



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"ELABORACION DE DIAGRAMAS DE LOCALIZACION DE EQUIPO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO QUIMICO PRESENTA :

VICENTE ZENIT CAMACHO



TESIS CON FALLA DE ORIGEN



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 está 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.



EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

**JURADO ASIGNADO**

**Presidente:** Prof. Ernesto Rios Montero  
**Vocal:** Prof. Claudio Armando Aguilar Martinez  
**Secretario:** Prof. Juan Mario Morales Cabrera  
**1er. Suplente:** Prof. José Agustin Texta Mena  
**2do. Suplente:** Prof. Mariano Perez Camacho

Lugar donde se desarrolló el tema: Facultad de Química UNAM.  
Ciudad Universitaria, México D.F.

**ASESOR DEL TEMA:**

Juan Mario Morales Cabrera

**SUPERVISOR TECNICO:**

Miguel Linares Sandoval

**SUSTENTANTE:**

Vicente Zenit Camacho

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme brindado la oportunidad de cursar una carrera universitaria.

A Juan Mario Morales y Miguel Linares por apoyarme y guiarme en mi desarrollo profesional. A quienes he considerado siempre además de Maestros, mis Amigos.

A mis Padres que gracias a su esfuerzo ven hoy otro sueño hecho realidad. Que Dios los conserve Siempre.

A Roberto mi mejor amigo. Sigue sembrando exitos.

A Silvia. Sigue Siempre adelante. Llena bien el hoy que tienes en tu mano, aprovéchalo.

A Ingrid por su Amor, Fortaleza y Compañía en Todo y para Toda la vida.

A Oscar Lagos por su verdadera amistad y apoyo.

A Manuel Espinoza por su verdadero entusiasmo en todo momento.

A Arturo Hijuelos por su Siempre Amistad incondicional.

A "WALA" gracias a ella nunca nos faltó nada.

A todos mis familiares, amigos y compañeros.

**INDICE**  
**INDICE GENERAL**

CAPITULO I INTRODUCCION.....	1
CAPITULO II EL PLANO	
2.1. Generalidades.....	6
2.2. Descripción general del plano de localización de equipo.....	6
2.3. Procedimiento de elaboración para planos.....	8
2.3.1. Dimensiones.....	8
2.3.2. Zonas de distribución.....	9
2.3.3. Cuadros de identificación de planos.....	10
2.3.4. Cuadro de revisiones del plano.....	11
2.3.5. Cuadro de identificación de normas y estándares.....	12
2.3.7. Cuadro para identificación de dibujos de referencia...	13
2.3.8. Ediciones.....	13
2.3.8.1. Dibujos Preliminares.....	13
2.3.8.2. Dibujos Aprobados para Construcción con Pendientes..	13
2.3.8.3. Dibujos Aprobados para construcción Final.....	14
CAPITULO III DIBUJO DE EQUIPO Y CONDICIONES CLIMATOLOGICAS	
3.1. Generalidades.....	15
3.2. Condiciones climatologicas.....	15
3.3. Dibujo de equipo.....	16

CAPITULO IV SEGURIDAD E IDENTIFICACION DE UNIDADES DE PROCESO	
4.1. Seguridad.....	19
4.1.1. Asociaciones internacionales.....	20
4.1.2. Asociaciones nacionales.....	20
4.1.3. Espacio adecuado.....	23
4.1.4. Accesos seguros.....	23
4.1.5. Mantenimiento seguro.....	23
4.1.6. Aire y luz adecuados.....	23
4.1.7. Servicios.....	23
4.1.8. Expansión.....	24
4.2. Identificación de unidades de proceso.....	24
CAPITULO V LOS "RACKS" DE TUBERIA	
5.1. Generalidades.....	27
5.2. La tubería en el plano.....	28
5.3. Localización de líneas en la tubería.....	30
5.4. La elevación.....	32
5.5. La longitud.....	33
5.6. El Ancho del "Rack".....	35
CAPITULO VI EL EQUIPO	
6.1. Generalidades.....	39
6.2. Columnas de destilación.....	44
6.3. Intercambiadores de calor.....	47
6.4. Recipientes.....	49
6.4.1. Distancias mínimas a otras instalaciones.....	50

6.4.2. Vías de escape y accesos para mantenimiento.....	52
6.4.2.1. Escaleras.....	53
6.4.2.2. Rampas.....	54
6.4.2.3. Burladeros.....	54
6.5. Bombas.....	54
6.6. Hornos.....	56

CAPITULO VII INTEGRACION Y EJEMPLO

7.1. Generalidades.....	65
7.1.1. Consideraciones.....	65
7.1.2. Delimitación del área.....	65
7.1.3. Ubicación y orientación.....	66
7.1.4. Estructura.....	66
7.1.5. Arreglo General.....	66
7.1.6. Los "Racks" de tubería.....	67
7.1.7. Recomendaciones de distancias.....	67
7.1.8. Recomendaciones Especiales.....	67
7.1.9. Formato Final.....	68
7.2. Acetona a partir de isopropanol.....	68
7.3. Bases de Diseño.....	69
7.4. Descripción del proceso.....	69
7.4.1. Sección de alimentación y vaporización.....	69
7.4.2. Sección de reacción.....	70
7.4.3. Sección de separación.....	70
7.4.4. Sección de purificación.....	70

7.5.	Lista de equipo para planta de acetona.....	71
7.6.	Descripción del plano de localización de equipo.....	73
7.6.1.	Criterios generales por proceso.....	75
7.7.	Guía práctica del usuario.....	77
CAPITULO VIII CONCLUSIONES.....		78
BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS.....		82

#### INDICE DE FIGURAS

2.3.1.	Dimensiones.....	8
2.3.2.	Zonas de distribución.....	9
2.3.3.	Cuadros de identificación de planos.....	10
2.3.4.	Cuadro de revisiones del plano.....	11
2.3.5.	Cuadro de identificación de norma y estandares.....	12
2.3.6.	Cuadro de datos de aprobación de plano.....	12
2.3.7.	Cuadro de identificación de dibujos de referencia....	13
3.3.1.	Recipientes verticales.....	16
3.3.2.	Recipientes Horizontales.....	17
3.3.3.	Cambiadores de calor.....	17
3.3.4.	Acotaciones para estructuras.....	17
3.3.5.	Bombas.....	18
3.3.6.	Acotaciones perimetrales.....	18

4.2. Identificación de diferentes unidades de proceso y otras instalaciones.....	26
5.2. Los "Racks" de tubería.....	29
5.3. Localización de líneas de tubería.....	31
5.5. Espaciamiento de "Racks" de tubería.....	34
5.5.4. Tipos de soportes.....	37
5.5.5. Notación de "Rack" de tubería.....	38
6.1.1. Relación de espacio entre equipo y accesos.....	43
6.2. Columnas de destilación.....	46
6.3.1. Arreglo para intercambiadores de calor.....	48
6.4. Recipientes.....	51
6.5.1. Localización de bombas.....	55
6.6.1. Arreglos típicos de hornos.....	58
7.3. Diagrama de flujo de proceso (DFP).....	72
7.4. Diagrama de Localización de Equipo (Plot Plan).....	74

## INDICE DE TABLAS

2.1. Tabla de dimensiones.....	8
4.2.1. Separaciones mínimas que se aconsejan para las unidades de proceso peligrosas.....	25
5.5.1. Ancho total requerido.....	35
6.6.1. Dimensiones de accesos y alturas.....	42
6.4.2. Rampas de Acceso.....	53
6.6.1. Distancias mínimas desde el horno al equipo de proceso.....	57
6.7.1. Recomendaciones generales para espaciamento en Refinerías.....	59
6.7.2. Recomendaciones generales para espaciamento en Plantas Petroquímicas.....	61
6.7.3. Recomendaciones de espaciamento de la unidad de Proceso.....	62

## ABREVIATURAS USADAS EN ESTA TESIS

Bls.	Barriles.
BTU	BTU (Unidad Términa Inglesa)
°C	Grados Celsius (Unidad de temperatura)
Cont.	Continuación
D	Diámetro
DA	Torre de Destilación
DC	Reactor
DTI	Diagrama de Tubería e Instrumentación
DFP	Diagrama de Flujo de Proceso
E	Este
EA	Clave denotando un Intercambiador de Calor
EL	Elevación
Esc.	Escala
FA	Tanque de Separación
FB	Tanque de Alimentación
Ft	Pie (Unidad de longitud, sistema Ingles)
°F	Grados Fahrenheit (Unidad de temperatura)
GA	Clave denotando una Bomba
h	Hora (unidad de tiempo)
in	Pulgada
in <sup>2</sup>	Pulgada cuadrada
L	Longitud
LB	Límite de Baterías
lb	Libras (Unidad de Masa, sistema Ingles)
lb/in <sup>2</sup>	Unidad de presión (psi)
N	Norte
m	Metro (Unidad de longitud, MKS)
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos (unidad de Volumen, Sistema Ingles)
pulg	Pulgada
Ton	Tonelada
VD	Vientos Dominantes
VR	Vientos Reinantes

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

Una parte importante en el desarrollo y operación del diseño de una planta química, así como la repercusión económica que pudiera contraer un proyecto es su "LAYOUT".

