCESO

Es toda disposición física de maquinaria, equipo, materiales, etc. constituyendo una planta industrial, en la que se agrupan todas las operaciones o procesos similares; esta disposición también se conoce como "Arreglo - agrupado y esto es porque equipos similares tales como torres, bombas, - cambiadores, etc. se agrupan juntos en áreas separadas para facilitar la operación y el mantenimiento.

b) DISTRIBUCION POR PRODUCTO

Esta distribución, denominada también por línea de producción o Arreglo en línea, es la que ordena los equipos o áreas de acuerdo a la secuencia de operaciones, las que se efectúan una después de la otra, es decir, de acuerdo al diagrama de flujo de proceso.

El "Arreglo agrupado" se usa en grandes unidades con un gran número - de bombas, cambiadores de calor y tanques.

El "Arreglo en línea" es particularmente aplicable a pequeñas unidades o para grandes unidades donde hay relativamente pocas unidades de bombas o cambiadores de calor.

PRINCIPIOS DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA

El distribuir una planta industrial requiere de ciertos elementos básicos de diseño y así como la mecánica se rige por las leyes de la física, la distribución de planta se fundamenta en los siguientes principios:

- 1.- Principio de la Integración Total
- 2.- Principio de la Mínima Distancia
- 3.- Principio del Recorrido o Flujo de Materiales
- 4.- Principio del Espacio Cúbico
- 5.- Principio de Seguridad y Satisfacción
- 6.- Principio de Flexibilidad

1.- Principio de la Integración Total

La mejor distribución es aquella que combina a los hombres, materiales, equipo, servicios, y demás actividades auxiliares, de tal manera que resulte la mejor integración.

2.- Principio de la Mínima Distancia

A igualdad de circunstancias, será mejor aquella distribución que permita mover los materiales el mínimo de distancia entre los diferentes puntos o áreas de trabajo.

3.- Principio de Recorrido o Flujo de Materiales

Para obtener una buena distribución es necesario ordenar las

áreas de trabajo para cada operación o proceso en el mismo orden en que se desarrollan, o se tratan o se montan los materiales.

4.- Principio del Espacio Cúbico

Este principio indica que la economía del espacio, parte de la utilización del espacio disponible, ya sea vertical u horizontal.

5.- Principio de Satisfacción y Seguridad

Toda distribución de planta debe funcionar con el máximo - de seguridad y satisfacción para los operadores.

6.- Principio de la Flexibilidad

A igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la dístribución que pueda ser ajustada y reordenada con menos - costo y/o inconvenientes.

FACTORES QUE AFECTAN A LA DISTRIBUCION DE PLANTA

Los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución, se dividen en ocho grupos:

- a) Factor Material, incluyendo, diseño, variedad, volumen, -- operaciones necesarias y su secuencia.
- b) Factor Maquinaria, incluyendo equipo de producción y herr

mienta y su utilización.

- c) Factor Hombre, involucrando la supervisión y los servicios auxiliares, al mismo tiempo que la mano de obra directa.
- d) El Factor Movimiento, incluyendo el transporte interno y extradepartamental y la manipulación en las diferentes -- operaciones, almacenajes e inspecciones.
- e) Factor Espera, incluyendo los almacenamientos temporales y permanentes, así como las demoras.
- f) Factor Servicio, cubriendo el mantenimiento, inspección, control de desperdicios, programación y expediciones.
- g) Factor Edificio, comprendiendo los elementos y particularidades interiores y exteriores del mismo, así como la distribución y equipo de las instalaciones.
- h) Factor Cambio, teniendo en cuenta la versatilidad, flexibilidad y expansión.

METODOLOGIA PARA DISTRIBUIR UNA PLANTA INDUSTRIAL

La planeación de toda distribución de planta está constituida por cuatro fases, que son:

FASE I.- LOCALIZACION

Determina la ubicación del área a distribuir y a sea para la expansión de una sección ya existente, o la región para una nueva unidad.

FASE II.- DISTRIBUCION GENERAL

Establece el arreglo general de toda la planta, sin considerar detalles.

FASE III.- DISTRIBUCION DETALLADA

Realiza la ubicación y ordenamiento de cada partida de maquinaria, equipo y servicios auxiliares.

FASE IV.- INSTALACION

Su nombre indica la distribución física final, o sea lista para instalación.

Estas cuatro fases son secuenciales y trasladadas, tal como lo indica la siguiente figura:

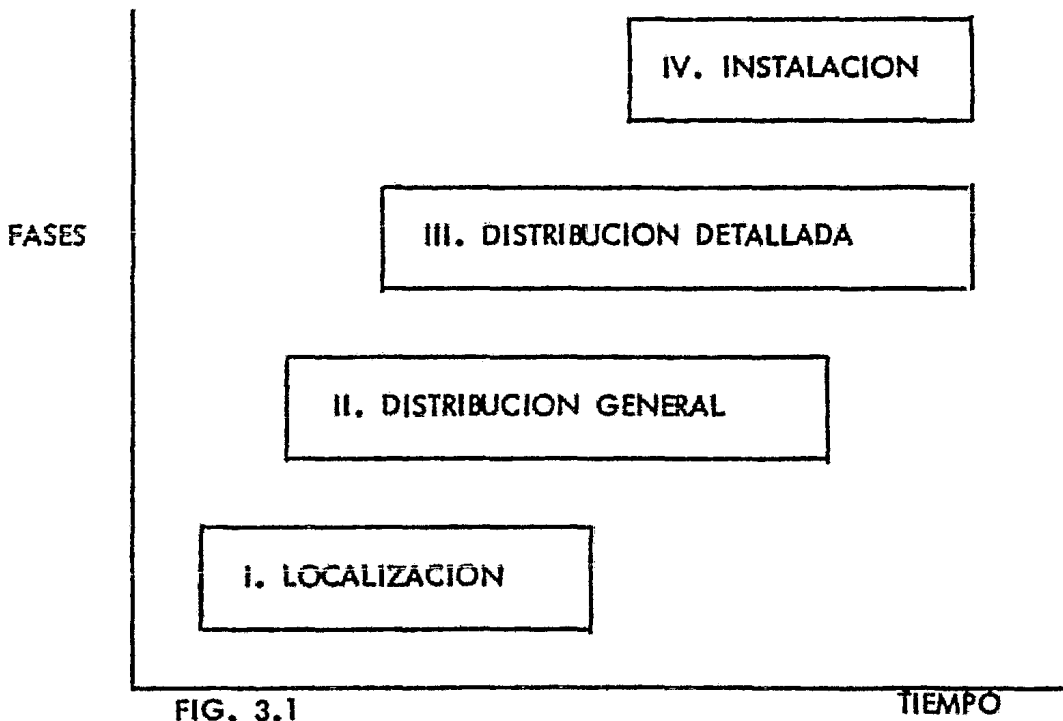
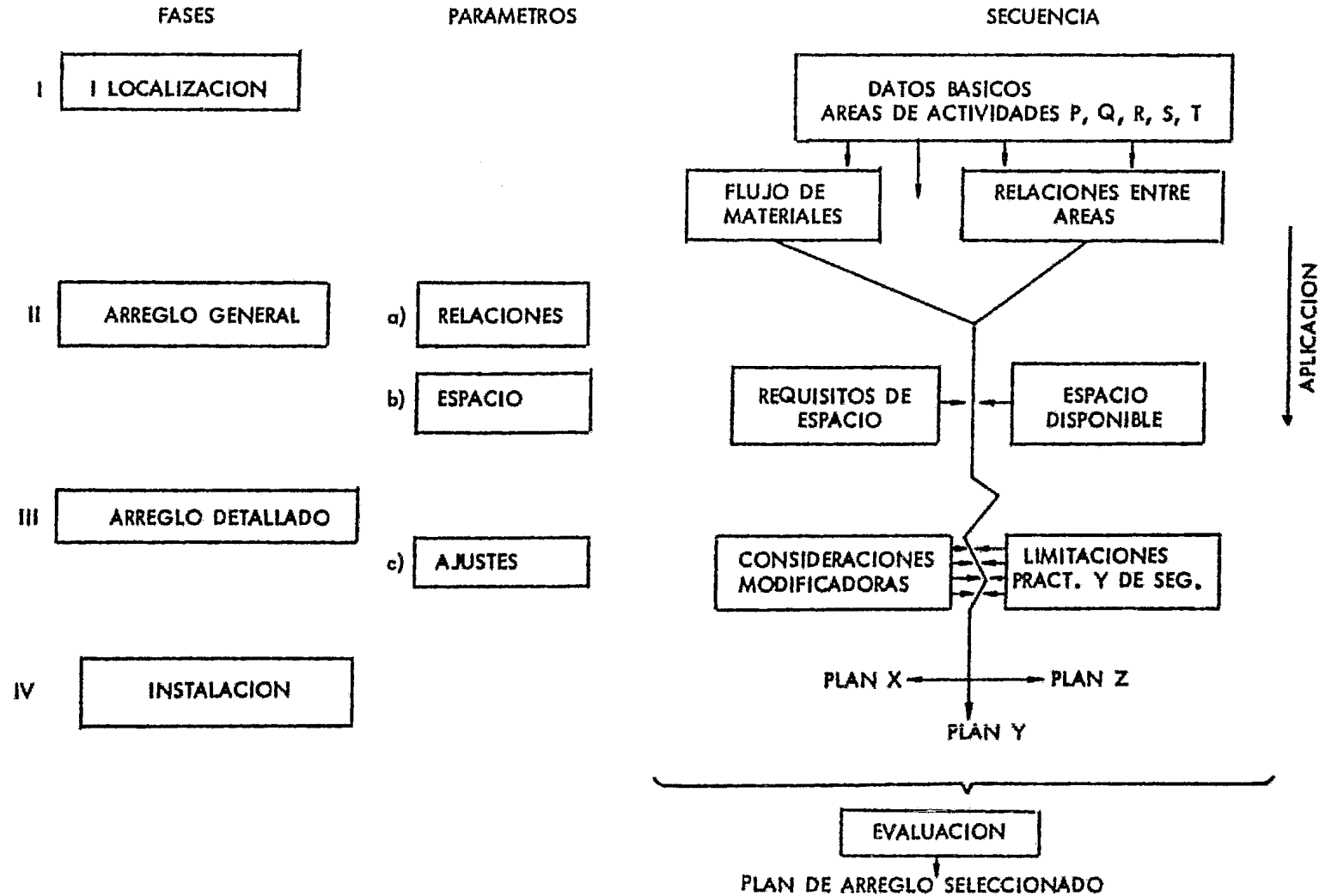


FIG. 3.2



Para el desarrollo de toda distribución de planta, existen tres parámetros básicos que son:

a) Las Relaciones.

Entendidas éstas por las que existen entre las distintas áreas a distribuir, ya sean de proceso o de servicios.

El grado de importancia de relaciones indicará el grado de proximidad que deben poseer las áreas de la planta.

b) El segundo parámetro es el Espacio.

Con lo que se debe estimar los requerimientos del mismo y analizar la superficie disponible.

c) El último parámetro es el Ajuste.

Lo que incluye consideraciones, modificadoras y limitaciones prácticas.

La figura 3.2 es una secuencia resumida de la Planeación en la Distribución de Plantas.

TECNICAS DE DESARROLLO

El ingeniero de distribución experimentado sabe que el único modo de conseguir una distribución perfecta es con una clara comprensión del plan que está realizando. Debe tener una visión del aspecto que va a tener la distribución y de como va a funcionar. También debe poseer una clara representación o reproducción de la misma para poder discutir con los demás especialistas; algo que puedan ver claramente. De otro modo, quienes deban colaborar en la distribución y diseño de planta adquieren solamente una visión vaga del plan y sus ideas en potencia no llegan nunca a cristalizar en sugerencias. Los propósitos de una clara visualización son pues los dos siguientes:

- a) Favorecer el desarrollo de una buena distribución.
- b) Ayudar a los especialistas y demás personas involucradas en el desarrollo de la ingeniería de detalle del diseño de plantas de proceso a comprender el plan (la gente no acepta o no aprueba lo que no comprende).

Cualquier elemento o técnica que ayude a visualizar la distribución es deseable. Aunque hay tres elementos básicos que son los comúnmente usados, existen ciertamente otros que pueden ser útiles. Los tres medios más comunes de visualización son:

- a) Los planos o dibujos
- b) Las plantillas

c) Los modelos tridimensionales o maquetas

De entre éstos, los planos y dibujos son los fundamentales; especialmente por lo que se refiere a los bocetos, y a los planos del tipo de las hojas de trabajo. Se hacen con rapidez, se corrigen con facilidad y son poco costosos.

Las plantillas son de mayor utilidad cuando se quiere obtener una reproducción de una distribución propuesta. Las hay de muchas clases y se pueden usar de muchos modos. A pesar de que muestran solamente dos dimensiones y son, por lo tanto menos "visuales" que los modelos tridimensionales, son mejores para el analista de la distribución, en su trabajo de planificación. Generalmente son adecuadas para la comprensión del proyecto.

Los modelos tridimensionales son muy útiles para probar y comprobar el plan de distribución o para ayudar a que los demás visualicen lo que se ha planeado. Hacen más agradable el trabajo de distribución, desarrollan el interés y favorecen la labor de entrenamiento de los operadores. Actúan como comprobación del proyecto del ingeniero de distribución. Pero, para su propia visualización o planeación éste no las precisa.

Las figuras recortables (plantillas) y modelos son elementos muy útiles en la distribución de planta.

En los arreglos de distribución, el uso de plantillas de 2 y 3 dimensiones tienen un amplio campo de aplicación en el desarrollo y planeación de nue-

vos servicios. Ellas aplican, tanto en la redistribución de servicios existentes, como en distribuciones nuevas. Estas ayudas gráficas son importantes en la visualización del desarrollo de las especificaciones de la localización de todo el equipo, maquinaria, áreas de almacenaje, espacios, etc.

Pero en el trabajo de la distribución en planta deben usarse después de haber reunido la información necesaria y de haber analizado los datos. El fallo más común del distribuidor no experimentado es el usar plantillas y modelos antes de conocer los datos necesarios para evaluar las diversas soluciones de distribución que estos medios de representación pueden brindarle.

El primer propósito de la visualización es facilitar el desarrollo de una buena distribución. Después de reunir la información referente a las diversas características y consideraciones implicadas en la misma, determinar la secuencia de flujo, realizar el plano correspondiente, y concebir los diversos modos de ordenar los diversos elementos físicos, se comprueban para ver que apariencia tienen en realidad. Se registra cada uno "por escrito" para poder juzgarlos y saber si son tan buenos como se cree. Se ajusta y cambia una y otra vez la ordenación a medida que se va trabajando desde lo teórico a lo práctico.

Estos ajustes, aún en la etapa del "papel", conducen a la ordenación que proporcionará la mejor distribución para los fines propuestos. De este modo, se tiene el desarrollo de una distribución completa y efectiva. Se deben usar medios de visualización física en todas las mejoras lógicas, para comprobar los

propósitos; no se deben emplear bocetos o plantillas ni proceder a "cortar y probar", hasta que se consiga a través de tanteos, dar con una distribución que pueda reunir condiciones de eficacia.

Por otra parte, las plantillas y modelos deberán realizarse con la antelación suficiente para que estén listas cuando se necesiten. Más aún, si se dispone de unas cuantas de ellas en un tablero de distribución a la vista de todos, despertará el interés y espíritu de colaboración en el personal del equipo de trabajo.

DIAGRAMAS Y DIBUJOS

Los diagramas y dibujos son un elemento básico para proyectar la ordenación de equipo, maquinaria, servicios auxiliares. Pueden tomar varias formas: un diagrama en que no se muestren los elementos o instalaciones (solamente la silueta del equipo o emplazamiento) o en el que figuren dichos elementos; un plano bidimensional sobre una hoja de papel o un diagrama tridimensional en dibujo ortográfico; con las instalaciones o elementos dibujados en el papel o recortados en cartón u otro material y añadidos a manera de plantillas, etc.

Así, pues existen diversas clases de esquemas y dibujos. No importa que los dibujos o diagramas que se usen para proyectar, o para ayudarse a pensar no caigan estrictamente dentro del concepto de lo que debe ser un diagrama. No obstante, y prescindiendo, de los detalles, todas las distribuciones deben considerar la interrelación del equipo, maquinaria, servicios auxiliares y opera-

dores. Por lo tanto, el dibujo resultante usado para visualizar el plan de distribución propuesto deberá ser, básicamente, un diagrama de interrelaciones; es decir un esquema en el que se muestra el área o emplazamiento de la planta; con las actividades, instalaciones y elementos más importantes, tomando en cuenta - como se mueve el material a través de los mismos y a dónde.

La escala usada al planear el diagrama de conjunto, no tiene una importancia especial. Pero debe tenerse en cuenta que el diagrama será trasladado más tarde a una distribución detallada, y que se facilitará el trabajo posterior si la distribución de conjunto se diseña a la misma escala prevista para la distribución detallada o si, por lo menos, es múltiplo de ésta. Es tal vez más importante representar la distribución de conjunto en un sólo papel o, al menos, disponer las cosas de tal manera que pueda ser observada el área complea al mismo tiempo. Asimismo, a causa de las diversas pruebas y ordenaciones experimentales que serán ensayadas sobre dicho dibujo, éste deberá ser trazado en un formato suficientemente pequeño para poder trabajar en él con facilidad. Un tamaño muy conveniente es, generalmente, el de 30 x 60 pulgadas. No todas las ideas de distribución requerirán la confección de diagramas. A veces, se esbozarán simplemente en un papel; en tal caso resultan muy manejables las hojas - de 8 1/2 por 11 pulgadas cuadradas a 1/4 de pulgada.

Los planos y bosquejos, especialmente los realizados a escala, en papel cuadrado, constituyen el modo más simple de esclarecer la ordenación del espacio e instalaciones. Los dibujos o planos son, frecuentemente, más rápidos

y en general, menos costosos. Son fáciles de reproducir en multitud de copias. Es también más fácil llevarlos de un lugar a otro en la misma planta o a otros lugares distantes.

Asimismo, una vez realizado un plano o dibujo pasa a ser un registro de lo que se ha planeado, y puede ser guardado y usado posteriormente como referencia. Cuando se emplean plantillas y modelos, el registro de la distribución planeada se pierde tan pronto como dichas plantillas o modelos son reordenados, a menos que el distribuidor posea dos o tres juegos de plantillas y modelos o un medio de registrar rápidamente cada plan estructurado, fotográficamente, por ejemplo.

En los dibujos o planos el color ayudará materialmente a la visualización. Cada color puede representar una área diferente. Asimismo, puede simbolizar una diferente clase de equipo; pero cuidando que éstos enlacen con un código de colores que puede establecerse para plantillas y modelos. Para el dibujo de siluetas de áreas o para el trazado de caminos de circulación, son especialmente útiles las líneas coloreadas. Incidentalmente el lápiz estilográfico de cuatro colores puede constituir un elemento de gran utilidad para el ingeniero de distribución.

Existen otros elementos que pueden ayudar a realizar bosquejos rápidos y claros: papel cuadriculado con adición de líneas angulares para la tercera dimensión; siluetas de formas de áreas; reglas o plantillas de plástico, etc. Cuando

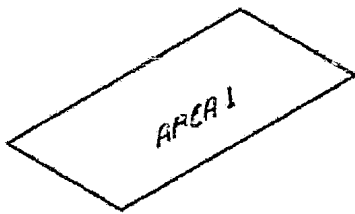
do se está familiarizado con estas herramientas tan simples, resulta fácil esbozar clara y rápidamente una distribución propuesta.

Cuando se trata de realizar una redistribución o revisión a la distribución ya establecida anteriormente, un método rápido y claro consiste en dibujar las nuevas soluciones sobre una copia del plano de la distribución ya existente. El uso de un color diferente para el equipo que será trasladado (dejando sin color los elementos que no se deberán modificar de posición) puede mostrar rápidamente la cantidad de traslados necesarios para alcanzar la nueva distribución propuesta. También se puede aplicar una hoja de plástico transparente sobre el plano de la distribución ya existente y dibujar el nuevo plano, con lápiz de cera, sobre la mencionada hoja.

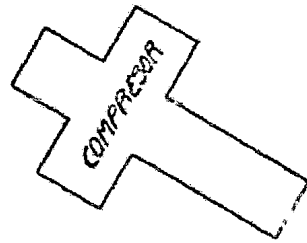
Cuando se planean instalaciones elevadas (situadas por encima del nivel de la cabeza) que deben relacionarse con el plano del suelo, puede ser de gran ayuda la superposición de planos dibujados en papel de calco o celuloide.

TABLERO Y PLANTILLAS DE DISTRIBUCION

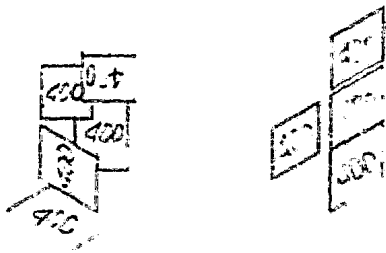
Puesto que el ingeniero de distribución tiene que ensayar varias ordenaciones, generalmente deseará disponer, para ello, de elementos que puedan ser cambiados con facilidad. Por esta razón son preferibles las plantillas, existiendo una infinidad de tipos de ellas, ver figura 3.3. En el apéndice se exponen las normas ASME para la realización de plantillas de cartón.



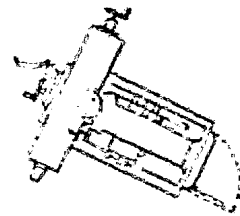
A.- PLANTILLA DE AREA DE TRABAJO TIPO BLOQUE



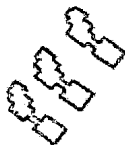
B.- PLANTILLA DE EQUIPO



C.- PLANTILLAS DE UNIDADES DE SUPERFICIE



D.- PLANTILLA DIMENSIONAL



E.- PLANTILLA EN FORMA DE CINTA



F.- PLANTILLA DE EQUIPO Y AREA DE TRABAJO

FIG. 3.3

Las plantillas o recortes son hechos a escala, de celuloide o cartoncillo. Estas pueden representar equipo o edificios; normalmente el área representa el tamaño real del equipo o edificios. Ellas pueden representar con buen resultado la vista en planta de una distribución y pueden mostrar la utilización de piso (área) claramente. En la figura 3.3a se muestra una plantilla tipo bloque, la cual muestra el contorno del área máxima proyectada de un equipo o máquina; esto es si hay partes móviles, la silueta muestra el movimiento máximo en el plano horizontal.

La plantilla dimensional da un detalle adicional mostrando la silueta de la máquina con línea punteada, indicando movimiento máximo de las partes.

Otro tipo de plantilla mostrada en la figura 3.3f es la que representa el área requerida para la operación de cada unidad de la planta. En dicha área están consideradas las limitantes del arreglo tal como mantenimiento, acceso, seguridad. Por ejemplo, si la unidad es un intercambiador de calor con tubos de 4.8 m. de longitud, el claro en el extremo de la canal del intercambiador requerido para la remoción del haz de tubos podría ser 6.4 m; además 2.4 m podrían dejarse en la parte frontal de la coraza y 0.9 m a cada lado de la misma. Por lo tanto, el área requerida para esta unidad es de 13.6 m por 2.6 m para un intercambiador de 0.8 m de diámetro de coraza. Un recorte es producido para cada unidad que sea localizada y cada unidad deberá ser etiquetada de acuerdo al diagrama de flujo de proceso. La posición real y tamaño de la unidad deberá ser marcada sobre la plantilla como se muestra en la figura 3.4.

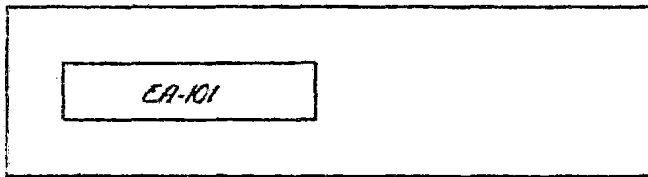


FIG. 3.4 PLANTILLA DE UN INTERCAMBIADOR CON AREA DE TRABAJO

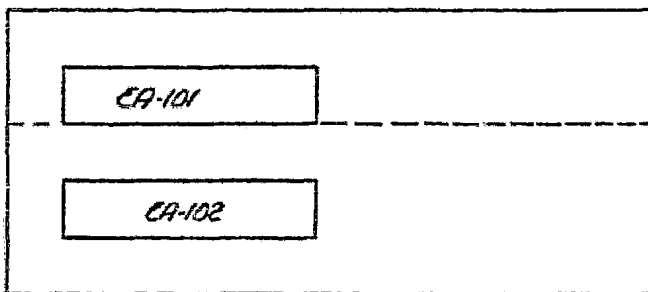


FIG. 3.5 SOBRELAPSE DE PLANTILLAS

Cuando el posicionamiento de las áreas de mantenimiento para las unidades de la planta son sobrelapadas de tal forma que las unidades pueden ser localizadas en forma compacta sin comprometer las áreas de mantenimiento y acceso; el recorte deberá consistir de la partida de los equipos similares con los contornos del área de la partida claramente definidos. (Fig. 3.5)

Las características importantes de este tipo de plantillas son la exactitud dimensional y flexibilidad en el uso. La flexibilidad en uso significa que la plantilla puede ser fijada en el lugar suficientemente firme, tal que no se moverá por sacudimiento o por movimiento por acción del aire, pero no permanentemente fijas porque puede ser necesario hacer cambios. Varios materiales permiten estos requerimientos en diferentes grados, algunos de los materiales satisfactorios son las plantillas plásticas con apoyo adhesivo usadas en conjunto con una hoja plástica como base.

Las plantillas de cartón son fáciles de manejar y de hacer. Un stock variado de hojas de cartón de colores puede estar siempre a la disposición. Serán razonablemente rígidas y, a poder ser, tendrán impresa una cuadrícula de un cuarto de pulgada (o mejor, de 10 mm) para ahorrar tiempo en la medición y escuadrado de las siluetas de las plantillas. El cartón permite escribir en él y sujetarlo de muchas maneras a una gran variedad de materiales. Empleando cartón es posible la identificación completa de una instalación, de modo que pueda ser reproducida rápidamente. Por otra parte, las plantillas delgadas permiten un almacenamiento fácil y compacto. Por estas razones el cartón es la

clase de material más comúnmente usado para la confección de plantillas.

Pero existen otras plantillas y modelos de diferentes materiales: plástico, madera, metal, papel, film, etc. La clase a seleccionar dependerá, no obstante, no solamente del material deseado para la plantilla en sí, sino también del método de sujeción, del material constitutivo del tablero de apoyo, y del modo como serán reproducidas las copias de la distribución. Todos y cada uno de estos cuatro puntos deben ser considerados cuando se seleccionen los materiales con que se vaya a trabajar.

La siguiente lista resume los materiales generalmente usados para las plantillas y tableros de distribución.

RESUMEN DE LOS MATERIALES PARA PLANTILLAS Y TABLEROS DE DISTRIBUCION

MATERIALES MAS COMUNES PARA PLANTILLAS:

Cartón.....	Realización fácil; razonablemente rígido; se sujeta bien; fácil de señalar o de dibujar en él.
Papel.....	No tiene duración; se rasga o enrolla.
Madera.....	Realización más costosa; más permanente; más difícil de sujetar.
Plancha metálica.....	Realización más costosa; más permanente; se debe sujetar con agujeros taladrados de antemano.

- Film..... Reproducción fotográfica que posea ya a una nítida identificación.
- Plástico..... Realización difícil; puede ser comparado con una silueta fotográfica de la máquina, identificación y otros datos y con un imán insertado.

MATERIALES COMUNES PARA TABLEROS (sostienen, generalmente, un plano del área de emplazamiento o una hoja milimetrada):

- Tablero blando de contrachapado... Permite el uso de gran variedad de elementos de sujeción; las esquinas se rompen con facilidad. Firme; fácil de obtener; difícil de sujetar las plantillas por medio de alfileres o tachuelas.
- Tablero duro de madera o fibra.... Es difícil sujetar en él las plantillas por medio de alfileres o tachuelas.
- Cartón rígido..... Similar al tablero contrachapado (los cartones de embalaje nuevos no van mal).
- Metal..... Necesario en caso de usar plantillas magnéticas; delgado, fuerte.
- Plástico o cristal..... Excelente cuando contiene una cuadrícula y se dispone de un sistema de sujeción por adherencia. Los planos del suelo pueden ser colocados debajo y vistos a través del material transparente; requiere protección.

ELEMENTOS DE SUJECION MAS COMUNES:

- Alfileres..... Fáciles de coger, de clavar y de extraer.
- Tachuelas..... Difíciles de coger; adecuadas para tableros de distribución permanente.

- Chinchetas (cabeza redonda)..... Coloreadas para identificación; manejo fácil.
- Chinchetas (cabeza plana)..... Coloreadas para identificación; se puede escribir sobre ellas; cubren mucho espacio.
- Tachuelas tipo alfombra..... Igual que otras tachuelas; también -- existen coloreadas.
- Grapas..... Ocupan poco lugar y son casi invisibles; precisan de un tablero que no sea demasiado blando ni demasiado duro.
- Cola..... Demasiado permanente para muchos -- usos.
- Disolución de caucho..... Algunas veces ataca el papel donde se aplica.
- Cinta adhesiva..... Rasga el papel; excelente para tableros cubiertos de plástico; existe la modalidad opaca y la transparente.
- Magnetismo..... Procedimiento más costoso; requiere tablero metálico, pero las plantillas se pueden mover fácilmente sin dejar huella en el plano.
- Electricidad estática..... Poca adherencia; las plantillas se mueven fácilmente, por accidente; o sólo para uso temporal.

MODOS MAS COMUNES DE REPRODUCIR COPIAS:

- Siluetar las plantillas, retirarlas y - trazar la distribución..... Pérdida de tiempo; inutilización del plano de base.
- Trazado de nuevos planos: a escala.. Pérdida de tiempo; pero el uso de papel cuadriculado aliviará el inconveniente.

- Proceso fotográfico..... El más rápido cuando se dispone de -- equipo fotográfico y el tablero de distribución es portátil. Puede reproducir copias a cualquier tamaño que se precise. Las líneas cuadrículadas a escala en el plano, se reproducen al mismo tiempo, y ahorran el escribir la dimensión de las líneas. Es preciso evitar la distorsión fotográfica si las medidas se deben tomar a escala en la copia.
- Impresión..... Requiere habilidad para colocar el papel sensibilizado, ya sea debajo, ya sea plano contra las plantillas, plantillas transparentes y hoja de base; se precisa que todos los detalles estén incluidos en la hoja de base. Las reproducciones por proceso seco son, usualmente más rápidas que las obtenidas por proceso húmedo y menos sujetas a encogimiento u ondulación.

LINEAS MAS COMUNES PARA LA CIRCULACION O MOVIMIENTOS DE

LOS HOMBRES:

- Marcadas en la hoja de base o plano..... Demasiado permanentes; difíciles de borrar.
- Plantillas en forma de flecha..... Se sujetan fácilmente; deberán ser de colores distintivos.
- Hilos coloreados..... Se pueden sujetar alrededor de los alfileres; se cambian con facilidad.
- Cintas coloreadas..... Para superficies lisas y duras.

Cuando se proyectan los detalles de una distribución con plantillas y/o modelos, se debe tener a disposición un plano detallado del área a distribuir. Este plano constituye la hoja de base. Generalmente se le coloca sobre la superficie de un tablero y es la hoja sobre la cual se elaboran los detalles de la distribución. Siempre que sea posible, dicha hoja contendrá un cuadrículado a escala, lo cual puede ahorrar una gran parte del tiempo que generalmente se necesita para tomar medidas durante la distribución. Si la hoja no es demasiado grande, es útil cubrirla con una lámina de material plástico transparente cuadrículada que facilitará en gran manera el trabajo del distribuidor, y que, al reproducir el conjunto dará lugar a la aparición del cuadrículado en la copia de manera que no se precisará ya ninguna acotación adicional.

MODELOS TRIDIMENSIONALES A ESCALA

Mientras las distribuciones expresadas por medio de plantillas y de dibujos dan una representación de los elementos o instalaciones, satisfactoria para el ingeniero de distribución calificado, los modelos tridimensionales a escala ofrecen, en realidad, la mejor representación. Proporcionan una réplica exacta de las instalaciones al ingeniero u observador de tal forma que el proyecto pueda ser realizado con una visión completa de la instalación real o equipo propuesto.

Es decir, las plantillas tridimensionales o modelos a escala; adicionan elementos de realismo, es decir, dan una visualización de la altura, lo que pue

de ser un factor de considerable importancia. Estos pueden ser hechos de varios tipos, desde simples bloques de madera, cartoncillo o poliestireno hasta del tipo de representación más elaborada. Los modelos de tipo bloque son de bajo costo y son usados para desarrollar el Plano de Localización y el Plano de Plantas y Elevaciones, pero normalmente no se emplean para arreglos detallados de tuberías. Este tipo de modelos representan únicamente las partidas principales de Equipo y Racks de Tubería en una forma muy simple y en su relación real uno con otro.

La principal ventaja de los modelos a escala es, en realidad, la claridad con que muestran la distribución a los demás. Y desde el momento en que la participación y colaboración de mucha gente es un factor esencial en todo buen trabajo de distribución, los modelos son extremadamente valiosos en las instalaciones importantes.

Los modelos construidos cuidadosamente a escala, muestran con exactitud el espacio ocupado por cada elemento específico de los equipos de operación o de servicio. En las distribuciones complicadas con instalaciones situadas a nivel elevado, tales como en las industrias químicas, el planear o proyectar en tres dimensiones llega a ser casi una necesidad vital.

Debido a esto, frecuentemente se realizan modelos de distribución a escala, a pesar de que se pueda efectuar igualmente bien la distribución sin él. ¿Por qué?. Porque otros especialistas de diversas ramas dentro del proyecto, -

desearán poder ver de modo tan claro como el ingeniero de distribución, la idea que se está desarrollando. Cuando el personal de operación comenta la distribución, cuando se pide a la superioridad que se apruebe, todos ellos desean entender la distribución con facilidad. En otras palabras el ingeniero de distribución debe tener en cuenta que no hace la distribución solamente para él, también la hace para los demás. Una representación mediante modelos es, en realidad, una maqueta de la planta. Es el resultado del proyecto previo. Se construye para ensayar la distribución (como comprobación del presente proyecto) más que para experimentar con ella o usarla como ayuda para los análisis. Por esta razón, se construye después del trabajo básico de análisis, del trazado de diagramas y de las distribuciones de plantillas. Los modelos a escala son del mayor valor cuando el coste de la nueva distribución involucra una inversión importante, cuando la distribución es visualmente complicada y cuando existen frecuentes problemas de redistribución, (donde el alto coste inicial de los modelos sea rápidamente compensado por la comprensión que proporciona a los demás).

Los modelos de muchas máquinas están disponibles en el comercio o pueden ser construidos rápidamente por encargo. Existen muchas firmas que construyen modelos, según especificaciones, a un precio reducido. Pueden ser construidos con diversos tipos de materiales. A continuación se enumeran algunos de los más comunmente utilizados:

Madera corriente..... Fácil de trabajar en caso de formas simples; desventajosa para la expresión de detalles; admite la pintura.

Madera de balsa.....	Muy fácil de trabajar, pero blanda, ligera y no muy fuerte.
Cartón.....	Requiere mucho trabajo de recortado y encolado para conseguir las formas deseadas.
Metal fundido.....	Perfecto en cuanto a forma y escala; - lo suficientemente pesado para que no precise ningún elemento adicional para mantener los modelos en su sitio; - los salientes y la pintura saltan si se les maneja o se les guarda sin cuidado.
Escayola o arcilla de modelar.....	Pérdida de tiempo en el modelado; a menudo, imprecisión en las dimensiones; frágil.
Plástico.....	Obtención de formas precisas, sólo en caso de proceder por moldeo. Excelente para columnas, pisos, paredes, tabiques. Generalmente los modelos requieren la adición de un peso o la sujeción. La plancha de plástico es fácil de encolar y pintar. Solución adecuada para equipo grande.

Existen muchas otras materiales y combinaciones de los mismos.

USAR TODOS LOS MEDIOS DE AYUDA VISUAL

Si bien los modelos a escala son los elementos de representación que ofrecen mayor claridad visual, no son los más manejables para llevarlos de un lado a otro de la planta cuando se instale la distribución. Y la reproducción fotográfica de los mismos, aunque se haya tomado directamente desde arriba, --

fiende a ocultarnos alguno de los detalles. Es también difícil de hacer constar las dimensiones y algún otro tipo de información en los modelos. Algunas empresas superan estas dificultades añadiendo tarjetas de identificación a los mismos, y por medio de fotografías desde varios ángulos.

A causa de estas y otras razones, frecuentemente la respuesta adecuada se encuentra en una combinación de las plantillas bidimensionales y de los modelos tridimensionales. Pero, a menudo, ésto no es suficiente. Los planos y bosquejos, los diagramas, las plantillas o cualquier otro elemento que pueda ser de ayuda, deben ponerse al servicio de este propósito. Cada uno de ellos es valioso en su fase apropiada del desarrollo de la distribución. Las simples plantillas de área son tan valiosas en las primeras etapas del proyecto de una distribución de conjunto como lo son más tarde los modelos. La mejor solución consiste en hallarse en disposición de poder usar todos estos elementos y seleccionar el más apropiado para cada propósito.

Etapas en el desarrollo de la distribución detallada con plantillas y modelos.

1. El ingeniero trabaja y elabora su ordenación por medio de dibujos, diagramas y plantillas.
2. Coloca los modelos en el plano de distribución, de acuerdo con la ordenación previamente materializada con las plantillas. Luego invita a todos a los que concierne, a hacer sus sugerencias.

3. Las mejoras sugeridas se ensayan moviendo los modelos, o bien evaluando la idea de alguna otra manera.
4. Cuando la ordenación final está ya decidida, se retiran los modelos y se fijan a la hoja base o plano de emplazamiento para el fotografiado o reproducción.

Al seleccionar el medio y las técnicas de visualización a emplear, se debe procurar la consecución de los siguientes requisitos:

CLARIDAD: Suficiente para la persona que utiliza el medio en cuestión, así como para que los demás lo puedan comprender.

FLEXIBILIDAD: Suficiente para sugerir y mostrar las diferentes ideas en poco tiempo.

ECONOMIA: En términos del desembolso inicial y de la efectividad de utilización.

DISPONIBILIDAD: Los medios de visualización deben estar a mano siempre que se necesiten.

Muy pocos directores de proyecto o jefes de departamento pueden contentarse de mover las plantillas o de dibujar sobre los planos de distribución cuando se les piden sugerencias y comentarios al respecto. Esto puede ser perjudi-

cial. Cuando las maquetas han sido mezcladas o el plano marcado de un modo indeleble, se pierde gran cantidad de tiempo en la recomposición. Peor aún, - las buenas ideas o las nuevas sugerencias pueden perderse también. Pero al mismo tiempo, se debe recordar que el obtener la participación de los demás en el proyecto, conduce a los mejores resultados; la distribución es un trabajo que requiere colaboración. Por lo tanto, los elementos usados, cuando menos en las primeras etapas del proyecto, deben ser tales como para estimular el interés de los demás y estimularles a que los usen para ensayar sus ideas.

Además, el medio de representación empleado deberá permitir el rápido registro de todas y cada una de las ideas y planes propuestos; si no es así, se - deberá procurar la anotación de estas ideas a medida que se desarrollen. De - otro modo, puede ocurrir que sean movidas las plantillas o modelos y que sean marcadas los dibujos sin que por ello se aprovechen las sugerencias. Algunos - ingenieros de distribución proporcionan periódicamente a cada jefe de departamento y personal de la dirección interesadas, copias de sus propuestas de distribución a medida que éstas se van elaborando, pues opinan que el reducido -- desembolso realizado para la reproducción constituye una buena inversión, en -- virtud del espíritu de colaboración y de las sugerencias que obtienen a cambio.

En realidad, una vez que se han realizado los planos, plantillas y modelos, se deben conservar a mano si se prevé, para la planta, cualquier cambio de distribución en el futuro. Deberán estar apropiadamente identificados y archivados, listos para ser usados de nuevo. Todo ello forma parte de la buena ---

práctica de la distribución en planta.

REGISTROS COMPLETOS

Mientras se proyecta la distribución todo se halla en estado de continuo cambio y así debe ser. Se están elaborando las diversas soluciones y mejorando constantemente los planes. Pero cuando la distribución detallada ya está instalada, se debe mantener al día el registro de la distribución permanente; se debe confrontar la instalación real para asegurarse de que concuerda con los planos. Si no es así, se habrá de modificar en consecuencia, ya sean los planos, ya sea la distribución. De esta forma se tendrá un registro que demuestre siempre la distribución existente; se estará constantemente en disposición de empezar un trabajo de redistribución en cuanto sea preciso; y se dispondrá de un plano, al día, al cual poder referirse cuando se discutan problemas de ingeniería de detalle.

Otro punto de buena práctica de la distribución es el conservar el registro de la distribución ya existente, sin modificación ninguna, mientras se está proyectando una nueva distribución.

El caso es mantener un registro permanente de lo existente, y, al mismo tiempo, tener listos y disponibles para cualquier otro nuevo estudio de distribución los elementos adecuados. Esto implica la posesión de dos elementos; un registro y un medio de planear. Cuando solamente se emplea uno, la experien-cia demuestra que frecuentemente es lo último en ser cambiado cuando se hace

una redistribución. Obviamente, tal elemento es estrictamente un registro, no un elemento para el planeamiento.

IV. CRITERIOS GENERALES PARA LOCALIZACION DE INSTALACIONES

CONSIDERACIONES GENERALES DE LOCALIZACION DE INSTALACIONES

Localización del Terreno para la Planta

Idealmente antes de que un sitio sea seleccionado, una distribución preliminar debería ser hecha; aunque normalmente ésta se deja de lado, es recomendable siempre que sea posible llevarla a cabo. Esta deberá estar basada en el principio de que el propósito de una buena distribución del área de la planta (terreno) es proveer seguridad y un flujo económico de material y personal. Es recomendable preparar un diagrama de flujo del sitio, el cual posteriormente permitirá que los diferentes procesos sean localizados relativamente uno con otro (ver figura 4.1).

Después se localizan los diferentes servicios (e.j. cuarto de calentadores, planta de tratamiento de efluentes, etc.), en las posiciones más convenientes. Los edificios centrales (administración, talleres, laboratorios), se deberán localizar de tal forma que las distancias que recorra el personal que los use sea mínima. Finalmente se deberán indicar los sistemas de caminos y ferrocarril. Así pues este plano de localización preliminar permitirá localizar los diferentes procesos, servicios y con ésta estimar el área requerida para la planta, y posteriormente formará uno de los criterios de selección para el terreno de la planta; particularmente para consideraciones topográficas y geológicas. Otros factores importantes en la selección del sitio para la planta son mercados de productos, suministro de materia prima, proximidad a caminos principales, sistemas de puer-

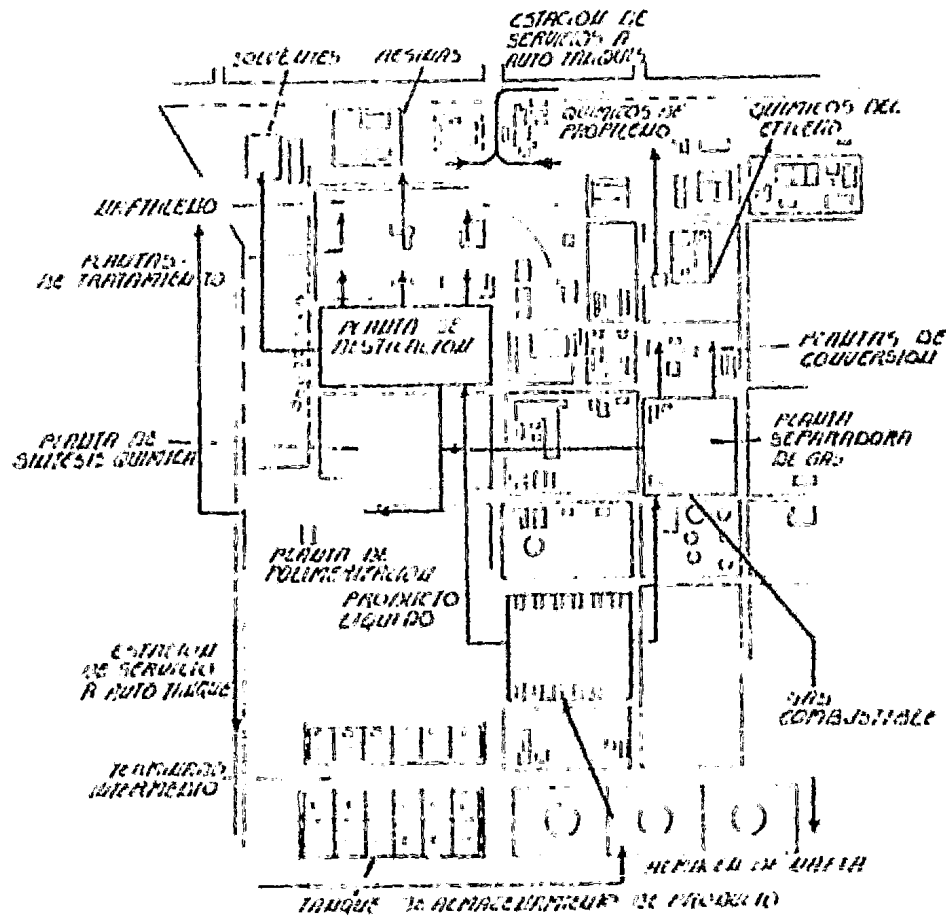


DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA PLANTA PETROQUIMICA COMBINADO CON EL PLANO DE LOCALIZACION

FIG. 9.1

tos y ferrocarril, disponibilidad de mano de obra local, servicios de agua y --
efluentes, alcance de futuras expansiones, influencias e incentivos gubernamental
les para inversión.

Después de la adquisición del área para la planta, el ingeniero de dis-
tribución tendrá que ajustar sus planos a las restricciones del lugar. Es impor-
tante que estas limitantes sean claramente establecidas. Estas pueden incluir:

1. Condiciones topográficas, geológicas y metereológicas.
2. Condiciones ambientales relacionadas con propiedades adyacentes.
3. Sistemas de servicios y alrededores del lugar, ejemplo:
 - caminos y carreteras públicas
 - ductos de gas y combustibles
 - precipitaciones pluviales
 - salida de drenajes
 - suministro de agua potable y de proceso
 - suministro de energía eléctrica
4. Requerimientos legales, ejemplo:
 - Leyes de planeación y construcción
 - Leyes de salidas de efluentes y restricciones sobre contaminación ambiental

Regulaciones de tráfico

Requerimientos de seguridad contra incendio

Los estándares del lugar deberán ser establecidos para:

- 1) Ancho de calles, radio, peralte, etc.
- 2) Corredor de servicio
- 3) Puente de tuberías (altura para atravesar calles, vías de ferrocarril
- 4) Acabado arquitectónico para edificios, etc.

Habiendo establecido las limitantes del lugar y los estándares, se estará en condiciones de realizar un plano de localización más detallado; para lo cual se deberán hacer las mismas consideraciones que se hicieron para el plano de localización preliminar; la distribución del proceso de la planta por flujo de materiales con la posición de los servicios y edificios adicionados posteriormente. Sin embargo, las restricciones del lugar pueden ayudar a la localización del proceso en la planta, después de fijar la localización de las acometidas de los servicios (caminos, vías de ferrocarril, suministro de energía eléctrica y drenajes, agua potable y de proceso). Los servicios generados en la planta (planta generadora de vapor, talleres, oficinas, etc.) pueden ser posicionados después de fijar la distribución de los diferentes procesos. La distribución total deberá posteriormente ser revisada para checar que la distribución sea consistente con

los requerimientos de seguridad en situaciones de emergencia y que las restricciones y estándares no hayan sido violadas.

Con objeto de definir los límites de batería o áreas de responsabilidad se deberán hacer consideraciones cuidadosas. El área del terreno deberá ser de limitada por una cerca y todas las entradas deberán ser provistas de una caseta de vigilancia. Por razones de seguridad, el número de entradas deberán ser -- conservadas a un mínimo; pero cuando se tenga una ampliación, ésta deberá tener una entrada separada y caseta de vigilancia, así como su propia cerca limitante. Este acceso para entrega de materiales de construcción debe conservarse libre de cualquier maniobra de operación de la planta. La cerca delimitante de áreas principales de trabajo puede servir como frontera, pero cualquier acceso -- entre el área de trabajo y la planta deberá tener su propio punto de control de seguridad.

TRANSPORTE DE MATERIALES

Una buena distribución de planta minimiza la distancia que los materia les tienen que recorrer a/o del almacén o durante su procesamiento. Esto separa el área de descarga de materia prima del área de carga de producto. Estos dos objetivos pueden ser establecidos por la primera distribución del área en el orden como se indique en el diagrama de flujo de materiales (figura 4.1) y posteriormente se podrá refinar y cuantificar cuando se inicie el arreglo más detalla do por alguna de las técnicas que se mencionan en el capítulo III. Sin embar-

go, el plano de localización puede ser modificado para considerar otros factores tales como el conservar el tráfico de materias primas y productos, alejado de otros tráficos necesarios para la ingeniería, construcción, personal. Otro factor a considerar es el aislamiento de operaciones peligrosas, las cuales pueden necesitar su propia cerca de seguridad. Es necesario a este respecto conocer estatutos y regulaciones de la compañía. No es necesario que exista solamente una área de descarga, una área de almacenaje, etc. El número depende, entre otras cosas de; la clasificación de peligrosidad de las materias primas y productos y de la interacción entre los diferentes procesos de la planta.

Las áreas de carga y descarga deberán ser localizadas en las orillas del área cerca del punto de entrada (cerca de los caminos de entrada, espuela de ferrocarril o muelle). Sin embargo, si los materiales son en todo desagradables o peligrosos, estas áreas pueden no estar cerca de la entrada, aunque pueden permanecer cerca del límite del área si no se causa ningún inconveniente a las vecindades. Es usual que las áreas de almacenaje estén a lo largo de las áreas de carga y descarga a fin de controlar el posicionamiento de materiales en almacén. Idealmente el proceso deberá entonces estar próximo a el almacén o en el otro lado del área de embarque. Otra vez ésto no siempre es posible o aún deseable si están involucrados materiales peligrosos.

La transportación interna de materiales puede ser por tubería, transportadores o vehículos. Las tuberías deberán correr paralelas a los caminos en el mismo modo que los servicios se distribuyen, de hecho, las rutas de tubería pue-

den ser distribuidas entre los químicos y servicios. Donde se usan vehículos las rutas que sigan las tuberías deberán ser planeadas y si es necesario se construirán puentes donde crucen rutas ocupadas.

LOCALIZACION DE SERVICIOS

El cuarto de calentadores, estación eléctrica, torres de enfriamiento, - estaciones de bombeo, etc. deberán ser localizados en posición donde no sean - puestos fuera de operación por fuego o inundación y aquellos tales como vapor, agua y suministro eléctrico no deberán tener una longitud poco económica. Los servicios pueden estar en la periferia pero situados en forma adyacente a lo largo de los usuarios. De otro modo deberán preferiblemente ser puestos en el - - centro de la área (terreno), tal que la planta pueda expandirse en todas direcciones.

Cuarto de Calentadores y Estación Eléctrica

En la localización de el cuarto de calentadores, los efectos de remolino o viento dominante en la emisión de la chimenea, deberá tomarse en cuenta. Accesos directos evitando las áreas de proceso, deberán ser provistas para el suministro de combustible. Las plantas de tratamiento de agua para calderas, normalmente son situadas dentro de la casa de calderas. Sin embargo, plantas de tratamiento muy grandes pueden ser contenidas en un cuarto separado o área para permitir acceso para regenerar químicos y localizar almacén de agua y sis-

temas de drenaje y efluentes.

Torres de Enfriamiento

Las torres de enfriamiento deberán ser localizadas tal que el arrastre de agua no restrinja la visibilidad o cause, corrosión exterior o formación de hielo en otras partes de la planta, caminos, o vía pública. Las torres deberán ser orientadas perpendicularmente a los vientos dominantes para minimizar la recirculación de aire de la descarga de una torre a la succión de una torre adyacente. En el arreglo de las instalaciones de torres de enfriamiento de múltiple tiro natural deberá tomarse en cuenta la resonancia de frecuencias generadas por el paso de la velocidad del viento.

Se deberán hacer consideraciones para evitar intromisión de vapor corrosivo de plantas adyacentes y tener en cuenta la posición de la caldera y otras chimeneas y de los quemadores. Deberán cuidarse la localización de edificios adyacentes a la toma de aire de torres de enfriamiento de tiro natural.

La adaptabilidad de el piso para la provisión de sistemas necesita ser considerado.

La relativa conveniencia de centralizar o descentralizar las torres de enfriamiento, o el fomento de el uso de enfriadores de aire, deberán ser revisados visualizando las posibles expansiones.

Casa de Bombas y Cuarto Eléctrico

Distribuir también como sea posible subestaciones, transformadores, cuarto eléctrico, estación de bombeo, etc., en lugares que no puedan ser afecta-- dos por el fuego o inundaciones, deberán ser puestos en áreas que permitan em-- plear equipo que no sea a prueba de explosión a menos que formen parte inte-- gral de una planta.

Distribución de Servicios

El vapor y el agua principalmente, electricidad y cables telefónicos, - etc., deberán en general correr paralelos al camino y deberán evitar ir a tra-- vés de las áreas de planta.

Cuando se requiera que las tuberías atraviesen algún camino, se em-- pleará un puente y su elevación con respecto al piso deberá ser al menos 3m., pero preferiblemente 4m y algunas veces 7m. donde se requiera acceso para - - grúa. Será conveniente emplear doble cama en estos puentes de tuberías con - objeto de minimizar el ancho.

Efluentes

Los efluentes líquidos pueden ser, ya sea lluvia, o efluentes de planta. Cuando se haga la distribución del sistema de drenajes y el efluente de planta, inicialmente se debe consultar con las autoridades locales y considerar las legis-

laciones locales con objeto de proveer el tratamiento adecuado para todos los tipos de drenajes. El agua de lluvia y los efluentes líquidos no peligrosos pueden correr en trincheras abiertas o drenajes, pero efluentes acuosos peligrosos deben ir en un drenaje cerrado. La ruta de efluentes debe correr paralela al sistema de caminos. Los drenajes deben tener una pendiente y ser autolimpiantes. Estos deberán estar interconectados por medio de registros de drenajes, cada uno de los cuales tiene un sello líquido para prevenir la transmisión de gases de un registro a otro, y el esparcimiento de explosiones o fuego. En casos donde gases nocivos pueden ser colectados, los registros deberán ser cerrados y sellados, y los gases venteados a un lugar seguro, por ejemplo 3m. arriba del nivel, --- 4,5m. horizontalmente de plataformas y 12m. de paredes de hornos.

Las diferentes secciones del terreno deberán ser niveladas tal que los drenajes pluviales tengan el drene adecuado. La mínima pendiente para áreas pavimentadas en uso es 1 in a 80, pero para líquidos corrosivos 1 in a 40 es recomendable, aunque la máxima caída en cualquier dirección no debe exceder 150mm. El drenaje pluvial de áreas fuera de proceso y de edificios, etc. que no contengan líquidos contaminantes pueden ir directamente a el drenaje público. El agua de lluvia de áreas que sólo son contaminadas ocasionalmente es primero checada en lagunas de retención antes de descargarla a el drenaje. La lluvia de áreas frecuentemente contaminadas deberán ser tratadas junto con los efluentes acuosos de proceso. Es esencial que estas áreas sean distinguidas de otras y de propiedades vecinas tal que no ocurra contaminación (cruzada). Para

conseguir ésto, deberá tomarse ventaja de la pendiente natural en la ubicación del sistema de drenajes y de la planta de tratamiento de efluentes. La planta de tratamiento de efluentes no debe ser localizada cerca de áreas habitacionales.

Los incineradores para combustibles sólidos y líquidos no acuosos deberán ser localizados cerca de la descarga del área de proceso.

Los efluentes gaseosos deberán ser quemados o descargados a una altura tal que en ninguna circunstancia lleguen a algún camino público. El efecto de cualquier remolino, corriente o vientos dominantes deberán ser considerados.

Trincheras

Para el manejo de agua de tormentas es normal una selección entre un sistema subterráneo de alcantarillado o trincheras. Para plantas pequeñas, las trincheras son menos costosas. Para plantas grandes, los gastos incurridos por trincheras anchas necesarias, cerca del final del sistema deberán estar balanceados con el costo de alcantarillas. Algunos puntos se consideran en la siguiente comparación:

- a) Area de la planta consumida por las trincheras
- b) Longitud del Rack de tubería que cruza la trinchera
- c) Costo del mantenimiento para reparar la trinchera después de derrumbes

- d) Costo de alcantarillas para proveer accesibilidad a las áreas de proceso para mantenimiento de equipo pesado
- e) Posibilidad de coleccionar materiales flamables en la trinchera y causar incendios

Edificios Centrales

En el opéndice se dan claros típicos para edificios centrales.

Edificios Administrativos

Los edificios administrativos deberán ser localizados en el lado del área pública o segura y cercana a la entrada principal, de ser posible.

Deberán localizarse viento arriba de cualquier planta capaz de ventear humos a la atmósfera y a los edificios. Se deberá proveer un estacionamiento - adecuado. Las oficinas principales deberán estar siempre cerca de la entrada - principal.

Cafetería

Si el número de empleados es pequeño la cafetería puede ser parte del edificio de Administración. De otro modo, se requiere separada del edificio. En algunos casos se puede localizar cerca del edificio Administrativo, tal que - los proveedores no tengan que atravesar por las áreas de producción para hacer

sus entregas.

Tiendas y Centro Médico

Tiendas para el personal y centros médicos deberán ser localizados en una área segura, preferiblemente con alrededores atractivos y con una distancia corta desde la concentración principal de trabajo. La descarga de suministro de alimentos no deberá interferir con otro tráfico.

Talleres, Almacenes Generales, Estacionamiento, Etc.

Los talleres y almacenes generales (no de materiales de proceso) etc., deberán localizarse cerca de una área segura y preferiblemente con facilidad de acceso desde las unidades de proceso. Se deberán proveer accesos directos para tráfico, el cual de ser posible no pasará a través de las áreas de proceso. La descarga a almacenes no deberá interferir con otros tráficos. Los talleres pueden necesitar espacio externo adyacente para fabricación externa.

Carga, Descarga y Embarques

Localizar a 60 m, mínimo, de las unidades de proceso, tanques de almacenamiento, edificios, etc., a menos que la comodidad no sea peligrosa.

Estudiar las condiciones de control de tráfico en la localización de las estaciones de carga y descarga.

Si las balanzas son usadas, el sistema de camino se traza tal que los furgones al entrar o salir pasen sobre la báscula.

Las bombas de embarque pueden ser localizadas cerca de los tanques de almacenamiento como sea posible, pero fuera del dique.

La longitud de las líneas de tubería es un factor económico importante en la localización de las estaciones de carga, no sólo en el costo de la tubería sino también en el costo de bombeo.

Laboratorios

Los laboratorios deberán estar centrados a las plantas y en una área segura. Si los laboratorios están relacionados principalmente con efluentes y con suministro de combustibles, entonces pueden ser localizados cerca de los efluentes o plantas generadoras de vapor.

Accesos

Dimensiones típicas de caminos y vías de ferrocarril, así como dimensiones de camiones tanque son dadas en las tablas de el apéndice.

Caminos y Areas de Estacionamiento

En la distribución del sistema de caminos es necesario analizar los re--

querimientos inmediatos y futuros de tráficos.

Donde sea posible, los caminos deberán distribuirse tal que los vehículos no pasen a través de las áreas de proceso o no violen la clasificación de áreas peligrosas cuando intenten conseguir su destino.

Los caminos a través de áreas de planta deberán, por lo tanto, ser distribuidos sólo para accesos a la planta. Idealmente la salida de una área de planta deberá ser accesible por los cuatro lados al camino. Se deben proveer accesos adecuados a áreas donde se sabe que el equipo o material debe ser llevado para propósitos de mantenimiento. Accesos similares son necesarios para reactores o convertidores donde se sabe que la remoción de catalizador y reposición debe ser efectuada. Estos caminos deben ser suficientemente amplios para permitir facilidad de maniobra de vehículos y grúas móviles. La entrada de equipo móvil a la planta no debe ser obstruida por guarniciones, zanjas, drenajes, tuberías a nivel de piso, etc. Los accesos para equipo contra incendio se deben considerar, se debe tener cuidado de asegurar espacio suficiente para las vueltas para vehículos y carros tanque.

Camino de doble sentido deberán permitir el tránsito de dos vehículos. El radio de giro en esquinas deberá permitir las vueltas de vehículos largos y cualquier carga especial.

Se deberá contar con andaderos en áreas de altas concentraciones de personal y movimientos de tráfico.

Se deberá contar con espacio adecuado para estacionamiento, para es perar a cargar o descargar, o para acceso a la báscula o para entrar o salir - de la planta. Los estacionamientos de automóviles y camionetas del personal y visitantes y los caminos de acceso deberán estar en una área segura. El área de estacionamiento para el cambio de turnos de los empleados deberá estar bajo la observación de la caseta de vigilancia.

Espuela de Ferrocarril

Las espuelas de ferrocarril deberán ser distribuidas con permiso de las autoridades de ferrocarriles para conocer los requerimientos de maniobra para -- recepción de materia prima y despacho de productos.

Canales y Ríos

Si la propiedad tiene un canal o río, hay que indicarlo así como la - dirección de su flujo, de tal forma que las tomas de agua y los servicios de -- tratamiento de agua puedan localizarse adecuadamente.

Servicios de Emergencia

En relación con la distribución total del lugar, deberá pensarse que su cedería en una situación de emergencia. Donde el espacio lo permita, una distancia de al menos 15 m., y de preferencia 30 m., deberá separar las distintas

plantas de tal manera que en caso de fuego no se extienda de la fuente original. En plantas más peligrosas esta distancia se deberá fijar después de investigar otras recomendaciones. A falta de ésto, se requieren paredes de protección a una distancia segura. El sistema de accesos deberá ser checado de tal forma que el - área no quede (obstruida) aislada en situación de emergencia.

La Estación de bomberos y ambulancias deberán ser localizadas tal que no sean afectadas por un incendio mayor, y de manera que tenga buenos accesos a cualquier punto de la planta para permitir acción en caso de emergencia sin - peligro de obstrucción del tráfico en la planta.

Durante las primeras etapas de distribución es útil comentar con la autoridad local de bomberos acerca de la distribución general, pero particularmente acerca del arreglo de las tomas de agua y de la posición de los hidrantes y localización de carretes de mangueras. En general, tuberías subterráneas con - agua para suministro a hidrantes deberán ser trazadas en forma de anillo, localizadas a lo largo de los caminos adyacentes a la planta. Algunas veces es útil tomar agua de fuentes naturales para lo cual se deben planear los accesos a los puntos de toma.

Es deseable tener un punto de control de desastre y un número de otros puntos alrededor del lugar, conteniendo equipo de emergencia e interconectados por teléfono. En la distribución de servicios para emergencia, no se debe olvidar considerar los efectos de, y/o, las actividades en los alrededores. (ver tablas de distancias mínimas en el apéndice).

Factores Ambientales

La situación del lugar puede afectar la distribución, mientras un buen arreglo puede minimizar los efectos nocivos en el ambiente.

Algunas de las consecuencias de la selección de un lugar específico son las siguientes: Los edificios administrativos deberán estar cerca de la vía pública, las áreas de almacenamiento deberán estar cerca del ferrocarril o suministros de aguas, los edificios más pesados deberán estar en las áreas de mejor carga, y la topografía puede usarse para un flujo por gravedad. Una ventaja puede también tomarse de los contornos existentes, tal que el posicionamiento de equipo reduzca la cantidad de movimientos de tierra en cortes y rellenos.

En la distribución del lugar se deben considerar las ondulaciones del terreno y los árboles para crear una especie de cerca a los edificios tanto como sea posible. Los edificios administrativos, laboratorios, etc., pero nunca las plantas de proceso, pueden ser erigidos adyacentes a áreas habitacionales o similares. Los procesos no deberán ser localizados próximos a una operación vecina peligrosa. Se deben checar chimeneas altas que puedan constituir un peligro aéreo y por lo tanto, requerir de luces indicadoras. La reducción de los efectos de los efluentes puede conseguirse con una buena distribución. La dirección de los vientos dominantes deberá ser considerada tal que las plantas que produzcan efluentes gaseosos o ruido no estén viento arriba de propiedades habitacionales. No se debe permitir que los efluentes líquidos salgan de la planta a pro--

propiedades adyacentes o viceversa. Los efluentes sólidos, si se tienen que conservar en el lugar en montones previos a la transportación, deberán estar alejados de propiedades adyacentes. Similarmente los almacenes externos de tanques, o de innecesarios o de equipo desechado deberá estar fuera de la vista de los alrededores. Las espuelas de ferrocarril deberán ser localizadas de tal manera que el ruido de maniobras de desvío sea minimizado.

Factores Geográficos

En la distribución de planta los siguientes factores geográficos deben ser tomados en consideración:

La dirección de los vientos dominantes difiere en diversas partes del mundo y éstas afectan la localización de algunos equipos — como quemadores o de torres de enfriamiento, las cuales deberán estar a favor del viento.

En climas calientes algunos equipos, como tanques de almacenamiento refrigerados deben estar localizados a la sombra y esto demanda un conocimiento de la dirección y elevación del sol. En algunos países el aislamiento para tubería aérea o subterránea es totalmente innecesario. En otros se requiere una protección más estricta, dado que al bajar la temperatura algunos líquidos llegan a congelarse.

La lluvia puede variar de, prácticamente ser nula, a tomar condiciones monzónicas (hasta 10cm/hr.), y ésto obviamente tiene un gran efecto en la capacidad del sistema de drenaje. Se debe tener cuidado en la distribución para evitar inundación de áreas sensibles tales como fosas de bombas y áreas circunscritas, las cuales pueden, si se inundan, causar que los tanques localizados en ellas floten.

Todos estos factores pueden afectar, ya sea que las estructuras de los edificios sean abiertas o cerradas.

Consideraciones Económicas

El equipo deberá ser distribuido para dar la máxima economía de tubería y estructuras. Como regla general una distribución tan compacta como sea posible con todo el equipo a nivel de piso, es el primer objetivo, consistente con accesos y requerimientos de seguridad.

El costo de posicionamiento de equipo en estructuras de más de dos pisos es afectado por la necesidad de proveer plataformas y escaleras de acceso, mientras que la compensación de ahorro de espacio terrestre y costos es menos importante. Arriba de 30 metros el costo de la seguridad del operador se incrementa ampliamente. En general, una gran elevación deberá ser considerada, só lo cuando se tengan limitaciones de espacio o donde el flujo por gravedad sea

necesario o deseable. Obsérvese que una elevación moderada es necesaria para proveer los requerimientos de succión a bombas o fuerza motriz alrededor de un rehervidor tipo termosifón. Los intercambiadores de calor pueden estar elevados, pero en ausencia de una necesidad de proceso, ésto deberá sólo ser realizado si la economía en la tubería y el costo de área equilibran el costo de elevación. El equipo deberá ser localizado para minimizar corridas largas de tubería que -- incrementan los costos por razón de tubería adicional empleada, el aislamiento extra necesario, mayores pérdidas de calor y mayores costos de bombeo.

Se deberán hacer ciertas consideraciones para optimizar el uso de estructuras en concreto o acero, duplicando su aplicación a más de un equipo y asegurando que los accesos, plataformas, etc. tengan más de una función, (ver figura 5.2!) El ahorro en espacio puede ser conseguido localizando equipos pequeños tales como bombas bajo el puente de tuberías, suponiendo que esta área no sea necesaria para acceso.

Los recipientes pequeños, los intercambiadores de película de aire y - equipo similar pueden ser localizados sobre las estructuras de tubería, suponiendo que el gasto adicional del incremento de estructura con posibles plataformas de acceso adicionales y cimentaciones más pesadas para el puente de tuberías puede justificarse por el ahorro en área, y que además no se incremente la dificultad de construcción o retrasos o de mantenimiento.

La remoción de haz de tubos de intercambiadores de calor o internos - de recipientes de proceso pueden influenciar el posicionamiento de equipo sobre

el nivel del piso y el efecto de éste en el costo de estructura soporte y en la extensión de tuberías de proceso y servicio debe ser evaluado.

Consideraciones de Seguridad

Donde se manejen materiales tóxicos o peligrosos, la distribución puede ser complicada por la necesidad de aislar las secciones de la planta. Los equipos que puedan ser considerados como posible fuente de peligro deberán ser agrupados, y donde sea posible localizarlos separadamente de otras áreas de la planta. Ejemplos de éstos son: hornos, quemadores, u otros equipos conteniendo flama abierta, equipo mecánico o rotatorio manejando líquidos volátiles o inflamables, los cuales pudieran fácilmente fugarse o derramarse del equipo y así causar un centro flamable. Sin embargo, tales consideraciones podrían no contrarrestar las consideraciones de costo, así para los calentadores de proceso deben necesariamente ser localizados cerca a otro equipo para conservar el costo de tubería de aleación.

Equipo que maneje ácidos u otros materiales tóxicos, y que pudieran causar daño o peligro para el personal por su derrame, deberán en general ser localizados en grupo. Si fluidos de dos diferentes tanques se derramasen y reaccionaran de una manera no deseable, entonces se deben colocar diques para evitar mezclado.

Para aislar áreas peligrosas puede ser necesario construir paredes con puertas de cierre automático. Los requerimientos de ventilación deberán ser con

siderados desde el inicio, así como el tipo de piso, dado que el piso abierto permite emanaciones continuas.

Definiciones de áreas peligrosas son dadas en los códigos del Instituto - del Petróleo.

En adición a los requerimientos de estos códigos de seguridad, se deberá hacer un chequeo con las leyes locales y del N.F.P.A. cuyos requerimientos - pueden ser más estrictos o específicos que los códigos arriba mencionados, y podrán, en tal caso, tener precedencia.

Las áreas peligrosas deberán ser localizadas de tal forma que no traslapen los límites del área o los accesos del ferrocarril. Además las áreas peligrosas deberán contener sólo las operaciones realmente peligrosas a fin de reducir - la necesidad de equipo especial, tal como motores a prueba de explosión o ventilación extra.

Deberá tenerse cuidado en la distribución de equipo, para la provisión de claros suficientes entre equipo crítico y mecánico y de alta temperatura para conseguir la seguridad del personal de operación y mantenimiento.

La distribución de malacates y montacargas, deberá realizarse conservando en mente, la seguridad del personal de operación y mantenimiento. Se debe rá proveer alumbrado adecuado.

Consideraciones de Proceso

Las consideraciones de proceso pueden sugerir el que algunos equipos - sean elevados para proveer flujo por gravedad de materiales, ajustar requerimientos de succión de bombas, proveer cabeza motriz a rehervidores tipo termosifón o para conseguir el uso de condensadores barométricos. Otras consideraciones - de proceso podrían ser limitaciones de caída de presión o temperatura en líneas de transfer, fijando así la proximidad de hornos, reactores y columnas.

Consideraciones Operacionales

Deberá darse la localización de equipo, pensando en los requerimientos y frecuencia del servicio por el personal de operación y de la posición relativa del cuarto de control para obtener las rutas más directas y cortas para los operadores para que realicen sus operaciones de rutina. Sin embargo el cuarto de - control deberá estar en una área segura. En casos críticos, el manejo de la - planta puede ser afectado por la inhabilidad de un operador para atender los - controles operacionales en una área amplia.

Generalmente Procesos Batch o Semibatch necesita más atención por parte del operador y por lo tanto deben hacerse más consideraciones para equipos - involucrados en este tipo de procesos; estos puntos se tratarán cuando se hable de criterios específicos de localización de equipo (ver capítulo V).

Consideraciones de Mantenimiento

La necesidad de remoción para servicio, reentubado o desplazamiento de unidades pesadas e indivisibles de planta dictarán la localización de accesos para grúas cuando se requieran. El uso de máquinas totatorias u otras que requieran de desmantelamiento regular hacen deseable frecuentemente su agrupamiento dentro de una casa de máquinas. Se deberá considerar cuidadosamente la localización de equipo que necesite reemplazamiento de internos, catalizador, etc., o limpieza frecuente de internos.

Consideraciones de Construcción

La localización deberá ser planeada de tal manera que se tengan accesos adecuados disponibles para levantamiento de partes grandes de equipo o columnas bastante altas. Cuando dicho equipo se piense localizar cerca de límites de batería, tal que la erección deba realizarse desde fuera de dichos límites, se deberá checar cuidadosamente si se dispondrá de suficiente espacio en el momento de la erección para posicionamiento de grúas o puntos de apoyo.

Se deberá tener en mente las entregas largas de equipo, las cuales se suponga llegarán retrasadas de acuerdo al programa de construcción y que por lo tanto tendrán que ser fijadas después de que la mayoría de equipos en su alrededor han sido instalados.

Apariencia

Como regla general, una distribución de planta con equipo en línea - además de estética es también económica.

Edificios, estructuras y grupos de equipo deberán formar un arreglo simétrico y limpio, consistente con un recorrido mínimo de tuberías y permitiendo - accesos adecuados para mantenimiento. Torres y recipientes verticales grandes - de dimensiones similares, deberán arreglarse en línea con una línea de centros común; pero si los diámetros varían deberán alinearse con una cara común.

Accesibilidad para Mantenimiento

La facilidad de acceso para mantenimiento, se basa en las siguientes - consideraciones:

- a) Dejar un espacio libre adecuado para manejar una grúa de 25 toneladas para el reemplazo y mantenimiento de cada pieza del equipo. En caso de ser necesaria una grúa de más de 25 toneladas, se debe proveer un espacio adecuado para su manejo.
- b) Dejar espacios libres para mover de su posición y manipular las cabezas flotantes de los intercambiadores.
- c) Checar el espacio libre entre cambiadores que están frente a frente, para poder limpiar los tubos.

- d) Proporcionar un espacio adecuado detrás de todos los recipientes con platos o empacados para una área de drenado.
- e) Proporcionar un acceso hasta las tuberías para un camión -- pick up y para las pequeñas estructuras en A.
- f) Proveer un acceso a los calentadores a fuego directo para limpiar los tubos.

En general se debe proporcionar un acceso desde el camino principal, hacia los pasillos de acceso a las unidades para dar mantenimiento al equipo.

PREVISIONES FUTURAS

Un factor importante al que llega un Plano de Localización General es la planeación para expansiones futuras.

Las expansiones futuras podrían abarcar desde la adición de diferentes unidades o equipos de proceso, hasta en algunos casos la duplicación de la planta.

El grado en el cual se deben hacer provisiones para posibles expansiones futuras de la planta, no se determina fácilmente. La pregunta básica a la cual se llega es acerca de cuánto dinero se debe gastar ahora, para ahorrar dinero en el futuro. Para encontrar una respuesta, se debe hacer una evaluación del tiempo y la certeza de los planes de expansión, así como considerar una

evaluación de qué tan económico nos resultará.

Hay una serie de conceptos básicos que siempre deben ser tomados en cuenta cuando se prepara un Plano de Localización General, en el cual se considera una expansión futura de la planta. A continuación se enumeran brevemente:

- 1.- La localización de los servicios generales debe ser diseñada con capacidad implícita para la expansión.
- 2.- Las construcciones para almacenaje deben ser localizadas con referencia a las vías de comunicación terrestre (caminos y vías de ferrocarril) de una manera que se permitan expansiones futuras con modificaciones mínimas.
- 3.- El Plano de Localización debe ser hecho de tal manera que proporcione capacidad implícita para instalaciones futuras de servicios y con un mínimo de tiempo muerto para interconexiones.
- 4.- Las interconexiones de tubería deben ser en soportes elevados o al nivel del suelo.

Las consideraciones principales se deben dar para la localización y agrupamiento de los equipos que trabajan juntos. Un ejemplo típico que ilustra este punto sería una batería de compresores en un edificio. Para planes futuros

se deben dar concesiones para que se pueda extender la estructura y de esa manera poder incluir compresores adicionales.

V. CRITERIOS ESPECIALES PARA LOCALIZACION DE EQUIPO

CONSIDERACIONES ESPECIALES DE LOCALIZACION DE EQUIPO

Recipientes de Planta

Reactores

Las reacciones pueden ser llevadas a cabo en una amplia variedad de recipientes los cuales pueden incluir un recipiente no agitado simple, un auto-agitado con chaqueta, reactor mezclador vertical con superficie de transferencia de calor interna o externa, reactor intercambiador de calor agitado horizontal, reactor molino de bolas, reactor de lecho fluidizado con sistema de tubos completo y su regenerador, reactores tubulares de lecho fijo y también hornos tubulares.

Para el propósito del arreglo de la planta química los reactores se dividen en las siguientes clasificaciones:

1. Reactores continuos no cataliticos
2. Reactores tipo Batch
3. Reactores con catalizador sólido de lecho fijo
4. Reactores con catalizador sólido de lecho fluidizado

Reactores no Cataliticos Continuos

La forma más simple es un recipiente vertical, normalmente agitado, --

con transferencia de calor por medio de una chaqueta externa, un serpentín interno o un intercambiador externo.

Los recipientes enchaquetados no presentan especial problema de arreglo.

Para ayudar en la remoción de un serpentín interno de transferencia de calor en un recipiente a través de una conexión bridada, en la parte alta del recipiente deberá proveerse una plataforma. Si el serpentín es pesado entonces es necesaria una conexión para un monorraíl. (ver figura 5.1)

En intercambiadores de calor externos operando sin bomba de circulación solamente se requiere que la tubería de alta temperatura se conserve lo más corta posible para reducir el peligro de fugas y explosiones pero conservando suficientes codos y longitudes de tubería para limitar los esfuerzos en la tubería. Cuando existe la bomba de circulación, el reactor a menos que esté presionado, debe ser elevado para dar el NPSH necesario.

Los agitadores de un reactor están normalmente situados en la parte alta del mismo, de modo que debe preverse espacio suficiente en la parte alta del reactor para mantenimiento. Para agitadores montados en el fondo del reactor, éste debe ser elevado suficientemente, tanto para mantenimiento como para su retiro completo. Para los reactores en forma de intercambiador de calor de tipo coraza y tubos horizontales con un agitador en un extremo, debe montarse-- les siguiendo el criterio de una combinación de cambiador de calor con bomba en una superficie o placa de base simple junto con el accionador del agitador y

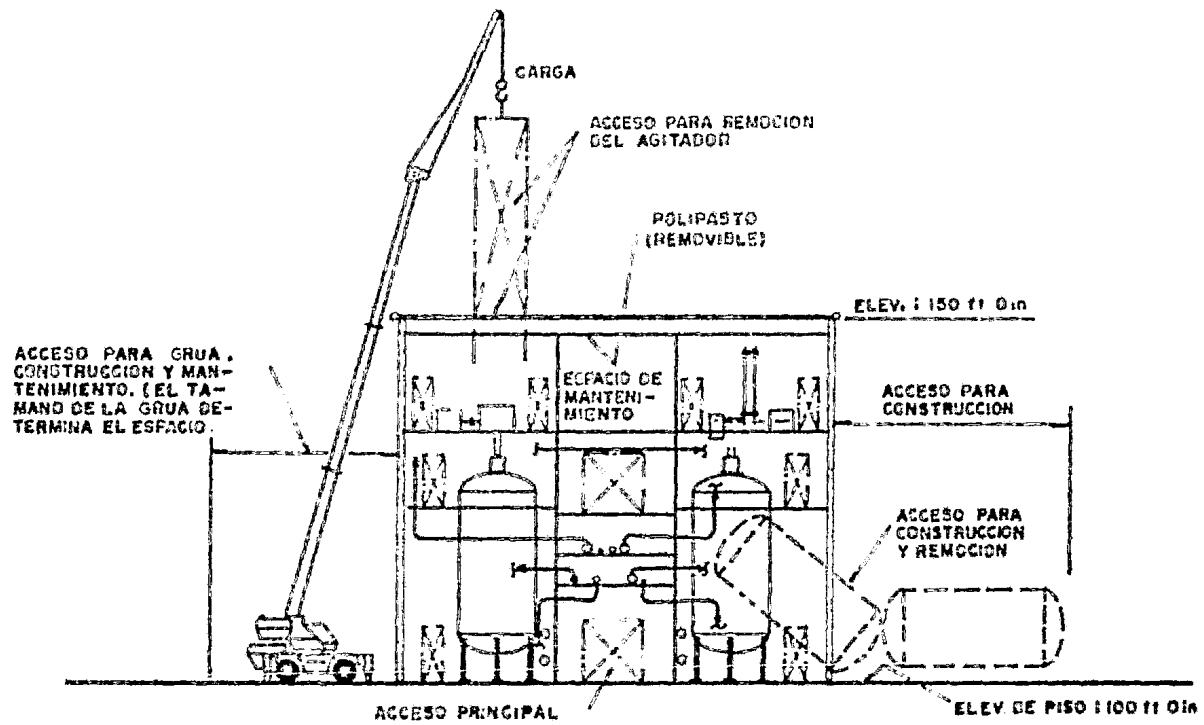


FIG. 5.1

deberán estar de preferencia a nivel del suelo siempre que sea posible. Presiones y temperaturas relativamente altas pueden asociarse con un reactor que entonces son llamados autoclaves. Estos son generalmente recipientes de paredes muy gruesas y se conservan a una elevación mínima, debido a su peso. Los autoclaves verticales frecuentemente se soportan por medio de orejas localizadas un poco arriba de las paredes del recipiente de modo que se puedan reducir problemas de esfuerzo en la tubería. Los soportes se montan preferiblemente en concreto a causa de las temperaturas involucradas y para amortiguar cualquier vibración. (ver figura 5.2).

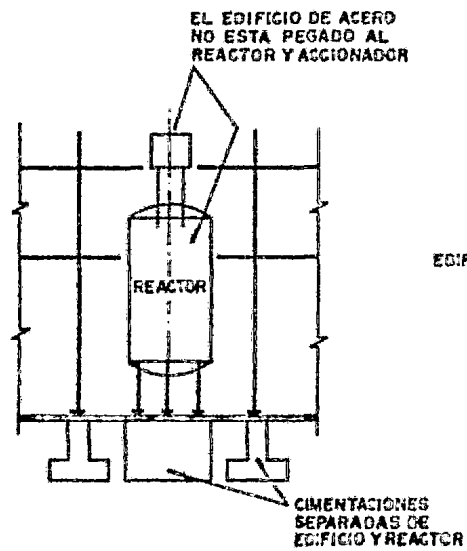
Los autoclaves horizontales deberán localizarse con acceso en ambos extremos para mantenimiento del agitador y del mecanismo del accionador.

Los reactores tipo molino de bolas se arreglan o se localizan como cualquier molino de bolas normal, excepto que normalmente están contenidos dentro de una chaqueta de aire caliente y deberá proveerse espacio para la ductería de aire alrededor del molino.