Se entiende por un "LAYOUT": "La elaboración y diseño de localización y arreglo de equipo, y todo aquello que se vea involucrado en una planta". De aquí se genera un documento básico, el cual será motivo de estudio para esta tesis, que es la Elaboración de Diagramas de Localización de Equipo.

Desarrollaremos los lineamientos y estándares básicos, obtenidos a través de la experiencia y bibliografía especializada; logrando de una forma sencilla y objetiva de crear un Diagrama de Localización de Equipo, pretendiendo, la integración de los distintos equipos de proceso buscando la flexibilidad, operación, seguridad y un costo de inversión menor.

Entonces este documento irá enfocado al estudiante y profesionista que desee de una forma básica, sencilla y lógica, elaborar un diagrama de localización de equipo en planta.

El ejemplo a desarrollar en esta Tesis es el área de proceso de una planta de producción de acetona de 17000 ton/año, tomado del curso de ingeniería de proyectos, por lo que el plano elaborado será en un terreno previamente localizado y dentro de límites de batería (L.B.).

Es de nuestro conocimiento que el tema a desarrollar es muy extenso, por lo que nos enfocaremos a la unidad de proceso de producción de acetona, para poder presentar información precisa y mejor elaborada.

Una integración total de una planta química implica los conocimientos de distintas áreas como lo son las ingenierías Civil, Industrial, Mecánica, etc. Todas estas ingenierías deberán proporcionar las información necesaria para entregar un total de localización de edificios, oficinas, almacenes, o en su caso diagramas especializados tales como eléctricos o cimentación.

Un ingeniero de proyecto deberá marcar en el plano, todas las distancias seguras y apropiadas, para el buen funcionamiento y operación de planta, por lo tanto:

**"Un Diagrama de Localización de Equipo es el plano maestro de todo Proceso"**

Por lo tanto obtendremos un documento con información general y actualizada, cubriendo la necesidad de tener un documento integral en distribución y localización de equipo; contando con el enfoque técnico a nivel dibujo constructivo, ya que contará con una serie de detalles agrupados que debe contener un plano.

Un punto intermedio para un "LAYOUT" es la cuestión técnica, ya que hoy en día la computación es una herramienta útil y práctica en la elaboración de diagramas de localización de equipo.

Se indica como hacer los dibujos y arreglos correctos, sin introducirnos en la utilización de paquetería como el Auto Cad.

Hacia el año de 1956 [10] el Sr. Robert Kern menciona que el factor más importante en un "LAYOUT", es la minimización de tubería, pero hoy en día se busca tener un máximo aprovechamiento de espacio y terreno. Las diferentes tendencias de tiempo y referencias extranjeras en su mayoría consultadas serán enfocadas y estudiadas, para que funciones en la industria nacional.

La experiencia obtenida a través de ingenieros de proyectos mexicanos, marcará las necesidades y deficiencias en la industria, por lo que la información presentada será útil para un correcto "LAYOUT" dentro de la Republica Mexicana.

Un plano (PLOT PLAN) correcto nos conducirá a tener las características adecuadas y seguras dentro del proceso, y se presentarán en forma de tablas las distancias correctas para ser integradas con la ubicación pertinente en el plano.

Los distintos puntos a evaluar irán partiendo de conceptos básicos en una secuencia lógica hasta una integración total.

Una vista de planta y su arreglo no dependerá solamente del costo de las condiciones climatológicas del lugar, sino de una correcta combinación de todas las variables tratando de encontrar un óptimo, en un arreglo perfecto.

Entonces la creación de un plano no dependerá solamente de una preparación académica fuerte, también se verá afectado por la sensibilidad e instinto del creador.

Un diagrama de localización de equipo será el pilar en el desarrollo de un proyecto, ya que a partir de la aceptación de este se verá involucrada la ingeniería civil o industrial, pudiendo tener un incremento en el costo de inversión total de la planta, es decir, este documento deberá hacerse con mucho cuidado, para prevenir un incremento en nuestra inversión.

La información necesaria para elaborar este tipo de planos es:

1. El Concepto de Diseño en Planta.- Para esto tendremos que recabar toda la información del proyecto como:

- Bases de Diseño
- Condiciones Climatológicas
- Hojas de Datos de Equipos
- Descripción del Proceso
- Especificaciones de "LAYOUT"
- Diagramas de Flujo de Proceso
- Dimensionamiento real físico de equipo
- Datos de Diseño
- Requerimientos estructurales y edificios

2. El Estudio de Arreglos.- Aquí se debe consultar con las distintas disciplinas de ingeniería, saber los detalles de manufactura del material, construcción y mantenimiento de equipo, detalles de localización, flexibilidad y detalles de soportes, así como la seguridad. Por lo que se debe consultar:

- Especificaciones de diseño
- Estándares de diseño
- Dibujos y equipos de proceso
- Esquemas de instrumentación en recipientes
- Hardware eléctrico e instrumentación
- Requerimientos de espacio para manufactura y almacenaje
- Construcción y mantenimiento

3. Diseño del "LAYOUT" en tubería.- Donde se tendrán los documentos valiosos para la construcción de la planta como, isométricos, elevaciones, etc., tomando en cuenta:

- Especificaciones de diseño en tubería
- Especificaciones de materiales
- Estándares de diseño
- Recipientes y dibujos de equipo
- Dibujos y dimensiones de componentes en tubería
- Detalles en el Hardware en la instrumentación y eléctrico.

Hay que hacer notar que un correcto "LAYOUT" estará basado paralelamente con todos los objetivos antes mencionados, teniendo un completo conocimiento del proceso, siendo primordial:

- Diagramas de Flujo de Proceso (DFP)
- Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI)
- Diagramas de Elevación
- Lista de Tubería
- Requerimientos Especiales
- Hojas de Datos del Equipo
- Ubicación y cercanía con otros procesos y áreas.

Así esta tesis desarrolla los siguientes puntos a tratar que son:

- El Plano
- Condiciones Climatológicas
- La Seguridad
- La Tubería
- El Equipo
- La integración

El desarrollo de un plano del tipo que estamos elaborando considerará los requerimientos técnicos que un ingeniero debe conocer y manejar: sin embargo, la experiencia de este será un factor importante, ya que un "LAYOUT" está basado en la integración Conocimiento-Experiencia.

Una correcta administración de recursos nos conducirá a encontrar el beneficio de la empresa y la comunidad, reflejados en un menor impacto ambiental, condiciones seguras y la posibilidad de incrementar nuestra producción planificando futuras expansiones.

La diversidad de equipos existentes a utilizar en una planta química son muchos, por lo que presentamos el arreglo de los equipos más importantes.

Todos los procedimientos aparecerán en orden de importancia, para después ser presentados bajo una secuencia lógica y de fácil manejo.

## CAPITULO II

### EL PLANO

#### 2.1. GENERALIDADES

El plano de localización de equipo (PLOT PLAN) es un dibujo de una unidad vista en planta en el cual se encuentran perfectamente localizados todos y cada uno de los equipos, estructuras y edificios que componen nuestra unidad de proceso.

En este documento se toman en cuenta consideraciones ambientales, climatológicas, económicas y de seguridad.

El presente capítulo presentará además de los principios básicos en que se basa la localización de equipos en plantas de proceso, las dimensiones y formatos que deberá contener un plano.

La distribución, disposición o localización de equipos y áreas de trabajo, es una actividad ineludible para todas las plantas industriales y su desarrollo es un arte mas que una ciencia exacta; ya que los requerimientos reales del diseño de proceso deben ser combinados con la experiencia para preveer problemas de operación, mantenimiento, seguridad y costos.

#### 2.2. DESCRIPCION GENERAL DEL PLANO DE LOCALIZACION DE EQUIPO

En los planos generales de localización de equipo se limita el área de la unidad por líneas claramente definidas llamadas Límites de Bateria (L.B.) de la unidad.

La orientación en un plano general de localización de equipo se indica marcando sobre el dibujo la orientación de la planta o unidad.

El norte geográfico debe ir indicado, sin embargo el importante es el norte de construcción que es un norte convencional que sirve como base para construir la planta.

Dentro de la planta los equipos, estructuras, edificios, etc., son localizados acotando el dibujo generalmente a las líneas de centro de los elementos principales de las estructuras, frecuentemente en lugar de cotas se indican coordenadas.

A estas coordenadas nosotros les llamaremos coordenadas internas de la unidad. Para simplificar dentro de la planta la localización de los equipos, tomamos la esquina inferior derecha como norte cero este cero y desarrollamos un sistema de coordenadas internas.

Ejemplo. N - 0.000 y E - 0.000

Es indistinto si partimos nuestro sistema de coordenadas internas en la esquina inferior izquierda o derecha, pero jamás debemos olvidar utilizar estas coordenadas.

Las elevaciones son otros de los datos que deben indicarse en los planos de localización de equipo. pueden llevar la misma nomenclatura usada en el sistema de coordenadas internas. siempre y cuando estén denotadas perfectamente.

Ejemplo. EL - 100 ó EL - 3.000

La dirección de los vientos es un factor importante que debe tomarse en cuenta cuando se establece el plano. Se puede conocer hacia donde pueden los vapores ser enviados por el viento cuando existe una fuga ó simplemente un venteo de suma importancia, para los cual se debe disponer de una Rosa de los Vientos donde se indica la velocidad del viento, la dirección del este y el porcentaje por año que sopla en cada una de las direcciones, o simplemente conocer cuales son los vientos Dominantes y Reinantes.

También se requiere en este momento del plano de configuración Topográfica, donde se estudia la localización de los equipos, tomando en cuenta los movimientos de tierra, de tal forma que sean los mínimos posibles. sobre todo los rellenos, ya que estos requieren de trabajos lentos y de alto costo de inversión, 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 tuberías, por tal motivo, si el proceso lo permite, se debe evitar que los equipos pesados o que vibran (Compresores), estén localizados en áreas de relleno.

Asimismo, la distribución de los equipos depende de factores específicos como los son los vientos Dominantes, Proceso, Área Disponible, Capacidad de la Planta, entrada y salida en Líneas de Proceso y Servicios, Calles, Accesos, Soporferías, y Características propias donde se haya localizado la planta. Todas estas características las iremos desarrollando a través de esta tesis en los capítulos posteriores.

## 2.3. PROCEDIMIENTO DE ELABORACION PARA PLANOS [26]

En este capítulo se establecen los procedimientos y requisitos que deberá cumplir el plano de localización de equipo que se generará en esta tesis, incluyendo dimensiones, sistemas de numeración, revisión, aprobación y distribución.

### 2.3.1. DIMENSIONES

El plano se podrá trabajar en papel albanene y/o telas polyester (mylar).

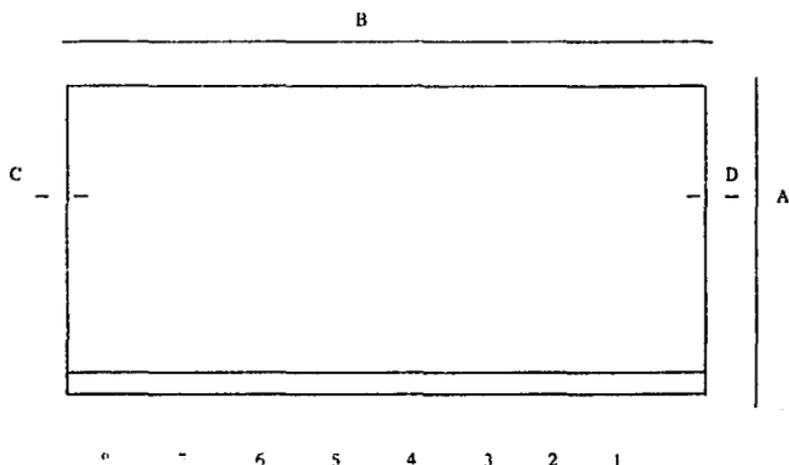


TABLA 2.1.[26]

TABLA DE DIMENSIONES

DESIGNACION	A	B	C	D
TAMAÑO #1	27.9(11")	43.2(17")	2.54(1")	1.27(1/2")
TAMAÑO #2	45.7(18")	60.9(24")	3.00(13/16")	1.50(19/32")
TAMAÑO #3	60.9(24")	91.4(36")	2.00(25/32")	2.00(25/32")
TAMAÑO #4	76.2(30")	107.7(42")	4.00(59/16")	2.00(25/32")

## NOMENCLATURA

1. Razón social del cliente y Ubicación de la Planta.
2. Título del Plano.
3. Escala. Acotaciones. N° de Proyecto, N° de Dibujo, y N° de Revisión

### DATOS DE ELABORACION Y SUPERVISION DEL PLANO

4. Cuadro de Aprobación
5. Logotipo de la Compañía de Proyectos
6. Cuadro de Dibujos de Referencia
7. Cuadro de Revisiones
8. Cuadro de Normas y Estándares

### 2.3.2. ZONAS DE DISTRIBUCION

A		B	
I		II	C
			D
III		IV	

## NOMENCLATURA

A. Orientación (Norte Geográfico y Construcción)

B. Localización del Area (Opcional)

C. Simbología y Nomenclatura

D. Notas Generales

I y II Zona de Plantas

III y IV Zona para elevaciones cortes y detalles

### 2.3.3 CUADROS DE IDENTIFICACION DE PLANOS

1			
2			
3			
AREA 4	UNIDAD 5	TIPO DE DIBUJO 6	
DIBUJO 8	CHECO 9	PROYECTO N° 7	
ESCALA 7	APROBO 10	PLANO N°	
FECHA 11	APROBO 12	7	

## NOMENCLATURA

1. Razón Social del Cliente

2. Descripción de la Planta o Identificación del Proyecto

3. Ubicación de la Planta

4. Número o Descripción del Area (si aplica)
5. Descripción del Area. Sección o Sistema de la Planta
6. Actividad Especifica
7. Según se indica
8. Iniciales del quien dibujo el Plano
9. Iniciales de quien revisó el Plano
10. Iniciales del Ingeniero de Proyecto o Responsable del proyecto.
11. Día, Mes, Año en que se terminó el proyecto.
12. Iniciales del Gerente del Proyecto.

#### 2.3.4. CUADRO DE REVISIONES DEL PLANO

			4	3	5	1	2 REVISIONES
--	--	--	---	---	---	---	-----------------

#### NOMENCLATURA

1. Identificación de la revisión (con letra preliminar y con número aprobado para construcción).
2. Descripción de la revisión en forma concisa pero completa
3. Iniciales del Jefe de Grupo ó Jefe de Sección
4. Día - Mes - Año (Ejemplo: 20-V-94)
5. Firma del Gerente de Proyecto

### 2.3.5. CUADRO DE IDENTIFICACION DE NORMA Y ESTANDARES

NORMAS STANDARS 1	REVISIONES 2
-------------------	--------------

1. Iniciales de la Norma
2. Identificación del Número de Revisión

### 2.3.6. CUADRO DE DATOS DE APROBACION DE PLANO

APROBADO POR	FECHA
COOR. PROYECTO	
GTE. DE PROYECTO	
DIR. DE PROYECTO	

#### NOMENCLATURA

1. Firmas autorizadas para la aprobación de los planos.

### 2.3.7. CUADRO PARA IDENTIFICACION DE DIBUJOS DE REFERENCIA

1 NUM	2 PLANOS DE REFERENCIA
----------	---------------------------

#### NONENCLATURA

1. Número completo del plano
2. Descripción completa del plano.

### 2.3.8. EDICIONES

Todos los documentos y dibujos irán avanzando en función del tiempo y de los tipos de ingeniería a desarrollar como lo son ingeniería básica y de detalle, por lo que las ediciones podrán ser:

- 2.3.8.1. Dibujos Preliminares (P): En esta fase se cumple con los propósitos primordiales de alimentar de información a todos los departamentos involucrados en el diseño.  
En la fase Preliminar sólo se ha desarrollado el diseño conceptual y está sujeto a cambios, no es necesaria la incorporación de mayores detalles, información certificada de proveedores, chequeo, etc.
- 2.3.8.2. Dibujos Aprobados para Construcción con Pendientes (ACP): En esta fase se cumple con el propósito primordial de aprobar para construcción la mayor parte del diseño.  
En esta fase es el resultado de incorporar al dibujo Preliminar previamente editado los comentarios, recomendaciones, cambios y aprobaciones, la información certificada de los proveedores y chequeo de los demás departamentos involucrados en el diseño.

2.3.8.3. Dibujo Aprobado Para Construcción Final (ACF): En esta fase el diseño puede ser 100% construido, o en casos muy especiales y por requerimientos de construcción puede ser final para una sola especialidad. por ejemplo: el plano de localización de equipo y editarse final y posteriormente para arreglo de tuberías.