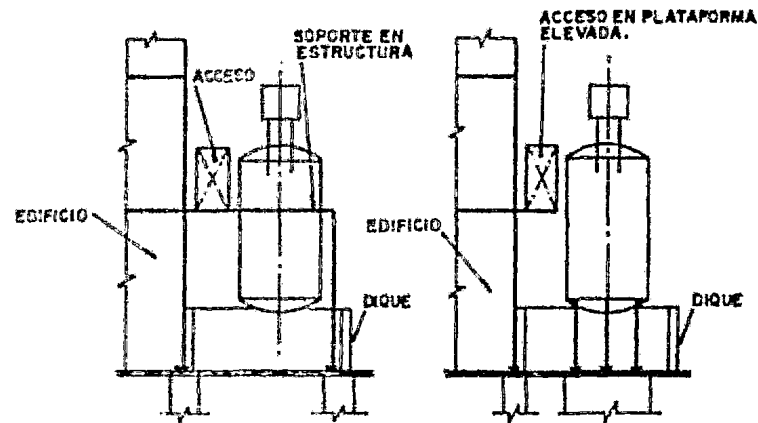
Los reactores de tubos empacados estarán elevados de modo que el empaque antiguo pueda ser descargado hacia un camión o hacia un transportador debajo de él. Similarmente un gancho en la parte superior deberá proveerse para el llenado así como una plataforma en la parte alta del reactor. El llenado puede llevarse a cabo automáticamente.

Reactores tipo Batch

Lo que se ha señalado en la sección anterior también aplica a los -



A.- AISLAMIENTO POR VIBRACION



B.- A LA INTEMPERIE (MENOS ECONOMICO) C.- A LA INTEMPERIE (MAS ECONOMICO)

FIG. 5.2

reactores tipo Batch. Además el acceso de operación es un factor más importante en el arreglo. Las plataformas son particularmente necesarias para visualizar el contenido a través de mirillas de flujo para limpieza y para adición manual de materiales. En este último caso deberán proveerse accesorios para levantar o elevar los químicos desde el nivel del suelo y liberar el espacio cerca del reactor para la entrega y almacenamiento temporal de estos materiales. Frecuentemente las adiciones se pueden hacer desde un ducto en el piso superior. Para propósitos de limpieza, algunos servicios tales como iluminación, vapor y agua, deberán estar convenientemente localizados y deberán dejarse espacios adecuados para las tolvas que recojan desperdicios a un lado de las plataformas. Se deberá prestar especial atención al drenaje del piso si la limpieza frecuente es necesaria.

Los procesos de tipo Batch pequeños frecuentemente requieren que el reactor completo sea removido y reemplazado por otro, esto permitirá el mantenimiento o la limpieza ardua con la mínima interrupción para la producción. Si un recubrimiento interno de vidrio falla en servicio usualmente el único recurso es reemplazar el equipo. El procesamiento en forma de Batch frecuentemente puede tenerse en forma de campaña de diferentes productos, puede ser necesario rearmar los reactores, etc., entre cada campaña. El edificio deberá estar arreglado con aberturas en el piso, adecuadas, de modo que cualquier artículo u objeto pueda ser removido y bajado directamente hacia el piso. Es buena práctica soportar los reactores en anillos de refuerzos de modo que su remoción

se lleve a cabo simplemente bajando el recipiente hacia el piso interior. Esto evita la necesidad de espacio excesivo arriba del recipiente y la necesidad de movimiento multidireccional.

Los reactores para productos múltiples no siempre están permanentemente conectados por líneas. Los servicios se traen a los cabezales convenientes y se conectan al reactor por medio de mangueras; entonces un reactor es conectado al siguiente por conexiones flexibles de acuerdo a los requerimientos particulares del producto que se está corriendo. Es esencial localizar los cabezales y los reactores en relación uno con otro de modo que las mangueras no bloqueen caminos de accesos, escaleras, etc. Frecuentemente en tal situación cada reactor se puede interconectar a sus propios intercambiadores, condensadores y aun a su propia centrífuga o filtro para formar un sistema del reactor y la conexión flexible solamente será hecha entre cada sistema. El arreglo tiene que considerarse dentro de cada unidad y para la relación entre las unidades. Los ductos de ventilación del recipiente deberán ser arreglados de tal forma que no haya flujo hacia atrás, y de ventosas peligrosas hacia otros recipientes.

Reactores con Catalizador Sólido de Lecho Fijo

Este tipo de reactores empacado con el catalizador, ya sea en bruto, o en polvo, a granel entre soportes dentro del recipiente del reactor o dentro de tubos o canastas. Deberán conservarse a nivel del piso, siempre que sea posible, debido a su peso y para accesibilidad durante la operación y el manteni-

miento. La elevación será decidida por el método adoptado para remover el catalizador gastado.

Para diseños con remoción por el fondo, los reactores deberán ser elevados suficientemente para permitir la transferencia del catalizador, sea por transporte mecánico, transportador de banda o por pequeños camiones dependiendo de la cantidad. El catalizador puede también removerse por transporte neumático o de fase densa. Para cargar pequeñas cantidades pueden ser manejadas con un malacate y un gancho, y cantidades mayores requieren un monorriel o algún sistema operado con aire, mientras que las cantidades aún mayores pudieran necesitar incluso una grúa o un transporte neumático. Los reactores que contengan internos removibles por la parte superior, o que se carguen por la parte superior, deberán tener plataformas de acceso y suficiente espacio libre (al menos 2 m^2) arriba del reactor para que el operador trabaje en forma segura y eficiente. La remoción del catalizador o de los internos de los manholes laterales se lleva a cabo manualmente y sólo requiere una plataforma como espacio de trabajo (mínimo 2 m^2) alrededor del fondo de cada manhole. En todos los casos por lo menos 4 m^2 deben ser dejados en la base de cada reactor para transporte y manejo temporal del catalizador fresco y gastado; este espacio depende del procedimiento de cambio de catalizador en cuyo caso debe buscarse la guía y auxilio del departamento de operación involucrado. Los reactores que se operan en serie o paralelo pueden tener estructuras superiores de soporte común y un accesorio de levantamiento tal como un monorriel para servir a todos

los reactores. Frecuentemente la misma estructura superior puede ser utilizada - para carga de catalizador y para la remoción de los internos. Un espacio similar en la base del reactor puede ahorrarse cuando se arreglan en forma agrupada. El espaciamiento entre reactores debe permitir la expansión térmica de la tubería de interconexión.

Reactores de Catalizador Sólido con Lecho Fluidizado

Esta categoría de reactores incluye a aquellas donde el lecho se transfiere del reactor para propósitos de regeneración y también reactores de lecho - fluidizado en los cuales los procesos no catalíticos se llevan a cabo.

Con el reactor del primer tipo, la altura de la base del regenerador se determina por el ángulo de descarga de la tubería de salida desde la tolva de - salida del regenerador hacia el transportador de modo que se obtenga un flujo - libre de sólidos. Similarmente la parte alta del transportador deberá ser tan baja como sea posible, consistente con el ángulo del punto de descarga del ducto del transportador hacia la entrada del reactor. El localizar la salida del trans- portador en una fosa subterránea para reducir la altura total, deberá evitarse - siempre que sea posible. El diseño estructural está bastante involucrado con el diseño de reactores de lecho fluidizado debido a los grandes pesos y a las altas elevaciones involucradas, todo el equipo debe ser adecuadamente soportado to- mando en cuenta las expansiones térmicas y la carga dinámica. El arreglo de - los reactores de lecho fluidizado generalmente sigue aquello de los reactores de

lecho fijo, pero deben tomarse en cuenta los equipos de separación de fluídos y sólidos asociados y los sopladores.

Los reactores con agitadores, grandes motores y acoplamientos pueden - causar vibración y ruido. Como se muestra en la figura 5.2. a, la cimentación ha sido diseñada en forma separada de la cimentación de la estructura para evitar vibración. Ningún edificio o estructura es unida a el Kettle y accionador, para evitar resonancia y consecuentemente ruido. El motor y el acoplamiento - esta soportado sobre el Kettle. Estos principios de distribución pueden ser aplicados cuando se distribuye maquinaria reciprocante, centrífugas o equipo de proceso que tenga partes móviles. Las instalaciones en exteriores para reactores - son mostradas en la figura 5.2.b y 5.2.c, y en las cuales como se ve, el arreglo de la figura 5.2.c es más económico y tiene un diseño de más calidad.

El espaciamiento dimensional determina la localización relativa entre - las estructuras y reactores, plataformas o accesos al piso. Además el espaciamiento dimensional depende de :

- a) acceso a puntos de operación, inspección y mantenimiento.
- b) equipo localizado alrededor del reactor tales como condensadores, tanques, colectores, calentadores, bombas y cabezales.
- c) las dimensiones y profundidad de la cimentación de concreto y espaciamiento para el Kettle, y
- d) requerimientos de espacio para remoción de los internos del Kettle, engranes y accionador.

Para distancias mínimas recomendadas de reactores a otros equipos ver -
tablas de distancias mínimas en el apéndice.

RECIPIENTES.

Un diseñador de distribución está principalmente interesado en el espacio que ocupan los recipientes de proceso y los componentes de planta asociados. La siguiente clasificación es hecha desde este punto de vista.

1. Los recipientes en proceso y sistemas de servicios son usados para
 - a) Mantener taponés de líquido por un período específico de tiempo y
 - b) Separación líquido-vapor, o separación de líquidos inmiscibles con diferentes gravedades específicas. Estos recipientes son sencillos y normalmente localizados en plantas químicas de acuerdo a la secuencia de flujo de proceso.

Los recipientes en esta categoría incluyen tanques de reflujo, tanques de surge y diferentes acumuladores para proceso, tanques para aditivos en el caso de plantas químicas; decantadores, etc.; tanques acumuladores de condensados y tanques flash en servicios auxiliares; y acumuladores para cáusticos y ácidos.

2. Tanques con internos (frecuentemente agitadores) para operaciones de mezclado. Estos pueden variar desde un simple tanque con un agitador de propela y motor, hasta un Kettle con recubrimiento de vidrio, agi-

tador, sello, acoplamiento y accionador, y una chaqueta de enfriamiento/calentamiento.

Los tanques de mezclado requieren más espacio que los acumuladores - por la necesidad de contar con un espacio para remoción de las partes internas - (para mantenimiento) e intercambiadores asociados y bombas. Estos recipientes - se colocan en una secuencia de flujo de proceso en plantas químicas.

3. Recipientes de almacenamiento y tanques pueden ser clasificados en dos categorías a) Almacenamiento intermedio generalmente localizado adyacentes a las unidades de proceso o edificios, y b) Tanques para químicos y productos generalmente localizados remotamente de las unidades de proceso. Estos recipientes y tanques ocupan espacio substancial debido a su tamaño, espaciamiento y requerimientos de diques.

Los recipientes clasificados en las dos primeras categorías pueden ser - o bien verticales o bien horizontales; esto muchas veces depende de la relación líquido-vapor o del espacio con que se cuenta para su localización.

RECIPIENTES VERTICALES.

La localización de los recipientes verticales es similar a la localización de torres (ver Recomendaciones para Torres). Los recipientes verticales grandes - deberán ser localizados de 2 1/2 a 3 diámetros alejados entre sí (de centro a - centro). Los acumuladores verticales pequeños deberán ser espaciados de 3 a 4

diámetros alejados entre sí (de centro a centro). Los tanques de surge se debe alinear con torres.

RECIPIENTES HORIZONTALES.

Los recipientes horizontales y tanques de surge se deben alinear con respecto a los acumuladores montados a nivel de piso, buscando siempre que haya armonía con el flujo de proceso y que las líneas de tubería se acorten. Los acumuladores se localizan junto y próximos al nivel de montaje de los condensadores. El extremo del acumulador próximo a la tubería, se debe alinear con los intercambiadores. Cuando el acumulador se localiza abajo del condensador es necesario hacerlo mediante una estructura. Los acumuladores horizontales de reflujo deberán ser espaciados alrededor de 2 diámetros alejados entre sí (de centro a centro).

SEPARADOR API.

La distancia mínima a las unidades de proceso puede ser de 100 pies. Intentar y localizar lejos de los edificios y caminos principales sujetos a tráfico pesado.

Los recipientes con grandes tapones de líquido deberán ser instalados a una altura pequeña y preferiblemente a nivel de piso. De hecho para todos los recipientes incluyendo torres e intercambiadores y considerando que no hay

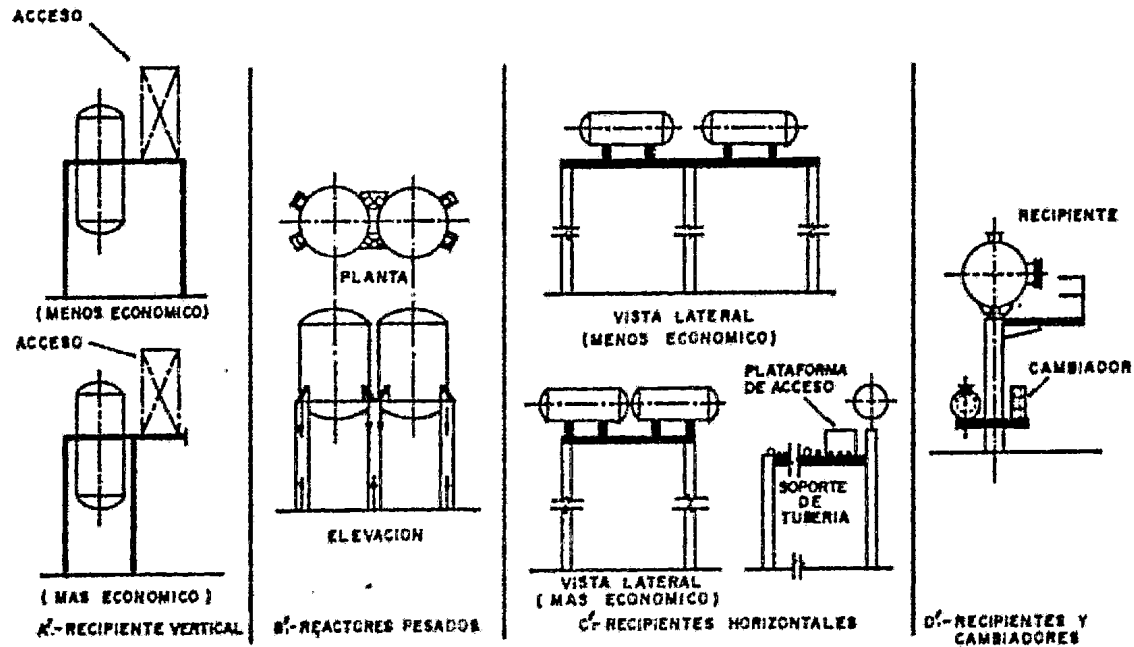


FIG. 5.2'

factores especiales de proceso que requieran la elevación del equipo, éstas deben localizarse a nivel de terreno, en cuyo caso se debe decidir la mínima elevación permisible por encima del piso, para lo cual las características de operación y mantenimiento deben tenerse en cuenta. Las elevaciones mínimas son:

RECIPIENTES, 0.9 a 1.5 m. desde el fondo al suelo.

TORRES, 0.9 a 1.5 m. de altura de faldón.

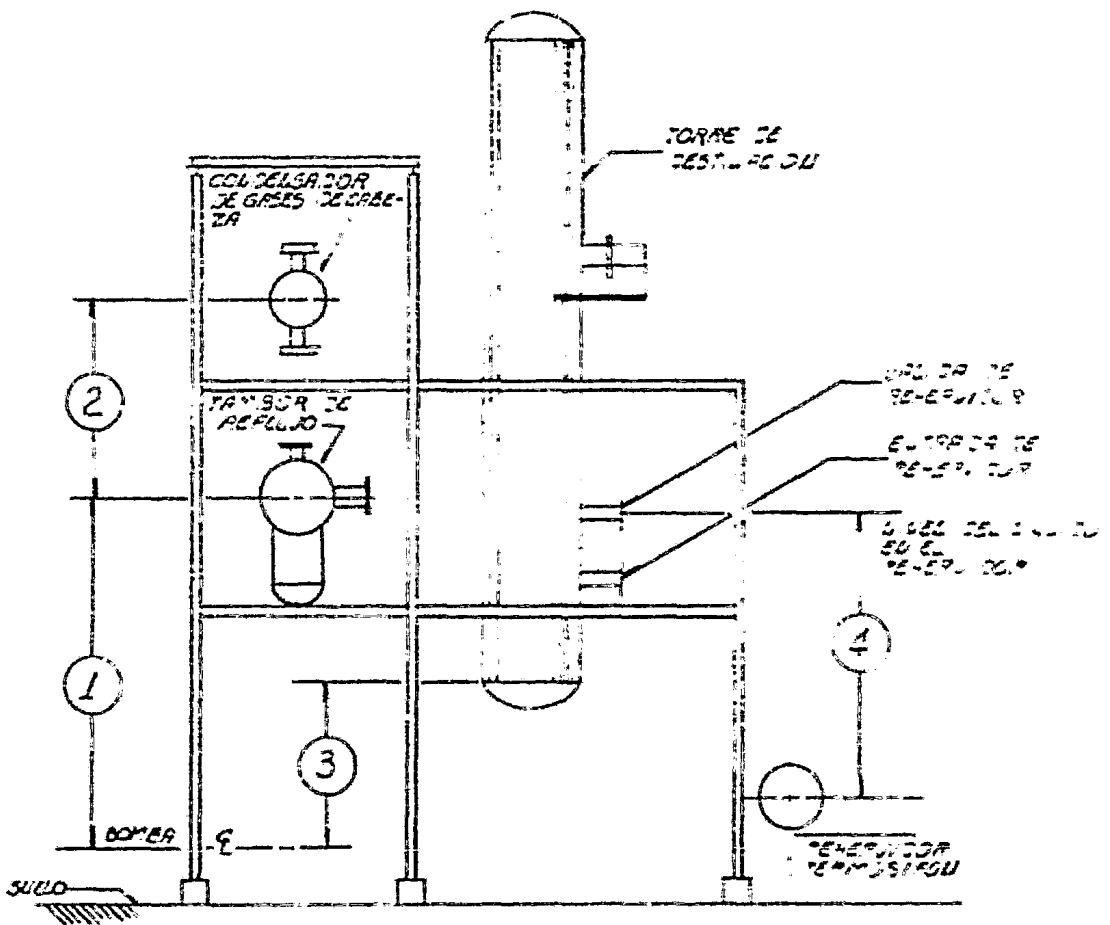
INTERCAMBIADORES, 0.7 a 1.3 m. desde el fondo al suelo.

Estas distancias son típicas, las cuales están fijadas por las tolerancias mínimas entre las tuberías del fondo del depósito y el suelo. Es recomendable que estas distancias sean consideradas siempre que las condiciones de proceso lo permitan, dado el considerable ahorro en estructuras y la accesibilidad y sencillez de mantenimiento que se consigue. Cuando los recipientes requieran ser instalados con elevación, deberán ser en áreas lo más abiertas posible.

En el diseño de cualquier planta de proceso, hay ciertos equipos que tienen fijadas sus elevaciones por proceso; estas elevaciones pueden estar referidas a las líneas de tangencia de las torres o fondos de recipientes horizontales.

Estas elevaciones deben ser mantenidas cuidadosamente, ya que son el resultado obtenido de los cálculos de proceso y sólo pueden ser variadas por el responsable del proceso.

En caso de que sea aconsejable el cambio de alguna elevación, el in-



RAZONES PARA ELEVAR EQUIPO ASEGURANDO UNA CIERTE PRESION
HIDROSTATICA

FIG. 5.3

geniero de proceso analizará las posibilidades de variación a la vista de los requerimientos de proceso y la configuración real del sistema, en cuyo caso se podría llegar a un óptimo de elevación.

Normalmente, la razón de elevar equipo es proveer al fluido con una presión hidrostática. Los ejemplos de la figura 5.3 muestran gráficamente las razones que existen para elevar el equipo. Dichas razones son entre otras:

1. Tanque de Reflujo. El líquido en este tanque está a una temperatura próxima a la de ebullición, por lo cual se necesita una cierta presión hidrostática con el fin de compensar las pérdidas de fricción que garanticen la apropiada operación de la bomba. Esta altura o presión hidrostática se denomina NPSH y debe ser especificada por el fabricante de la bomba. El ingeniero de proceso debe calcular la altura necesaria para obtener esta presión positiva de succión.
2. El líquido del condensador del domo debe fluir por gravedad al tanque de reflujo. La altura o desnivel requerido será aquel necesario para compensar las pérdidas por fricción en la línea de bajada y deberá ser calculada por el ingeniero de proceso.
3. La altura desde la línea de tangencia del fondo al suelo es determinada por los requerimientos de NPSH para bombear el líquido desde la torre al recipiente de extracción de fondos.

4. La posición del rehervidor termosifón está determinada por la posición de las boquillas de entrada y salida en la torre. El líquido en ebullición sale de la torre y es calentado en el rehervidor vaporizándose en parte, de esta forma el líquido menos denso entra a la torre junto con vapor, creándose un efecto de sifón. La distancia (4) debe ser determinada por el ingeniero de proceso. Algunas veces la distancia puede determinar la altura de la torre, en tal caso la distancia puede ser reducida -- incrementando el diámetro de la línea.

TANQUES DE MEZCLADO

Los mezcladores se dividen en aquellos para procesamiento de sólidos o pastas y aquellos para el manejo de líquidos. El equipo usado para mezclado de sólidos en líquidos viene bajo la categoría de mezcladores de líquido, mientras que aquellos usados para mezclar líquidos dentro de sólidos caen dentro de la categoría de mezcladores de sólidos.

MEZCLADORES DE SOLIDOS

El primer grupo de los mezcladores de sólidos contienen aquellos que tienen un rotor dentro de un recipiente estacionario, tales como: el de listón, el de simple y doble rotor, y el tipo planetario. Los materiales se alimentan en la parte alta del mezclador o en un extremo y el producto es removido sea de la parte media o por el fondo del mezclador. El transportador que alimenta

los materiales puede ser localizado arriba del mezclador desde cualquier ángulo en el plano con el ducto de descarga localizado a la pendiente correcta para permitir el flujo libre del material; el arreglo del lado de descarga es hecho de un modo similar.

En los mezcladores que tengan calentamiento o enfriamiento deben tomarse las precauciones para las conexiones necesarias de tuberías, válvulas e instrumentación. En todos los casos el espacio debe permitirse para la abertura del equipo de modo que se limpie el agitador y su envolvente y para remover el agitador completamente para mantenimiento.

Los sólidos también pueden ser mezclados por un mezclador neumático, el cual puede tener un rotor subsidiario; se necesita espacio para el ciclón arriba del mezclador.

El segundo grupo involucra a aquellos que contienen una charola horizontal plana con dispositivos verticales sobre la superficie de la charola. La alimentación es desde arriba, la descarga es por el fondo, pero dado que estos mezcladores están siempre abiertos y sin cubierta, no hay problemas de acceso al interior de la charola de mezclado. Deberá proveerse un monorriel o un gancho para permitir que la torreta completa del agitador sea removida para mantenimiento.

El tercer grupo de mezcladores para sólidos son los tambores cónicos rotatorios. La alimentación es a través de hoyos cubiertos en la parte alta del

tambor (mientras está detenido), y las plataformas de acceso es necesario que se provean en caso de mezcladores grandes, aparte de limpieza ocasional del interior de los tambores no hay internos a los cuales dar mantenimiento.

Los mezcladores de pastas pueden ser verticales, horizontales, o de tipo angular; algunos tienen agitadores acoplados de forma que sea posible remoción de los tambores y la limpieza del agitador.

Los mezcladores tipo KNEADER Y BANBURY son máquinas horizontales de construcción pesada; deberán ser situadas en cimientos firmes, preferiblemente a nivel del piso. Pueden ser alimentadas a mano o por transportador y para ello se requiere un poco de almacenamiento local. Si se requiere entubado para su vaciado, la ruta no deberá ser interrumpida por accesos de tubería, etc., ni deberá extenderse hacia pasillos de acceso. Se requiere acceso para la remo-ción y mantenimiento de internos pesados.

MEZCLADORES PARA LIQUIDO

Los mezcladores para líquido son tanques que contienen, agitadores verticales angulares, y algunas veces agitadores horizontales montados en ellas. El tipo más común consiste en un tanque vertical y de una unidad montada en la parte superior con un impulsor vertical.

El acceso a los manholes y al agitador y al mecanismo del accionador del agitador, deberá proveerse en los tanques grandes, así como el espacio para

remover el sistema completo del agitador. Dicho espacio puede ser ahorrado -- usando una flecha partida y con una conexión con acoplamiento, sin embargo -- los coples son una fuente de inbalanceo dinámico, el cual es costoso para eli-- minarse.

Los grupos de tanques mezcladores pueden arreglarse en una línea rec-- ta, en pares o escalonados. Este último arreglo es particularmente útil cuando se están localizando pares de mezcladores asentadores conectados entre sí, dado que permite a los tanques estar físicamente lo más cerca posible y por lo tanto que las conexiones sean más cortas entre los tanques. Los arreglos de mezclado res asentadores con flujo por gravedad deberán tener pendientes o tubería conec-- tando cada par y es necesario proveer suficiente cabeza para flujo por gravedad. Las conexiones más cortas son deseables para minimizar las diferencias por ele-- vación. Otros tipos de mezcladores asentadores incluyen el arreglo en caja, -- de cajas rectangulares horizontales con mezcladores en los extremos de los reci-- pientes, los cuales mezclan y bombean al mismo tiempo, eliminando la necesi-- dad de diferencias de elevación; y como éstas tienden a ser más bien largas, -- debe proveerse el espacio suficiente para su erección, de otra forma el manteni-- miento y los accesos serán necesarios como se describió antes.

Los reactores tipo mezclador se han descrito anteriormente en esta sec-- ción.

ESPESADORES

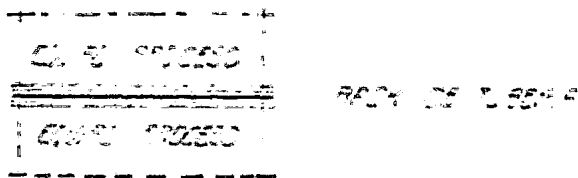
Los espesadores son tanques horizontales de gran diámetro que tienen agitadores rotatorios para lodo montados en el interior del tanque. Los lodos se alimentan por tubería hacia el pozo de alimentación en el centro del tanque, el licor limpio se remueve vía un lavado periferal y una tubería de salida, mientras los lodos o asentados se toman o se sacan desde el centro y en el fondo del tanque, normalmente por medio de un transportador de tornillo. Debido a su gran diámetro, los espesadores son normalmente localizados afuera de espacios cerrados y lejos de las áreas de proceso de modo que no tomen u ocupen el valioso espacio de proceso. Los espesadores tienen una superestructura a través de la parte alta del tanque para dar soporte y permitir acceso a los mecanismos accionadores y de alimentación del pozo, mientras el mantenimiento de los agitadores de lodos se lleva a cabo IN SITU después del vaciado del tanque.

La decantación continua a contracorriente es frecuentemente llevada a cabo por los espesadores. En este caso las diferencias en elevación entre el primero y los subsecuentes espesadores se tienen de acuerdo al arreglo para permitir flujo por gravedad desde uno hacia el siguiente. A cuenta de los costos civiles deben usarse variaciones naturales en el nivel del piso.

Los tanques de mezclado verticales se alinearán con referencia a los torres. Además se deben localizar de manera que las líneas de tubería sean lo más cortas que sea posible y en armonía con el flujo de proceso.

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

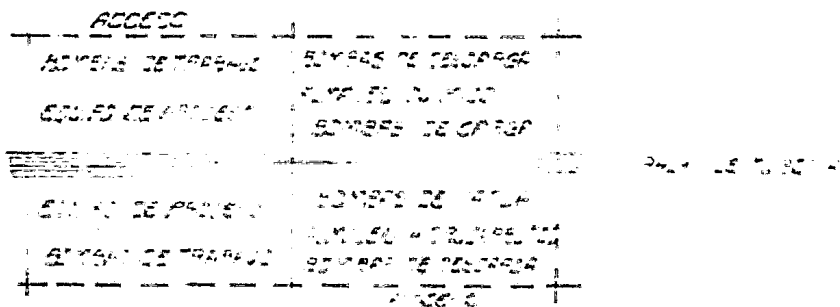
Dado que los recipientes y tanques son componentes de planta cuya localización es relativamente simple, un método de distribución en planta basado en el sentido común puede emplearse para establecer la relación adecuada entre el área de proceso, tanques de almacenamiento intermedio, alimentación de solventes y reactivos químicos y actividades de manejo. Así para una planta de proceso con un rack de tuberías central (tipo I)



El concepto representado en la figura anterior puede ser empleado para la distribución de recipientes. El almacenaje intermedio o recipientes de trabajo están frecuentemente en o adyacentes a las unidades de proceso con las bombas de transferencia localizadas a lo largo del área. Los tanques de almacenamiento normalmente están alejados del área de proceso.

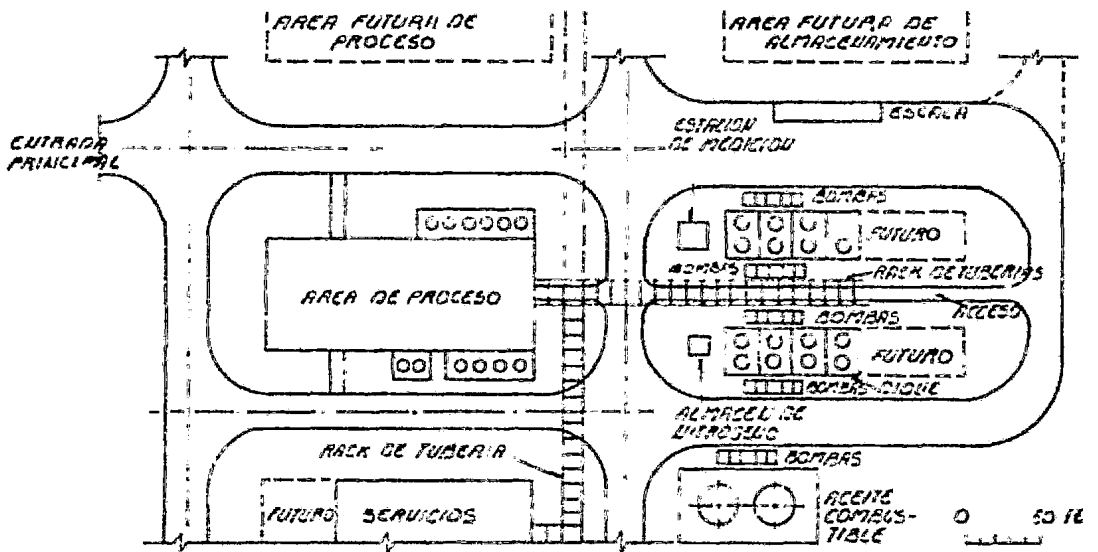
Para tubería, la distancia más corta entre la planta de proceso y los tanques de almacenamiento, está en el centro del área de la planta. Las bombas de carga deberán estar cerca o bajo el rack de tubería. Si se usan bombas

de descarga, éstas deberán ser localizadas hacia el camino periferal. La siguiente figura ilustra este concepto:



El siguiente paso es estimar las áreas requeridas (adyacentes al área de proceso) que contienen otros recipientes, bombas y accesos a ellos, así como -- servicios adicionales tales como escala para autostanque, áreas para almacén de nitrógeno, estación de medición; todos éstos son rodeados por caminos.

El arreglo final es mostrado en la figura 5.4. La escala para autostanque tiene acceso directo desde la entrada principal. Los autostanque pueden dar vuelta y estacionarse al lado de las bombas de descarga. La estación de medición está localizada en el centro y cerca del rack de tubería para tener una -- distancia mínima a todas las bombas, escala de autostanque y a la unidad de -- proceso. Para más detalles de localización de tanques para el almacenamiento



PLANO DE LOCALIZACION DE UNA PLANTA QUIMICA

FIG.5.4

ver ALMACENAMIENTO. Para distancias recomendadas hacia equipos ver tablas de distancias mínimas en apéndice.

EVAPORADORES

La altura mínima de un evaporador está fija como se mencionó anteriormente por los requerimientos de NPSH de la bomba de producto. No es buena práctica poner la bomba en una fosa para obtener el NPSH requerido, aunque se pudiera hacer. Una bomba no deberá estar localizada directamente bajo el evaporador dado que en algunas ocasiones es necesario bajar la calandria.

Las piernas barométricas deberán estar al menos a 10 m. de la base del recipiente hacia el nivel dentro de la fosa barométrica, normalmente situada en el piso. Las secciones horizontales deberán evitarse en las piernas barométricas y las piernas idealmente deberán ser perpendiculares. Preferiblemente mirillas de inspección, instrumentos y puntos para toma de muestras deberán tener plataformas de acceso. Las plataformas también serán provistas, para propósitos de limpieza en los manholes, permitiendo 4 m² de plataforma libre por cada abertura de manholes. Además la plataforma puede ser necesaria para limpieza del haz de tubos y la reparación junto con el equipo de levantamiento como ganchos. Debe dejarse espacio para el uso de limpiadores mecánicos de tubo, (cuando se requiera), y para la remoción y reemplazo de los tubos. Esto puede significar tener un tablero removible arriba del evaporador. Debe proveerse espacio para tubería adicional y valvulería de modo que cada evaporador pueda ser

sacado para reparaciones y limpieza, mientras los otros permanecen operando.

Debe dejarse espacio para limpieza química, usualmente a nivel del piso para los tanques de licor y bombas. Puede ser necesario poner ventilación adecuada o adicional durante la limpieza, debido a vapores tóxicos, etc.

Para evaporadores de múltiple efecto es deseable localizar los efectos individuales tan cerca como sea posible entre sí, para minimizar las líneas de vapor. Sin embargo debe dejarse espacio para el aislamiento y mantenimiento. Los separadores vapor-líquido deberán ser localizados de manera que no se incremente la distancia entre cada efecto, es mejor escalonar los efectos a 60° de sus centros, en líneas paralelas o simplemente tener una "U". Las plataformas de estructura y acceso deberán ser comunes para todos los efectos.

Donde se esperen fugas, goteos o salpicaduras, el piso deberá tener pendiente y los drenajes deberán estar acanalados hacia la fosa de efluentes para muestreo y tratamiento necesario.

Como la tubería de vapor es siempre de gran diámetro es necesario que el arreglo de los evaporadores no se haga definitivo hasta que el arreglo de tubería detallado sea ejecutado. En este detalle las expansiones futuras de la planta deberán considerarse por ejemplo: si un efecto extra será adicionado o si una superficie de transferencia de calor adicional será añadida para cada evaporador, ya sea con bombas de circulación externas o internas. Para distancias hacia otros equipos ver tablas de distancias mínimas recomendadas en el apéndice.

CRISTALIZADORES

Algunos cristalizadores son similares a los evaporadores en su construcción y en su equipo auxiliar. Por otro lado están los cristalizadores tipo Batch agitado, los cuales pueden tratarse como recipientes mezcladores, los cristalizadores de doble tubo, los cuales pueden arreglarse como si fueran cambiadores de calor y el cristizador de tipo continuo, el cual es comparable al mezclador tipo listón.

Los requerimientos de distribución para los cristalizadores son similares a aquellos para los evaporadores, pero hay frecuentemente agitadores adicionales para el cuidado de la tubería de lodos. Deberá tomarse en cuenta el uso de codos de radio largo y proveer muchas facilidades de limpieza. Tales tuberías deberán tener pendiente para facilidad de drenado.

Aunque es deseable localizar a los cristalizadores tan cerca como sea posible uno de otro, el uso de calentadores o enfriadores horizontales normalmente limita esto, debido a la localización del calentador entre los cristalizadores. Por otro lado, no es necesario para los intercambiadores verticales, dado que pueden ser localizados arriba de los cristalizadores.

Un gran número de cristalizadores puede arreglarse, ya sea en una fila o en un banco doble con los separadores y los intercambiadores localizados entre las dos filas. Esto deja la salida del banco doble completamente limpia y permite una plataforma central para fácil operación y acceso. Esto resulta en un arreglo de tubería limpio con conexiones muy cortas.

HORNOS Y EQUIPO CON FUEGO

La primera consideración en la distribución de equipo con fuego es la seguridad y deberá realizarse un estudio completo de los códigos y estándares locales y específicos. La regla general es que el equipo con fuego deberá ser localizado por lo menos 15 m. alejado de equipo de proceso peligroso o de equipo que pudiera ser una fuente de salpicadura o fuga de gas.

La localización de equipo con fuego puede depender del flujo de materia prima desde el paso previo, o almacenamiento y el flujo de productos hacia el siguiente paso en el proceso.

Los equipos de proceso (tales como reactores, fraccionadoras y columnas de destilación) que se encuentren conectados a la salida de los hornos, se deberán localizar tan cerca como sea posible, de manera que las líneas de transfer sean lo más cortas y sencillas posible; además es conveniente considerar una política de chimeneas comunes, tomando en cuenta para todo esto las distancias mínimas hacia otros equipos recomendadas por seguridad. Otros factores que afectan la localización, son el manejo de los efluentes líquidos, los efluentes gaseosos relacionados con otras plantas, y la proximidad de servicios para equipos con fuego.

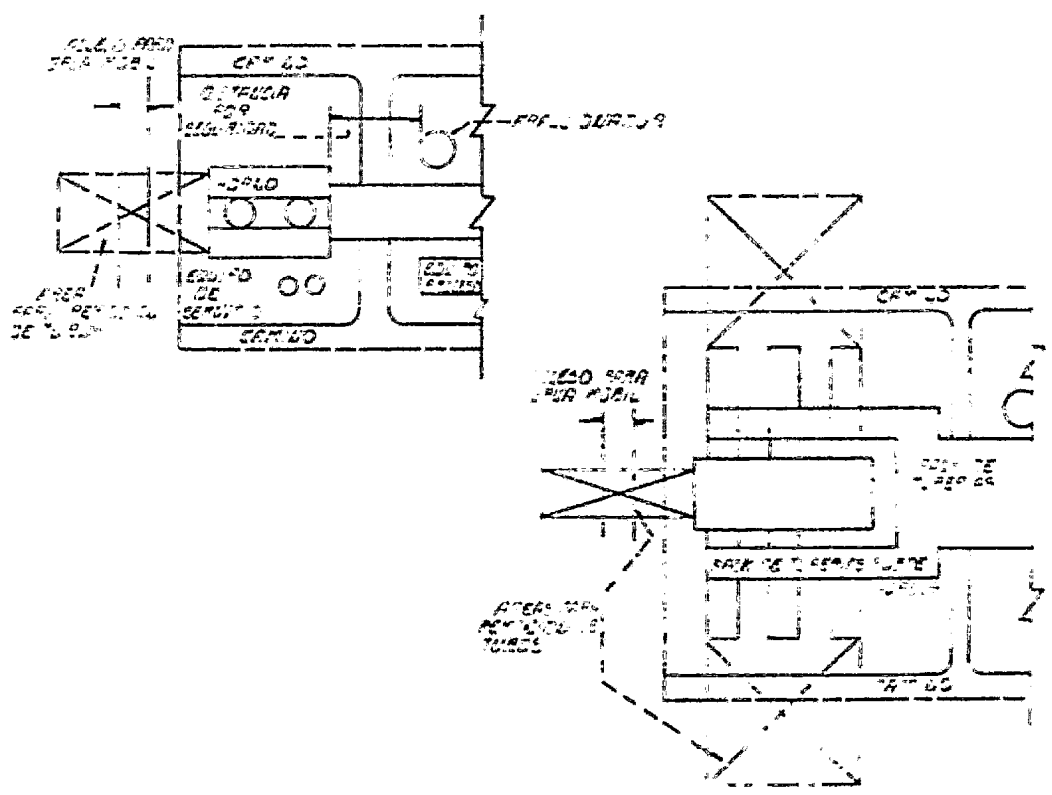
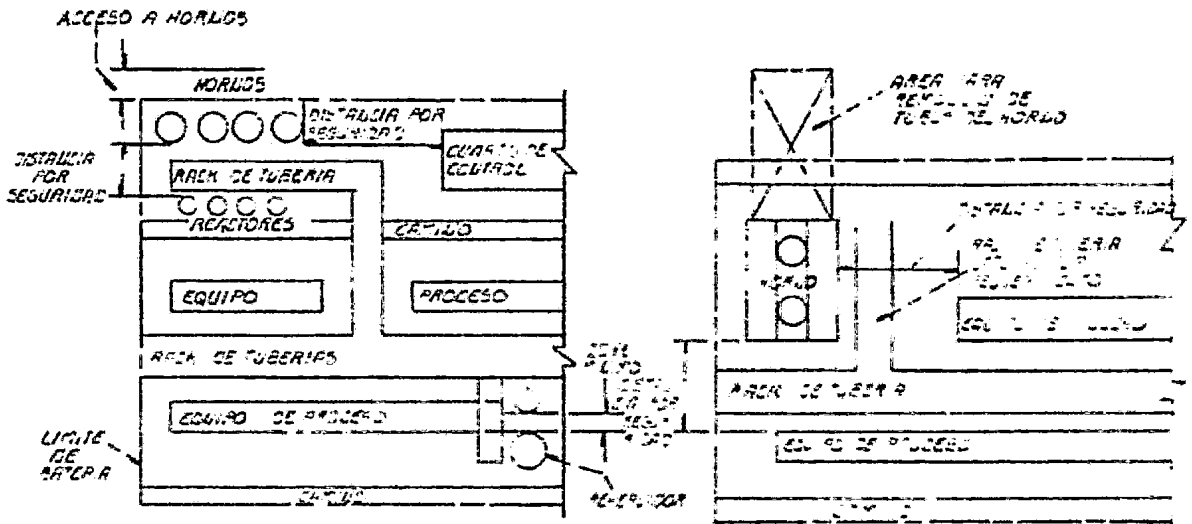
Los hornos por economía y seguridad deberán localizarse en la periferia y viento arriba de las unidades de proceso de manera que los vapores de hidrocarburos que se emitan o escapen sean arrastrados lejos de la flama de los hornos.

La figura 5.5 muestra el arreglo típico de hornos para plantas petroquímicas. Los hornos son localizados viento arriba, de tal forma que los gases inflamables o vapores no se dirijan hacia ellos. Así pues los calentadores a fuego directo generalmente ocupan grandes áreas en las proximidades del límite de batería. Sin embargo los hornos circulares pequeños deben ser localizados (manteniendo distancias indicadas por seguridad) dentro de las áreas de equipo de acuerdo al flujo de proceso, para evitar líneas muy largas de descarga de bombas (ver figura 5.5. esquina superior izquierda).

Las distancias para seguridad son dadas en las especificaciones de Diseño de Plantas. Estas distancias desde el horno a los equipos de proceso más cercanos son: 6-10 m. para hornos circulares; 12-18 m. para hornos tipo caja. Los racks de tubería pueden ser localizados dentro de estas distancias de seguridad. Se deberá proveer un espacio libre alrededor de los hornos; estos espacios para frente de flama y distancias de seguridad, de hecho son requeridas a unidades de proceso, edificios, almacenes y entre los hornos mismos.

Los hornos deberán espaciarse dos veces su ancho (de centro a centro). Deberán ser arreglados con la línea de centro de las chimeneas en una línea común siempre que sea posible y las chimeneas deberán ser localizadas en el lado o en el extremo más alejado de la unidad.

Si existen varios hornos, preferiblemente, deberán agruparse. Una chimenea común para éstos ahorra costos de capital. La economía o el control de



LOCALIZACION DE MORLDS Y SU RELACION CON EQUIPO DE PROCESO
 FIG. 5.5

la contaminación del aire determinará si se utilizan chimeneas individuales o co munes, para grupos de calentadores. Desde el punto de vista de distribución en elevación de una planta, las chimeneas se prefieren individuales, dado que no encajonan a los hornos con la existencia de piezas de enlace hacia la chimenea común con el consecuente problema de acceso para las grúas que van a remover los tubos. Para arreglos de horno-reactor (figura 5.5), el rack de tuberías provee servicios, tanto a hornos como a reactores.

En el arreglo de los hornos deberá tenerse cuidado de dejar espacio suficiente en el frente de fuego para la operación de los quemadores, y para el panel de control de los quemadores si se requiriera. En el caso de hornos con quemadores en el fondo ésto requerirá espacio para caminar bajo el horno, (2.5 m. abajo del horno). En el caso de hornos con quemadores en la pared, se requiere una plataforma con un ancho de por lo menos 1 m. con rutas de escape hacia cada extremo. Para hornos con fuego en la parte alta, deberán existir ru tas de escape adecuadas en cada extremo del horno, una de las cuales debe -- contar con una escalera. Para mirillas de observación localizadas a menos de 4 m. sobre el piso se proveerán escaleras fijas, pero a mayores alturas se deberán proveer plataformas. Se necesita acceso para realineación, remoción de tu bos y otras reparaciones. El claro en el techo deberá ser consistente con los re querimientos de grúa e izaje; y las estructuras de soporte no deberán interferir con el mantenimiento.

En los calentadores tipo caja con tubos horizontales deberá proveerse suficiente área libre detrás del calentador para remover y limpiar los tubos, así como un acceso para grúas móviles.

Los calentadores tipo caja y tipo cilíndrico, de tubos verticales también deberán contar con espacios libres para remover y limpiar los tubos del calentador, así como un acceso para grúa.

Si se cuenta con sopladores de ollín se deberán proporcionar plataformas para el mantenimiento de éstos.

Deberá proveerse espacio libre para ventilación adecuada en el área de trabajo, particularmente donde se usen combustibles con alto contenido de azufre y donde puedan tenerse altas temperaturas.

Los puntos de drenaje subterráneos y las cubiertas de manholes deberán ser sellados dentro de la vecindad del horno, es decir dentro de 12 m. medidos horizontalmente desde las paredes del horno. No se permitirán trincheras que se extiendan abajo de los hornos o de cualquier equipo con fuego, y en general deberán evitarse en las áreas de los hornos.

QUEMADOR DEL SISTEMA DE RELEVO

La localización requerida es viento arriba de las unidades de proceso y/o sobre terreno alto, si está en terreno accidentado. La distancia mínima entre quemador y las unidades de proceso, edificios, torres de enfriamiento, tan-

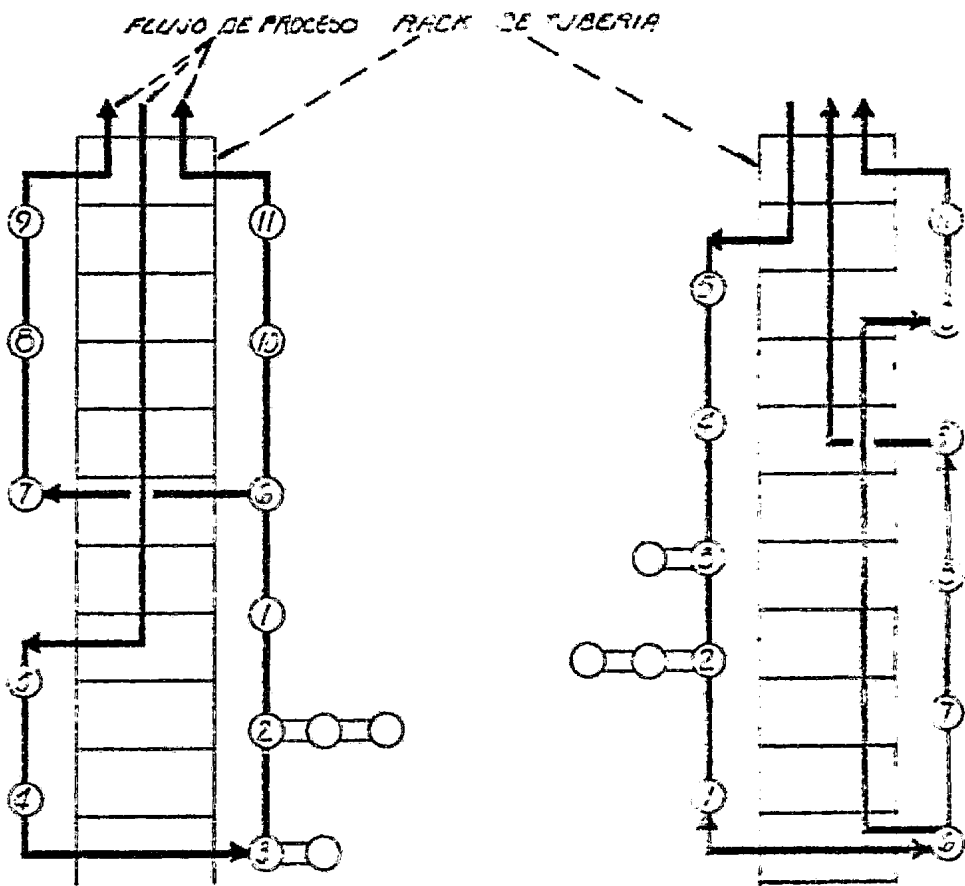
ques, etc., puede ser de 61 m., a menos que la chimenea del quemador sea menor de 23 m. de alto, entonces la distancia mínima podría ser aumentada a 91.5 m. Estas distancias mínimas son una recomendación sin ser limitativas, en todo caso se deberá realizar un estudio de radiación de calor.

TORRES

Para la localización de torres en plantas de proceso, es necesario considerar tres tipos de líneas:

- 1.- Líneas principales de proceso. Los flujos en estas líneas normalmente pasan a través de hornos, reactores, secadores y columnas de destilación. Ellas pueden continuar como líneas de fondos de torres y alimentar a torres adyacentes, frecuentemente con intercambiadores y bombas entre torres. Tales líneas serán más cortas si las torres son arregladas en la secuencia de flujo de proceso, y tan cercanas unas a otras como las dimensiones de equipo y espacio para acceso lo permitan. Las torres pueden ser localizadas más alejadas sin que provoque un gran aumento en costos de tuberías, si otras economías pueden ser rechazadas. La Fig. 5.6 muestra un ejemplo de arreglos alternativos de torres. Muchas configuraciones son posibles y justificadas si como resultado final se tienen líneas de proceso más cortas.

El flujo de proceso no siempre es un flujo recto, sino que puede derivar en 2 ó 3 corrientes, como frecuentemente es hecho con columnas de destilación.



○, ①, ② SON TORRES

ARREGLO DE TORRES

FIG. 5.6

- 2.- Líneas entre equipo asociado. El espaciamiento de torres depende del número y dimensiones de otro equipo conectado a ellas. Esto lleva a el segundo grupo de líneas en el diagrama de flujo de proceso, líneas que interconectan estrechamente equipo relacionado, tales como salida de fondos a bombas, circuito de reflujo de calentador o líneas de rehervidores y condensadores.
- 3.- Líneas de Alimentación y Producto. Las líneas de alimentación y las líneas de producto de diámetro pequeño pueden ser minimizadas si empiezan en equipo cercano al límite de batería, donde las líneas de alimentación y productos inician y terminan respectivamente.

Así pues, las torres (fraccionadoras deshidratadoras, etc.) deben ser localizadas tan cerca como sea posible del rack de tuberías por varias razones. Acortar la tubería que va al rack, las líneas eléctricas y de instrumentos. Se deberá tener alguna idea del tamaño de la cimentación y tratar que ésta no interfiera con la cimentación del rack de tubería. El lado anterior de las columnas deberá conservarse libre para tener acceso. El lado frontal de las torres deberá ser alineado manteniendo un claro entre éstas y el rack de tuberías. Si todas las torres son más o menos del mismo diámetro deberán ser alineadas con línea de centro común.

Las torres localizadas en línea con plataformas interconectadas son algunas veces preferidas para acceso, mantenimiento y operación adecuada.

En los dibujos o modelos se debe indicar si están alineadas por la línea central.

Las torres de fraccionamiento son localizadas en una línea de centro común de 3.5 a 4.5 m. alejada del rack de las columnas. Las torres arriba de 15 m. de alto necesitan ganchos para manejar los platos.

CONSIDERACIONES DE ELEVACION. La relación de altura de la columna al reboiler (tipo termosifón), y de la columna a la bomba de fondos por requerimientos de NPSH, son determinadas por el flujo de fluidos; todas las otras relaciones entre la columna y los equipos asociados serán determinados por el diseñador. Como se dijo en la sección referente a recipientes, algunos equipos requieren una altura mínima. Esta altura varía de 0.9 a 1.5 m. para torres con diámetros de 0.6 a 5 m. y temperaturas de fondos de 100 a 400°F. A temperaturas mayores se puede incrementar de 0.3 a 0.6 m., esta altura, para evitar la transmisión de altas temperaturas a la cimentación de concreto o estructura. Las temperaturas abajo del punto de congelación también llevarán a elevar las torres arriba del mínimo recomendado. Es conveniente tener el condensador arriba del domo de la columna, para minimizar la tubería de vapor y proveer reflujo por gravedad. Este arreglo requiere soporte adecuado para el tanque de reflujo, etc. (ver Fig. 5.3) y requiere una cabeza adecuada en el circuito de agua de enfriamiento del condensador. El espaciamiento centro a centro entre las columnas deberá ser de 7 a 8 veces la media de los diámetros de las dos columnas.

El arreglo alternativo de un condensador a bajo nivel requiere un reflujo con bombas más grandes, líneas de vapor más largas y cuidado en la distribución en elevación para proveer adecuado NPSH para las bombas de reflujo y - de fondos, pero trayendo consigo ahorro de estructura y tubería de agua. La - elección es puramente económica.

Cuando las columnas sean de un diámetro muy pequeño, menores de 0.3 m. o forman parte de una planta que requiera un edificio de estructura por otras razones, es normalmente preferible utilizar columnas soportadas. Por otro lado, - la columna autosoportante es comúnmente la forma más barata de construcción. Estas están montadas en un faldón a nivel del piso. Puede ser más barato para - columnas pequeñas estar elevadas a una altura en exceso de los requerimientos - normales para permitir flujo por gravedad hacia el siguiente recipiente o para reducir la longitud de tubería.

Acceso. En columnas con un diámetro mayor de .5 m. se deberán usar plataformas segmentadas con escaleras que usualmente se detienen de la columna, cuando se usa acero al carbón o acero inoxidable de gran espesor para la construcción. El uso de aceros inoxidables de paredes delgadas o de titanio (3 mm. y menores) o materiales no ferrosos de espesores normales prohíben el detener las - plataformas de las columnas y estas columnas usualmente requieren una estructura para soporte. La máxima longitud recta de una escalera, antes de una plataforma de descanso es de 9 m., pero es más deseable tener 6 m. En escaleras de más de 2.5 m. de alto deberán utilizarse envolventes de seguridad. Si se re-

quiere un acceso a un sistema de condensadores, ya que algunas veces son soportados sobre la torre; se debe proveer también espacio para remoción de los tubos o de los intercambiadores mismos. El espacio para las plataformas para acceso a las válvulas e instrumentos asociados con los intercambiadores, debe también ser considerado. Los soportes de recipientes sobre la torre deben también ser tomados en cuenta. Los recipientes soportados sobre la torre pueden requerir plataformas adicionales. Estos accesorios deberán ser tomados en cuenta en el inicio de distribución y localización de las torres porque pueden afectar posteriormente el arreglo de tuberías.

El acceso externo a la columna misma normalmente es requerido para orificios de inspección, boquillas para empaque en las columnas empacadas y para conexiones en instrumentos y tubería. Las plataformas para acceso a mirillas de nivel y controladores, no deberán ser instaladas si el lado de abajo de la herrera de soporte es menor que el claro permitido para acceso de pie. El acceso debe hacerse para las plataformas de las torres desde niveles de pisos adyacentes, pero la plataforma de la torre deberá también ser provista con un medio alternativo de escape.

Cuando se estén utilizando columnas autosoportadas el acceso para los trabajos mayores de mantenimiento, tales como pintura, aislamiento o atención a las juntas bridadas principales, usualmente se provee por medio de silletas, como las que utilizan los pintores o los lavaventanas o estructuras temporales. Debe proveerse espacio para éstas, alrededor de la base de la columna cuando

se realice la distribución y también es útil fijar ganchos en la columna para facilitar la erección de estas estructurillas temporales.

Deberán darse provisiones para acceso interno, para permitir limpieza, colocación de platos, inspección de corrosión, nivelación de soportes de empaque y para otros trabajos generales de mantenimiento. En diámetros menores a .5 m. el acceso interno no es práctico y la columna deberá ser bridada en tramos de aproximadamente 2.5 m. para el mantenimiento de sus internos, en columnas mayores arriba de .5 m., el acceso normalmente se puede proveer por orificios o manholes de tamaño normal. En las columnas de platos es usual el dejar una sección removible en cada plato que pueda quitarse y así formar un acceso entre los distintos platos. Es preferible diseñar este acceso de modo que un hombre entre desde la parte alta de la columna hacia abajo cuando se remuevan los segmentos de plato. Para columnas empacadas, manholes similares son utilizados para el empaque, su instalación y reposición. Las líneas de centros de los manholes normalmente estarán 1 m. arriba de la plataforma, pero puede ser variada entre .5 m. y 1.3 m. Los manholes preferiblemente estarán espaciados o localizados hacia afuera de la ruta de la tubería central o de la estructura; es recomendable instalar una grúa permanente sobre los manholes con acceso adecuado en el piso para remover y levantar de la torre sean internos o empaque deberá estar del lado de la columna, contrario al rack de tuberías. Se deberán proveer un pescante para levantamiento y para sostener las cubiertas de los manholes, las cabezas de las columnas o artículos pesados, grandes tales como -

válvulas de relevo o bridas ciegas, que se intenten remover durante el mantenimiento. Si el pescante está en la parte alta de la torre, éste puede también servir para levantar y bajar internas de la torre al piso. Deberá proveerse o dejarse un claro adecuado para el giro de la cubierta del manhole sobre el gancho y la entrada del manhole no deberá ser obstruida por la tubería.

Generalmente las columnas son considerablemente más altas que la mayoría de otros accesorios o equipos y en los casos donde se entreguen o envíen completas, deberán tener acceso adecuado, espacio para descarga y espacio para erección. Por esta razón son mejor localizadas cuando sea posible en un extremo del área de proceso.

Las columnas de destilación en el interior de una estructura son normalmente localizadas a lo largo de las paredes donde no obstruyan el espacio para acceso. Los condensadores pueden ser localizados en el techo o cerca del piso, con un arreglo de flujo por gravedad. Los rehervidores y bombas pueden ser localizadas siguiendo los mismos criterios que para una instalación exterior.

En los casos donde se fabriquen en el lugar, deberán proporcionarse una área para almacenamiento de material o para soldadura de los subensamblajes cercanos a la localización final. El sitio deberá ser cuidadosamente planeado de modo que los procedimientos de levantamiento especial o de prueba no vayan a alterar el trabajo en otros equipos.

Los puntos de izaje o de levantamiento deberán proveerse en todas las columnas (excepto en las más pequeñas) para facilidad de erección, estos puntos de izaje estarán mejor localizados arriba del centro de gravedad de la columna.

ESPACIAMIENTO. Deberá proveerse un espacio mínimo de 3 m. entre columnas, y éste puede incrementarse si es probable el reemplazo frecuente de los platos. Para columnas extremadamente altas, para las cuales se requieran diseños especiales de cimientos, el área requerida para la cimentación puede ser el criterio en el espaciamiento. La interacción del viento pudiera también influenciar la localización de columnas adyacentes.

Las columnas adyacentes deberán ser checadas de modo que las plataformas, no se interlapen y que un espacio mínimo de 1 m. sea dejado entre la cimentación de las columnas. Se deberá proveer un espacio libre para cada columna para el descenso de los internos y accesorios, y deberá permitirse un claro en la parte alta de la columna para los ganchos. En las columnas empacadas este espacio deberá permitir también la instalación y el mantenimiento del empaque.

Se deberán hacer consideraciones especiales para equipo, operando a muy altas o muy bajas temperaturas, para tomar en consideración el espesor del aislante. Para distancias recomendadas hacia otros equipos ver tablas en el apéndice.

CAMBIADORES DE CALOR

La variedad de intercambiadores en tipo, servicio y aplicaciones es muy amplia. Con objeto de evaluar posibles alternativas en la localización de intercambiadores, el ingeniero de distribución debe estar familiarizado con detalles de construcción de intercambiadores, la variedad de tipos de intercambiadores, y la función y servicio de intercambiadores en plantas de proceso. Con todo esto conseguirá el arreglo más económico para satisfacer los requerimientos de seguridad, mantenimiento y operación de la planta.

Por lo anterior, es conveniente revisar antes los tipos básicos de intercambiadores.

Aunque son posibles muchas combinaciones de corazas, tapas, tubos y baffles para intercambiadores de calor; sólo se revisarán cuatro tipos:

ESPEJOS FIJOS. Los intercambiadores con tubos totalmente encerrados pueden ser usados sólo en servicio limpio. La limpieza puede ser hecha por chorro de vapor o agua a través del lado de los tubos y la coraza. Las conexiones de limpieza son provistas en la tubería tan cercanas como sea a las boquillas del intercambiador, entre el intercambiador y la válvula de bloqueo. Dos tapas atornilladas facilitan la inspección y limpieza de tubos. Dado que estos intercambiadores son hechos sin ninguna provisión para expansión térmica, se emplean para servicios con temperaturas bajas.

TUBOS EN U. En este tipo de intercambiador, el haz de tubos es en forma de orquilla y puede expandirse libremente. El haz es removible de la coraza; para el mantenimiento en el lugar, el espacio debe ser provisto en la parte frontal y posterior del intercambiador. El espacio también debe permitir la remoción de tubos. El intercambiador de tubo en U es usado cuando la falla en el lado de los tubos no es posible.

CABEZA FLOTANTE. Este es el tipo más frecuentemente usado en plantas químicas y es más costoso que los intercambiadores de tubo fijo o de tubo en U. Un extremo del haz de tubos tiene un espejo fijo sostenido entre las bridas de la coraza y la canal. La cabeza flotante puede expandirse y contraerse libremente con los cambios de temperatura.

TIPO KETTLE. Este tipo puede tener un haz de tubos en U o un haz de cabeza flotante. La coraza es más larga para manejar el vapor generado.

Estos ejemplos de intercambiadores muestran detalles de interés para el ingeniero de distribución.

La primera consideración en la localización de los intercambiadores de calor, es considerar el tamaño y el tipo de material de la línea. Hay que localizarlos de manera que las líneas grandes y con aleación sean lo más cortas posibles, de otro modo seguir el flujo de proceso.

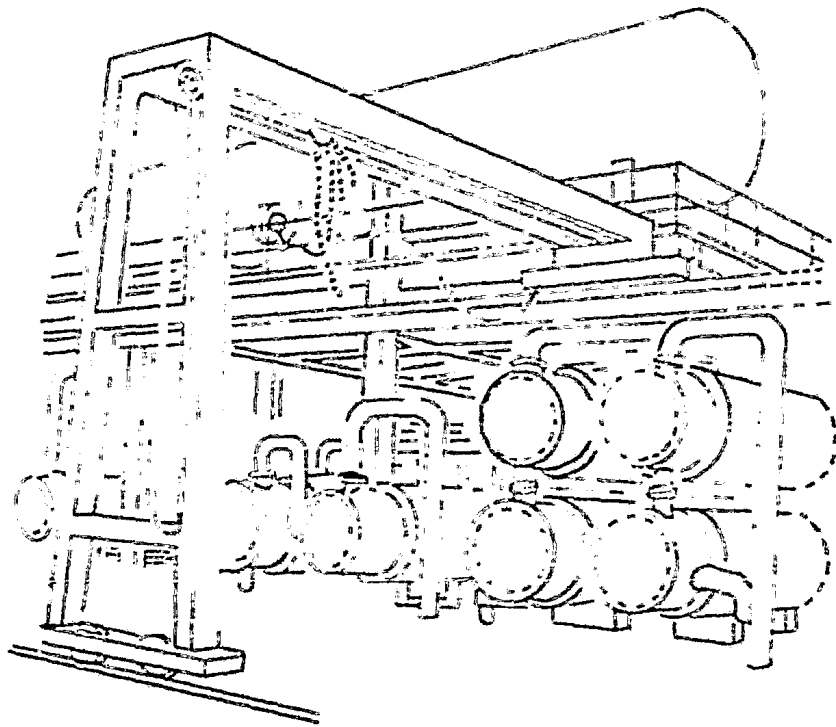
Sin embargo, cuando existan un gran número de intercambiadores, éstos

normalmente se localizan en 1 ó más grupos. De este modo, frecuentemente se obtienen ahorros en la tubería de servicios, puentes de tubería, trabajo estructural y en las provisiones para izaje y otras facilidades de operación, pero pueden llegar a requerir tubería de proceso adicional y acereria para acceso. Un balance económico tiene que ser realizado y la localización deberá resultar en un arreglo que sea conveniente y cómodo para operar y para dar mantenimiento.

Los intercambiadores agrupados deberán estar en filas con los ejes de las boquillas de los canales en un plano vertical común para presentar una apariencia estética y para facilitar los detalles de tubería. Los intercambiadores pueden apilarse, pero nunca deberán tenerse más de 3, si se soportan mutuamente. Los intercambiadores conectados en serie o en paralelo pueden ser situados uno encima del otro hasta alturas de, aproximadamente, 4 m. (ver Fig. 5.7). Las válvulas y los instrumentos deben situarse en los pasillos de acceso. Algunos casos especiales se presentan para unidades de tubos aletados e intercambiadores de calor con aire.

Un claro horizontal de por lo menos 1.5 m. deberá dejarse entre intercambiadores y tubería. Donde el espacio se limite, el claro deberá reducirse entre intercambiadores alternos, pero en ningún caso el claro sobre el aislamiento entre las bridas de los canales deberá ser menor a 0.6 m.

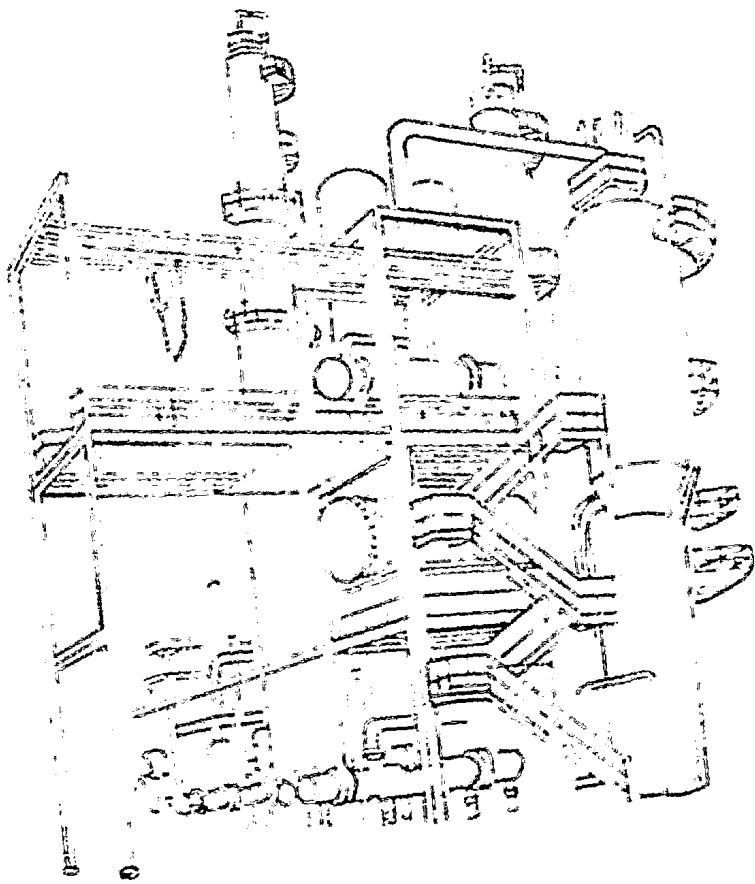
Cuando se requiera que un cambiador de calor sea removido como una unidad completa para limpieza y arrastre, deberá proveerse adecuado espacio en



CABALLETE O PORTICO USADO CON INTERCAMBIADORES EN LINEA

FIG. 5.7

los extremos para desmantelamiento. En el lado de la canal de un intercambiador típico de tubos en "U" o de cabezal flotante deberán dejarse aproximadamente 0.6 m. para remoción del envolvente y de las cubiertas del cabezal flotante. Esto es porque el haz de tubos debe ser sacado periódicamente para reparación y limpieza. Para sacar el haz de tubos se retira la cabeza y el fondo, y a continuación la cabeza flotante, con lo cual queda libre el haz para ser sacado; por consiguiente, debe proveerse espacio para quitar el fondo y para sacar el haz (longitud del haz: más 1 a 2 m.). Así un cambiador de cabezal flotante con tubos de 5 m. requiere una longitud total de instalación de aproximadamente 12 m. Para intercambiadores elevados, el espacio para sacar el haz de tubos debe ser mantenido en el terreno de forma que el haz pueda ser bajado a tierra por medio de una grúa o monorraíl instalado en la estructura. La plataforma de acceso a cada lado de los intercambiadores elevados no debe exceder de 1.3 a 1.5 m. de ancho, ya que el monorraíl debe extenderse para bajar el haz a tierra (ver Fig. 5.8). Es decir las facilidades para jalar, levantar y soportar los haces de tubos deberá tenerse disponible, sea como equipo móvil o como un accesorio de levantamiento integral a las estructuras por ejemplo ganchos, vigas de levantamiento, monorraíles, etc. Las paredes de los tubos son las partes más débiles del haz de tubos y deberá tomarse especial cuidado para asegurar que el haz esté bien soportado a intervalos regulares. Cuando sea posible, los intercambiadores de calor grandes deberán localizarse con acceso adecuado para permitir el servicio de grúas móviles para levantamiento de las cubiertas y de los haces, los canales de los intercambiadores preferiblemente apuntarán hacia el



INTERCAMBIADORES ELECTRICOS MULTISTADIOS

FIG. 5.8

camino o hacia el área de acceso. Algunas veces es más conveniente, especialmente con intercambiadores de alta presión, extraer los tubos y darles limpieza en el lugar. Sin embargo, los haces de tubos o los envoltentes que hayan sido jalados no deberán extenderse sobre los caminos principales.

Los cambiadores verticales deberán disponerse para permitir el levantamiento del haz de tubos. Consideraciones similares aplican en el caso de intercambiadores de placas conforme al espacio adecuado requerido que debe dejarse para la inserción o el retiro de los tubos individuales o de las varillas de limpieza.

La mayoría de los cambiadores están localizados con la base más o menos 1 m. arriba del nivel del piso. Los intercambiadores en batería a nivel de terreno suelen estar espaciados 0.9 m. entre ellos para permitir el paso entre sí; la zona de extracción del haz se suele colocar adyacente a una carretera o camino de servicio; también se suele colocar una grúa de pórtico con el fin de facilitar la operación de sacar los haces (Fig. 5.7). Algunos cambiadores tienen un recipiente de condensado o de retención después de la salida. En tales casos la tubería deberá arreglarse de modo que la parte alta de este recipiente esté por lo menos en línea con el fondo del cambiador para evitar la inundación de los tubos y afectar adversamente el servicio del intercambiador. En algunos casos, cuando la inundación de los tubos es necesaria (por ejemplo en un condensador total) el nivel relativo del recipiente de control al cambiador es importante y deberá determinar la posición del cambiador.

La elevación de los cambiadores puede ser necesaria a causa de requerimientos de NPSH de alguna bomba a continuación. Deberá tomarse consideración al uso de conexiones laterales o tangenciales para reducir la altura de intercambiadores. Los soloaires o intercambiadores enfriados por aire, usualmente son localizados adyacentes a la planta que sirven y pueden convenientemente ser montados arriba de otros equipos, deberán tomarse en cuenta la localización de este tipo cambiadores en la proximidad de cuartos de control o de otra instrumentación delicada que pudiera ser afectada adversamente por la vibración o el ruido.

El arreglo de los cambiadores puede tener un efecto en el diseño de tuberías y ésto deberá ser cuidadosamente considerado.

Por restricciones de espacio en instalaciones interiores, y para intercambiadores en estructuras o soportados sobre recipientes, el diseño original de la unidad podría ser alargado. Es posible acortar intercambiadores para satisfacer limitaciones de espacio. Sin embargo, la regla práctica es aquella que un intercambiador de calor más económico puede ser diseñado usando corazas de diámetro pequeño y máximas longitudes T-T de corazas.

Los intercambiadores pueden ser volteados verticalmente para conservar espacio en el piso. Los verticales pueden ser cambiados a horizontales cuando la altura de la instalación es restringida.

La información requerida para el diseño de tubería para aplicarse a in-

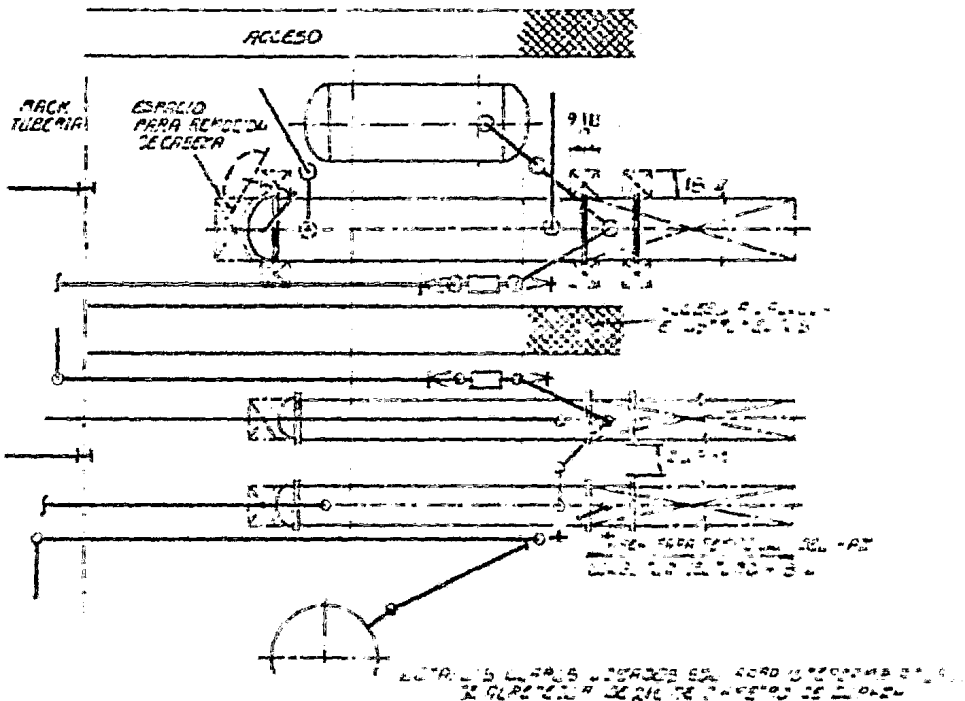
intercambiadores de calor es la misma que la requerida para el diseño de tuberías de recipientes.

Después que toda la información ha sido colectada, con los intercambiadores localizados sobre el plot plan y sus elevaciones establecidas, el primer paso es delinear los claros y espacios de trabajo en frente, y alrededor de ambos extremos, de los intercambiadores. Estos espacios de trabajo deberán conservarse libres de cualquier tubería y accesorio para facilitar la remoción del haz de tubos, así como para mantenimiento y limpieza. (Los claros mostrados en la Fig. 5.9 son para intercambiadores con corazas de 0.6 m. de diámetro. Las unidades más pequeñas requerirán algunos claros más pequeños y para mayores ligeramente mayores.).

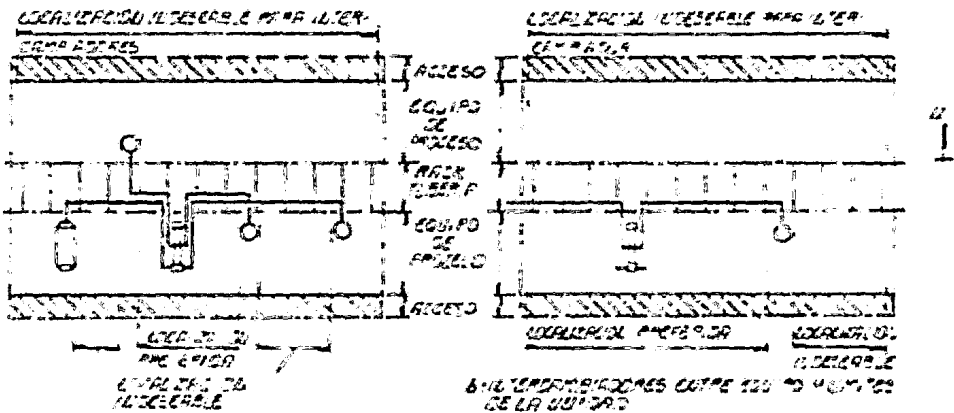
El plano general de distribución en elevación influye el arreglo principal de tubería de intercambiadores y acceso (ver Fig. 5.9). Los extremos de la canal de intercambiadores se deben localizar con cara hacia el camino principal de la planta para conveniencia en la remoción de tubos. La cubierta de la coraza debe estar cara al rack de tuberías.

El equipo de proceso en la mayoría de las plantas está arreglado en la secuencia de flujo de proceso.

En la distribución (en elevación), las torres de fraccionamiento deberán ser arregladas primero y el demás equipo después que la secuencia adecuada de torres ha sido establecida. La posición de un intercambiador en plantas



ARREGLO DE INTERCONEXIONES Y ESPALDO PARA ACCESO
FIG 5.9



3- DISTRIBUCIÓN DE EQUIPO A INTERCONEXIONES

LOCALIZACIÓN PARA INTERCONEXIONES EN PLANO DEL SERVIDOR DE CADA UNIDAD

FIG 5.10

químicas y petroquímicas normalmente depende de la localización de las columnas de destilación. La posición relativa de intercambiadores puede ser rápidamente evaluada de los diagramas de flujo de proceso. Para posición de intercambiadores, los siguientes conceptos generales aplican:

- 1.- Los intercambiadores deberán estar inmediatamente adyacentes a otros equipos - por ejemplo, los rehervidores deberán ser localizados cerca de sus respectivas torres; condensadores deberán estar cerca de sus tanques de reflujo, cercanos a las torres.
- 2.- Los intercambiadores deberán estar cerca a otros equipos de proceso - por ejemplo, los intercambiadores en circuitos cerrados con bombas (algunos circuitos de reflujo). En el caso de salida de flujo a través de un intercambiador desde el fondo de un recipiente, el intercambiador deberá estar cerca y bajo la torre o recipiente con objeto de tener líneas de succión cortas a bombas.
- 3.- Los intercambiadores entre dos piezas distantes de equipo de proceso, como se muestra en la Fig. 5.10a, por ejemplo intercambiadores con líneas de proceso, conectadas tanto a la coraza como del lado de las tuberías, deberán ser localizados donde las dos corrientes se encuentren en el rack de tubería y que tengan una corrida paralela, y sobre aquel lado de el lecho donde la de equipo relacionado esté localizado. La Fig. 5.10 muestra - que la localización en el lado norte costará más por recorrido de tubería.

4.- Los intercambiadores entre equipo de proceso y el límite de batería de la unidad, como se muestra en la figura 5.10b - por ejemplo, los enfriadores de productos, deberán estar localizados cerca del límite de la unidad con objeto de minimizar el recorrido de tuberías.

Un paso más en la distribución es localizar aquellos intercambiadores - que pueden ser estacados, con objeto de simplificar arreglos de tuberías y ahorro de espacio. La mayoría de las unidades en el mismo servicio son agrupadas automáticamente. Dos intercambiadores en servicios diferentes pueden también - ser apilados. Se deben proveer claros suficientes para los arreglos de tubería - entre los dos intercambiadores. Los rehervidores y condensadores normalmente - se localizan a lo largo de su respectiva torre.

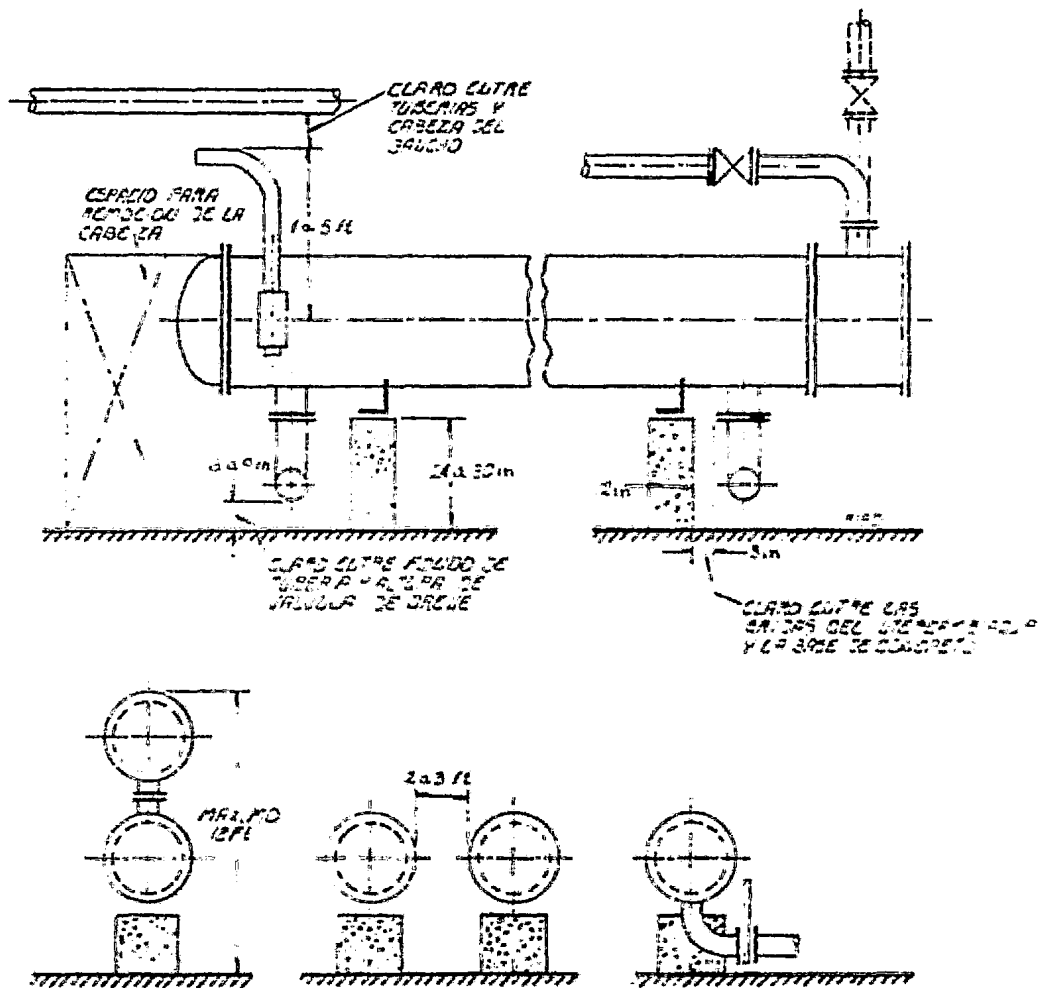
Las especificaciones de diseño, normalmente limitan la altura máxima de - intercambiadores cerca de 1.5 m. a la parte alta de la coraza, tal que el equipo móvil pueda convenientemente manejar el haz de tubos. Fig. 5.11.