Cuando se edite un plano ACF, se hará con un sello a la vista que diga APROBADO PARA CONSTRUCCION FINAL.

Todos los posibles cambios involucrados en un proyecto estarán en función del tiempo y los dibujos estarán sujetos a estas últimas tres reglas presentadas.

Otro punto a contemplar en la elaboración de diagramas de localización de equipo es que en un inicio no necesariamente deberá estar con todo detalle, ya que dependiendo de la complejidad del plano se puede hacer un "PLOT PLAN" por unidades de proceso, y después concluir con distintos planos secundarios a detalle de cada una de las unidades de proceso.

## CAPITULO III

### DIBUJO DE EQUIPO Y CONDICIONES CLIMATOLOGICAS

#### 3.1. GENERALIDADES

Una parte importante de la elaboración de un Diagrama de Localización de equipo (PLOT PLAN) en un principio son las condiciones climatológicas del lugar donde se va a construir nuestra planta, ya que todos estos parámetros serán de suma importancia para evitar algun siniestro o problemas de operación.

Específicamente haremos incapié en los vientos dominantes y vientos reinantes.

Otra parte a desarrollar en el presente capitulo será la elaboración de dibujos típicos de equipo, solo indicando acotaciones y coordenadas internas.

#### 3.2. CONDICIONES CLIMATOLOGICAS

Deben reunirse datos climatológicos correspondientes a cierto número de años para cada planta o unidad de proceso en estudio. Debe darse atención muy particular a las condiciones climatológicas severas como la humedad, temblores e inundaciones. Estas catástrofes, que deben considerarse como probables, incrementan el costo de construcción.

Un clima extremadamente frío, a menudo estorba la operación de la planta de proceso y requiere características especiales en su construcción para proteger al equipo contra la congelación. Un clima en el que predomina el calor permite una construcción más barata. [1]

Como hemos venido mencionando la localización de los vientos nos permitira la correcta ubicación de equipo corriente arriba o corriente abajo de la unidad, según sea necesario.(ver cap. 7.4)

La indicación de los Vientos Dominates Y Vientos Reinantes será dentro de la orientación de la planta.

La orientación dentro del plano va generalmente en la parte superior izquierda (Ver fig. 7.5)

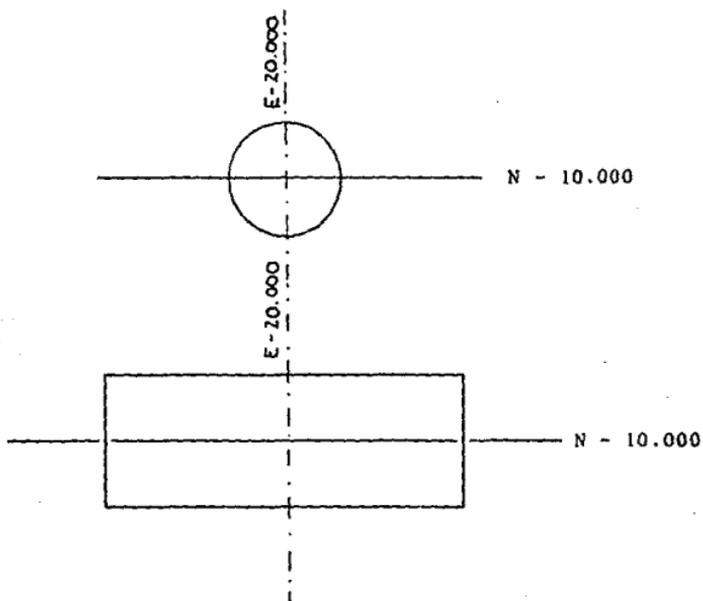
**Vientos Dominates:** Vientos constantes que soplan durante todo el año en la misma dirección.

**Vientos Reinantes:** Rafagas de aire que normalmente soplan en el área geográfica, que en determinadas épocas, soplan con persistencia, en una determinada dirección, son así los llamados monzones. En general, en los continentes hay tendencia a soplar de tierra a mar en invierno y de mar a tierra en verano.

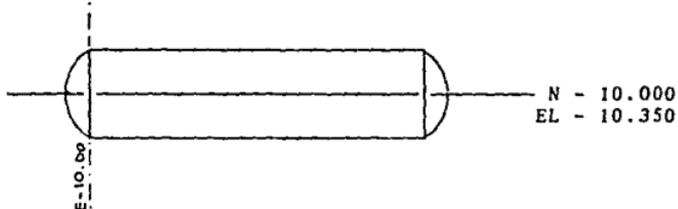
### 3.3. DIBUJO DE EQUIPO

Los dibujos presentados a continuación marcarán las notaciones típicas a utilizar en un plano de localización de equipo.

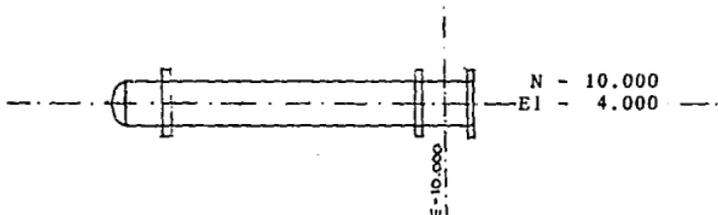
1. Recipientes Verticales, Torres de Destilación y Hornos Verticales.  
Las acotaciones para recipientes verticales, torres y calentadores deben ser a centro de Líneas.



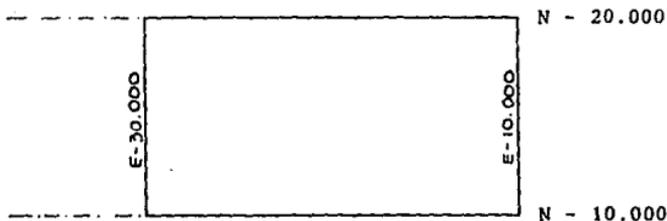
2. Recipientes Horizontales. Las acotaciones para recipientes horizontales, son a centro de línea y a línea tangente. También se debe indicar la elevación a centro de líneas.



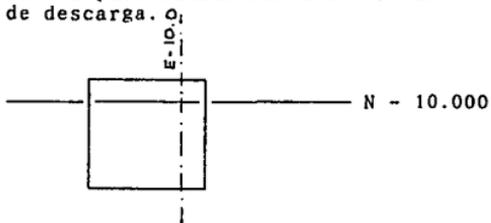
3. Cambiadores de Calor. Las acotaciones de calor de coraza y tubos, son a centro de línea de coraza y a centro de línea de boquilla de los tubos. También se indica la elevación a centro de línea.



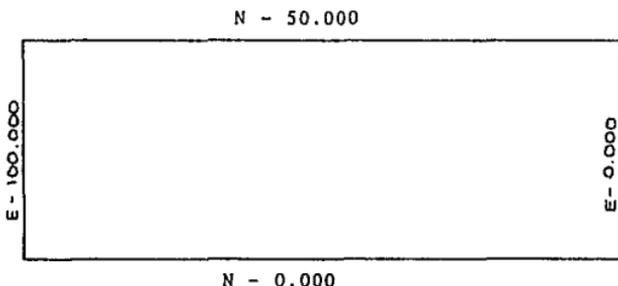
4. Las acotaciones para motor de compresoras y cuarto de control, son a centro de columnas.



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



6. El área disponible para instalar una planta se le deben indicar las acotaciones perimetrales, así como indicar la ubicación con respecto al norte geográfico, dirección de los vientos dominantes y reinantes.



Recordaremos que todos los equipos dentro del plano deben estar a escala, y presentar sin excepción Coordenadas internas y Elevaciones, si es que están elevados.

En el capítulo VII (7.5.) se presenta una guía práctica del usuario, marcando que es lo que debe de contener un plano en cuanto a dibujo se refiere.

## CAPITULO IV

### SEGURIDAD E IDENTIFICACION DE UNIDADES DE PROCESO

#### 4.1 SEGURIDAD

La seguridad debe ser uno de los elementos de más importancia en el proyecto de una planta de proceso. Un desarrollo de proyecto, y para nuestro caso la elaboración de diagramas de localización de equipo ("PLOT PLAN"), que deberá estar planeado y organizado de tal forma que la salud y el bienestar de los operadores jamás se vea afectada.

Los riesgos que hay que considerar en el proyecto de cualquier planta de proceso pueden agruparse en forma aproximada en tres categorías principales:

- REQUERIMIENTOS DEL PROCESO
- INCENDIOS Y EXPLOSIONES.
- HIGIENICOS.
- MECANICOS.
- PERSONAL (BRIGADAS)

La mayoría de los procesos químicos son potencialmente peligrosos, porque en ellos se producen materiales inflamables y explosivos. En el "PLOT PLAN" el equipo para estas plantas deben dictarlo las características de los materiales que se procesan.

Nunca se debe de confiar en la memoria las características de combustión ni los límites de explosión de los materiales. Deberemos hacer una investigación cuidadosa de estas características de los materiales que se van a manejar en la planta antes de empezar los cálculos del proyecto.

En la elaboración de diagramas de localización de equipo, sabemos que las variables involucradas son muchas y que se deberá tener especial cuidado en la seguridad. Un "PLOT PLAN" bien estructurado tendrá los señalamientos de cada equipo ubicado en nuestra planta o unidad de proceso.

Los lineamientos de seguridad son marcados por distintas asociaciones, que marcarán los métodos con un sentido común y a través de la experiencia. El ingeniero de proyecto tiene la obligación de determinar los riesgos potenciales.

A continuación mencionaremos algunas de las asociaciones Internacionales y Nacionales, interesadas en la seguridad e higiene industrial:

#### 4.1.1. ASOCIACIONES INTERNACIONALES.

1.- La NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION: Esta es una organización sin fines comerciales, técnica y didáctica donde encontraremos las siguientes publicaciones: [1]

a) Normas: Adoptadas en gran parte de los Estados Unidos como bases para la construcción. Se han publicado los siguientes sumarios de las normas.

- (i) National Fire Codes for Flammable Liquids, Gases, Chemicals and Explosives.
- (ii) National Fire Codes for the Prevention of Dust Explosions.
- (iii) National Fire Codes for Building Construction and Equipment.
- (iv) National Fire Codes for Extinguishing and Alarm Equipment.
- (v) National Electrical Code.

b) Publicación trimestral de la National Fire Protection Association: información al día sobre incendios y su prevención.

c) NFPA Handbook of fire protection: Manual de referencia.

2.- National Board of Fire Underwriters: Organización pedagógica, objetiva y de ingeniería, sostenida con el fondo de las compañías de seguros contra incendios pública:[1]

a) Normas para la protección contra incendios, muchas de las cuales se basan en la NFPA.

b) Informes sobre investigaciones.

3.- Aseguradora Factory Mutual System: Recomendaciones aplicables en seguridad industrial.[1]

#### 4.1.2. ASOCIACIONES NACIONALES.

4.- Ley Federal del Trabajo: Reglamentaria del Artículo 123 Constitucional, que contiene la declaración de derechos sociales. En el título cuarto, Capítulo 1, se expresan los derechos y obligaciones de los trabajadores y de los patrones; por lo que concierne a seguridad e higiene las fracciones XVI, XVII y XVIII.[3]

5.- AMIS. Asociación Mexicana de Instituciones de seguros: Organismo formado por todas las compañías aseguradoras en el cual se rigen las leyes y normas que debe cumplir una compañía de seguros para poder asegurar un riesgo. Además se marca los tipos de norma que debe de cumplir el riesgo a asegurar.

6.- Reglamentos de trabajos petroleros: Es un reglamento aplicable a las obras de PEMEX a áreas de almacenamiento, localización de equipo. "Rack" de tuberías, etc.

7.- Normatividad PEMEX: Son especificaciones aplicables en seguridad industrial y para construcción de instalaciones industriales, incluyendo instalaciones destinadas al almacenamiento, recibo y distribución de productos.[7]

- a) Especificación GPEI-IS-3600 (PEMEX): Especificaciones para protección de tanques de almacenamiento de la Subdirección de Transformación Industrial.
- b) Norma AI-1-8 (PEMEX): Protección contra incendio de instalaciones de proceso.
- c) Norma AI-5-2 (PEMEX): Datos referentes a contra incendio y seguridad industrial, que deben incluirse en los planos de proyecto, así como para la construcción de las terminales de recibo y distribución de productos e instalaciones de almacenamiento.

En el presente capítulo se busca brindar los lineamientos básicos que deberá seguir el lector, por lo que a continuación se proporciona una lista de renglones de importancia, para la elaboración, en la parte de seguridad, de un Diagrama de Localización de Equipo.

- 1.- Ubicación.
- 2.- Facilidades de transporte.
- 3.- Facilidades de manejo y almacenamiento de productos.
- 4.- Facilidades de servicio personal.
- 5.- Superficies para el desplazamiento de los trabajadores.
- 6.- Iluminación, Calefacción y ventilación general.
- 7.- Asensores
- 8.- Calderas y otros recipientes a presión.
- 9.- Circuitos eléctricos.
- 10.- Maquinaria y equipos fijos.
- 11.- Equipos y herramientas portátiles.
- 12.- Medidas para dar servicio a la fábrica.
- 13.- Medidas para dar servicio al equipo.
- 14.- Prevención y protección contra incendios.
- 15.- Medidas para la salud y seguridad.

La elaboración de un "PLOT PLAN" para edificar e instalar una planta moderna, deben tomarse en cuenta un estudio minucioso de todos los procedimientos y operaciones involucrados, inclusive el tipo de trabajo que se va a realizar y la prevención de daños a los obreros que lo ejecutarán. El construir e instalar una planta y después de adaptarle los procesos siempre conduce a situaciones con las cuales padece la seguridad y por lo regular también el costo y la eficiencia. No obstante, bajo una planeación adecuada podremos lograr que la seguridad en nuestra planta sea buena.

Es necesario, en el caso de cualquier planta química, atender a la ventilación, escapes para los gases de desecho, almacenamiento, posibilidades de incendio, gases tóxicos o irritantes, alumbrado especial a prueba de explosión, motores e interruptores eléctricos; carga y descarga de líquidos corrosivos de tanques y furgones, diques en las zonas de almacenamiento, válvulas de desahogo para control de las presiones, salidas adecuadas de emergencia, baños de seguridad, manejo de tambores, tirar el residuo de solventes, almacenamiento y manejo de gases comprimidos, etc.

La relación entre disposición de la fábrica y la distribución del equipo para el proceso es tan íntima, que las posibilidades de riesgos a la salud y de accidentes no puede desligarse de ninguno de estos aspectos. El ingeniero quien prepara un "PLOT PLAN", no deberá dejar de tomar en cuenta las siguientes medidas, que se presentan a continuación:

4.1.3. Espacio adecuado: Las congestiones conducen a confusión y a la posibilidad de accidentes. La ausencia de espacio suficiente para máquinas o el equipo hace más difícil el trabajar y, por lo tanto, es obligación del ingeniero tenga presente el tamaño del equipo y el necesario campo de acción, así como el espacio necesario para almacenar o guardar el producto terminado.[4]

4.1.4. Accesos seguros: El no cuidar de proporcionar accesos que sean seguros a todo lugar a donde deban llegar los obreros, tales como casetas de grúas y la parte superior de calderas y máquinas, es la causa de muchos accidentes por caídas. Así como pasarelas o barandales en torres, reactores, separadores, etc.[4]

4.1.5. Mantenimiento seguro: Esto incluye sobre todo a la seguridad de los hombres que efectúan trabajos como limpieza y reparación de tuberías, válvulas, intercambiadores, etc.[4]

4.1.6. Aire y luz adecuados: En la buena iluminación participan varios factores. La intensidad de la luz dependerá por entero del área para la que se necesite. El aire como habíamos mencionado en el capítulo III es de suma importancia, ya que su dirección marcará la ubicación de oficinas, quemadores, calderas, tanques de almacenamiento, evitando así acumulación de vapores o gases tóxicos.[4]

4.1.7. Servicios: En el "PLOT PLAN", se prevee la disposición de la maquinaria y equipo fijo. Por lo tanto el arreglo para dar servicio a las áreas en donde el tránsito fluye hacia adentro y hacia afuera sin que interfiera con las diversas operaciones. La anchura de los pasillos, para que puedan circular por ellos el tránsito, es de primordial importancia. Si se utilizan vagones eléctricos o de otro tipo de propulsión, la anchura mínima para una circulación de ambos sentidos deberá tener una tolerancia de por lo menos un metro (3 pies, 1m) extra, además de la anchura de los dos vehículos juntos.

La circulación por los pasillos, deberán tener la amplitud necesaria para que se pueda fluir por ellos con mayor circulación. También deben tenerse en cuenta el manejo de cargas voluminosas. El marcar pasillos, generalmente con pintura blanca o amarilla, y la eliminación de cruces ciegos en al tránsito, ayudará mucho en mantener las vías de circulación abiertas para que por ellos pueda deslizarse un flujo uniforme y despejado de tránsito.[4]

4.1.8. Expansión: Todo ingeniero debe considerar en el desarrollo del proyecto un ensanchamiento de la planta. Si esto se realiza de manera adecuada, la necesidad de volver a empezar pensando en la posible expansión, quedará reducida al mínimo.