Para distancias hacia otros equipos ver tabla de distancias mínimas recomendadas en el apéndice.

REHERVIDORES. Los rehervidores se deben localizar cerca de las torres a las - que den servicio.

a) **TIPO KETTLE.** Los rehervidores tipo KETTLE son ampliamente utilizados.

Básicamente son intercambiadores del tipo, tubos y coraza. Se localizan en



LOS CLAROS SON ESENCIALES ALCREDOR DE INTERCONEXIONES PARA FACILITAR DE INSTALACION Y MANTENIMIENTO

FIG. 5.11

el suelo, cercanos a las torres de fraccionamiento tanto como sea posible. El cabezal posterior del rehervidor (final opuesto a la canal) no es removible y se debe asentar a 0.6 m. de la tubería de las torres de fraccionamiento. De esta manera se establece la línea de cabezales posteriores de los cambiadores arriba y abajo de la red de tuberías.

b) TIPO TERMOSIFON. Los rehervidores tipo TERMOSIFON se localizan tan abajo como sea posible y cerca de la torre de fraccionamiento a la que siguen.

Si el rehervidor es vertical y unido a la torre directamente, se debe localizar en uno de los cuadrantes, frente a la red de tubería.

CONDENSADOR DE TORRE. Los condensadores de TORRE son generalmente de tubo y coraza, y se localizan cerca de la torre o a nivel del suelo y opuestos al rehervidor. Se debe consultar con el ingeniero de proceso para su aprobación del montaje a nivel.

Si el condensador de tubo y coraza se localiza arriba del acumulador, es necesario proporcionar una estructura.

La estructura se debe localizar cerca de la torre correspondiente, considerando el tamaño de la base con el espaciamiento que sea necesario. Consultar con el ingeniero de Estructuras para estimar el tamaño de la base.

Si el condensador de la torre es un enfriador por aire, localizarlo sobre la tubería cerca de la torre que está sirviendo.

EDIFICIO DE CONDENSADORES. Agrupar los condensadores de torres en un edificio ha representado economía en líneas que interconectan estos equipos y en las de suministro de agua de enfriamiento ya que generalmente son tuberías con diámetro grande. Así mismo, este edificio se ocupa para acumuladores de líquidos saturados con lo cual se requiere de una altura determinada para satisfacer el NPSH requerido para la bomba de dicho recipiente. La separación que deben guardar entre torres y edificio de condensadores, será solamente la necesaria para las plataformas de las torres y al mismo tiempo lograr una interconexión con el edificio para facilitar la operación y el acceso a los instrumentos de control localizados en esas zonas.

BOMBAS

Existen muchos tipos de bombas y variantes; para las bombas centrífugas: en línea, sumergidas, autocebantes, lata. También hay muchos tipos de desplazamiento positivo, los cuales son útiles en situaciones especiales. Por lo anterior se deberá realizar un estudio detallado de todos los problemas de distribución cuando se especifique un tipo de bomba.

Normalmente las bombas son localizadas cerca y abajo de los recipientes del cual succionarán. Anteriormente se mencionó que la altura del bote a la succión de la bomba está dado por el NPSH de la misma, que establece la cabeza del líquido requerido sobre la succión de la bomba para prevenir o evitar la vaporización antes de que el líquido entre a la bomba; es conveniente recordar este requerimiento cuando se localicen el conjunto recipiente-bomba-estructura soporte. Generalmente la elevación será gobernada por el tipo de bomba seleccionada, y en relación del servicio y líquido bombeado; la mayoría de las bombas son localizadas a nivel de piso siempre que ésto es posible. Las bombas que deben ser localizadas bajo el nivel de piso por condiciones de succión, involucrarán trabajo civil costoso (por estructura soporte involucradas) y problemas de drenaje. Las bombas localizadas en puntos elevados, generalmente causarán problemas de vibración en el diseño de estructuras.

Dependiendo del número de etapas será el tamaño de la carcasa para la bomba, la que de hecho nos indicará el espacio requerido para su localiza---

ción. Así, para bombas de multietapas se requerirá más espacio que para bombas sencillas en caso de ser horizontales para las cuales además se deberá considerar espacio por ambos lados para facilidad en el mantenimiento. En la siguiente tabla se indica espacio requerido para bombas de un solo paso. El espacio indicado se puede emplear como un estimado para la localización de éstas, cuando no se cuenta con información de fabricante.

**ESPACIO REQUERIDO PARA LOCALIZAR BOMBAS CENTRIFUGAS
DE 1 PASO CON CABEZA TOTAL DE 12 A 122 m.**

<u>Capacidad g.p.m.</u>	<u>Boquillas de Bomba Succión Descarga in. in.</u>	<u>Diámetro Tubería Succión Descarga in. in.</u>	<u>Area Requerida m.</u>
HASTA 100	2 1	2-3 1-2	0.45 * 1.2
100 A 200	3 1 1/2	4 2-3	0.45 * 1.5
200 A 300	3 2	4-6 3-4	0.61 * 1.67
300 A 700	4 3	6-8 3-6	0.61 * 1.82
700 A 1000	6 4	8 6	0.61 * 1.82
1000 A 1500	8 6	10-12 6-8	0.76 * 1.98

NOTA: El área requerida indicada exclusivamente para la Bomba.

hacia un rack común. Las bombas localizadas en línea pueden ser espaciadas - en aproximadamente 2 m. a centros de líneas para bombas medianas, aumentando para bombas grandes y disminuyendo para bombas pequeñas.

En forma más específica, los claros entre bombas o bombas y tubería deberán ser de 1.2 m. para bombas pequeñas (18 Kw.) y 1.5 a 2 m. para bombas grandes. De 2 a 2.5 m. deberán ser provistos para pasillos de trabajo. Se deberán permitir claros entre bombas y paredes de al menos 1.2 m. a menos que el espacio sea usado como un pasillo. Los pasillos deberán ser arreglados tal - que las grúas puedan entrar y salir del área de bombas sin tener que hacerlo en reversa. Las puertas de casas de bombas deberán ser de 2 m. de ancho para - permitir el acceso de grúas. Similarmente el lado abierto de los albergues deberá ser de 2 m. de ancho encarando a sotavento del viento prevaleciente.

En el caso de bombas reciprocantes se deberá tener en cuenta el espa--cio necesario para sacar los pistones. Las bombas pequeñas pueden ser coloca--das en forma cercana, siempre y cuando exista acceso al frente de la bomba.

El pasillo de operación de las bombas por la parte de los motores debe tener como mínimo de 1.5 a 1.8 m.

Para bombas reciprocantes se deberá proveer acceso a válvulas, así co--mo acceso para remoción del cilindro y flecha. Debido a que el mantenimiento de estas bombas es relativamente frecuente, un polipasto o grúa viajera son desea--bles, así como protección ambiental. Es conveniente cuando se lleve a cabo el

Las bombas centrífugas de tipo lata requieren espacio en la parte frontal para remoción de la flecha y para mantenimiento in situ del impulsor.

Las bombas verticales ocupan áreas pequeñas, pero requieren espacio, tanto horizontal como vertical para remoción y extracción del motor, flecha de la bomba e impulsores. En muchas bombas de este tipo el motor y la flecha de la bomba pueden ser removidos en forma independiente.

En bombas verticales de pozo profundo una de las operaciones de mantenimiento es limpiar la válvula de pie y la pichancha, removiendo la bomba de su fosa. Para este propósito, válvulas, tuberías y conductos eléctricos no deberán interferir en esta operación.

Cuando se tienen varias bombas deberán localizarse de manera que queden alineadas y estéticamente bien distribuidas. Normalmente se localizan bajo el rack de tuberías.

En general el equipo mecánico debe ser colocado de tal forma que su mantenimiento y operación no sea interferido por problemas de acceso. Las bombas que normalmente están instaladas en el exterior se aconseja que sean localizadas en línea, próximas a un camino de servicio, con el fin de facilitar el transporte de piezas a taller para su reparación. Normalmente un espacio libre de 0.9 m. alrededor de la bomba, se considera suficiente. Las bombas se deberán arreglar en línea con los accionadores hacia el lado de acceso. Dobles hileras de bombas pueden ser arregladas con bombas frente a frente, con tubería

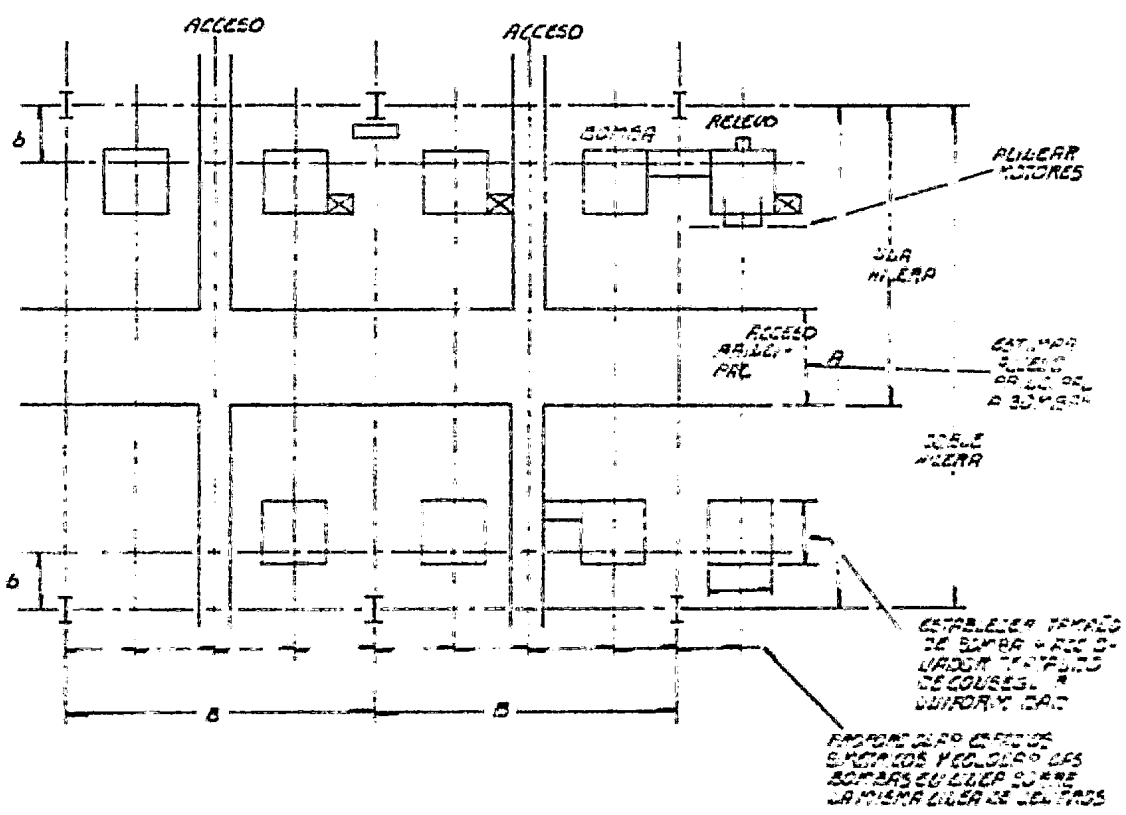
arreglo de estas bombas se considere espacio para amortiguadores de pulsaciones a la succión y descarga de dichas bombas.

En una planta química o petroquímica, la mayoría de las bombas son localizadas bajo el rack de tuberías. El alinear los extremos de los motores define el espacio de acceso en el centro de las dos hileras. La figura 5.12 ilustra un arreglo típico para bombas.

Las cascos para bombas no deberán ser provistos sin una buena razón. Un albergue es justificado cuando un grupo de bombas o sus válvulas asociadas son visitadas a intervalos mayores de una vez por semana para operaciones que tomen más de 2 minutos, o si las bombas se les debe dar mantenimiento más de una vez por mes. Un cuarto es justificado cuando un grupo de bombas es frecuentemente atendido por períodos mayores de 30 minutos. Las bombas grandes son agrupadas normalmente en un edificio por conveniencia operacional y mantenimiento y para confinar el ruido. El posible congelamiento de líquido en una bomba es otra razón para proveer una protección ambiental.

Las bombas que manejen líquidos calientes ($60^{\circ}\text{C}.$) deberán ser localizadas al menos a 7.5 m. de las bombas que manejen líquidos volátiles (b.p. 40°C) o en todo caso estas bombas deberán estar separadas por una pared (no es una práctica muy recomendable).

Deberán ser provistos medios de izaje para bombas y/o motores que pesen más de 25 Kgs. Estos medios pueden ser, ya sea un polipasto o una estruc-



ARREGLO DE BOMBAS EN PLANTAS QUIMICAS

FIG. 5.12

tura "A" portátil. Los polipastos deberán correr desde las bombas, al centro del pasillo más cercano y su recorrido no deberá ser obstruido por tubería.

Asimismo, deberá ser posible colocar y usar estructuras en "A" sin interferencia con tubería.

Los claros en el techo deberán estar a 2.5 m. y se incrementarán a 3.5 m. si se usan estructuras en "A". Para bombas pequeñas es conveniente permitir un claro de 1.5 veces la altura máxima de la bomba para remoción de partes.

Por conveniencia y seguridad de los operadores, las bombas que succionen de tanques de almacenamiento que contengan líquidos inflamables, deberán ser localizados fuera de los diques.

Las bombas deberán colocarse sobre bases elevadas al menos a 150 mm sobre el piso. Ninguna parte de la bomba o motor deberá sobresalir de su base. Las bombas múltiples pueden colocarse sobre la misma base, la cual deberá estar nivelada (1 in a 120) para permitir que las salpicaduras corran hacia el drenaje. El drenaje de placas base de bombas deberá estar cerca de las bombas y alejado del motor, hacia puntos de drene o canales. El piso deberá estar provisto con una pendiente (1 in a 120) de tal forma que el agua de lavado y salpicaduras drenen hacia el canal más cercano. Los canales deberán estar conectados hacia el sistema de tratamiento de efluentes apropiado.

Los arrancadores y cables deberán estar en las mismas posiciones relativas de cada motor. Todas las bombas deberán tener un botón de paro local provisto para emergencia. Las unidades de gran importancia funcional deberán -- siempre ser arrancadas desde controles cercanos a la unidad para seguridad y -- arranque confiable.

Los arrancadores deberán estar situados en los extremos de los pasillos a la vista de las bombas y a una altura de 1.2 m. a 1.8 m. sobre el nivel del -- piso.

COMPRESORES

La distribución y consideraciones de tubería y los principios de diseño -- de planta para arreglo de compresores centrífugos pequeños (o sopladores) no difieren en concepto de los arreglos para bombas centrífugas. Sin embargo, los -- diámetros de tubería y los componentes para compresores centrífugos son mucho -- mayores que para bombas centrífugas.

Los compresores centrífugos son ampliamente usados en plantas de proceso, ejemplo, en cracking catalítico, etileno y unidades de amoníaco. Las ventajas de estas máquinas son:

- a) Capacidad de manejar grandes volúmenes en equipo relativamente pequeño
- b) Simplicidad de ensamble mecánico rotativo.
- c) Adaptabilidad a varios accionadores, ejemplo, motor eléctrico, turbina de --

vapor y turbina de gas.

En arreglos externos para compresores varias columnas - soporte, son distribuídos en forma cercana y alrededor de la máquina con objeto de proveer una plataforma en cautilivered. La separación entre columnas deberá ser tal que no se tenga vibración. Los compresores distribuídos en el interior de un edificio deberá tener cimentaciones independientes de las del edificio.

Algunas veces sólo se proporciona un techo o resguardo sobre el compresor, aunque algunas otras la máquina cuenta con su cubierta. Si se proporciona un techo al compresor, junto con éste se le proveerá de un polipasto (localizado sobre la línea de centro del compresor). El polipasto se deberá extender sobre el espacio de remoción que puede ser interno o externo al resguardo del compresor. Si en una casa están contenidas varias máquinas, se deberá suministrar una grúa viajera operada manualmente. La altura de esta grúa tiene que ser estimada cuidadosamente de tal forma que la cubierta de las máquinas y rotores puedan ser levantados sobre compresores adyacentes y accionadores, y tiene que considerarse espacio para bajar éstas.

Los separadores e intercambiadores interetapa, deberán estar localizados a nivel de piso, adyacentes a la plataforma o casa del compresor (es), con objeto de facilitar al ingeniero de tuberías las interconexiones de tubería (que sean cortas y sencillas).

Cuando se esté llevando a cabo el inicio de un plano de localización es importante hacer un estimado del área que ocupará (n) el compresor (es); y en ese estimado es sumamente importante considerar los servicios auxiliares que involucran los compresores (consolas de aceite para sellos y lubricación, separadores, soloaires y en el caso de compresores reciprocantes, los amortiguadores de pulsación así como el espacio para toda la tubería involucrada e instrumentos, tableros y accesos para remoción de partes, mantenimiento y operación).

Las consolas para aceite de lubricación y aceite de sellos ocupan áreas grandes y normalmente están localizadas cerca o abajo de los compresores.

La consola de aceite de lubricación suministra aceite de lubricación a los baleros del compresor. Este es un sistema de circulación forzada a presión constante con bombas de engranes, enfriadores de aceite y filtros. Estas unidades no son ni pequeñas ni simples. Desde el compresor, el aceite fluye por gravedad al tanque de almacenamiento. Es muy importante considerar espacio para que válvulas e instrumentos sean accesibles; se deben también proveer claros para remoción del haz de tubos de intercambiadores y por todo esto los accesos para operación y mantenimiento son esenciales.

En algunos casos, la bomba de aceite de sellos es accionada independientemente del compresor; normalmente se cuenta con una bomba auxiliar provista para arranque y paro.

La consola de aceite de sellos suministra aceite limpio y filtrado a los sellos hidráulicos del compresor a presión y temperatura constante. Los sellos de la flecha previenen ruptura y fuga del gas comprimido a la atmósfera. El aceite de sellos es forzado entre los anillos del sello en ambas extremas de la flecha del compresor a presiones ligeramente más altas que aquéllas del gas en la camisa del compresor. El escape de aceite en el lado de baja presión del retorno de sellos, es recirculado al recipiente. El escape de aceite a través del lado de alta presión, pasa por trampas automáticas. La entrada de aceite al compresor de gas es evitada por un laberinto localizado entre el aceite de sello y la camisa de los alavés del compresor.

Tanto los componentes de aceite de sello como los de lubricación están montados en forma integral sobre los respectivos recipientes de aceite. Es conveniente revisar si estos sistemas pueden dar servicio a varios compresores con objeto de reducir espacio.

Para área requerida para todos estos componentes nos podemos auxiliar de catálogos de fabricante o preguntar directamente a fabricantes respecto de áreas requeridas y recomendaciones para su localización, tratando de conseguir un estimado y un arreglo lo más real posible.

COMPRESORES RECIPROCANTES

Los compresores reciprocantes deberán estar localizados tan cerca como

sea posible del nivel de piso y sobre cimentaciones independientes a las de cualquier edificio o soportes de tuberías para evitar transmisión de vibración a dichas estructuras. Similarmente los soportes de tubería deberán estar independientes de cualquier otra estructura o edificio.

Las máquinas pequeñas, con o sin amortiguadores de pulsación tienen cimentaciones de 0.5 a 0.6 m. sobre el nivel de piso. Las máquinas grandes, o grupos de ellas, tienen cimentaciones de 1.2 a 1.5 m. sobre el nivel de piso. Los compresores recíprocos no deberán soportarse a un nivel alto y no se colocarán sobre planchas de concreto. El piso sobre el que se localicen tendrá aberturas para acceso a los amortiguadores de pulsación y a las válvulas que están colocadas abajo del nivel de piso.

La altura del compresor deberá conservarse a un mínimo consistente con lo requerido para los arreglos de tuberías y accesos a válvulas y para permitir flujo por gravedad del aceite de sellos y lubricación hacia las consolas. Los cabezales de succión y descarga deberán estar a nivel de piso.

La mayoría de estos compresores cuenta con una cubierta (techo-resguardo) o casa de compresor con objeto de protegerlos del medio ambiente. Se deberá localizar sobre la estructura del techo una grúa viajera o polipasto (sobre los cilindros) para extracción del accionador, pistones del compresor y haz de interenfriadores y para mantenimiento en general, cuidando de no tener obstrucción por parte de soportes y tubería; todo esto, junto con el tipo y servicio

del compresor deberá ser considerado para asignar el espacio a los compresores.

Los lados del resguardo pueden estar abiertos o completamente cerrados. En el caso de ser cerrado, es conveniente dejar un acceso para una grúa (ver recomendaciones para casa de bombas).

Las tomas de aire deberán ser provistas con filtros y localizadas fuera de la cubierta con objeto de que el aire que reciba sea limpio y frío. La tubería de entrada deberá ser tan corta y recta como sea posible, bajando verticalmente a través del techo de la casa del compresor con los silenciadores por encima del nivel del techo.

La tubería de este tipo de compresores interconecta amortiguadores de pulsaciones, separadores, interenfriadores y postenfriadores, reactores y otros equipos de proceso, los cuales deben ser considerados en la localización de dichos compresores con objeto de que el espacio proporcionado permita recorridos de tubería cortos y sencillos para evitar transmisión de vibración, como sucedería en el caso de tener un espacio amplio entre equipo interconectado; pero cuidando siempre que los espacios para remoción, mantenimiento y operación sean proporcionados.

Los separadores e interenfriadores deberán localizarse cerca de los amortiguadores de pulsación, los cuales se tratará de localizar bajo los cilindros del compresor y tan cerca de las boquillas del compresor como sea posible. Los separadores, ya sea que estén en la casa del compresor o alineados externamente

en un lado de la misma, deberán tener un arreglo común (agrupados).

Los fabricantes de compresores pueden suministrar interenfriadores como una parte integral de la máquina. Es recomendable que se consulte a éste para detalles especiales.

El espacio entre compresores varía con el tamaño y tipo, aunque un mínimo normal es de 2.5 a 3.0 m. Deberá haber un espacio libre alrededor de la máquina de la mitad del ancho del compresor (o 2.5 m. mínimo) sujeto a cualquier consideración especial de mantenimiento. Antes de que el ingeniero de distribución se decida a localizar los accesos a un equipo que no le sea familiar, deberá consultar con alguien que conozca las necesidades de operación y servicio como es el caso. El mayor inconveniente será dar poco espacio, provocando interferencia con equipos cercanos o estructuras. Para distancias mínimas recomendadas a otros equipos, ver tablas en el apéndice.

SOPLADORES

Los ductos de entrada y salida a un gran soplador ($700 \text{ sm}^3/\text{min.}$) deben ser recortados, debido a su gran tamaño, junto con el espacio requerido para los cambios de dirección y los claros alrededor de las válvulas y filtros.

Los ventiladores pueden estar en una casa para aislar cualquier problema de ruido y proveer acceso bajo la cubierta para operación y mantenimiento. Se debe considerar un espacio adecuado para la remoción de impulsores, flechas moto

res, etc., particularmente para servicios sucios o corrosivos. Cimentaciones de gran tamaño pueden ser necesarias para amortiguar vibraciones y los sopladores deberán estar alejados de cualquier fuente de vibración.

CENTRIFUGAS

Estas deberán ser arregladas de tal forma que las canastas puedan ser fácilmente removidas. Las centrifugas deberán estar localizadas y soportadas de manera que la vibración sea eliminada y no exista la posibilidad de transmisión a estructuras adyacentes. La estructura soporte debe ser provista para permitir la remoción de la centrifuga completa fuera del edificio. En la distribución de centrifugas se deberá tomar en cuenta las características especiales de las mismas, las cuales son máquinas de precisión de alta velocidad, muy costosas. La distribución deberá ser siempre discutida con fabricantes. Si una instalación externa es considerada, asegurarse que las precauciones adecuadas sean consideradas para protección ambiental, condensación y baja temperatura. Las máquinas deberán ser montadas sobre un piso sólido y si es posible con cimentaciones grandes para amortiguar las vibraciones, particularmente cuando se usan unidades tipo batch. La descarga de sólidos puede requerir elevación de las instalaciones. Se deberá consultar al fabricante para asegurar que las fuerzas dinámicas generadas por la máquina son conocidas y puedan ser absorbidas por la cimentación o estructuras.

El equipo deberá tener un acceso mínimo de 1.5 m. alrededor de cada máquina. Se deberán proveer ganchos de izaje para mantenimiento. Cuando se tienen varias máquinas, éstas son normalmente distribuídas en línea para minimizar el número de ganchos. La tubería alrededor de la máquina no deberá obstruir el espacio para extracción de motores, fazones, etc.

Las centrífugas deberán ser localizadas lejos de fuentes externas de vibración. Y no deberán estar en áreas corrosivas o bajo tubería que en un momento dado pueda tener fugas que corroan los interlocks de seguridad y motores. Es necesario que cuando se haga el estimado de área se tenga una idea del tipo de centrífuga que se va a utilizar con objeto de considerar el espacio requerido por el equipo de servicios que requerirá la centrífuga. Para ésto, es conveniente ayudarse de catálogos o bien preguntar directamente a fabricantes.

FILTROS

Los filtros en línea y strainers son diseñados para remover solo pequeñas cantidades de sólidos. Se deberá cuidar en su localización de proporcionar acceso para extraer los elementos internos para limpieza. Los filtros a los que se les da servicio con una frecuencia mayor de una vez por semana, deberán tener acceso desde una plataforma o piso para operación, a frecuencias de mantenimiento menor una estructura fija puede ser suficiente.

El manejo de grandes filtros canasta es similar (excepto en su peso) al manejo de centrífugas tipo canasta. Para este equipo se prefieren los arreglos en línea, para acceso adecuado a las canastas y bridas del filtro. Se deberán proporcionar claros de 0.5 m. mínimo entre bridas de filtros. El acceso por un lado del filtro es suficiente. Para filtros especiales, las recomendaciones de fabricante relacionados con operación y mantenimiento se deberán seguir con mucho cuidado.

FILTROS BATCH

Este tipo de filtro es normalmente operado bajo presión, ejemplos de éstos son filtros prensa y filtros cama. Éstos normalmente son localizados en una casa. Estos remueven cantidades considerables de sólidos, los cuales quedan sobre la tela del filtro o cualquier otro medio filtrante como una pasta que es removida periódicamente, posiblemente después del lavado. Consecuentemente di-

chos filtros son arreglados en paralelo, de tal forma que unos estén filtrando y otros estén en lavado mientras que a otros se les descargan los sólidos.

En filtros que tienen que ser abiertos para remoción de sólidos, su distribución es extremadamente importante para facilidad de remoción, pero es menor cuando la remoción de sólidos es hecha por inyección de aire o algún otro método no manual en los cuales las consideraciones de mantenimiento pueden determinar la distribución.

Cuando se empleen polipastos para remoción de sólidos o reemplazo y transporte de los medios filtrantes o placas de filtros, se deberá dejar un espacio de al menos el ancho de un filtro en su alrededor; y por uno de sus lados será de al menos 1.75 m. Si estos filtros se localizan en áreas cerradas se deberá proporcionar ventilación especial (extractores, ventiladores) si los líquidos -- que se filtren son tóxicos o inflamables, pero ésta no deberá interferir con la remoción de los sólidos

EQUIPOS Y PLANTAS PAQUETE

Una serie de plantas puede ser comprada como un paquete completo y el usuario tiene que proveer espacio adecuado para el paquete; las típicas de éstas, son plantas de servicios, tales como tratamiento de agua, gas inerte, refrigeración, sistemas de aceite de calentamiento, plantas criogénicas. Las plantas de proceso para producción de ácidos o para varios tipos de recuperación --

también son vendidas como paquete. Plantas electroquímicas, tales como equipo para producción de cloro (hipoclorodores) son también provistos como equipo paquete.

La distribución de dichos paquetes incorpora los resultados de la experiencia del vendedor y comúnmente es más compacta que una planta normal. Aunque la distribución ofrecida puede no ser la óptima para una situación particular, es normalmente mejor aceptar esta distribución, ya que en distribuciones no estándares traen consigo costos extras.

Hay un número de plantas especializadas, peculiares a una industria -- particular y su distribución es complementada por guías internas de referencia de la compañía.

Una combinación de principios generales de distribución y consultoría -- con los fabricantes, ayudará a conseguir una buena distribución en estos casos.

RACK DE TUBERIAS

El principal sistema arterial de una planta de proceso está en el rack de tuberías, sobre el cual viajan las líneas de proceso de gran diámetro, que interconectan equipo distante y las líneas que entran y salen de la unidad. Los cabezales de servicio, que suministran vapor, aire, gas y agua a equipos de proceso son también localizados en el lecho, así como los cabezales de relevo y de relevo y de blowdown. Las líneas de instrumentos y conductos de suministro eléctrico son frecuentemente soportadas sobre el rack de tuberías.

La figura 5.13 muestra parte de un diagrama de flujo de proceso y de un plano de localización. A partir de estos diagramas se puede hacer un estimado de cuáles y cuántas líneas estarán localizadas en el rack, y cuáles se interconectarán directamente a boquillas de equipo adyacente o cercano. Las líneas principales y de gran diámetro representadas en el diagrama de flujo de proceso indican tubería que se supone estará sobre el rack de tuberías. Es conveniente mostrar también estas líneas en el plano de localización para dar una idea visual de los requerimientos de espacio en el lecho de tuberías del rack. Entre más real sea el número de líneas que se muestren en el plano de localización, más exacto será el estimado del ancho del rack de tuberías.

La distribución en planta determina el recorrido del puente de tuberías. La figura 5.14 muestra los arreglos típicos de racks de tuberías para diferentes distribuciones de planta. Las plantas industriales no muy grandes normalmente

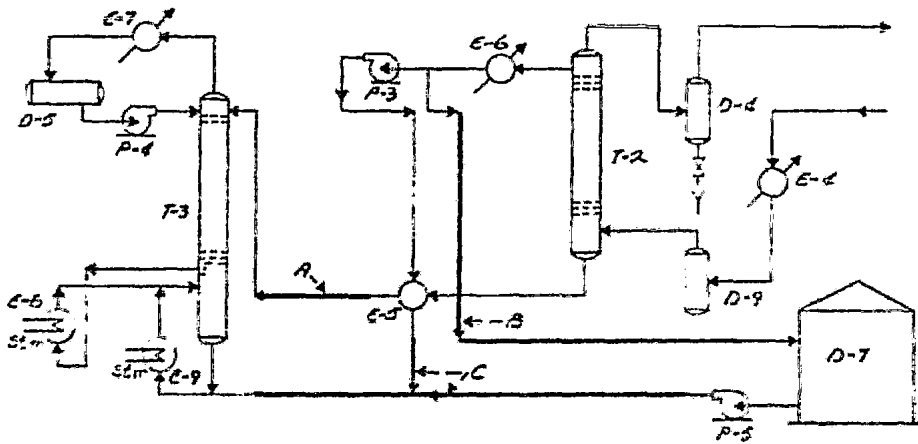
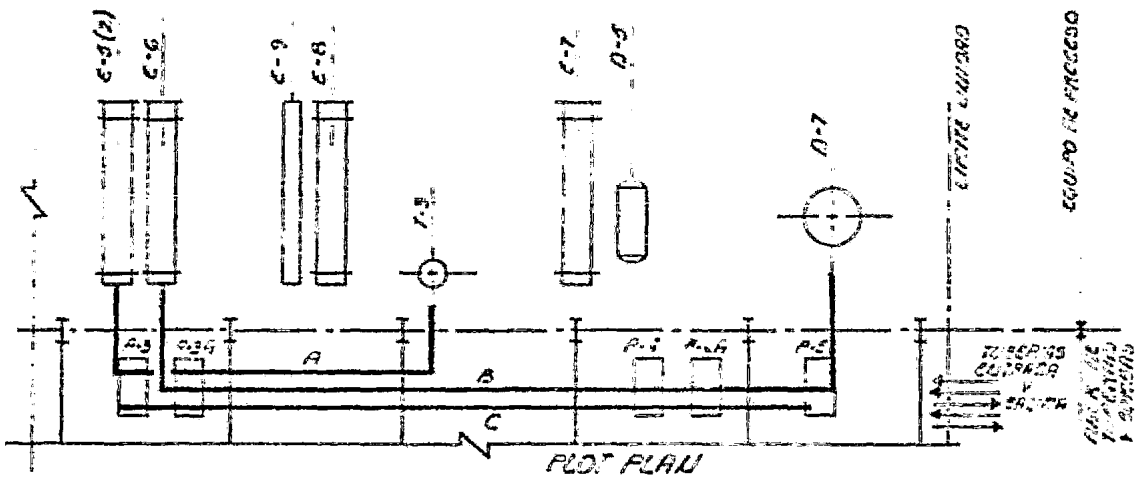
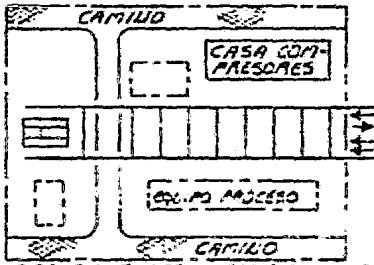


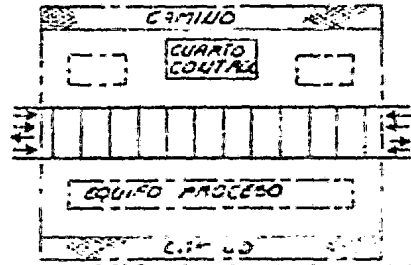
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO



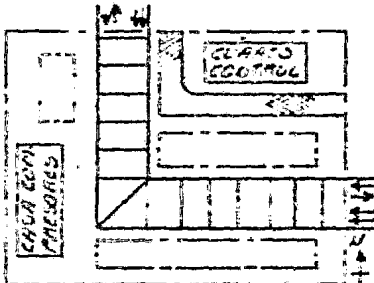
LINERAS DE PROCESO LOCALIZADAS EN EL RACK
FIG. 6.15



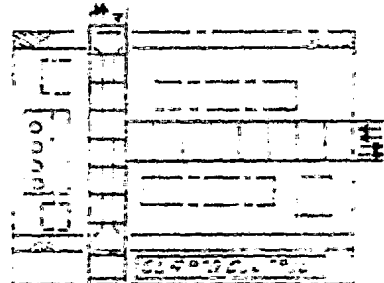
A. PLAN TIPO I. CASAS DE LOS EMPLEADOS Y SALIDA POR EL NORTE DE LA PLANTA



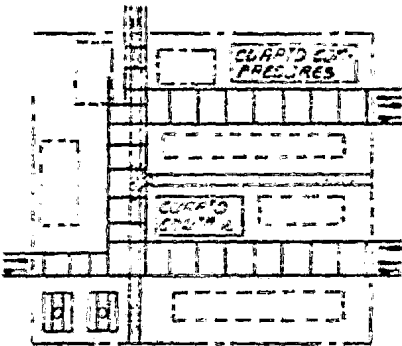
B. PLAN TIPO II. CASAS DE LOS EMPLEADOS Y SALIDA POR EL NORTE DE LA PLANTA



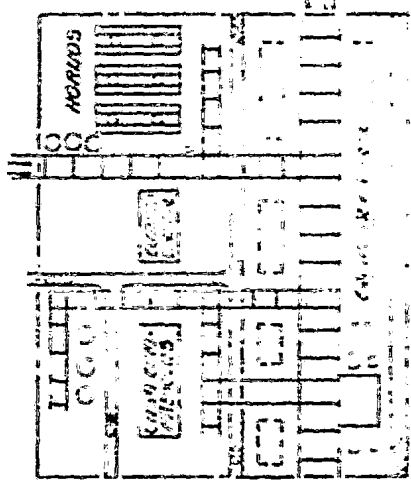
C. PLAN TIPO III. CASAS DE LOS EMPLEADOS Y SALIDA POR EL NORTE Y ESTE DE LA PLANTA



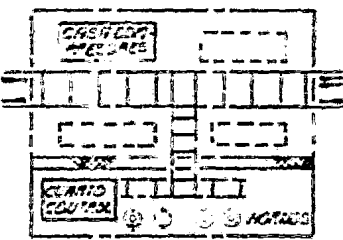
D. PLAN TIPO IV. CASAS DE LOS EMPLEADOS Y SALIDA POR EL NORTE Y ESTE DE LA PLANTA



E. PLAN TIPO V. CASAS DE LOS EMPLEADOS Y SALIDA POR EL NORTE Y ESTE DE LA PLANTA



F. PLAN TIPO VI. HORARIO Y SALIDA POR EL NORTE Y ESTE DE LA PLANTA



G. PLAN TIPO VII. HORARIO Y SALIDA POR EL NORTE Y ESTE DE LA PLANTA

LOS ARREGLOS DE PAGA DE TUBERIAS DEPENDEN DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA

FIG. 5.14

tienen el tipo de soportería más sencilla (Tipo I), como se muestra en la figura 5.14a y 5.14b. En la figura 5.14a las líneas de proceso y servicios entran y salen por el mismo lado de la planta. La figura 5.14b presenta un arreglo frecuentemente adoptado, con las líneas de servicios entrando en un extremo y las de proceso en el extremo opuesto, o bien los insumos y servicios auxiliares entran por un lado de la planta y el producto terminado sale por el lado opuesto, es decir la tubería sigue el sentido de flujo del proceso de la materia prima. Algunas veces, por las condiciones del arreglo de equipo, la soportería que resulta es del tipo L, que tiene las mismas características que las del tipo I, sólo que el producto terminado sale por un lado perpendicular a la entrada (ver figura 5.14c).

En plantas grandes, el rack de tubería será más complicado como se muestra en la figura 5.14d (tipo T) el cual se emplea cuando las materias primas, servicios auxiliares o productos terminados entran o salen del límite de batería (L.B.) por diferentes lados.

Las soporterías tipo U (fig. 5.14e) se utiliza en plantas donde se requiere que a lo largo de las tuberías existan unidades de proceso a cada lado; esto aplica también para la soportería tipo Z, la que puede ser una combinación de soportería tipo L y tipo T (figura 5.14f). La soportería tipo U también se utiliza cuando se requiere algún tipo de carga y descarga, como pueden ser furgones o carros tanque. La figura 5.14g muestra un rack de tuberías para una planta muy grande. Este arreglo puede ser considerado como una combinación de varios

arreglos más sencillos de racks de tubería.

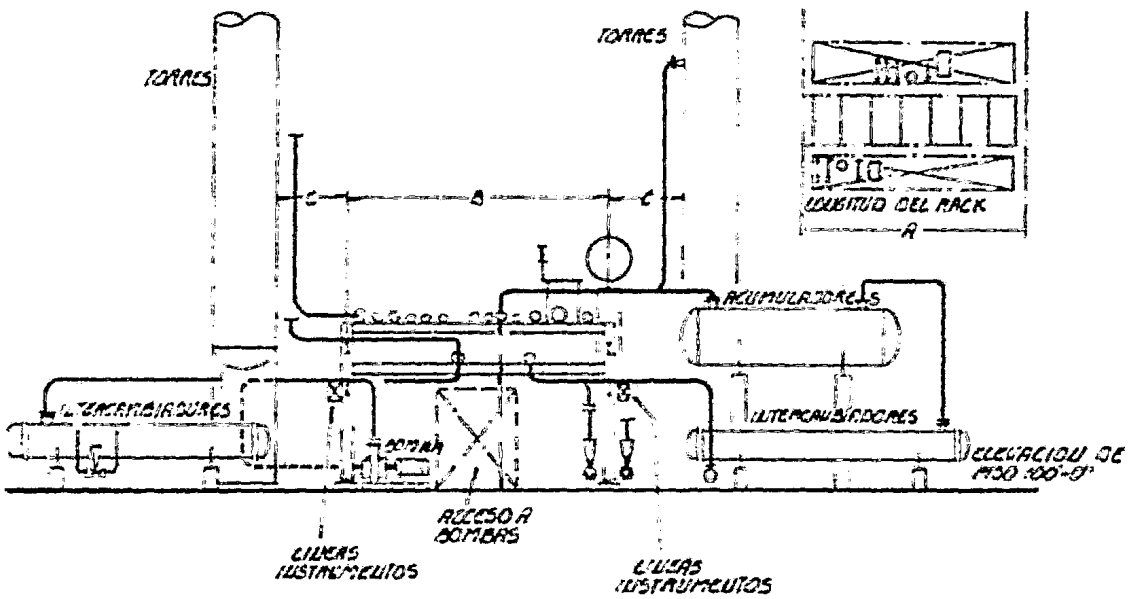
Por supuesto la configuración del rack de tubería no se determina cuando se hace la distribución de una unidad de proceso. El rack resulta de un Plano - de Integración, condiciones del terreno, requerimientos del cliente y sobre todo - de la economía de la planta.

La figura 5.15 muestra una vista transversal de un lecho de tuberías típico para una planta de proceso. La elevación se determina por los requerimientos más críticos de acuerdo a lo siguiente:

- a) Altura mínima necesaria para cruce de caminos.
- b) Altura mínima necesaria sobre accesos a equipo localizado bajo el rack.
- c) Altura para interconexión de líneas que estén localizadas en el lecho de tuberías a equipo localizado a los lados del rack.

Conservando las dimensiones B y C (figura 5.15) a lo mínimo requerido, se minimizará la longitud de tubería: a) Entre el lecho y el equipo de proceso, b) Para tubería interconectando equipo en lados opuestos del rack.