Uno de los deberes principales del ingeniero de seguridad es el de comprobar los planes y especificaciones para la disposición y distribución del equipo. Esto constituye una función de importancia ya que proporciona la oportunidad de descubrir y corregir situaciones.[4]

La ubicación apropiada del equipo, permitiendo que haya un espacio suficiente de pasillos y espacio es de particular importancia. La clase de pavimento a usarse, la carga en el piso, el material con que se construyan las plataformas, la colocación de salvaguardas para hojas de metal, de cortinas u otros accesorios para confinar un proceso dentro de un área determinada, son aspectos también importantes.

El ingeniero de proyecto deberá contemplar todos estos parámetros antes de decidir donde se localizará el equipo; pero esto es solo una parte de todo lo que contiene un "PLOT PLAN", en cuanto a decisiones se refiere, porque aunque en este capítulo no se haya mencionado ninguna distancia mínima o máxima pertinente, es porque, aunque no deja de ser un factor importante, el requerimiento de espacio, mantenimiento, costos, la localización, también deberán de ser evaluados.

## 4.2 IDENTIFICACION DE UNIDADES DE PROCESO

Las unidades de operación de una planta de proceso deben separarse, no sólo para obtener una operación más eficiente y un mejor mantenimiento, sino por razones de seguridad. Separando las unidades de proceso es posible evitar la propagación de incendios y las explosiones.

La división de la planta en manzanas, como las unidades, tiene muchas ventajas. Generalmente, las manzanas están separadas por calles que facilitan los accesos, mismos que mencionamos anteriormente. La anchura de una calle dependerá de los tipos de transporte que se utilizarán en nuestra planta de proceso, tanto en operación como en mantenimiento. Estas calles pueden variar de 50 pies (15m) a 100 pies (30m), de anchura. Deben evitarse las calles cerradas para que se pueda llegar a cualquier parte de la planta por dos lados diferentes.

Aunque los caminos proporcionan un servicio definido a la planta, pueden también constituir un riesgo para la seguridad si no están convenientemente dispuestos. Al planearse una localización de equipo en la planta debe tomarse la posibilidad de que algún camión, trailer o carro tanque, puede golpear algún tanque de almacenamiento.

En la siguiente tabla (Tab.3.1.1) se hacen algunas sugerencias respecto a la separación de unidades de proceso y algunas otras instalaciones de la planta. (Fig.3.2).

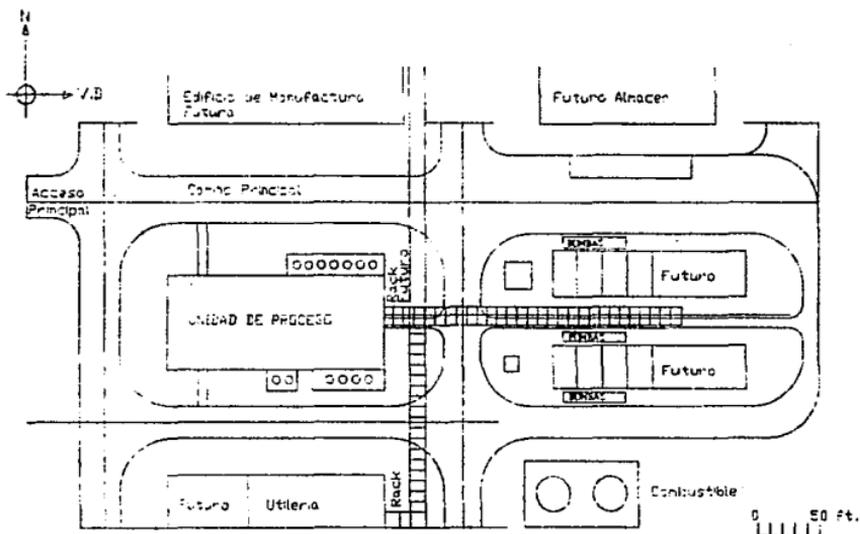
**TABLA 4.1.1 SEPARACIONES MINIMAS QUE SE ACONSEJAN PARA LAS UNIDADES DE PROCESO PELIGROSAS. [1]**

Descripción del riesgo	Distancias a las unidades de operación adyacentes, ft(m).
1. Inflamabilidad ordinaria y presiones bajas a medias*	25(7.5m) - 75(22.5m)
2. Alta inflamabilidad y alta presión	100(30m) - 150(45m)
3. Calderas y hornos de encendido directo	100(30m) - 150(45m)
4. Chimeneas de purga con mechero	100(30m) - 200(60m)
5. Servicios de carga	100(30m)
6. Caminos públicos y ferrocarriles	100(30m)
7. Torres de enfriamiento	100(30m)
8. Tanques de almacenamiento**	75(22.5m) - 150(45m)

\* Norma AI-1-8 (PEMEX): Protección contra incendio de instalaciones de proceso.

\*\* Las distancias mínimas entre tanques de almacenamiento se dan en el National Fire Codes. Siempre que sea posible deberá usarse una distancia equivalente a 1 o 1 1/2 veces el diámetro del tanque mayor.

FIG. 4.2. IDENTIFICACION DE DIFERENTES UNIDADES DE PROCESO Y OTRAS INSTALACIONES



En la siguiente figura se presenta un arreglo de una planta química previendo accesos, distancias mínimas permisibles y futura expansión.

NOTA: V.D. (Vientos Dominantes)

## CAPITULO V

### LOS RACKS DE TUBERIA

#### 5.1 GENERALIDADES

El diseño de los "Racks" de tuberías en un diagrama de localización de equipo, las especificaciones generales y bases de diseño serán de suma importancia para un correcto "LAYOUT".

En un sistema de tuberías contenida en una planta de proceso, es considerada como el sistema arterial, a lo largo del proceso. Todas estas contendrán los fluidos de proceso, auxiliares, y generales, dentro de una planta.

Un correcto "LAYOUT" estará provisto en su diseño de una evaluación bien documentada, siguiendo algunos puntos básicos que se deberán seguir: [16]

1. Las Especificaciones.- Solo pocos términos en el trabajo de especificaciones afectan el diseño de la tubería, siguiendo algunos términos lógicos se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- El espacio disponible
- Accesos
- Requerimientos de espacio para mantenimiento y operación.
- Pasillos y plataformas
- Los detalles de tubería e instrumentación.
- Los requerimientos de seguridad.

2. Las bases de diseño.- Estas nos llevarán al los requerimientos de lo que estamos buscando, es decir, su localización en el área geográfica, clima, vientos, humedad relativa, precipitación pluvial, sismos, etc; que nos llevarán a obtener valores correctos de operación requeridos.

3. Diagramas de flujo.- Nos indicarán las conexiones y equipos que se encontrarán en nuestro proceso, tanto dentro como fuera de Límites de Batería, dándonos una idea integral de nuestra planta como los diferentes servicios y líneas de proceso de la planta.

4. **Diagramas de Tubería e Instrumentación.**- Cuando el diseño y cálculos de todo nuestro equipo a través de los balances de materia y energía adecuados, así como los diseños de cada uno de nuestros equipos, se obtendrá el diagrama de tubería e instrumentación (DTI) el cual contendrá todas las líneas de proceso y las principales líneas de servicio requeridas para nuestro proceso. Este documento mostrará aparte de todas las líneas, la instrumentación y equipo necesario y nos dará una idea bastante cercana de la distancia real requerida de tubería y las distancias entre equipo y equipo. Recordaremos que para el cálculo del diámetro de cada tubería deberemos dar una distancia aproximada para sugerir una velocidad recomendada y las pérdidas de presión por la fricción del fluido en los tubos.

En un diagrama de localización de equipo, se deberá ser muy cuidadoso en la localización y ruta del "Rack" de tuberías, que en sí será el soporte estructural de todos los fluidos que se estén operando dentro de la unidad que queramos localizar. Se hace notar que no todo se puede encontrar ni elegir en el lugar correcto de todo lo que integra una unidad de proceso en una planta química, sin embargo antes de buscar la ruta que se deberá seguir tendremos una idea donde se podrán localizar los equipos de proceso (tanques de almacenamiento, bombas, calentadores, reactores, torres, intercambiadores, hornos, etc), ya que esto nos dará la pauta para elegir la ruta mas económica, segura, y de operación.

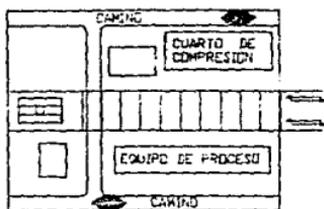
Como se discutió en el capítulo anterior (Cap. IV) la selección de áreas de proceso será determinante, ya que no todas estas áreas tendrán los mismos requerimientos de espacio y operación; así lo que realmente buscamos es tener una relación entre equipo, sus límites, edificios, y la tubería.

## 5.2 LA TUBERIA EN EL PLANO

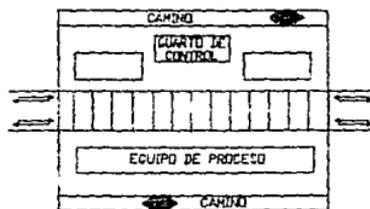
En el "LAYOUT", se determinará la ruta de la tubería soportada en un "Rack" de tubería; estos son mostrados por arreglos típicos mostrados en la figura. 5.2. [16]

Para plantas pequeñas generalmente se tendrán tuberías y "Racks" pequeños (fig. 5.2.1 y 5.2.2.). En estas figuras las líneas de proceso, servicios auxiliares, y servicios generales entran y salen a través del plano. Cuando los requerimientos de espacio no son un factor importante para plantas pequeñas, los "Racks" de tubería seguirán únicamente una línea recta.

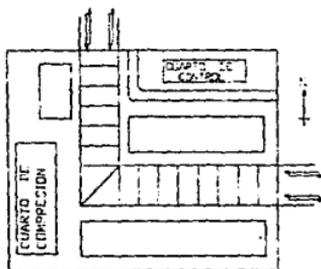
FIGURA 5.2



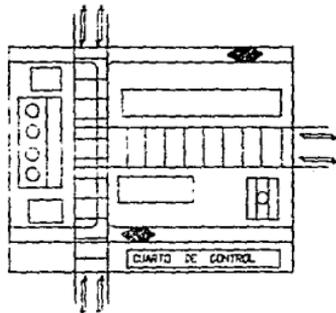
5.2.1 Línea terminal de soporte. Entrada y salida por un mismo lado.



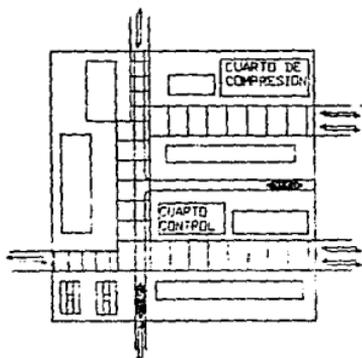
5.2.2 Estructura lineal. Las líneas pueden entrar y salir en ambos lados de la planta.



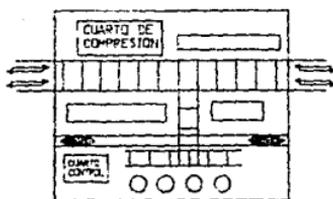
5.2.3 Rack en forma de L. Las líneas pueden entrar al frente y al este del plano.



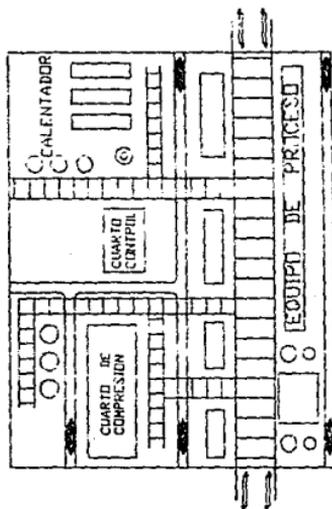
5.2.4 Rack en forma de T. Las líneas pueden entrar por tres lados del plano.



5.2.5 Rack en forma de U. Las líneas pueden entrar por los cuatro lados del plano.



5.2.6 Combinación de Rack en I y T.



5.2.7 Rack de Tuberia en un arreglo complejo, para una planta química grande.

Es importante aclarar que los "Racks" de tuberías deberán ser estudiados en profundidad ya que dependiendo de la complejidad de nuestra planta lo será también la tubería y sus soportes. No debemos olvidar que una correcta localización se verán involucrados, los costos, requerimientos de espacio, áreas de mantenimiento, operación y la seguridad.

En la (figura 5.2.3.) nos encontramos un arreglo en "L". Para plantas más grandes (fig. 5.2.4., 5.2.5., 5.2.6.) la complejidad de la soporteria se incrementará por lo que podremos considerar la combinación de diversos arreglos sencillos.

El curso, la configuración de la soporteria no es determinada cuando se hace el "LAYOUT". Los resultados pueden sobreponer los arreglos de la planta, las condiciones del lugar, los requerimientos del cliente, y sobre todo la economía de la planta.

La tubería del "Rack" está clasificado como líneas de proceso, líneas de servicios auxiliares y generales. Esto deja determinar cada tipo en detalle.

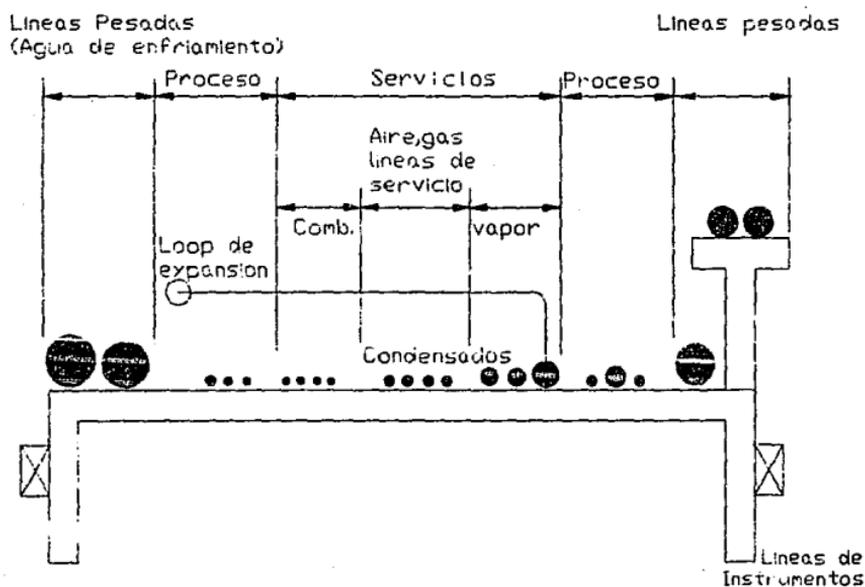
Las líneas de proceso están interconectadas en las unidades de equipo de proceso, a mas de 20 pies (6m). Las líneas de conducción corren a través de los tanques, intercambiadores, o más frecuentemente, de las bombas de los límites de la unidad, o para almacenamiento, o, a los cabezales, fuera de los límites de batería.

La materia prima (carga) irá en las líneas químicas que entran en la unidad de proceso, y usualmente recorren la tubería antes de ser conectados a los intercambiadores, hornos, y equipos de proceso. [16]

### 5.3 LOCALIZACION DE LINEAS EN LA TUBERIA.

En la siguiente figura mostraremos un nivel de tubería típico (fig.5.3). Prescindiendo del servicio, la tubería pesada (líneas de diámetros grandes, o líneas largas llenas de algún fluido) son puestas sobre o cerca de las columnas de soporte. Todos los procesos lineales y las líneas de relevo están puestas junto a las líneas de tubería pesada. Las líneas de utilería están en la parte central del "Rack".

FIGURA 5.3



Una secuencia general para las líneas de proceso, servicios y generales, son mostradas en la siguiente figura (fig.5.3). La posición de las líneas individuales a lo largo de la planta dependen del número y de la medida de la red de distribución. Si la mayoría de las redes de tamaño similar son conectadas al cabezal por la derecha, es más económico poner la línea de tubería en la mitad de la sección derecha.

El diseño adoptado más común es para elevar las vueltas de expansión horizontalmente sobre la soportería a lo largo de nuestra área de proceso o donde sean requeridas son con las líneas de diámetro más grandes y con el más caliente por la parte de afuera. Todas las líneas de proceso sufrirán un esfuerzo mecánico que deberá ser considerado en el diseño estructural de la soportería.[16]

#### 5.4 LA ELEVACION

La elevación del "Rack" de tubería denotada en un plano de localización de equipo se verá afectada por algunos parámetros que deberemos analizar antes de dibujar y elegir su posición en el plano.

Los requerimientos para la elevación del "Rack" de tubería están determinados por lo siguiente:

- a) El acceso principal o calles.
- b) El acceso al equipo debajo del "Rack" de tubería.
- c) El acceso debajo de las líneas conectadas al equipo.

La medida de las vigas de soporte de acero deben también ser tomadas en cuenta cuando se ven los requerimientos del cuarto.

Generalmente las líneas de proceso están conectadas a dos boquillas más elevadas que el banco de tuberías, que se encuentran localizadas.