La dimensión C es normalmente de 1.9 a 2.1 m. Además se deberán - - conservar las dimensiones D y E a no más de lo necesario para dar la altura del rack, para minimizar la longitud de tuberías verticales.



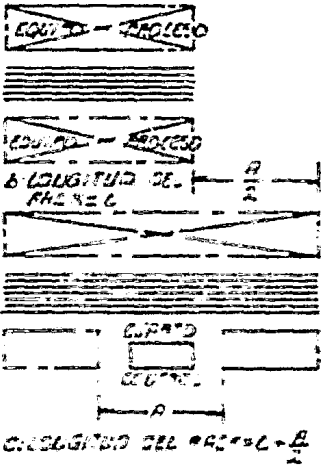
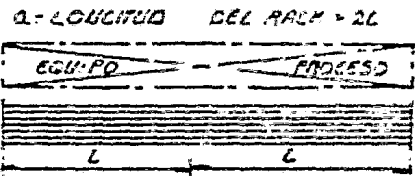
RACK DE TUBERIA Y EQUIPO RELACIONADO EN UNA PLANTA PETROQUIMICA

FIG. 5.15

Las especificaciones de planta determinan la elevación sobre los caminos y vías de ferrocarril.

La economía del lecho de tuberías depende primeramente de la longitud del rack de tubería. Algunas aproximaciones a diseños económicos se muestran en la figura 5.16. El equipo de proceso distribuido en un sólo lado del rack, incrementará considerablemente la longitud de éste (fig. 5.16a). El equipo de proceso colocado a ambos lados del rack (fig. 5.16b) resultará en un rack con tan sólo la mitad de la longitud que aquél de la figura 5.16a. Los servicios asociados, pero no cercanos a el rack de tuberías (tales como cuartos de control, edificios de tratamiento y áreas de almacenamiento) pueden provocar pérdida de espacio valioso a lo largo del rack e incrementar su longitud (fig. 5.16c).

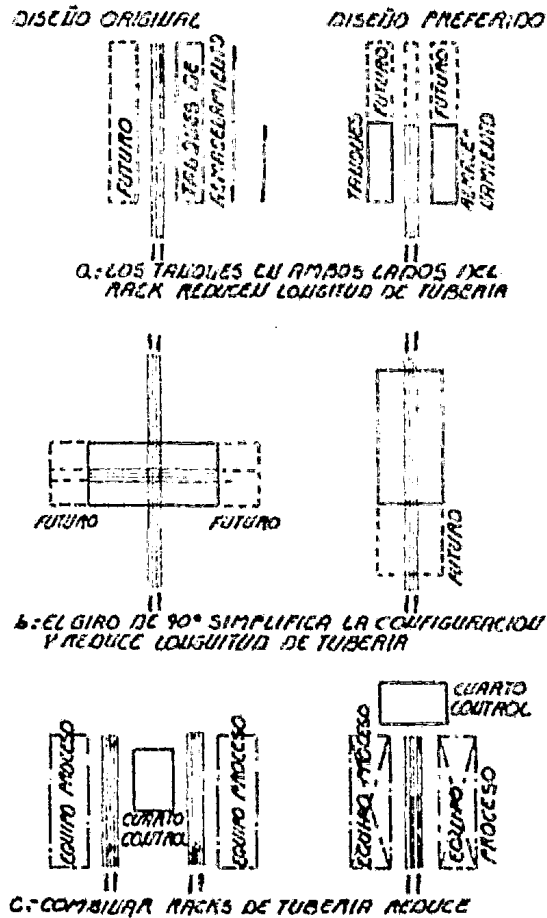
La figura 5.17 muestra algunos ejemplos reales de cómo un ingeniero de diseño puede minimizar y simplificar los racks de tubería. El primer ejemplo involucra los tanques de almacenamiento futuros arreglados en doble línea. De los dos arreglos mostrados en la figura 5.17a, el de la derecha requiere 50% menos de longitud de tubería, y resulta en un ahorro de capital. Un segundo ejemplo relacionado con el arreglo de una planta de servicio (fig. 5.17b). Aquí, el arreglo preferido requiere un giro de la unidad de 90° para alinearlo con el rack de tubería, y así acortar substancialmente la longitud de tubería. En el arreglo preferido, está disponible rack de tubería a futuro; mientras en el original, un rack futuro requerirá gasto adicional. El tercer ejemplo (fig. 5.17c) relocaliza el cuarto de control. La alternativa preferida combina el diseño original de dos racks en uno solo.



LAS AREAS PARA EQUIPO Y ARRESES SON IGUALES

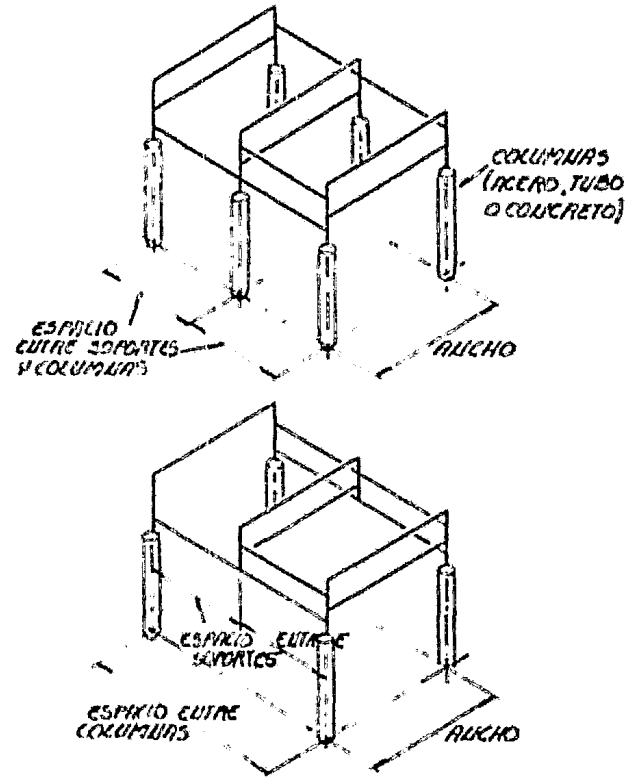
EL ARCA Y SU LONGITUD DEPENDE DE LAS AREAS

FIG. 5.16



EJEMPLOS PARA REDUCCION DE COSTOS DE RACKS

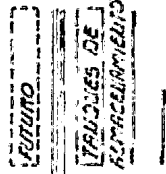
FIG. 5.17



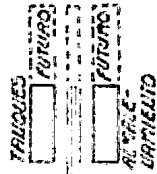
ARREGLOS DE COLUMNAS DE RACKS

FIG. 5.18

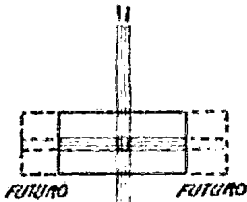
DISEÑO ORIGINAL



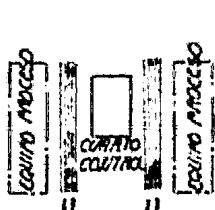
DISEÑO PREFERIDO



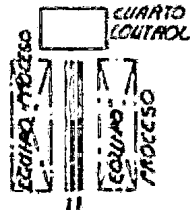
A: LOS TRUQUES EN AMBOS LADOS DEL RACK REDUCEN LONGITUD DE TUBERIA



B: EL GIRO DE 90° SIMPLIFICA LA CONFIGURACION Y REDUCE LONGITUD DE TUBERIA

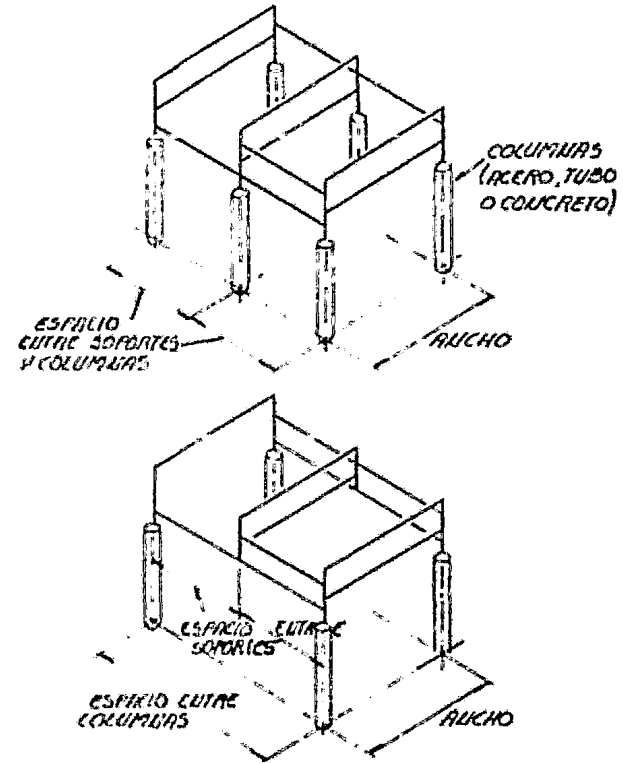


C: COMBINAR RACKS DE TUBERIA REDUCE



EJEMPLOS PARA REDUCCION DE COSTOS DE RACKS

FIG. 5.17



ARREGLOS DE COLUMNAS DE RACKS

FIG. 5.18

La longitud del rack de tuberías (dimensión A en la figura 5.15) es gobernada por el número y dimensiones del equipo, estructuras y edificios localizadas a ambos lados del rack. Se requiere como un promedio, alrededor de 3 m. de longitud de rack por cada pieza de equipo (intercambiadores, tanques, torres, compresores, etc.) para plantas petroquímicas. Con buenas prácticas de distribución el costo de rack puede ser reducido considerablemente, distribuyendo los mismos equipos en una longitud de rack más corta. Bajo estas condiciones, un promedio de 2.1 a 2.5 m. de longitud de rack para cada pieza de equipo de proceso no es poco usual.

El equipo en pares, intercambiadores apilados, separadores o intercambiadores soportados sobre torres, dos recipientes combinados en uno solo, las torres localizadas en forma cercana con plataforma común, recipientes pequeños soportados sobre intercambiadores, recipientes pequeños soportados sobre el rack, y equipo de proceso localizado bajo el rack, son sólo unos cuantos ejemplos de que se puede hacer para acortar el rack de tuberías. Estas distribuciones de hecho, no sólo acortan el rack de tubería, sino también líneas de proceso, y servicios.

Los soportes de tubería deben ser dimensionados para permitir expansiones futuras de la planta, y deben ir en paralelo al sistema de caminos para conservar despejadas las áreas de proceso. Si la soportería atraviesa una área que más tarde tendrá cabida para servicios de proceso, se restringirá severamente el espacio disponible para el equipo de proceso.

En el caso de Plantas Primarias, se recomienda que la soportería principal sea del tipo I, con lo cual se logra ahorro en soportes adicionales y ruta de tubería, debido a que el equipo se localizará en ambos lados de la soportería y podrá llevarse una secuencia lógica entre el proceso y el equipo, dependiendo de la entrada de insumos y la salida de productos.

Por experiencia en plantas similares, se ha encontrado que dependiendo de la capacidad (de 70 a 150 mil BPD), lo ancho de la soportería principal varía entre 7 y 10 m. a lo largo de la planta.

La figura 5.18 muestra un típico de soportes de tuberías. El espaciamiento entre columnas normalmente es de alrededor de 5 a 8 m.

El ancho del rack es influenciado por el número de líneas (incluyendo líneas eléctricas y de instrumentos) y espacio para líneas futuras en el lecho y ocasionalmente por requerimientos de espacio para equipo localizado bajo el rack de tuberías.

El número de líneas a ser localizadas en el lecho puede ser estimado por el trazo de las líneas en una impresión del plot plan, con la ayuda de los diagramas de flujo (tal como se muestra en la figura 5.12). Por el estimado del número de líneas en la sección más densa del rack, se puede obtener el ancho total de el rack de: $W = fnS+A$.

donde: W = ancho del rack en ft

f = factor de seguridad

n = número de líneas mayores de 18 m. de diámetro

S = espacio promedio estimado entre líneas ft

A = ancho adicional requerido ft.

El factor de seguridad f , es igual a 1.5 si las líneas trazadas en el plot plan con la ayuda del diagrama de flujo de proceso; $f = 1.2$ si las líneas han sido trazadas con la ayuda de diagramas de tubería e instrumentación.

El espaciamiento estimado entre líneas S , normalmente es igual a 0.3m; $S = 0.75$ si las líneas son menores de 10 in.

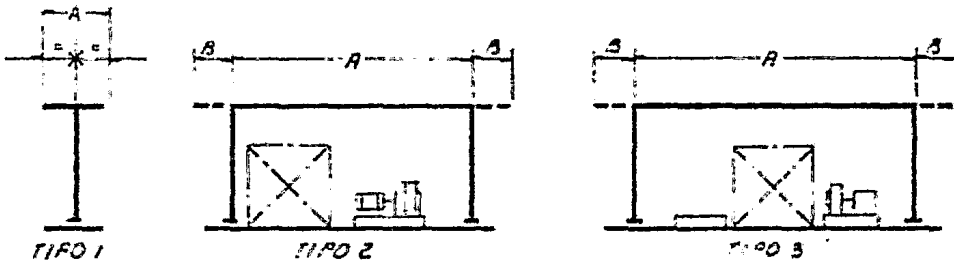
Se requiere un ancho A adicional para:

- a) Líneas mayores de 18 in
- b) Líneas futuras
- c) Líneas de instrumentos (de 0.6 a 1 m.)
- d) Cables eléctricos (de 0.6 a 1 m.) si se soportan sobre el rack.

El ancho total del rack, W puede estar entre 6 y 20 mts. Si W es mayor de 10 m., normalmente se requerirán 2 bancos o más (ver figura 5.19.).

Los requerimientos de acceso para equipo bajo el rack también puede influir en el ancho del rack. Para una sola hilera de bombas con accesos de 2.5 a 3 m., se requiere un ancho de rack de 6 a 8 m., dependiendo de el largo de las bombas. Para una doble hilera de bombas, será necesario un ancho de rack de 9 a 11 m.

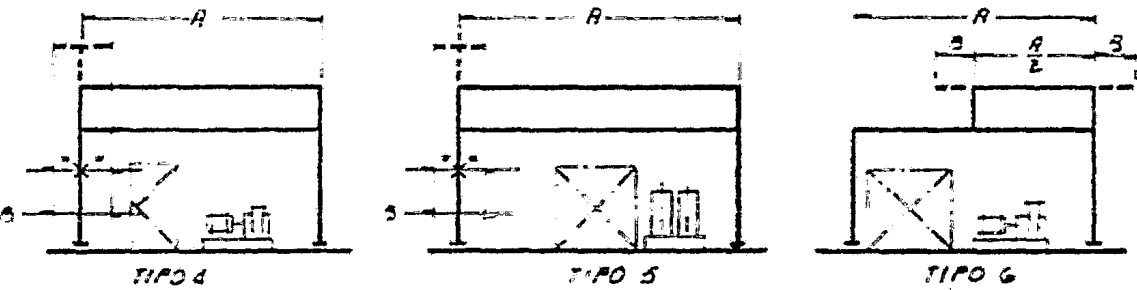
= SIMBOLICA IGUAL DIMENSION



TIPO 1

TIPO 2

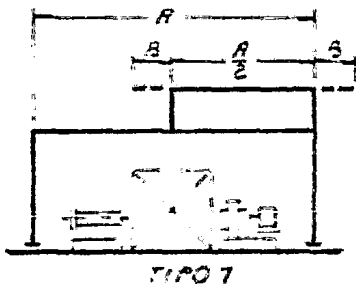
TIPO 3



TIPO 4

TIPO 5

TIPO 6



TIPO 7

ALCANTO TOTAL DISPONIBLE

S/L CALZADERA FL	CON CALZADERA FL	DIMENSION A FL	DIMENSION B, FL	ELEVACION %	Co- -ED
-	10	10	-	1	1
20-22	30-34	10-24	5	1	2
28-32	38-42	28-32	5	1	3
28-34	36-42	20-24	4	1/2	6
39-47	45-53	20-24	6	2	8
40-44	48-52	28-32	4	1/2	7
55-63	61-69	28-32	6	2	5

DIMENSIONES PARA Y TIPO DE RACKS DE TUBERIAS

FIG 5.19

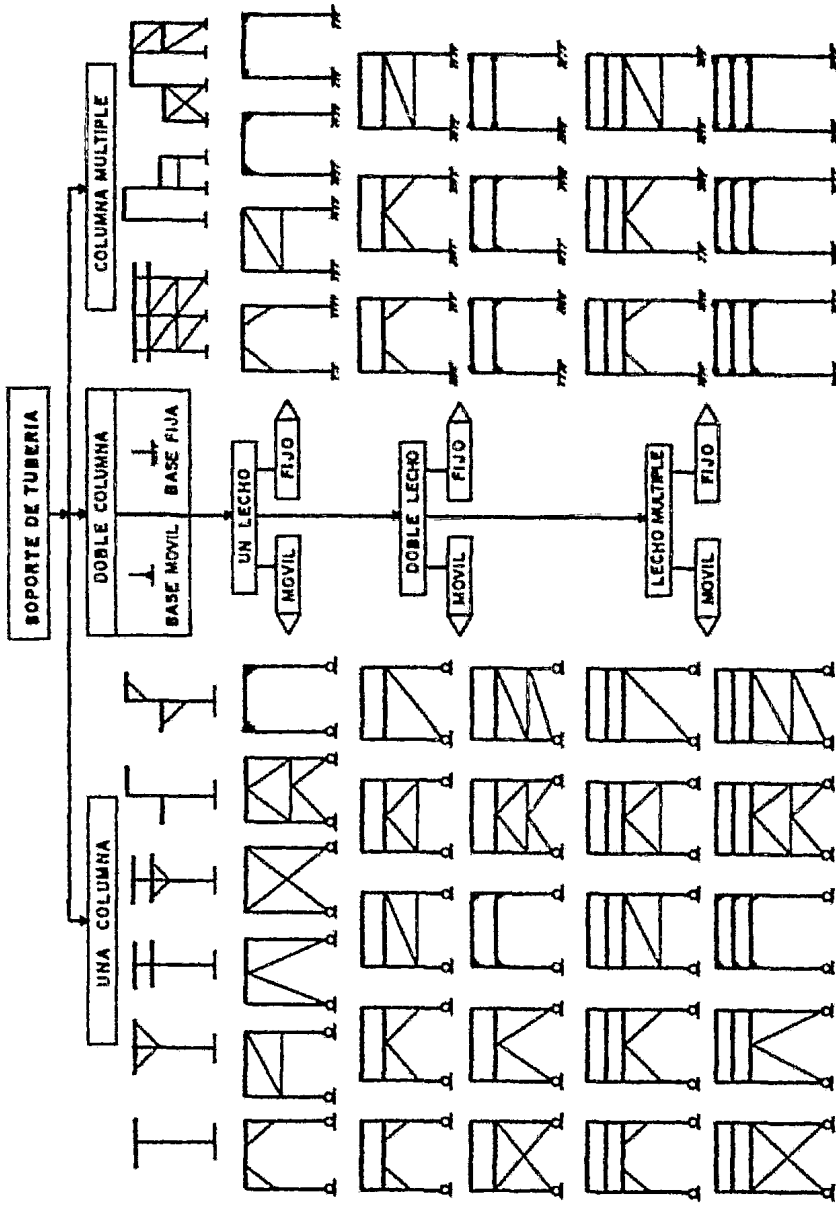


FIG. 5.19'

El ancho total disponible del rack para cada tipo de soporte es mostrado en la tabla de la figura 5.19. Esta tabulación puede ser usada para seleccionar el tipo de rack, después que el ancho total requerido ha sido estimado. Los tipos de soportes de rack más comúnmente usados son 2, 3, 4 y 5.

CUARTO DE CONTROL.-

La caseta o cuarto de control se debe localizar por el centro de la unidad de proceso, para que los operadores puedan tener un rápido acceso y una mejor visibilidad de todas las secciones de la unidad.

Es conveniente localizarla en el centro para que los instrumentos de control que llegan a la caseta desde las secciones más alejadas de la unidad, sean acortados lo más que se pueda, para que se abaraten los costos. Localizarla cerca de una vía de acceso.

No hay un mínimo establecido entre la caseta de control y el equipo de proceso, pero como una medida de seguridad se deben conservar 25 pies entre éstos. En el desarrollo inicial de un plano, se debe comenzar con 50 pies de claro para el cuarto de control, tomando en consideración el hábito de crecimiento. Cuando se dimensiona el cuarto de control, se debe consultar con el ingeniero de instrumentación para determinar el espacio requerido para tableros y el espacio requerido para tableros futuros.

En el cuarto de control puede haber interruptores eléctricos, bancos de baterías, por lo que es necesario checar con el departamento eléctrico para satisfacer sus necesidades. Se deberá considerar espacio para una oficina, cuarto de ra--

dio, baño y algunas veces hasta área para un pequeño comedor que se localice adyacente al cuarto de control.

Se deberá cuidar que la visibilidad desde la oficina esté libre hacia -- los tableros; y se deberá dejar un espacio libre en la parte trasera de los tableros de 1.2 m mínimo para mantenimiento a los mismos. Se deberá tener en mente los requerimientos de seguridad como son vías de escape (con puertas locas) y un ancho mínimo de 1.5 m. con objeto de que el personal no tenga problemas de obstrucción en situación de emergencia. Las vías de escape deberán ser planeadas estratégicamente de acuerdo a las áreas consideradas de posible siniestro. También es necesario considerar la área requerida dentro o adyacente al cuarto de control para las unidades de aire acondicionado.

ALMACENAMIENTO

ALMACEN DE LIQUIDO

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados a un lado de la planta o en ambos lados, pero nunca rodeando totalmente la planta. Este - arreglo permite en un momento dado tomar las precauciones adecuadas de seguridad y dá la posibilidad de una expansión del área de almacenamiento y/o planta de proceso en el futuro. El acceso debe permitirse por los cuatro puntos del área de tanques, y todos los caminos deberán interconectarse de tal forma que - siempre sea posible el acceso, aún cuando algún camino sea obstruído por el - fuego.

Las estaciones de carga pueden ser localizadas en cualquier lado de los tanques de almacenamiento, excepto del lado del área de proceso. Preferiblemente deberán estar alejadas de la planta de proceso tanto como las consideraciones de proceso lo permitan, ya que éstas son fuentes de accidente. Sin embargo, en su localización deberá considerarse las estaciones de bombeo y el recorrido de las líneas a las estaciones de carga (cortas y lo más rectas posible).

Se deberá tomar en cuenta el área para acceso de los carros-tanque a las estaciones de servicio; cuidando que no se tengan cuellos de botella para las maniobras de los carros-tanque. Para evitar estos cuellos de botella, es conveniente tener idea de las dimensiones de autos-tanque. Las dimensiones standard de autos-tanque van de 7.1 a 10.2 m. de longitud con un ancho de 2.13 a 2.44 m. y una altura de 2.51 a 3.35 m.; es recomendable que junto con estas dimensiones se considere los radios de giro para maniobra, los cuales van de 16.1 a 22.8 m.

La distancia mínima de tanques de almacenamiento a otros equipos, depende de la clase de líquidos de acuerdo a su punto de inflamación. La clase A incluye a aquellos líquidos con punto de inflamación abajo de 23°C. La clase B incluye a los de punto de inflamación entre 26 y 66°C y la clase C a los de punto de inflamación arriba de 66°C. En la siguiente tabla se dan espaciamientos típicos. Es conveniente recordar que si los líquidos de la clase C son almacenados a temperaturas mayores del punto de inflamación, debe tratarseles como clase A o B.

ESPACIAMIENTOS TÍPICOS PARA TANQUES DE
ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS

(Las distancias dadas son desde la base exterior del recipiente que contiene una clase particular de líquido al extremo del equipo o referencia).

Líquidos clase A/B al límite del área, o a edificios, o procesos 30 m.

Líquidos clase C al límite del área, o a edificios, o procesos, etc. 15m

Todas las clases a casas de bombas, accesos y estaciones de servicio -
15 m.

Para tanques de grupos diferentes de clase A/B 30 m.

Entre clases A/B y clase C 7.5 m.

Entre tanques de clase C con diques comunes o separadores, como convenga.

Entre tanques con clase A/B agrupados en diques comunes; ver notas (a) y (b); la mitad del diámetro del tanque más grande o en su defecto 15 m.

Entre tanques de A/B/C en diques comunes aplicar lo de tanques A/B - en diques comunes.

NOTAS:

- (a) Para tanques de almacenamiento de crudos la distancia mínima es de 0.5 el diámetro del tanque más grande o en su defecto 30 m.
- (b) Deberá consultarse el código para la distancia mínima en tanques de techo flotante.

Para ciertos líquidos es deseable que los tanques estén enterrados o que tengan un guarda sol; o en ocasiones se requiere suministrar enfriamiento. En todo caso la distribución deberá cumplir con las regulaciones locales de contraincendio. Los tanques que contienen líquidos inflamable deberán tener un dique - excepto para aquellos que contienen un alto punto de inflamación a la temperatura de almacenamiento (ejemplo, clase C, asfalto, aceites, combustibles pesados, etc.). En este caso es deseable proporcionarles una pequeña pared de 0.5 m. de alto para controlar un derrame y el consiguiente esparcimiento.

Las áreas alrededor de los tanques pueden variar tanto en forma y tamaño de acuerdo al terreno disponible. La altura máxima para los diques por requerimientos de seguridad es de 1.4 m. pero en un momento dado se puede exceder un poco para tanques muy grandes.

Para tanques con un dique común, la capacidad de éste deberá ser - igual al 110% de la capacidad del tanque más grande. Este criterio está basado en la suposición de que sólo un tanque fallará a la vez.

Los tanques deberán ser agrupados en diques tomando en consideración - que en caso de derramamiento sólo se requiera un solo tipo de equipo contraincendio (con objeto de cumplir con las clasificaciones de fuegos).

Los tanques con diámetros mayores de 18 m. deberán tener accesos desde caminos por dos lados del tanque. La capacidad total de tanques de techo fijo en un dique no deberán exceder los 60 000 m³. Para tanques de techo flo-

tante la capacidad máxima es de 120 000 m³. El número máximo de tanques - dentro de un dique no deberá ser mayor de 6, cuando la capacidad total de ca da uno exceda los 12 000 m³ para tanques de techo fijo (24 000 m³ para techo flotante). Los tanques de 30 000 m³ de techo fijo (60 000 m³ para techo flo- tante) deberán contar con un dique individual.

Cuando es posible una reacción química exotérmica entre líquidos alm cenados, los tanques deberán estar separados y alejados entre sí. Donde la po- limerización es probable, los tanques deberán estar separados y el espacio entre ellos deberá incrementarse, tanto como sea posible.

No se considera necesario que los tanques de almacenamiento atmosfé- ricos que contienen líquidos peligrosos tales como ácidos y sosa cáustica tengan un dique. Esto es suponiendo que no derramarán sobre accesos o áreas de tra- - bajo y que no puede haber interacción entre los diferentes fluídos. En todo - caso los tanques deberán estar separados por seguridad.

La distribución de tanques de almacenamiento y servicios relacionados - deben ser planeados de acuerdo a los arreglos de bombas. Las bombas relacionada das con el almacenamiento pueden estar localizadas en grupo e individualmente sirviendo a uno o dos tanques.

Las bombas localizadas en grupo facilitarán la operación, pero pueden requerir recorridos largos de tubería a la succión.

Las bombas no deberán localizarse en áreas de diques para contener líquidos inflamables.

Cuando los tanques necesiten calentamiento se deberá proveer espacio para remoción de serpentines.

Para plantas pequeñas, los tanques de almacenamiento pueden ser localizados de acuerdo a los requerimientos de flujo, pero siempre deberán respetarse los principios generales de seguridad y las distancias mínimas a equipo y accesos necesarios.

ALMACENAMIENTO DE GASES A PRESION

Muchos fluidos usados como gases requieren almacenamiento a presión. Los productos que son gases a presión y temperatura normales son almacenados bajo presión moderada y/o refrigeración. Dichos productos pueden ser almacenados como líquidos bajo presión (nitrógeno). En vista de la naturaleza de estos productos, se deberán considerar una serie de precauciones de seguridad en la distribución de dichos recipientes, una serie de recomendaciones mínimas son dadas en la siguiente tabla.

Para el almacenaje de gases no inflamables a presión, no hay restricción de espaciamiento dentro de un grupo; pero para diferentes grupos o hacia equipo se deberá dejar una distancia mínima de 15 m. Consideraciones similares aplican a contenedores de gas a baja presión para todos los gases.

GASES ALMACENADOS COMO LIQUIDOS FLAMABLES

DISTANCIAS POR SEGURIDAD PARA LOCALIZACION Y ESPACIAMIENTO

DISTANCIA MINIMA	MATERIAL ALMACENADO		
		QUIMICOS INSOLUBLES EN AGUA	QUIMICOS SOLUBLES EN AGUA
Almacenaje a presión a límite de batería, unidades de proceso, edificios Conteniendo una fuente de ignición. Ignición	Etileno 60 m C3'S 45 m C4'S 30 m	Cloruro de Metilo 23 m Cloruro de Vinilo 23 m Eter Metil Vinílico 23 m Cloruro de Etilo 15 m	Metil-aminas 15 m
A edificios conteniendo materiales flamables	15 m	15 m	15 m
Acominas o estaciones de servicio de carros-tanque	15 m	15 m	15 m
A líneas eléctricas y puentes de tuberías	15 m	15 m	15 m
A cableado eléctrico y tuberías importantes	7.5 m	7.5 m	menos de 15 m para 750 m ³
Entre recipientes de almacenamiento a presión	Un cuarto de la suma de los diámetros de los tanques adyacentes pero no menor de 1.8 m para 50 m ³ o menos o		
A tanques refrigerados a baja presión	15 m desde el dique del tanque de baja presión, pero no menor de 30 m desde el tanque de baja presión.		
A tanques de almacenamiento de líquidos flamables	15 m desde el dique del tanque del líquido flamable.		
Almacenamiento con refrigeración a baja presión			
A límite de batería, unidades de proceso, Edificios conteniendo una fuente de ignición	Etileno 90 m C3'S 45 m C4'S 15 m		
A edificios conteniendo materiales flamables	15 m		
A caminos o estaciones de servicio de carros-tanque	15 m		
A líneas eléctricas y puentes de tubería	15 m		
Entre tanques con refrigeración a baja presión	La mitad de la suma de los diámetros de tanques adyacentes		
A tanques de almacenamiento de líquidos flamables	No menos de 30 m a tanques de líquidos flamables o con refrigeración a baja presión, (LFG), pero los LFG y los líquidos flamables deben estar en diques separados.		
A recipientes de almacenamiento a presión	Como se define arriba para almacenamiento bajo presión.		

DETERMINACION DE LA DISTANCIA PARA ESPACIAMIENTO

Cuando se realiza la localización de unidades de almacenamiento (ya sea entre 2 ó más unidades de éstas, o de éstas a unidades de proceso) las distancias de separación entre ellas están definidas en dos formas. Una es la distancia desde la pared del dique a otras unidades y la otra es la distancia desde la pared del tanque a otras unidades. De cualquiera de estas distancias indicadas en las tablas de distancias mínimas se deberá considerar la mayor.

En el caso de tanques de almacenamiento a nivel de piso, la posición de la pared del tanque está claramente definida. Cuando el tanque esté enterrado, la distancia de la pared deberá medirse o bien desde los accesorios conectados al tanque a nivel de piso o desde la posición en planta de las paredes de los tanques, cuando éstos están a profundidades que no excedan 10 metros.

La posibilidad de localizar varias unidades de almacenamiento en una área determinada, depende de la compatibilidad de los materiales que sean manejados en cada unidad de almacenamiento. Tomando un ejemplo muy ridículo, podría ser completamente incompatible considerar la combinación de una unidad generadora de acetileno con una unidad que maneje aire líquido, ya que estos dos materiales pueden ser altamente peligrosos cuando se mezclan. Una vez que la cuestión de compatibilidad ha sido resuelta, la combinación de las unidades puede ser evaluada usando el índice de toxicidad, explosión y fuego. Algunas veces se encuentra en dicho trabajo que un gran número de factores de peligro han sido

incluidos en la evaluación para cubrir todos los requerimientos de las unidades --
previa e independientemente fijadas. Esto tiende a dar un mayor índice para eva-
luarlos, excepto donde las unidades han sido bien seleccionadas por compatibili-
dad. Una técnica que puede seguirse en la selección de unidades compatibles --
para posible combinación es la de comparar los factores individuales aplicados en
la evaluación independiente. Si éstos son del mismo orden y bajo los mismos re-
querimientos, indicarán que las unidades son probablemente compatibles. Esto no
evita sin embargo, la necesidad de confirmar la combinación de las unidades por
la técnica del índice de toxicidad, explosión y fuego.

En las siguientes tablas se dan recomendaciones de distancias mínimas --
de acuerdo a la combinación de situaciones involucradas:

DISTANCIAS PARA ESPACIAMIENTO DE UNIDADES DE ALMACENAMIENTO A UNIDADES DE PROCESO

DISTANCIA MINIMA EN METROS A UNIDADES DE PROCESO							
	LIGERO	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	EXTREMO	MUY EXTREMO
a) A PARED DEL DIQUE:							
LIGERO	2	3	4	5	5	6	7
BAJO	3	4	6	7	7	7	9
MODERADO	5	6	7	7	7	10	12
ALTO	7	7	7	7	10	15	20
MUY ALTO	7	7	7	7	10	15	20
EXTREMO	7	7	7	10	10	20	25
MUY EXTREMO	7	7	10	10	15	20	25
b) A PARED DEL TANQUE:							
LIGERO	4	5	6	7	8	10	15
BAJO	5	6	7	9	10	15	20
MODERADO	6	7	9	12	15	20	30
ALTO	7	10	15	18	20	30	45
MUY ALTO	10	15	20	25	30	40	60
EXTREMO	15	20	25	35	45	55	75
MUY EXTREMO	20	25	35	50	65	85	110

En el caso de tanques de almacenamiento enterrados, la distancia desde la pared del tanque es medida desde la posición en planta de la silueta del tanque, cuando éstos no están a más de 10 metros abajo del nivel de piso. Para almacenamientos localizados a mayores profundidades, la distancia debe ser medida desde la posición en planta desde el acceso a la entrada de hombre y desde las conexiones de tubería a nivel de piso a menos de 10 metros de la superficie.

DISTANCIAS PARA ESPACIAMIENTO ENTRE UNIDADES DE ALMACENAMIENTO

RIESGO	DISTANCIA MINIMA EN METROS ENTRE UNIDADES DE ALMACENAMIENTO						
	LIGERO	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	EXTREMO	MUY EXTREMO
LIGERO	2	4	6	7	9	12	15
BAJO	4	5	7	9	12	15	20
MODERADO	6	7	9	12	15	15	20
ALTO	7	9	12	12	15	20	25
MUY ALTO	9	12	15	15	15	20	30
EXTREMO	12	15	15	20	20	20	30
MUY EXTREMO	15	20	20	25	30	30	30

En esta tabla, se está procurando asegurar que los tanques estén separados adecuadamente uno de otro cuando no requieren diques, o están localizados dentro de un dique común o cuentan con diques individuales con una pared común (o un pequeño espacio entre las paredes de los diques). En el caso de tanques enterrados las distancias deben medirse como se indica en el párrafo de la tabla anterior.

DISTANCIAS PARA ESPACIAMIENTO DESDE UNIDADES DE ALMACENAMIENTO
A LIMITES DE BATERIA, FUENTES DE IGNICION Y EDIFICIOS HABITADOS.

DISTANCIA MINIMA EN METROS A UNIDADES DE PROCESO				
	AREAS DE OPERACION	LIMITES DE BATERIA, ESPUELAS DE FERROCARRIL ACCESOS PRINCIPALES	CUARTOS DE CONTROL OFICINAS, TALLERES LABORATORIOS EDIFICIOS DE RECREO	HORNOS DE PROCESO, OTRAS FUENTES DE IGNICION, SUBSTACION ELECTRICA, TRANSFORMADORES Y CUARTOS DE INSTRUMENTOS
a) A PARED DE DIQUE:				
LIGERO	5	2	4	2
BAJO	6	3	5	3
MODERADO	6	3	7	4
ALTO	7	5	7	5
MUY ALTO	7	5	10	7
EXTREMO	10	7	15	10
MUY EXTREMO	12	10	20	15
b) A PARED DE TANQUE:				
LIGERO	8	5	10	4
BAJO	10	6	12	6
MODERADO	12	7	15	8
ALTO	15	10	15	10
MUY ALTO	20	15	20	15
EXTREMO	25	20	25	20
MUY EXTREMO	30	25	30	25

Es conveniente recordar que las distancias para espaciamiento pueden y de hecho deben ser ajustadas en forma adecuada a problemas específicos o requerimientos locales según se necesite. Estas no deberán considerarse como inalterables, sino más bien como puntos adecuados de arranque en la realización de cualquier trabajo de Localización de Equipo.

**VI. PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION
DEL PLANO DE LOCALIZACION
GENERAL DE EQUIPO**

PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DEL PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO

El objetivo de este capítulo es establecer los lineamientos para la preparación adecuada del Plano de Localización General de Equipo y extender estos lineamientos en la medida que sea posible para la preparación del Plano de Localización General (Plano de Integración).

Antes que se pueda realizar cualquier trabajo de distribución de planta para generar el Plano de Localización General de Equipo Preliminar, es necesario contar con cierta información básica (ver capítulo II) como prerequisite.

- 1.- El sitio para la planta debe haber sido seleccionado y por lo tanto es necesario saber con qué área se cuenta para llevar a cabo la distribución de la planta. (ver capítulo IV selección del sitio para la planta).

Suponiendo que el área disponible es amplia, la primera cosa que debe conocer el ingeniero de distribución es la topografía. Si el terreno es relativamente plano, no se encontrarán muchos problemas. Pero para un terreno plano el factor más importante que se debe conocer son las condiciones del suelo. Algunos terrenos planos han sido rellenados por algunos medios al paso de los años. ¿Qué tan buena es la característica de capacidad de carga?. Generalmente el suelo natural tendrá buena capacidad de carga, mientras que las áreas de relleno pueden no tenerla, requiriendo por lo tanto las cimentaciones con

cargas pesadas ser soportadas por pilotes o precarga.

La planta es dividida básicamente en dos áreas, interna (onsite) y externa (offsite). La área externa consiste de áreas de almacenamiento, zonas de carga y descarga, área de servicios (generación de vapor, generación de corriente eléctrica, quemadores, áreas para tratamiento de efluentes y otros servicios según se necesiten). La parte interna de la planta se limita a las unidades de proceso. Estas son las áreas de concentración más pesada de cargas y deberán por lo tanto ser localizadas en las áreas del mejor suelo.

Cuando la planta es construída en un terreno montuoso, el suelo es normalmente bueno y no hay mayor problema para localizar áreas de almacenaje y áreas de proceso. Es conveniente en este caso acondicionar estas zonas montuosas en áreas suficientemente planas para las unidades de proceso con las zonas de servicios localizadas en las partes bajas, ésto tiene varias ventajas, la primera y más importante es que ofrece máxima seguridad al mayor número de personal que trabaje en el área de proceso y oficinas. La localización de zonas de proceso en las partes altas genera cabeza para flujo por gravedad hacia los tanques de almacenaje de productos.

La localización en las partes bajas para las zonas de almacenaje y carga y descarga de productos y materia prima, ayuda al diseñador a especificar sistemas de bombeo para carga más pequeña y algunas veces hasta eliminar parte del sistema de bombeo.

Después de que la topografía del terreno ha sido establecida y los reportes preliminares del suelo han sido estudiados, el ingeniero de distribución está listo para iniciar un plano de localización de bloques. Cuando el terreno de la planta es plano y las condiciones del suelo son buenas, el diseñador necesita saber la cantidad y dimensiones de tanques, localización de carreteras, caminos, acometidas de servicios, tales como corriente eléctrica y/o agua potable, así como las condiciones climatológicas (vientos dominantes, vientos reinantes, etc.) ya que estos factores son muy importantes para la distribución de planta.

La figura 6.1 es un plano de localización tipo bloque para una refinería. Para desarrollar éste, el diseñador debió:

- 1.- Establecer los límites del terreno
- 2.- Definir las unidades de proceso y el área requerida
- 3.- Estimar áreas de diques para almacenaje
- 4.- Conocer y estimar el área para futuras expansiones
- 5.- Localizar tratamiento de efluentes
- 6.- Localizar unidades de proceso en el mejor suelo
- 7.- Localizar generación de servicios cerca de las unidades de proceso

Estas áreas de bloques son estimadas y localizadas en relación una con otra dentro de los límites del terreno. Cuando éste es aprobado el diseñador debe establecer los requerimientos reales de área para cada bloque.

Para determinar el espacio requerido para las unidades de proceso se -

ACCESO

ADMINISTRACION

UNIDADES FUTURAS DE
PROCESO

GERENCIAL
DE
SERVICIOS

UNIDADES DE
PROCESO

ALMACEN
INTERMEDIO
FUTURO

ALMACEN
INTERMEDIO

ALMACEN
DE
CRUDO

ALMACEN
FUTURO DE
PRODUCTO

ALMACEN DE
PRODUCTO

ESTACIONES
DE SERVICIO
A AUTOSTRADE

TRATAMIENTO
DE
DESECHOS

ALMACEN FUTURO DE
CRUDO

PLANO DE LOCALIZACION DE BLOQUES DE UNA
REFINERIA
FIG. 6.1

debe saber que unidades serán construídas, la capacidad de cada unidad y el flujo entre ellas. Este dato puede obtenerse de la ingeniería de proceso.

La figura 6.2 es el plano de localización tipo bloque para la área de proceso de la figura 6.1. El aceite crudo es bombeado desde los tanques de almacenamiento a las unidades de tratamiento de crudo, siendo localizadas éstas cerca del área de almacenaje de crudo. Estableciendo este plano de bloques, el diseñador está listo para ajustar las dimensiones de cada unidad de proceso y por lo tanto las dimensiones requeridas para la planta.

Es una buena práctica que para la elaboración del plano de localización de bloques para la planta (Plano de Integración) y por tanto para la determinación de las dimensiones del terreno de la misma, se realice una lista del contenido de la planta, para que de esta manera no se pase por alto ningún servicio. Una lista típica de partidas a ser consideradas para un Plano de Localización General (Plano de Integración) es la siguiente:

**LISTA DE PARTIDAS A CONSIDERAR
PARA UN PLANO DE LOCALIZACION GENERAL
(CHECK LIST)**

Edificios administrativos
Cafetería
Cuarto de Control
Lagunas o torres de enfriamiento
Diques
Cercas
Estación de bomberos

UNIDAD DE CRUDO

RACK DE TUBERIA

UNIDAD DE VACIO

ACCESO

UNIDAD DE REFORMACION

RACK DE TUBERIA

UNIDAD DE CRACK US DE HIDROCARBUROS

ACCESO

REFINACION DE LIGEROS

RACK DE TUBERIA

UNIDADES DE TRATAMIENTO

AREA DE REFINACION

PLANTAS DE REFINACION DEL AREA DE PROCESO

FIG. 6.2

Primeros auxilios
Quemadores
Estacionamiento
Casetas de vigilancia
Laboratorio
Talleres de mantenimiento
Cuarto de control de motores
Monitores e hidrantes
Soportería de tubería
Áreas de proceso
Carreteras y caminos
Áreas de almacenaje
Subestaciones eléctricas
Áreas de tratamiento de efluentes
Áreas de generación de servicios.

Así pues para iniciar la preparación adecuada del Plano de Localización General de Equipo se requiere:

La topografía y dimensiones del área disponible; otro elemento importante, tanto para el desarrollo del PLG de equipos como para la estimación de área requerida; cuando ésta no ha sido determinada es la Lista de Equipos con Dimensiones, aunque éstas sean preliminares.

Los estudios preliminares de distribución se inician durante las primeras etapas del diseño de proceso. Tanto el diseño de proceso como los estudios preliminares de distribución están interrelacionados de tal forma que ambos se pueden beneficiar del desarrollo concurrente.

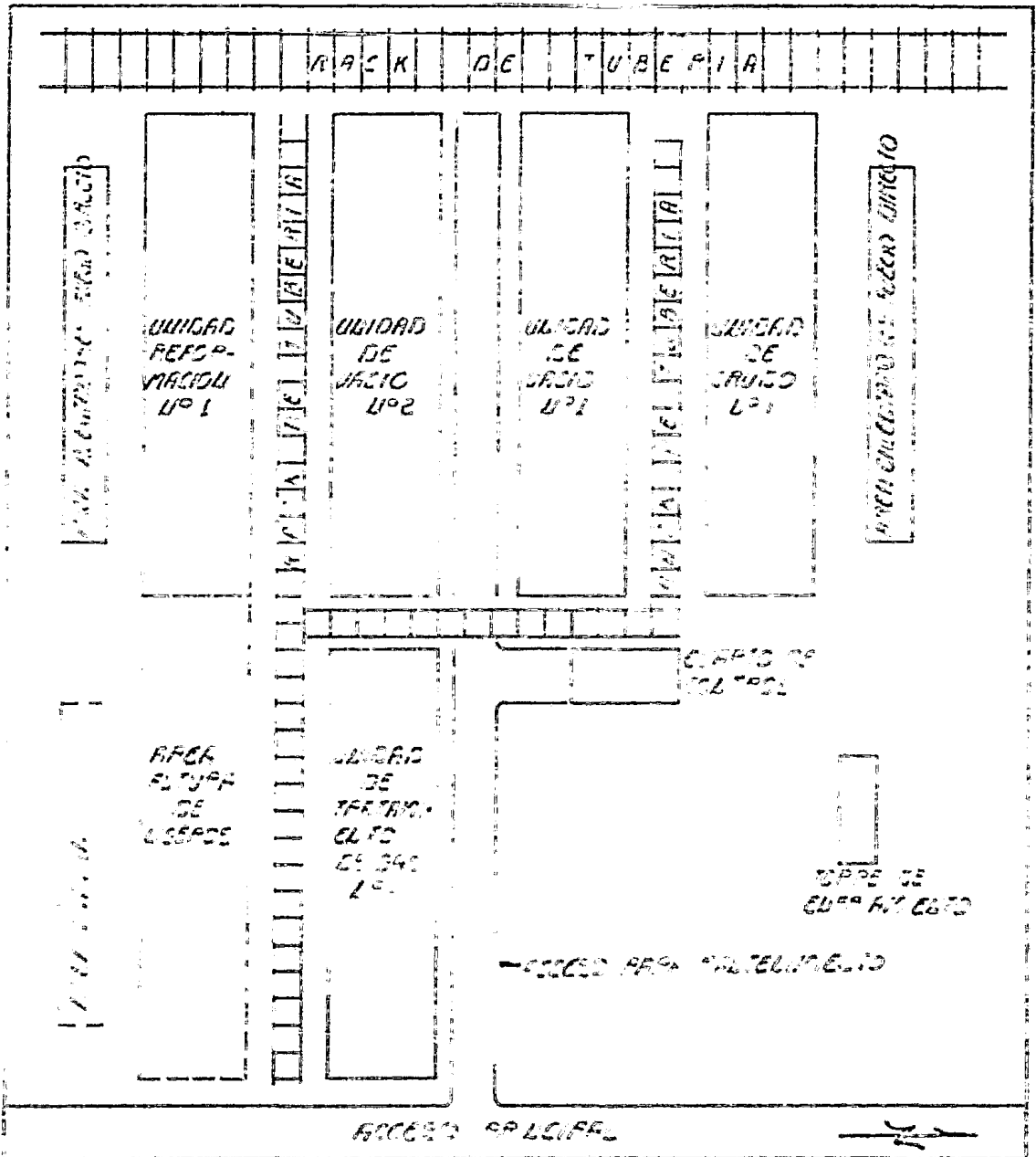
Aunque las dimensiones de equipo (y aún tal vez los tipos) pueden no estar definidos, la planeación (diseño conceptual) puede iniciarse sobre una base cualitativa. Esto es, si no se cuenta con dimensiones de algunos equipos se

pueden estimar en base a métodos cortos de cálculo y/o información de catálogos de fabricante o bien recurrir a información almacenada en archivos de plantas si milares, tratando de conseguir con ésto una distribución de planta que no sufra muchos cambios posteriormente, al recibir información de fabricante para estos - equipos, al menos en lo que sea posible de acuerdo a la información disponible.

Además de la información topográfica, área disponible y lista de equi— pos con dimensiones, se requiere del Plano de Integración (Fig. 6.3). Este pla— no de integración es muy útil para establecer la posición relativa de la área de proceso con respecto a las de servicios; así como para conocer las zonas de al— macenamiento, lo que definirá junto con la posición de otras áreas de proceso — que suministren materias primas o a las que se les tenga que hacer llegar los — productos, las acometidas, tanto de entrada como de salida, que a su vez defi— nirá el tipo de soportería principal "Rack" (ver capítulo V). En este plano de integración se indican también el Norte de la planta, así como los vientos do— minantes y reinantes que ayudarán a determinar la localización relativa entre — equipo. Otro documento básico es el Diagrama de Flujo de Proceso. Con esta información y la indicada en el capítulo II, el ingeniero de distribución está — en condiciones de iniciar sus estudios.

En este momento el ingeniero de distribución debe determinar la técni— ca de desarrollo más adecuada para la buena preparación del PLG de equipo — (ver capítulo III).

Una buena técnica de desarrollo para la preparación adecuada del dibu—



PLANO DE DISTRIBUCION DE LA CONSTRUCCION

FIG. 3.3

jo del PLG de equipo puede ser la que emplea plantillas de cartoncillo teniendo como tablero base una hoja de papel albanene cuyas dimensiones pueden ser de 30 x 60 pulgadas, aunque estas dimensiones se pueden ajustar de acuerdo a las necesidades específicas.

La ventaja de usar plantillas de cartoncillo es que sobre ellas se puede marcar fácilmente claves de equipo o en ocasiones hacer el ajuste necesario de dimensiones de manera muy sencilla y se pueden fijar al tablero en forma aceptable usando bases en la plantilla de cinta adhesiva (diurex).

Es recomendable usar cartoncillo de color para las plantillas; el azul es el mejor, si como medio de reproducción se va a emplear la fotografía.

PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACION DEL DIBUJO DEL PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO

Una vez que el ingeniero de distribución cuenta con la información básica necesaria, podrá iniciar sus estudios siguiendo la siguiente secuencia:

1.- Seleccionar la escala adecuada.

Los planos de localización de equipo deben ser dibujados en escala de ingeniería.

Las escalas que se recomiendan utilizar para el plano de localización general son las siguientes:

Plano de Localización General (Maestro) 1 = 100 ó 200

Plano de Localización General de Equipo 1 = 10 ó 20 ó 33 1/3 (Área Proceso).

Es recomendable tener planos de localización de unidades de proceso con escalas tan grandes como sea posible y que no sean más pequeñas que una escala de 1 = 20.

II.- Con la información de área disponible, se procede a la preparación del plano. Se delimita a escala el área disponible para la planta en el papel de dibujo con líneas claramente definidas llamadas Límites de Batería de la unidad, ésto se hace para definir además la responsabilidad de la firma de ingeniería.

III.- Se debe orientar el área de la planta que va a ser dibujada de manera que el norte esté preferiblemente hacia la parte superior o el lado izquierdo.

Si el norte verdadero se desvía de cualquiera de las dos direcciones anteriores, la declinación deberá indicarse en el Plano de Integración, pero todos los otros dibujos mostrarán el norte de la planta como en el párrafo anterior. Es decir la orientación en un plano de localización general de equipo se indica marcando sobre el dibujo el norte verdadero.

Frecuentemente también se indica el norte de construcción, que pocas veces coincide con el norte verdadero (geográfico), y que es un norte convencional que sirve de base para construir la Planta; en lugar del norte de construcción, algunas veces se dan en los límites de batería las coor-

denadas en las que se encuentra localizada la unidad. Estas coordenadas son referenciadas a un banco de coordenadas de la Refinería o del Complejo Petroquímico.

IV.- La dirección de los vientos es un factor importante que debe tomarse en cuenta cuando se establece el PLG de equipo, poder conocer hacia donde pueden los vapores ser enviados por el viento cuando existe una fuga o simplemente un venteo es de suma importancia. En función de esto, se determinará la localización de equipo como quemadores y hornos con relación a las torres de ligeros, ya que por su seguridad, en caso de fuga, el evitar que los ligeros sean llevados por los vientos al fuego, será el primer objetivo de seguridad.

Así pues, en plantas fraccionadoras, los equipos de proceso que determinan la localización del equipo restante, son las de torres y hornos, dado que estos equipos son el eje de referencia para la localización del equipo restante. La separación mínima que recomienda la literatura entre estos equipos es de 23 mts., basándose en estudios de seguridad y ruta de tubería, ya que las líneas que los interconectan pueden ser de aleación y gran diámetro a causa de las condiciones críticas de operación, lo cual representa un costo de tubería elevado y debido a esto, también es recomendable que la distancia entre estos equipos sea lo más cercana a la recomendada.

La separación entre torres de ligeros es de 3 mts., la recomendada o si

existe equipo entre ellas como son rehervidores, se dará el espacio requerido para mantenimiento y operación.

Por razones de su tamaño, seguridad y mantenimiento, los hornos son los equipos que más área utilizan y siempre que se pueda, se preferirá localizarlos en los perímetros de la planta, además de dejarles una área disponible para remover los serpentines cuando haya necesidad de cambiarlos. Por todo ésto es conveniente, por tanto, disponer sobre el PUC de equipo de una Rosa de los Vientos donde se indica la velocidad del viento, la dirección de éste y el porcentaje por año que sopla en cada una de las direcciones, o simplemente conocer cuales son los vientos reinantes y dominantes, (ver figura 6.4).

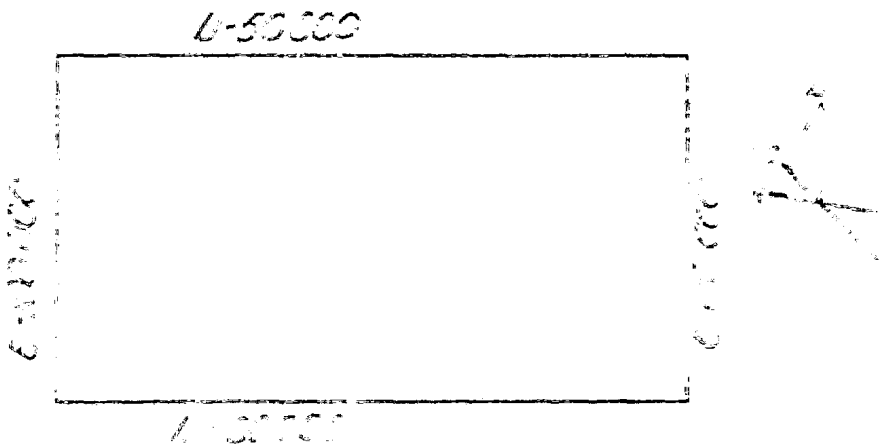


FIG. 6.4 El área disponible para instalar la planta se le deben indicar las anotaciones perimetrales, así como indicar la ubicación con respecto al norte geográfico, y dirección de los Vientos Dominantes y Reinantes.

Si se prefiere se puede cuadrricular el área en módulos de 10 mts. x 10 mts., o cualquiera otras dimensiones con línea delgada y tenue. Es recomendable hacer ésto para simplificar dentro de la Planta la localización de los equipos, se toma la esquina inferior izquierda como cero-cero y se desarrolla un sistema de coordenadas internas.

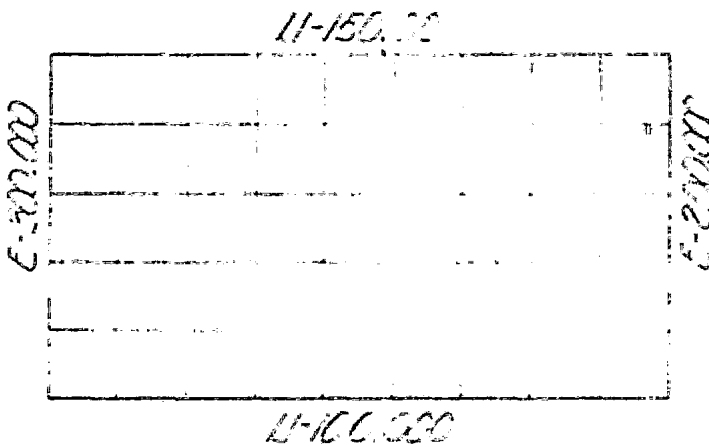


Fig. 6.5

V.- El nivel de piso es otro de los datos que deben indicarse en los planos de localización generales de equipos, normalmente están referenciados a un banco de nivel previamente fijado dentro del complejo o refinería. Para simplificar el uso de los niveles dentro de la planta, normalmente en un punto bajo de ésta se hace una igualación de niveles, entre el nivel de referencia de la Refinería o Complejo con nivel 100, que se usará de allí en adelante dentro de los límites de batería.

El nivel de piso terminado (N.P.T.) es muy importante para la localización de equipo y estructuras pesadas.

Una elevación de 0.0 deberá evitarse, ya que ésto podría conducir a requerir niveles negativos para todos los trabajos subterráneos y llevar a una confusión de niveles innecesaria. Cuando se tiene un nivel mayor que el nivel base, puede significar escaleras, elevación de equipo, etc.

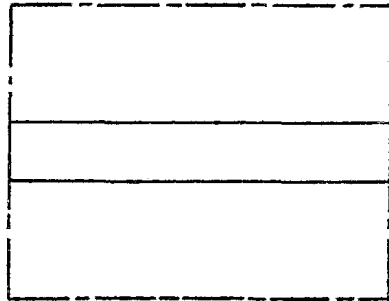
VI.- Otro de los puntos a considerar es la entrada de insumos y la salida de productos, ya que ésto determinará el tipo de Soportería principal a usar (Rack).

Existen varios tipos de soportes principales de tubería dependiendo de las entradas de insumos y salidas de productos, además del proceso, capacidad, tipo y necesidades de la planta; pudiendo ser éstos Tipo I, Tipo T, Tipo U, Tipo Z y Tipo L (ver capítulo V).

VII.- En este momento, ya se deben tener preparadas las plantillas de las áreas individuales que ocuparán cada uno de los equipos indicados en el Diagrama de Flujo de Proceso, así como del equipo de servicios originados por las mismas necesidades del proceso; estas plantillas deben estar de acuerdo a las dimensiones indicadas en la lista de equipo y escala seleccionada.

VIII.- También se requiere en este momento del plano de configuración topográfica, donde se estudia la localización de los equipos, tomando en cuenta

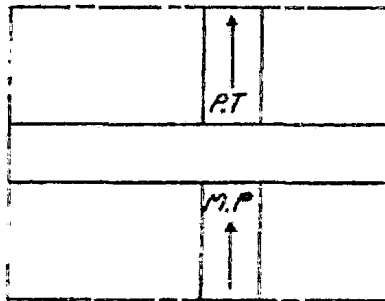
MATERIA PRIMA



PRODUCTO TERMINADO

SOPORTERIA TIPO I

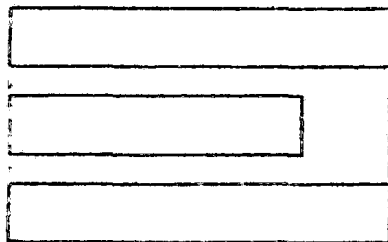
MATERIA PRIMA



PRODUCTO TERMINADO

SOPORTERIA TIPO T

ACCESO PARA CARGA Y DESCARGA



SOPORTERIA TIPO U

TIPOS DE SOPORTERIA

FIG. 6-6

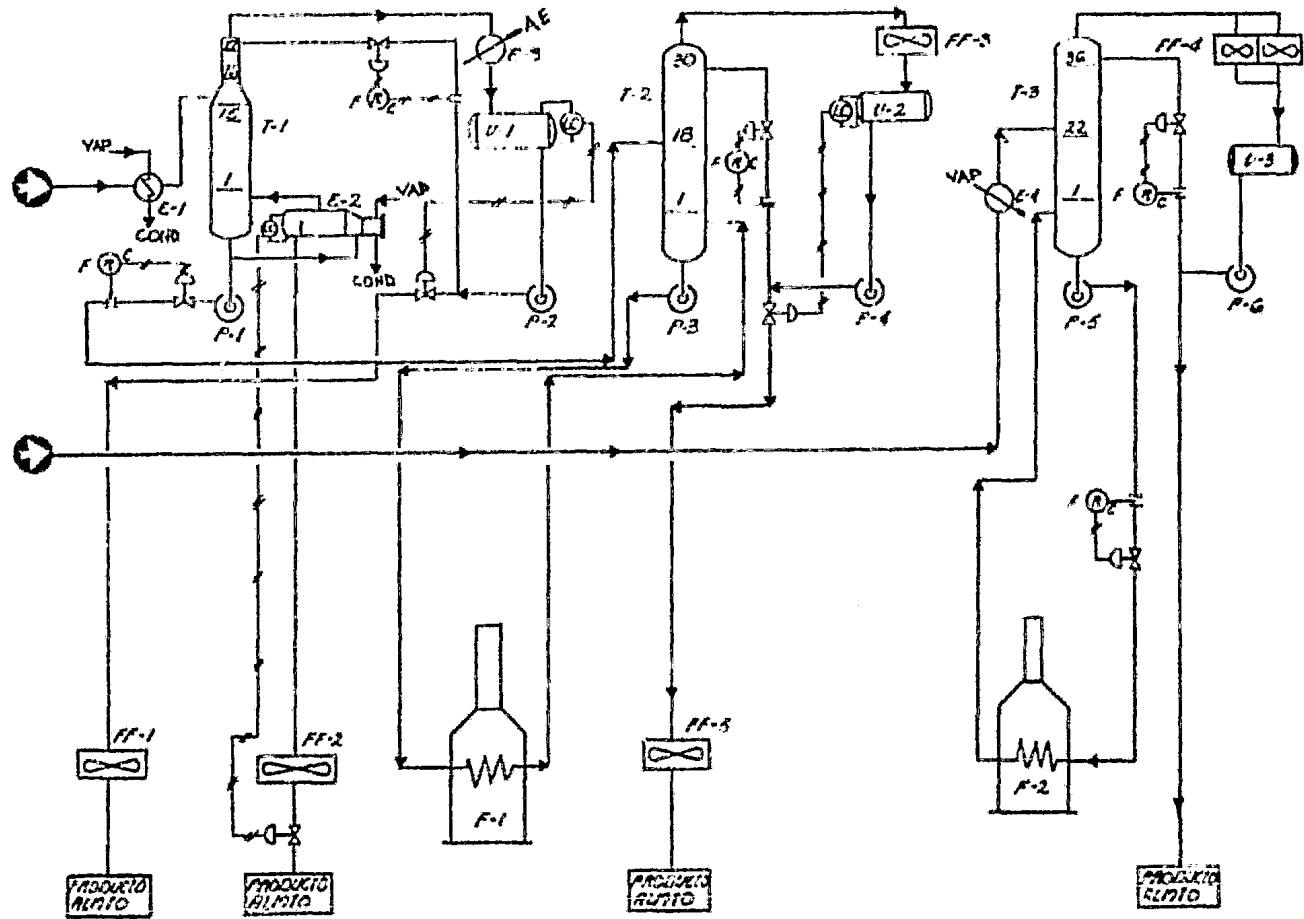


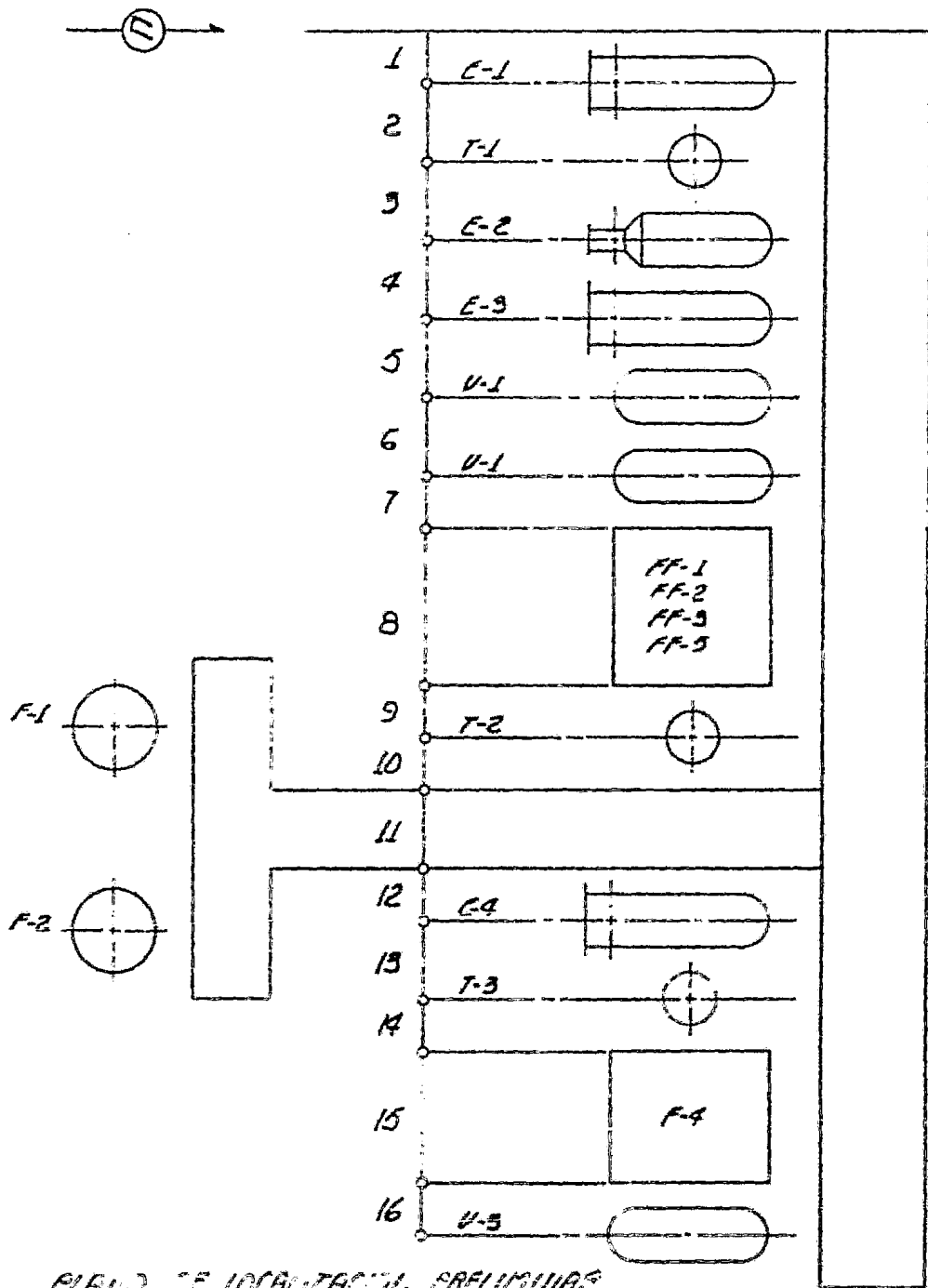
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO
FIG. 6.7

ta los movimientos de la tierra, de tal forma que sean los mínimos posibles, sobre todo los rellenos, ya que éstos requieren de trabajos lentos y costosos, pues las especificaciones de compactación de terracerías y su control debe ser muy estricto, una mala compactación puede ocasionar asentamientos en los equipos, y problemas graves, principalmente en las tuberías, por tal motivo, si el proceso lo permite, se debe evitar que los equipos pesados o que vibran, estén localizados en áreas de relleno.

IX.- A continuación se preparan los esquemas localizando primeramente los equipos que requieren atención especial como lo son las torres, hornos y soportes de tubería, cuarto de control; dado que estos equipos son el eje de referencia para la localización del equipo restante.

Una vez que se han localizado el horno, las torres, la soportería principal y el cuarto de control, las plantillas del equipo restante se localizan sobre el área disponible, siguiendo las recomendaciones que se dan en los capítulos IV y V y ayudándose de las Tablas de Distancia mínima recomendadas entre equipo (ver apéndice). De esta manera se elaboran varias alternativas de localización de equipo y se selecciona la que resulte más adecuada después de un estudio detallado de factores como seguridad, operación, mantenimiento, flexibilidad y futuras expansiones.

Estos esquemas con plantillas no contienen información útil para iniciar alguna actividad de Ingeniería de Detalle. Su única finalidad es la de establecer una base para discusiones preliminares, tanto internas con los



PLANO DE LOCALIZACION PRELIMINAR

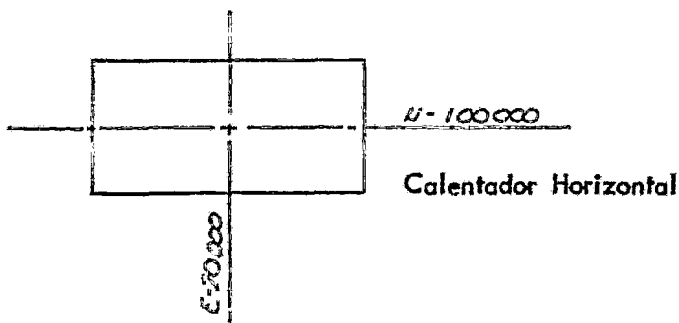
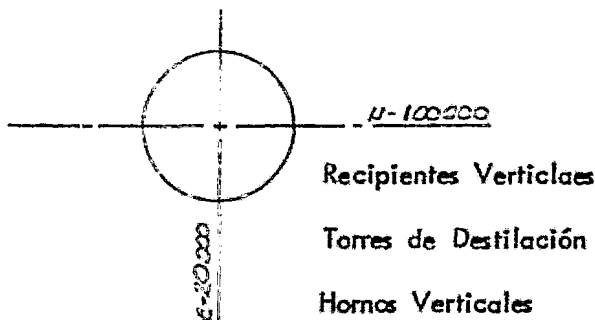
FIG. 6.9

especialistas involucrados con esta actividad, así como con el cliente; en lo que respecta a la distribución que se pretende con los equipos.

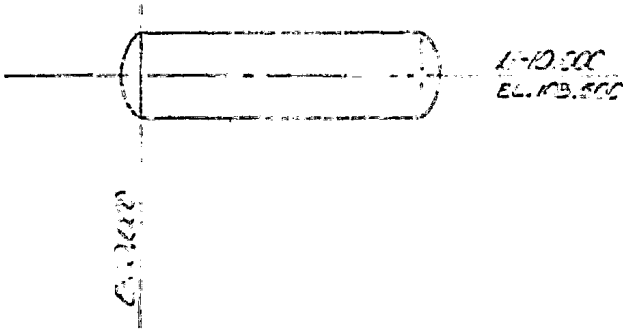
Una vez que se ha seleccionado el esquema con plantillas que presenta el arreglo de equipo más conveniente, se traza en papel albanene un Plano de Localización de Equipo Preliminar que mostrará el área requerida para colocar los equipos de proceso y servicios y cuartos de control. Este dibujo del Plano de Localización General de Equipo, además de mostrar las características indicadas en los puntos I a VI descritos anteriormente, pero acotando las siluetas de equipo localizado, generalmente a las líneas centro de los elementos principales como se indica enseguida:

X. ACOTACIONES DE EQUIPO E INSTALACIONES

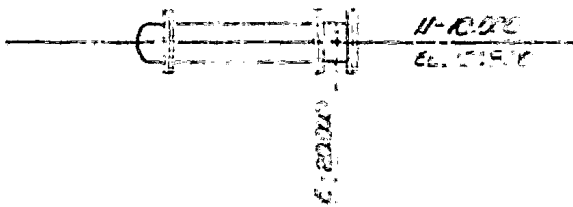
1. Las acotaciones para recipientes verticales, torres, calentadores, deben ser a líneas de centro.



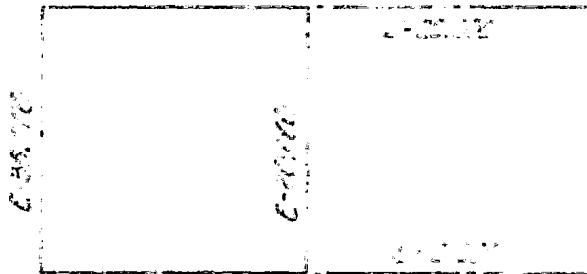
2. Las acotaciones para recipientes horizontales, son a líneas de centro y a línea de tangente. También se debe indicar la elevación a líneas de centro.



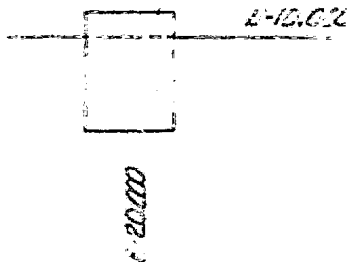
3. Las acotaciones para cambiadores de calor de coraza y tubos, son a líneas de centro de la coraza y a líneas de centro de la boquilla de los tubos. También se indica la elevación a líneas de centro.



4. Las acotaciones para motor de compresoras y cuartos de control, son a centro de columnas.

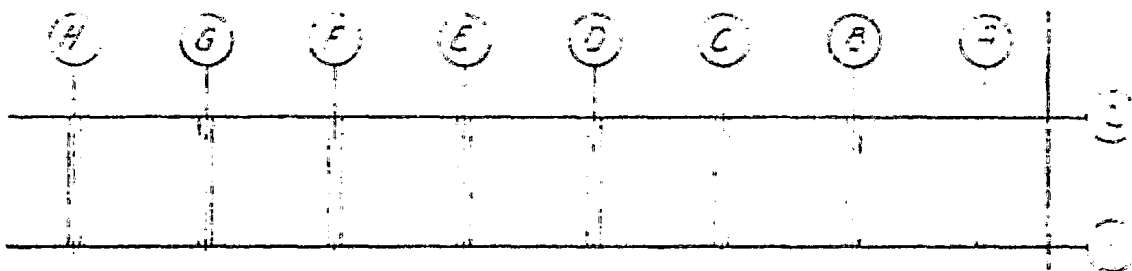


5. Las acotaciones para bombas son a línea de centro de la boquilla de descarga.



6. La soportería de tubería, también denominada rack, se acotará así.

Las columnas principales se indicarán con números. Las columnas dentro de la planta, se indicarán con letras. (Omitiendo la letra I y O para evitar -- confusión).



Una vez debidamente terminado este Plano de Localización General de Equipo, se somete a una serie de revisiones según se indicó en el capítulo II.

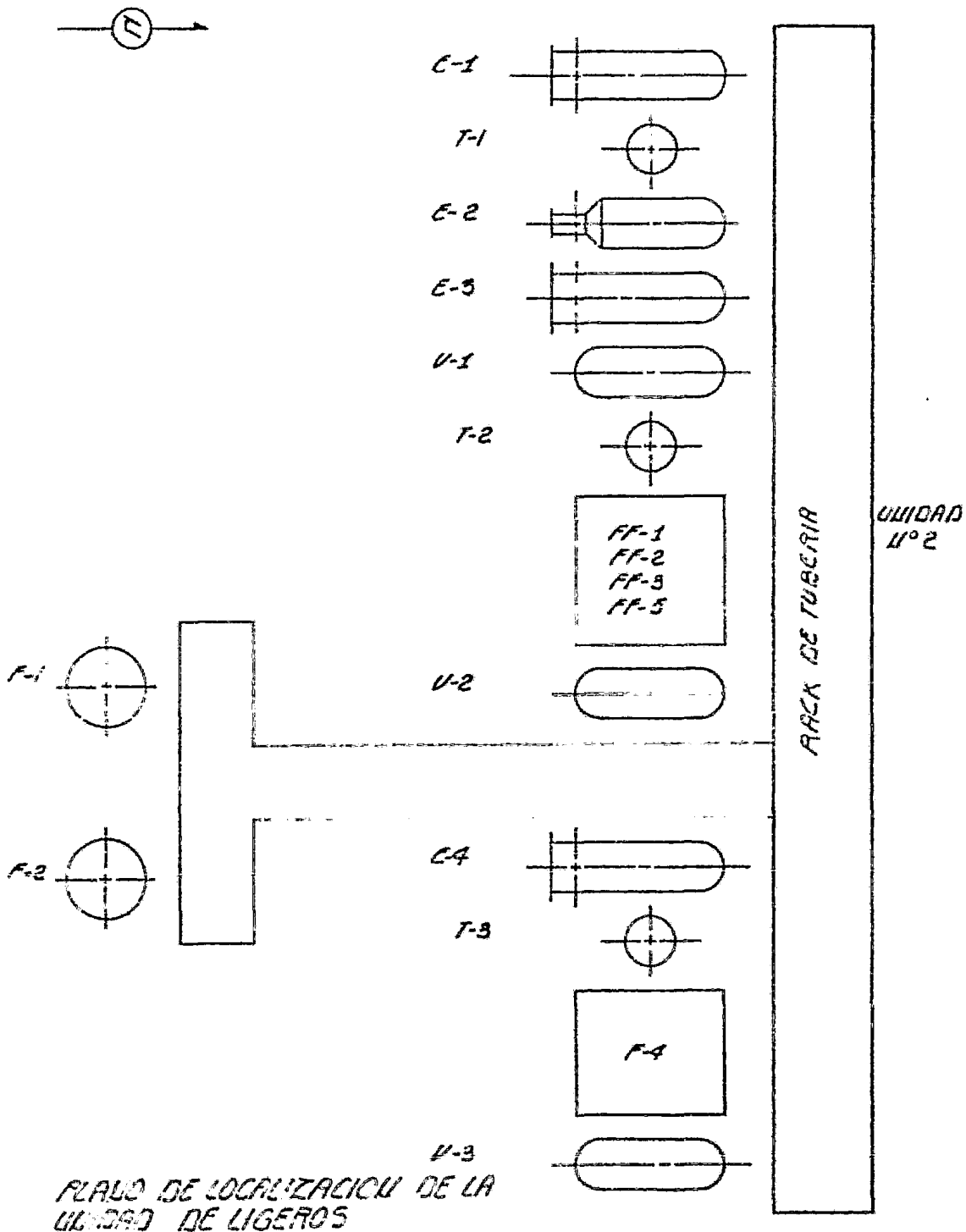
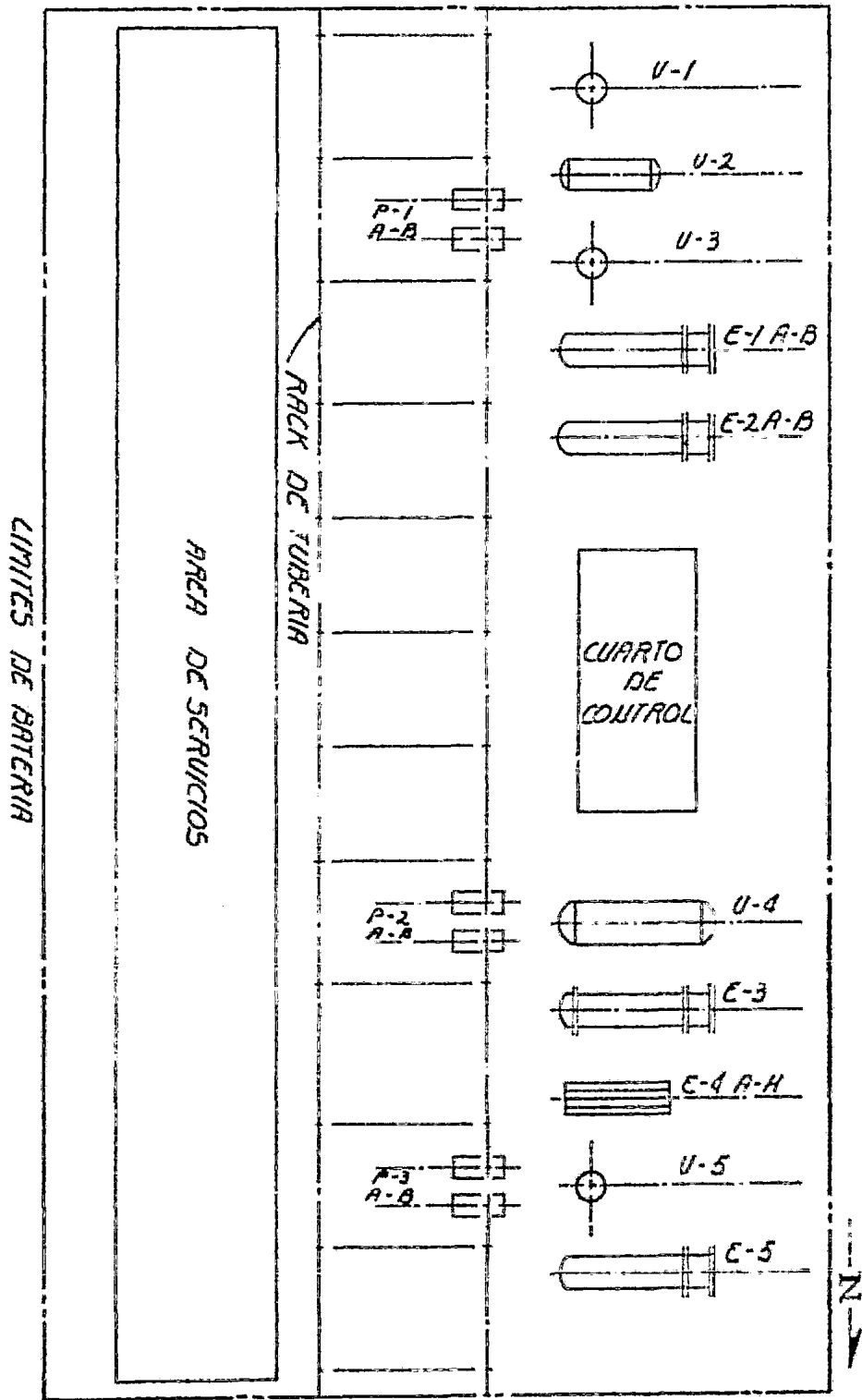


FIG. 6.8



PLANO DE LOCALIZACION PARA UNA UNIDAD DE PROCESO

FIG. 6.10

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En un mundo de competencia, como es el de la industria, deben analizarse todos los posibles caminos hacia la reducción del costo. En muchas industrias, es ya difícil, si no imposible, el asegurar una ventaja frente a la competencia, - en cualquiera de los factores principales. Los materiales, la maquinaria, los métodos de distribución y aún los salarios, han llegado a ser más y más estandarizados. Por lo tanto, la dirección debe asegurar, cada vez más, a través de los detalles (todas los detalles que afecten al precio de coste), sus márgenes de beneficio. Uno de estos importantes detalles es la distribución en planta.

El enfoque y resolución de los problemas de distribución es tan importante en alcance y variedad que sólo se le puede comparar el diseño de proceso. Las actividades del diseño de proceso y las del diseño de distribución están íntimamente relacionadas. En el diseño de proceso, uno puede aplicar más rápidamente los principios de ingeniería a un problema específico. En el diseño de la distribución, todas sus actividades se sobrelapan con las áreas de todas las disciplinas de diseño trayendo por esto consigo una gran complejidad. Muchos principios y requerimientos tienen que conjugarse para poder aplicarlos y finalmente conseguir una distribución de planta económica y estética.

Para conseguir ésto el ingeniero de distribución deberá estar seguro de que no ha pasado por alto ningún elemento ni particularidad física que hubiese de haber sido previsto en la distribución, y al mismo tiempo deberá asegurarse de

que ha reconocido e investigado toda consideración que pudiera influir en la misma. Y por cada consideración ha de evaluar su significación exacta o medida en que ésta afecte a su distribución. Cada distribución posee ciertos elementos o particularidades que son de mucha importancia.

Desde el punto de vista práctico, el ingeniero de distribución, ante todo, deberá precisar de la enumeración de todos los elementos o particularidades físicas que puedan estar involucrados y de todas las consideraciones que pudieran afectar a la distribución. Deberá identificar toda característica física por el nombre que posee en cada especialidad. Entonces, conocerá exactamente los detalles que tiene que cuidar y podrá comprobar su proyecto.

Así pues dada la importancia que tiene la Distribución en Planta por sí misma y dentro del desarrollo de un proyecto es conveniente emplear una metodología clara y sencilla de los procedimientos para la elaboración del PLG, y dado que son muchos los factores y variables que afectan la Distribución en Planta y que debe considerar el ingeniero encargado de la distribución, esta metodología se hace imperiosa y necesaria.

Dentro de los factores que van a determinar la configuración de una planta como ya se vió están acceso, seguridad, mantenimiento, operación, economía.

La selección y uso de la técnica para el desarrollo del PLG estará en función de las necesidades y requerimientos propios del especialista y de la orga-

nización de la compañía.

El ingeniero de distribución debe estar consciente de que el único modo de conseguir una distribución perfecta es con una clara comprensión del plan que está realizando. Debe tener una visión del aspecto que va a tener la distribución y de como va a funcionar. También debe poseer una clara representación o reproducción de la misma para poder discutir con los demás especialistas; algo que puedan ver claramente, de no ser así quienes deban colaborar en el diseño de la planta adquirirán una idea vaga del objetivo a alcanzar, y sus ideas en potencia no llegarán nunca a cristalizar en sugerencias.

Así pues el ingeniero de proyecto deberá realizar una representación -- empleando cualquier técnica o elemento que permita una clara visualización a -- los especialistas que les ayude a comprender el plan y de este modo favorecer el desarrollo de una buena distribución.

Es realmente sorprendente como muchas distribuciones potencialmente buenas se han hechado a perder. Generalmente, la culpa primordial recae en el -- hombre que las proyecta. Puede incurrir en la equivocación de dar demasiados -- detalles por conocidos, y pasar por alto muchas características vitales; puede estar ensimismado en la ordenación de recortes (plantillas) y no preocuparse por -- obtener los resultados adecuados; puede llegar a estar tan convencido de que la distribución es una "belleza" que no se tome la molestia de hacer que los dife-- rentes especialistas den sus comentarios.

Otro punto de gran importancia, puesto que cada problema de distribución es diferente a los demás, y ni la experiencia ni la teoría por sí solas pueden conducir a la mejor distribución. El modo de enfrentarse con él deberá ser con criterio científico o de ingeniería. Los ingenieros saben perfectamente que la ciencia implica un análisis objetivo con cálculos basados en verdades o hechos reales.

La distribución en planta, así como todo trabajo de gestión, será tan científico como lo sea su enfoque. Este deberá incluir:

Planteamiento claro del problema o tarea.

Hecho que puedan ser medidos.

Nuevo planteamiento del problema a la luz de los hechos.

Análisis objetivo que conduzca a una decisión y acción para conseguir la aprobación e instalación, seguimiento y comprobación.

Cuando el ingeniero de distribución se limita a hacer suposiciones o a basarse únicamente en su experiencia de trabajos anteriores, no está haciendo uso de un método de enfoque científico. Los buenos técnicos en distribución saben sobradamente que esto no es suficiente. Realizan una descripción clara del trabajo a realizar, reúnen hechos que puedan medir y proceden a un análisis objetivo que le conduzca a una decisión que él sabe es la adecuada.

Así pues la distribución en planta (PLG) debe ser realizada por los ingenieros con más experiencia pero combinando ésta con un análisis objetivo para

llegar a una buena distribución; de no realizar este trabajo el personal especializado, será imposible al personal asignado reconocer los numerosos factores que deberían estudiarse antes de dar por terminada una distribución. Esta situación es lamentable, porque una distribución deficiente es una fuente de constantes pérdidas para la compañía. Una buena distribución cuesta poco o nada más de instalar que una distribución deficiente. Si el equipo empleado es el mismo, el coste adicional de la buena distribución es solamente el gasto del estudio necesario para desarrollarla.

Pero la economía resultante es una economía constructiva. Se acumula día tras día tras día, mes tras mes, año tras año. Por la misma razón las pérdidas causadas por una distribución deficiente serán también acumulativas. También prosiguen continuamente. Y es más, una vez que han cristalizado las pérdidas, es a menudo antieconómico eliminarlas. El coste de cambiar la distribución, una vez efectuada, es demasiado grande. De este modo las pérdidas continúan, como un constante drenaje. Unas beneficios que pudieron haber sido asegurados con muy poco o ningún costo extra, cuando la distribución fue originalmente realizada, se han perdido para siempre; por ésto, cuando el ingeniero de distribución realiza su distribución en planta debe recordar considerar y tomar las previsiones necesarias para facilitar la adaptación de la planta a cambios o requerimientos futuros (flexibilidad).

Por todo ésto, una buena distribución en planta, es importante para la industria, y por lo tanto el Plano de Localización de Equipos es sumamente impor-

tante para llevar a cabo la realización de la ingeniería de detalle dentro de la - ingeniería de proyectos con el único objetivo de diseñar plantas funcionales, esté ticas, eficientes y seguras con posibilidades de expansión.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Rational Approach to Plant Layout
Donald Thompson, Darien, Conn.
Chemical Engineering, Diciembre 28, 1959 Pag. 73.
- 2.- Note These Steps in Tank Safety
Charles H. Vervalin, HP/PR
Hydrocarbon Processing, Abril 1966 Pag.
- 3.- An Engineer's Guide to Process-Plant
Layout
Frederick F. House, Badger Co.
Chemical Engineering, Julio 28, 1969, Pag. 120
- 4.- Suggested Practices for Unit Layout
Joseph V. Maracik, Esso Co.
Petroleum Refiner, Septiembre 1958, Pag. 339
- 5.- Hazardous Location Equipment
Pat D. Mougers
Electrical Construction and Maintenance, Octubre 1964, Pag. 112
- 6.- Encyclopedia of Chemical Technology
Vol. 15 Segunda Edición, Pag. 689
- 7.- Fundamentals of Engineering Offsites &
Utilities for the HPI
George C. Patterson, M.W. Kellogg Co.
Petro/Chem. Engineer, Octubre 1966, Pag. 38
- 8.- Check List for Plant Layout
John F. Mc. Garry, University of California
Berkeley
Petroleum Refiner, Octubre 1958, Pag. 109
- 9.- Expander Plant Successful
J. Klehm, Jr., and John E. Singletary,
Texaco Inc., Erath, La.
Hydrocarbon Processing, Agosto 1974, Pag. 89
- 10.- Design for Expansion
James M. Robertson, Celanese Chemical Co.
Chemical Engineering, Abril 22, 1968, Pag. 179

- 11.- How to Evaluate a Plant Layout
F. D. Macy, Shell Oil Co.
Petroleum Refiner, Julio 1957, Pag. 162
- 12.- Guide to Trouble-Free Plant Layout
David Kaess, Jr., M. W. Kellogg Co.
Chemical Engineering, Junio 1, 1970, Pag. 122
- 13.- Plot Plans Must Include Safety
M. L. Kaura, Engineers India Ltd., New Delhi, India
Hydrocarbon Processing, Julio 1980, Pag. 183
- 14.- Designing Process Plants to Meet Osha
Standards
Ernest E. Ludwig
Chemical Engineering, Septiembre 3, 1973, Pag. 88
- 15.- How HPI Designs, Operates, Trains for Safety
E.G. Miller and T. E. Peterson, Humble Oil & Refining Co.
Petro/Chem Engineer, Agosto 1968, Pag. 16
- 16.- Optimum Plant Layout Scores on Maintenance, Operation, Safety
Dr. Martin Bush, University of the West Indies, Trinidad
Process Engineering, Septiembre 1972, Pag. 135
- 17.- Check These Points in Fire Protection Layout
J. A. Landy, Chemical Construction Corp.
Hydrocarbon Processing, & Petroleum Refiner, Marzo 1964, Pag. 168
- 18.- Assess and Control HPI Plant Noise
G. Robinson, Gulf Oil Refining Ltd.
Hydrocarbon Processing, Junio 1977, Pag. 223
- 19.- How to Manage Plant Design to Obtain Minimum Cost
Robert Kern, Hoffmann - La Roche Inc.
Chemical Engineering, Mayo 23, 1977, Pag. 130
- 20.- Specifications are the Key to Successful Plant Design
Robert Kern, Hoffmann-La Roche Inc.
Chemical Engineering, Julio 4, 1977, Pag. 123
- 21.- Layout Arrangements for Distillation Columns
Robert Kern, Hoffmann-La Roche Inc.
Chemical Engineering, Agosto 15, 1977, Pag. 153

- 22.- How to Find the Optimum Layout for Heat Exchangers
Robert Kern, Hoffmann-La Roche Inc.
Chemical Engineering, Septiembre 12, 1977, Pag. 169
- 23.- Arrangements of Process and Storage Vessels
Robert Kern, Hoffmann-La Roche Inc.
Chemical Engineering, Noviembre 7, 1977, Pag. 93
- 24.- How to Get the Best Process-Plant Layouts for Pumps and Compressors
Robert Kern, Hoffmann-La Roche Inc.
Chemical Engineering, Diciembre 5, 1977, Pag. 131
- 25.- Piperach Design for Process Plants
Robert Kern, Hoffman-La Roche Inc.
Chemical Engineering, Enero 30, 1978, Pag. 105
- 26.- Guide to Pipe Support Design
C.V. Char, Baton Rouge, La
Hydrocarbon Processing, Marzo 1979, Pag. 133
- 27.- Space Requirements and Layout for Process Furnaces
Robert Kern, Hoffmann - La Roche Inc.
Chemical Engineering, Febrero 27, 1978, Pag. 117
- 28.- Instrument Arrangements for Ease of
Maintenance and Convenient Operation
Robert Kern, Hoffmann - La Roche Inc.
Chemical Engineering, Abril 10, 1978, Pag. 127
- 29.- How to Arrange The Plot Plan for Process Plants
Robert Kern, Hoffmann - La Roche Inc.
Chemical Engineering, Mayo 8, 1978, Pag. 191
- 30.- Arranging The Housed Chemical Process Plant
Robert Kern, Hoffmann - La Roche Inc.
Chemical Engineering, Julio 17, 1978, Pag. 123
- 31.- Controlling The Cost Factors in Plant Design
Robert Kern, Hoffmann - La Roche Inc.
Chemical Engineering, Agosto 14, 1978, Pag. 141
- 32.- Preliminary Chemical Engineering Plant Design
William D. Baasel Ohio University
American Elsevier Publishing Company, Inc.
Capítulo 6, Pag. 141.

- 33.- Plant Site Design and Engineering Consideration
J. P. Herrin LaVaca Gathering Company
58 th Annual Convention of the Gas Processors
Association. Denver Colorado, Marzo 21, 1979
- 34.- Utilización de Modelos como Herramientas de Diseño
Norma de Diseño C.F.E. - DID - 0032
- 35.- Capacity and Layout of Physical Facilities
Modern Production Management, Pag. 127
- 36.- Do Design Models Save Money
Andrew A Bjelland, Standard Oil Company of Indiana
Refining Engineer, Octubre 1959, Pag. C-15
- 37.- Modelos a Escala en la Ingeniería y el Diseño
Sociedad Americana de Modelos de Ingeniería
Seminario 1972.
- 38.- Guidelines for Overall Chemical- Plant Layout
Carmen R. Spitzgo, Catalytic, Inc.
Chemical Engineering, Septiembre 27, 1976, Pag. 103
- 39.- A Rational Method of Layout from Process to Plant
Donald Thompson, Darien, Conn.
Chemical Engineering, Noviembre 30, 1959, Pag. 69
- 40.- Diseño de Tuberías para Plantas de Proceso
Howard F. Rose, Capítulo 7, Pag. 184
Editorial Blume
- 41.- The Application of The Mond Fire, Explosion
& Toxicity Index to Plant Layout and Spacing Distances
David J. Lewis Imperial Chemical Industries
Symposium 1979
- 42.- General Specification for Installation and Layout of
Refinery Units.
Petro Peru.
- 43.- Plant Layout and Piping Design
For Minimum Cost Systems.
Robert Kern, M. W. Kellogg Co.
Hydrocarbon Processing, Octubre 1966, Pag. 119.

INDICE

PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
PARA UNIDADES DE PROCESO

INTRODUCCION

- I PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
IMPORTANCIA EN UN PROYECTO

- II CLASIFICACION DEL PLANO DE LOCALIZACION
INFORMACION NECESARIA PARA SU ELABORACION
UTILIDAD A CADA UNO DE LOS ESPECIALISTAS

- III TECNICAS DE ELABORACION
 - A) PLANTILLAS: BIDIMENSIONALES, TRIDIMENSIONALES
 - B) MODELOS, MAQUETA, FOTOGRAFIA

- IV CRITERIOS GENERALES PARA SU ELABORACION
 - CONSIDERACIONES AMBIENTALES
 - DE SEGURIDAD
 - DE PROCESO
 - DE CONSTRUCCION
 - DE OPERACION
 - DE MANTENIMIENTO
 - AMPLIACIONES

V CRITERIOS ESPECIALES DE LOCALIZACION DE EQUIPO

REACTORES

RECIPIENTES

MEZCLADORES

ESPEADORES

EVAPORADORES

CRISTALIZADORES

HORNOS Y EQUIPO CON FUEGO

QUEMADOR DEL SISTEMA DE RELEVO

TORRES

CAMBIADORES DE CALOR

REHERVIDORES (KETTLE, TERMOSIFON)

CONDENSADORES

BOMBAS

COMPRESORES (CENTRIFUGOS, RECIPROCANTES)

SOPLADORES

CENTRIFUGAS

FILTROS

SOPORTERIA DE TUBERIA (RACKS)

CUARTO DE CONTROL

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

VI PROCEDIMIENTO PARA SU ELABORACION O EJECUCION

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INDICE

APENDICE

APENDICE

PLANTILLAS Y MODELOS PARA LA DISTRIBUCION EN PLANTA

INTRODUCCION. Esta norma intenta cubrir los detalles de ingeniería relativos al diseño y producción de plantillas bidimensionales y modelos tridimensionales para la representación del equipo usado en el proyecto de distribución de instalaciones industriales, comerciales o similares. No pretende oponerse a ningún otro standard ya existente o preestablecido, ni a ninguna práctica aceptada del dibujo, y es compatible con las prácticas generales en uso.

ALCANCE. Esta norma abarca las plantillas de dos dimensiones y los modelos tridimensionales, generalmente usados para determinar la ordenación general del equipo y de las estructuras.

PARTE I -- PLANTILLAS

1. **ESCALA.** -- Todas las plantillas se dibujarán a una escala tal que, sobre el plano, 1/4 de pulgada, represente una distancia de 12 pulgadas ó de 1 pie, (medida de los Estados Unidos). Todas las dimensiones se expresarán en pies y pulgadas.

2. **SILUETA GENERAL.** -- Siluetar el equipo con línea gruesa, trazando el contorno que se describiría en el suelo si con una plomada suspendida a una altura de 7 pies se recorriera su periferia estableciendo contacto con cada uno de sus puntos extremos, al circundarlo, exceptuando las ruedas y mangos,

los cuales deberán ser indicados como detalle. (ver líneas recomendadas en la Fig. 1).

3. DETALLE. -- Particularmente en las máquinas-herramientas y -- equipo mecánico, las líneas centrales, puntos de carga, puntos de control y puntos de operación deberán indicarse usando una línea más delgada que la de la silueta de la máquina. Se deberán incluir los suficientes detalles dentro de la silueta de la plantilla, para hacerla claramente distinguible y poder localizar fácilmente los puntos importantes.

4. ESPACIOS MUERTOS. -- Todas las líneas de espacio muerto, incluyendo piezas móviles, puntos de acceso de servicio y espacios requeridos para alimentación u operación, deberán mostrarse con líneas de guiones. El espacio destinado al almacenamiento de material u otros propósitos, no requerido específicamente para la instalación del equipo, ni para su servicio u operación, no deberá ser incluido en la plantilla.

5. INTERFERENCIAS. -- Las partes o estructuras que estén situadas por encima de los siete pies de altura y los cimientos o subestructuras situadas por debajo del nivel del suelo, deberán indicarse también: Son generalmente importantes para la instalación o manejo de la máquina o podrían ser causa de obstrucciones; conviene, generalmente, que estén representadas en los planos finales. Estas características deberán ser dibujadas con línea delgada interrumpida, de carácter diferente a las que señalan los espacios muertos.

6. DATOS. -- En las plantillas de equipo con superficies superiores que varían de altura, el punto de altura máxima se indicará por medio de un símbolo a propósito. La longitud, anchura y altura totales, incluyendo las franquicias de movimientos de la máquina, así como el peso y la potencia, se especificarán sobre la plantilla o al lado de la misma. No se incluirán los datos relativos al espacio muerto necesario para alimentación y operación.

7. IDENTIFICACION. -- Se reservará una zona de la plantilla para especificar el nombre, estilo o modelo, tamaño y número de identificación.

8. VARIOS. -- Se deberán incluir en la plantilla o en los datos, las identificaciones de los controles, medios de servicio, puntos de conexión, subidas de conductores y tuberías, posición del operario o cualquier otra característica especial. La posición del operario deberá ser indicada por una flecha gruesa.

9. IMPRESION. -- Las plantillas deberán estar impresas sobre cartulina, tanto en blanco como en color de, al menos 110 lbs. de peso, índice -- bristol, o su equivalente. Las diversas clases de equipo deberán ser impresas en tinta negra sobre cartulina de colores distintivos, para facilitar la percepción. Los colores más usados son los siguientes:

<u>Clase</u>	<u>Color</u>
Máquinas herramientas, equipo mecánico y similares	SALMON

<u>Clase</u>	<u>Color</u>
Equipo de oficina y papelería: bancos, estanterías, armarios, elementos sanitarios, tales como lavabos, W.C., etcétera.	VERDE
Equipo de manejo de material.	AMARILLO
Espacio ocupado por accesorios portátiles utilizados para el manejo o por el almacenaje temporal de materiales (enjaretados, bandejas, cajas, recipientes, etc.)	ROJO

PARTE II. -- MODELOS O MAQUETAS.

10. ESCALA. -- Todos los modelos serán realizados a una escala - tal que 1/4 de pulgada equivalga a 12 pulgadas ó a 1 pie.

11. DETALLES. -- La cantidad de detalles a ser consignados en la maqueta, se basará en su valor utilitario. Deberán aparecer los suficientes detalles de forma, contornos, características especiales de diseño, etc., para - hacer que el modelo se distinga fácilmente como representación del equipo real. A menos que no sean posibles otros medios de detallarlas, no se dibujarán en el modelo las partes móviles. Todos los puntos de control deberán indicarse con - claridad; también deberá serlo cualquier área de peligro. Todas las partes mó- viles normales deberán ser indicadas en su posición media o neutra. Los puntos de control o de operación, deberán estar en posición normal o neutra. Los mo- delos no deberán, en modo alguno, ser distintos de la apariencia real del -- equipo representado.

12. ACABADOS. -- Todos los modelos preparados para su distribución comercial deberán serlo con materiales y en colores que sean, en lo posible, una réplica de los acabados usados más frecuentemente en el objeto representado. Cuando pueda existir una variedad de acabados en uso normal, los modelos deberán serlo de acuerdo con los mismos (ejemplo: mobiliario de oficina).

En el caso de máquinas-herramientas, deberá observarse el estándar del fabricante mientras ello resulte práctico, así como también las recomendaciones de la "Machine Tool Builders Association".

En el caso de que el equipo tenga superficies mecanizadas, éstas pueden indicarse con pintura de aluminio.

Los puntos de control se pueden indicar con la aplicación de una pintura color de ante claro, como el recomendado para la pintura, a dos tonos, del equipo, para su mejor visibilidad y seguridad.

Cuando los modelos se realizan y/o usan exclusivamente por una compañía o cliente, deberá seguirse esta práctica particular.

13. FRANQUICIAS Y ESPACIOS MUERTOS. -- No deberá ser incrementada, en los modelos, ninguna dimensión para atender a las franquicias de espacio muerto. Con cada maqueta tridimensional deberá realizarse una plantilla bidimensional mostrando todos los espacios muertos máximos requeridos durante el funcionamiento y los debidos a las condiciones de servicio de la máquina.

La maqueta no deberá mostrar el espacio requerido por el operario, materiales, elementos auxiliares no fijados a la máquina, u otras condiciones ajenas a la máquina o equipo básico. En la maqueta deberá hacerse constar, en forma impresa, toda la información requerida por el ingeniero proyectista e incluirá, por lo menos, los siguientes datos: nombre o descripción, número de modelo, tipo, tamaño, número de identificación del propietario, dimensiones máximas de espacio muerto (largo, ancho y alto), líneas de centros y peso. En el caso de que la maqueta sea demasiado pequeña para poder contener prácticamente toda la información anterior, sólo se deberá hacer constar el nombre y número del modelo. Cuando fuera posible, se harán constar los datos relativos a elementos elevados o subterráneos.

Nota: Ver PARTE I, referente a plantillas de distribución.

14. MATERIALES Y CONSTRUCCIONES. -- Las maquetas o modelos deberán ser fabricados de cualquier material a propósito, que permita un manejo normal sin distorsión ni detrimento del acabado.

Deberá resistir la fractura o el desconchado cuando entre en contacto con otros modelos o materiales en general. Deberá resistir a la rotura o distorsión cuando caiga de una altura de dos pies sobre superficies sólidas y duras. Las maquetas deberán tener el peso, y equilibrio suficiente para permanecer en su sitio una vez colocadas en él, aunque se las someta a algún ligero golpe o vibración. La base del modelo deberá ser diseñada de modo que permita sujetarla

con alfileres en la posición deseada o de tal forma que no sea necesaria dicha clase de sujeción. Esto será a criterio del usuario.

Cuando se usen alfileres para sujetar la plantilla, deberán taladrarse agujeros en el modelo, para que éste pueda colocarse en posición exacta respecto a la plantilla y el conjunto de ambos pueda situarse correctamente sobre el tablero (gracias a los alfileres montados en la base del modelo).

LINEA GRUESA

Silueta fija de máquina-herramienta o equipo, desde el nivel del suelo hasta 7' - 0" de altura sobre el mismo.

LINEA DELGADA

Detalle de piezas y subestructuras.

GUIÓN GRUESO

Franquicias para piezas móviles de máquinas, herramientas o equipo.

PUNTO Y GUIÓN DE GROSOR MEDIANO

Elementos elevados o subterráneos, cimientos, pozos, franquicias de servicio y otros elementos importantes para la maqueta.

LINEA DE CENTROS DELGADA

Líneas de centros o de simetría.

Figura 1.- Líneas Recomendadas.

15. IDENTIFICACION. -- Los modelos llevarán el nombre y/o marca de fábrica del equipo que representan. Si es posible, deberán contener también

el número de modelo o la descripción de tamaño. Cuando fuese práctico se usa rán abreviaciones o iniciales. Estas marcas deberán hacerse en el lugar más ade cuado en vez de intentar colocarlas en el mismo sitio en que las lleva el equi- po original.

16. GENERALIDADES. -- Los modelos serán diseñados y construídos de manera que puedan emplearse en conjunción con las plantillas estandard dise- ñadas para representar los mismos artículos o equipo.

DISCUSIONES.

17. ESCALA. -- Esta escala ha sido estandard durante años entre - los arquitectos e ingenieros dedicados al diseño de plantas industriales, y la ma yoría de los trabajos existentes, están realizados con arreglo a la misma. La - experiencia nos ha demostrado que esta escala es lo suficientemente pequeña pa ra permitir la distribución de proyectos relativamente grandes, al mismo tiempo que adecuadamente grande para permitir el estudio y ordenación sin el peligro - de falta de exactitud. Para proyectos excepcionalmente grandes, el sistema de panel de dibujo, usado hoy en día por multitud de compañías, proporciona el - beneficio del uso de esta escala estandard sin la necesidad de recurrir a dibujos inusitadamente grandes. Los modelos deberán ser realizados a la misma escala - que los dibujos, para que puedan ser superpuestos a los planos de suelo, a los - efectos de estudio y presentación.

18. DETALLES. -- La distorsión de los modelos o maquetas dará lu-

gar a ilusiones ópticas y probables errores en el estudio de las ordenaciones.

Los espacios muertos y otras características a considerar, se tratarán en el párrafo 20. Dado que las maquetas se usarán para representar distribuciones ante -- personas no técnicas, al mismo tiempo que para el estudio de ingeniería, el resultado final deberá estar tan cercano como fuere posible a una representación -- del promedio de condiciones reales que concurrirán en el proyecto acabado.

19. ACABADOS. -- Se conseguirá una mejor representación real por medio de una cuidadosa duplicación de las condiciones reales. A menos que se siga una norma de acabado, los modelos preparados o conseguidos a través de diversas fuentes no armonizarán entre sí.

20. FRANQUICIAS Y ESPACIOS MUERTOS. -- Las distribuciones -- tridimensionales tienen su valor primordial en el estudio del diseño de ingeniería y en la presentación de la distribución a personal no técnico. En sí mismas no aportan un registro permanente, así como ciertas condiciones de ingeniería -- no pueden ser presentadas con sólo las maquetas. Por ello, el uso de las plantillas bidimensionales en unión de las maquetas o modelos tridimensionales permite sacar el mayor provecho de ambos medios de estudio de la distribución en -- planta. Cuando la ordenación de una unidad está determinada, la colocación -- de la plantilla debajo de los modelos proporciona las características que faltan, y una vez sujetas en su posición, constituyen un registro permanente de la ordenación seleccionada.

La ordenación puede ser entonces reproducida fotográficamente o por --

medio de planos de ingeniería, para su permanencia, constituyendo un medio de transmitir la información a otras personas. Las maquetas pueden, por lo tanto, usarse de nuevo tantas veces como se desee. Las plantillas pueden obtenerse en cualquier cantidad para su uso con una maqueta.

Las plantillas, diseñadas adecuadamente, proporcionan al ingeniero datos vitales precalculados, que no pueden estar contenidos en un modelo.

Cierta empresa ha previsto este plan y está desarrollando los detalles. Si resulta útil, puede que se extienda comercialmente.

21. MATERIALES Y CONSTRUCCION. -- Las maquetas deben tener una duración razonable para ser de algún valor. Toda tendencia a descuidar es ta consideración provocará una reacción definida respecto a su uso.

22. IDENTIFICACION. -- Las indicaciones marcadas en los modelos, especialmente las descriptivas del tamaño o del tipo, son esenciales para evitar errores en la preparación de las distribuciones. El probable interés, por parte - de los suministradores de equipo, en proporcionar modelos del mismo, también - justifica la identificación correcta, por el valor publicitario que ésta posee.

Los 6 puntos anteriormente expuestos, parecen ser la base sobre la que se pueden formar los estándares de maquetas para la distribución en planta. Son de esperar futuras contribuciones de los fabricantes de equipo, ingenieros y cons tructores de maquetas, así como de sus usuarios.

AREA Y DIMENSIONES TÍPICAS PARA PLANO DE LOCALIZACIÓN PRELIMINAR

Administración	10 m ²	Por empleado de Administración
Taller	20 m ²	Por empleado
Laboratorio	20 m ²	Por empleado
Cafetería	1 m ²	Por persona (sólo comedor)
	3.5 m ²	Por persona incluyendo cocina y despensa
Centro Médico	0.10-0.15 m ²	Por empleado dependiendo de la especialización del servicio
Estación de Bomberos	500 m ²	
Estacionamiento (incluyendo mantenimiento)	100 m ²	Por vehículo
Calle Principal	10 m ²	De ancho
Calles Laterales	7.5 m ²	De ancho
Pasillos	1.2 m ²	Hasta 10 personas por minuto
	2.0 m ²	Arriba de 10 personas por minuto (cerca de Oficinas, Cafetería y Paraderos de Transporte)
Giros de Calles	Giro de 90°	11 m de radio
	Union T	7.5 m de radio
	Caminos Pequeños	4.0 m de radio
	56 m	Radio interno de la Curva
Curva Mínima de Vías	0.04 m ² /Kwh	(Tiro forzado)
Torres de Enfriamiento (por Torre)	a 0.08 m ² /Kwh	(Tiro natural)

CLAROS TÍPICOS ENTRE DIFERENTES UNIDADES PARA PLANOS DE LOCALIZACIÓN PRELIMINARES

Area de Plantas	A Unidades Adyacentes,	m
Calderas y Hornos	calles o límites de Batería	15
Quemadores de Relevó		15
Torres de Enfriamiento		30
Planta de Tratamiento de Efluentes		30
		15
Areas de Carga		
Almacenes	A Unidades de Proceso	15
Oficinas		30
Cafetería		30
Centro Médico		30
Estacionamientos		30
Estación de Bomberos		30
Talleres		30
Calles		12
Calles		9
Accesos	A Edificios excluyendo áreas de carga	1.5
Vías de Ferrocarril		15

NOTA: Estas distancias son las mínimas recomendadas, pero en todo caso deberá analizarse la situación particular.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA ESPACIAMIENTO EN F. FINERIAS

DISTANCIA MINIMA
EN FT.

	EDIFICIOS DE SERVICIOS	UNIDADES DE PROCESO	CALDERAS, EQUIPO GENERADOR DE ELECT. Y SERVICIOS, ETC.	CALENTADORES DE PROCESO A FUEGO DIRECTO.	RECIPIENTES DE PROCESO, EQUIPO DE FRACCIONAMIENTO, ETC.	CUARTO PARA COMPRESORES DE GAS.	CUARTO PARA BOMBAS GRANDES DE ACEITE.	CUARTO DE CONTROL.	TORRES DE ENFRIAMIENTO	VAPOR DE APAGADO, CONTROLES DE AGUA DE ESPERADO.	QUEMADOR Y TANQUE DE RESIDUO.	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO.	TANQUES AUXILIARES DE ALMACENAMIENTO. (SHUTDOWN).	TANQUES DE MEZCLADO. (MIXING).	SERVICIOS DE CARGA Y DESCARGA INCLUIDO EMBAJADORA.	BOMBAS CONTRA INCENDIOS	TANQUES A PRESION	TANQUES TRANSFERENCIALES
EDIFICIOS DE SERVICIOS																		
UNIDADES DE PROCESO	100	50 75 100																
CALDERAS, EQUIPO GENERADOR DE ELECT. Y SERVICIOS, ETC.	100	100	-															
CALENTADORES DE PROCESO A FUEGO DIRECTO.	100	50	100	25														
RECIPIENTES DE PROCESO, EQUIPO DE FRACCIONAMIENTO, ETC.	100	-	100	50	-													
CUARTO PARA COMPRESORES DE GAS.	100	-	100	100	30	-												
CUARTO PARA BOMBAS GRANDES DE ACEITE.	100	-	100	100	20	30	-											
CUARTO DE CONTROL.		-	100	50	50	50	30	-										
TORRES DE ENFRIAMIENTO	50 75 100	100	100	100	100	50	50	50	25	50	50	50	50	50	50	50	50	50
VAPOR DE APAGADO, CONTROLES DE AGUA DE ESPERADO.	-	-	-	50	50	50	20	VER NOTA	50	-								
QUEMADOR Y TANQUE DE RESIDUO.	200 300	200 300	200 300	200 300	200 300	200 300	200 300	200 300	200 300	200 300	200 300	200 300	200 300	200 300	200 300	200 300	200 300	200 300
TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO.	100	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
TANQUES AUXILIARES DE ALMACENAMIENTO. (SHUTDOWN).	100	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
TANQUES DE MEZCLADO. (MIXING).	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
SERVICIOS DE CARGA Y DESCARGA INCLUIDO EMBAJADORA.	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
BOMBAS CONTRA INCENDIOS	50 75 100	250	0	250	250	100	100	-	-	-	300	300	300	300	300	-	-	-
TANQUES A PRESION	100	-	150	-	200	200	200	-	-	-	-	-	-	-	250	250	250	250
TANQUES TRANSFERENCIALES	100	-	100	-	200	200	200	-	-	-	-	-	-	-	250	250	250	250

FUENTE:
OK INSURANCE
ASSN.
VER NOTAS
HOJA ANEXA.

NOTAS:

1. Se tendrán que hacer consideraciones especiales para la instalación de hidrantes y monitores.
2. Dispositivos pequeños de flama abierta deberán ser localizados a no menos de 100 ft de cualquier área de vapores peligrosos.
3. Entre límite de baterías.
4. Tanques con capacidad arriba de 10 000 bbl. - 250 ft
Tanques con capacidad de menos de 10 000 bbl. - 150 ft
5. Tanques con capacidades arriba de 5 000 bbl. - 200 ft
Tanques con menos de 5 000 bbl. - 100 ft.
6. Considerando área de 25 a 50 ft.
7. Los controles pueden ser instalados adyacentes a, o a un lado del equipo.
8. Los quemadores de desfogue con una altura menor de 75 ft deberán estar a 300 ft, para alturas mayores de 75 ft estarán a 200 ft.
9. Los tanques con capacidades arriba de 10 000 bbl deberán estar espaciados $1/2$ diámetro; para tanques de 10 000 a 50 000 bbl espaciarlos 1 diámetro, para tanques con capacidad arriba de 50 000 bbl espaciarlos $1\ 1/4$ diámetro. Los tanques de más de 250 00 bbl requieren consideración especial.

10. Los edificios administrativos incluyen oficinas, cuartos de mantenimiento, cafeterías, laboratorios, hospital, estacionamiento.
11. Los tanques de propano preferiblemente deberán estar aislados en la sección más remota de la planta.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA ESPACIAMIENTO EN PLANTAS PETROQUIMICAS

UNIDAD DE PROCESO		DISTANCIA MINIMA EN FT.														FUENTE:			
		UNIDAD DE PROCESO	UNIDAD DE PROCESO	TANQUES DE ALMACENAMIENTO-AR	TANQUES DE ALMACENAMIENTO-DR	TANQUES DE ALMACENAMIENTO-OR	EDIFICIOS DE REPLICACION	RECEPCION-AR	RECEPCION-DR	SERVICIOS DE REGENERACION	REGENERACION	CONTADORES CONTRA INCENDIO	CONTADORES CONTRA EMERGENCIAS	AGUA DE ESPERADO	MONITORES		PLANTAS FILOS DE EMERGENCIA	TORRES DE ENRIQUECIMIENTO (TORRES)	HIDRANTES
UNIDAD DE PROCESO	ALTO RIESGO ^{a,b}	200									250	100	50			200	150	50 A 100	OIL INSURANCE 1956N.
UNIDAD DE PROCESO	BAJO RIESGO ⁿ	100	50								150	50				200	100	50	
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	ALTO RIESGO ^e	250	250	100 ¹							250		100 ^e			250	250	200	VER NOTAS EN HOJA ANEXA.
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	BAJO RIESGO ²	200	100	100 ³	100 ³						200					200	200	200	
ALMACEN DE PRODUCTO	BAJO RIESGO ^d	150	50	250	100	50					200					200	150	100	
EMBARQUE Y RECEPCION	ALTO RIESGO ^{e,f}	200	200	150	100	150	50				150	100	50			200	200	200	
EMBARQUE Y RECEPCION	BAJO RIESGO ^g	150	100	100	50	20	50				100	50				150	150	100	
EDIFICIOS DE SERVICIOS		200	100	200	100	100	150	100	-		100					200	200	100	
AREA REGENERADORA		200	150	200	50	100	200	100	100							200	100	100	

RECOMENDACIONES DE ESPACIAMIENTO DENTRO DE LA UNIDAD DE PROCESO

UNIDAD DE PROCESO	DISTANCIA MINIMA EN FT.									
	REACTOR	COMPRESORES	TANQUES	EQUIPO DE FRACCIONAMIENTO	CUARTOS DE CONTROL	CUARTOS DE CONTROL	CUARTOS DE CONTROL	CUARTOS DE CONTROL	CUARTOS DE CONTROL	CUARTOS DE CONTROL
REACTOR	25 ^g									
CUARTO PARA COMPRESORES PEQUEÑOS O CUARTO DE REFINAS.	40 ^h									
TANQUES DE ETAPAS INTERMEDIAS Y DE ALTA CARGA AUX. ALIMENTACION DE ALTO RIESGO.	100 ⁱ A 200	100 ⁱ A 50	100 ⁱ A 50							
EQUIPO DE FRACCIONAMIENTO	50	30	100							
CUARTO DE CONTROL	* 40 ^j A 100	50 ^j A 100	100 ^j	50 ^j A 100	10					

* LOS CUARTOS DE CONTROL DENTRO DE UNIDADES UNICAS O PEQUEÑAS, O CUARTOS DE CONTROL CENTRALIZADOS PARA UNA UNIDAD MULTIPLE O CONTENIENDO EQUIPO DE CUARTOS DE CONTROL EN UN CUARTO UNICO, DEBE SER...

NOTAS:

- A. La distancia entre las unidades de proceso es medida desde el límite de baterías.
- B. Una unidad de proceso de alto riesgo tiene una clasificación de explosión bajo cédula petroquímica de E-4 o E-5.
- C. Los tanques de alto riesgo son clase "D" bajo la cédula anterior. La clase "E" requiere consideraciones especiales.
- D. El almacenamiento de producto de alto riesgo, que contienen materiales inestables, líquidos de bajo punto de inflamación, sólidos altamente combustibles requieren de consideraciones especiales.
- E. El embarque y la recepción de alto riesgo denota materiales estables con punto de inflamación por abajo de 110°F.
- F. El embarque y la recepción de alto riesgo de materiales inestables requiere consideraciones especiales.
- G. Los edificios de servicios incluyen, oficinas, vestidores, laboratorios, talleres, estacionamiento, cuarto de mantenimiento, cafeterías, hospitales. Los laboratorios experimentales están clasificados como unidades de proceso.
- H. Mantener las flamas abiertas a 100 ft de las áreas de vapores peligrosos.

- I. La desviación de estas distancias requiere de instalaciones de protección especiales, tales como: sistemas fijos de espuma, espray de agua, aspersores automáticos, etc.
 - J. En clases límite, de valor alto, requiere clasificación de alto riesgo.
 - K. Para tanques de almacenamiento verticales podrían contar con diques individuales. Si no, la capacidad de un dique sencillo no podrá exceder - de 25,000 bbl.

Para tanques de almacenamiento horizontales, el máximo son 400 000 galones por grupo, con 100 ft entre grupos u otro arreglo adecuado.
1. Para tanques verticales específicamente usar 5 diámetros.
 2. Para tanques verticales específicamente usar 4 diámetros.
 3. Para tanques verticales específicamente usar 3 diámetros.
 4. Es aceptable una pared contra incendio y un sistema de aspersores.
 5. Dos estaciones son recomendables.
 6. Las barricadas son recomendables para reactores con riesgos.
 7. Arriba de 100 000 galones requerirá consideraciones especiales.

EQUIPO	H ES LA LONGITUD DE LA PARTE INTERNA MAS LARGA A REMOVER PARA MANTENIMIENTO		NOTAS
	HORIZONTAL	VERTICAL	
INTERCAMBIADORES DE CALOR.	6 ft + H AL FINAL DEL CAJAL. 6 ft AL FINAL DE LA PROTECCION. 4 ft A LOS LADOS.	4 ft	
CALENTADORES A FUEGO DIRECTO.	10 ft SI NO HAY RIESGO.		50 ft AL PUENTE PRINCIPAL DE TUBERIAS.
REACTORES / MEZCLADORES	5 ft	10 ft + H	ACCESO PERMISIBLE PARA LA CARGA DEL CATALIZADOR, ETC.
COMPRESORES	5 ft + H	4 ft	
BOMBAS	5 ft + H		DEJAR 3 ft DE LAS BOMBAS A LA TUBERIA * DEJAR 7 ft DEL PASILLO DE TRABAJO.
TANQUES	4 ft DESDE EL	4 ft	VER TABLA 2 PARA TANQUES MAS GRANDES.
COLUMNAS	5 ft	4 ft	DEJAR 10 ft ENTRE COLUMNAS ADYACENTES.
CRISTALIZADORES / EVAPORADORES	5 ft	6 ft + H	
CENTRIFUGAS / CLASIFICADORES	10 ft	6 ft + H	DEJAR 12 ft AL CORREDOR DE ACCESO.
SECADORES	5 ft + H	6 ft + H	
FILTROS	5 ft + H		DEJAR 6 ft ENTRE FILTROS ADYACENTES.

* DEJAR 25 ft ENTRE BOMBAS QUE MANEJAN LIQUIDOS VOLATILES Y PASILLOS QUE MANEJAN LIQUIDOS CALIENTES.

** PARA COLUMNAS ALTAS, EL TAPICADO REQUERIDO PARA LA CONCENTRACION, PODRA SER DEFUNDA POR EL ESPACIAMIENTO.

OBSERVACION. LAS DISTANCIAS MINIMAS ENTRE EQUIPOS ADYACENTES DEBE SER CONJUNTO CON LAS RECOMENDACIONES DE FABRICANTE.