La elevación de una línea puede estar influenciada por válvulas e instrumentos en la línea, comúnmente una plataforma de acceso, convenientemente puede ser proporcionada para el arreglo de las válvulas en el "Rack". La colocación preferida de las líneas con orificio corren a lo largo y es conveniente que estén cercanas a los bordes para un mejor acceso al mantenimiento. Si no existieran plataformas para el acceso es común en un "Rack" de tuberías tener una escalera móvil.

Cuando las bombas son colocadas debajo de la tubería 1 ó 2 espacios (ranuras) son requeridos a lo largo de la tubería.

Un buen "LAYOUT" deberá proporcionar flexibilidad a nuestro proceso, así que plataformas y pasillos también podrán soportar tubería proveniente del "Rack" y tubería secundaria.

Es de suma importancia, tomar en cuenta que en una planta de proceso deberemos minimizar la longitud de la tubería, por lo que sugerimos algunas dimensiones comunmente usadas. Basicamente, aquella tubería vertical que sale del "Rack" tendrá partiendo del final (borde) una distancia aproximada de 6 a 7 pies (1.8m a 2.1m). Tomando en cuenta que la elevación es importante no deberemos necesariamente minimizarlo ya que debemos acoplarnos a nuestro diseño y requerimiento de espacio, seguridad y operación.

Conocemos bien que la tubería tendrá muchos cambios de dirección; esto nos enseñará a colocar tubería y evitar requerir uso excesivo de espacio y material.

Las elevaciones para un "Rack" de tubería será aproximadamente de 14 a 14.5 pies (4.2m a 4.35m) que permitirá girar hacia arriba o hacia abajo nuestras intersecciones. Es importante la elevación pero puede darse el caso de tener una elevación más que puede variar entre 2 a 2.5 pies (0.6m a 0.75m).

Cuando hemos elegido nuestro "Rack" de tubería correcto, podemos tener algunas alternativas de soportería; como son los "Racks" alternos o laterales. La mejor operación práctica sugiere tener entre el "Rack" principal y el lateral una elevación de 4 a 5 pies (1.2m a 1.5m) sumandose a los 14 pies (4.2m) típicos.

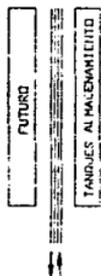
## 5.5 LA LONGITUD

La economía de una planta dependerá primordialmente de la longitud de la tubería. Un "PLOT PLAN" nos dará la longitud aproximada de nuestra tubería, por lo que un buen diseño de localización nos proporcionará con seguridad un costo adecuado para la necesidad requerida.

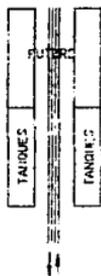
Este documento no pretende realizar el cálculo de minimización de tubería; sin embargo, nos dará un parámetro lógico de simplificación de tubería. Las siguientes tres figuras nos daran una idea de la correcta localización en la longitud de la tubería (5.5.1.,5.5.2.,5.5.3.).

## FIGURA 5.3

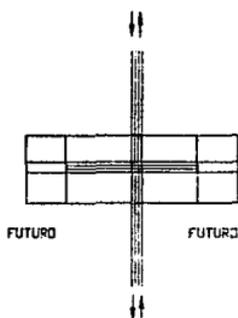
DISEÑO ORIGINAL



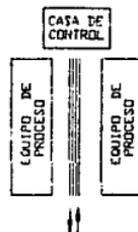
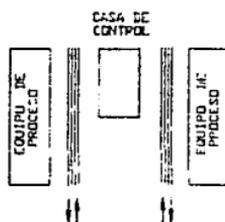
DISEÑO PREFERENTE



5.3.1 Tanques en ambos lados del Rack reducen la tubería



5.3.2. Rotando la unidad 90, simplificamos la configuración y reducimos la longitud de tubería.



5.3.3. Combinar Racks de tubería reduce el costo de capital

Un valor aproximado para saber cuanta tubería se requiere por pieza de equipo de proceso, es de 10 pies (3m) (Intercambiadores, Tanques, Torres, Compresores, etc) para plantas petroquímicas. Cuando hemos obtenido un buen "LAYOUT" los costos de tubería se ven considerablemente abatidos; bajo estas tendremos una longitud de 7 a 8 pies (2.1m a 2.4m) por equipo.

Todo lo mencionado anteriormente para tubería y soportería son ejemplos para que nuestro arreglo sea reducido y por si mismo abatir la longitud de la tubería y por lo tanto el costo de nuestro proyecto.

## 5.6. EL ANCHO DEL "RACK"

La siguiente figura (fig.5.5.4) nos muestra los distintos tipos de sopoterías. Tabla 5.5.1. La siguiente tabulación puede ser usada para seleccionar el tipo de soportes después de obtener el ancho total requerido del "Rack". Los tipos de sopoterías comunmente usados son los tipos 2,3,4 y 5. Todos estos tipos de soportes pueden ser fabricados en acero o concreto (o una combinación de ambos).

TABLA 5.5.1  
ANCHO TOTAL REQUERIDO

Sin Voladizo pies	Con Voladizo pies	Dimensión A pies	Dimensión B pies	Tipo
-	10	10	-	1
20-24	30-34	20-24	5	2
28-32	38-42	28-32	5	3
28-34	36-42	20-24	4	6
39-47	45-53	20-24	6	4
40-44	48-52	28-32	4	7
55-63	61-69	28-32	6	5

Nota: Para la conversión de unidades de pies a metros, multiplicar por 0.3048.

Por lo tanto, para la realización de un plano del tipo deberá contener:

- "Rack" de Tuberías seleccionado, a escala.
- Uso de cordenanadas internas.
- Uso de elevaciones, marcadas a escala, con coordenadas internas.
- La soportería deberá estar marcada y codificada, bajo números y letras, según sea conveniente.
- Cada equipo, o estructura que esté en elevación deberá contenerla.

Ver figura 5.5.5.

FIGURA 5.5.4 TIPOS DE SOPORTES

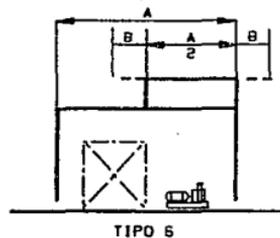
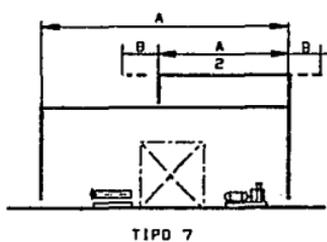
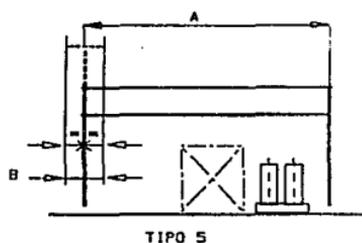
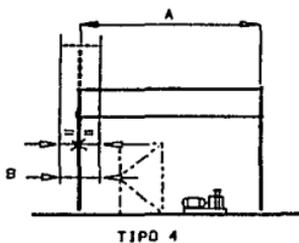
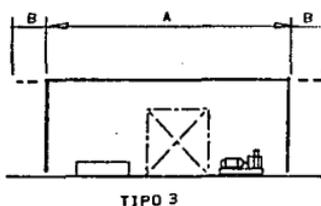
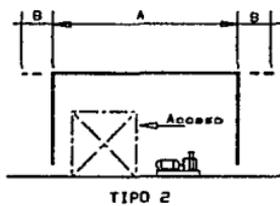
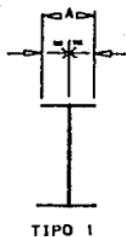
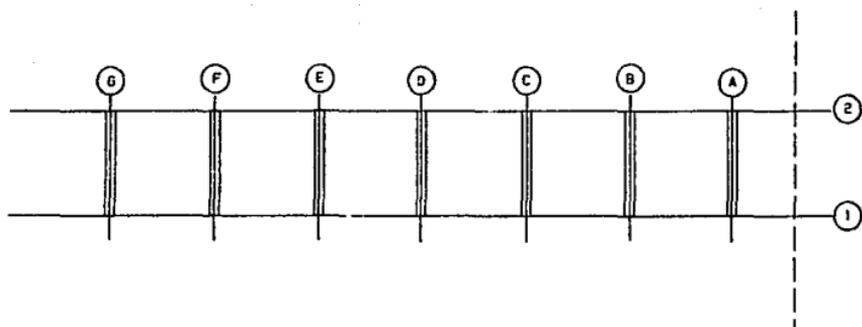


FIGURA 5.5.5. NOTACION DE "RACK DE TUBERIA"



NOTA: SE OMITEN LAS LETRAS I Y O PARA EVITAR CONFUSION  
LAS COLUMNAS PRINCIPALES SE INDICAN CON NUMEROS  
EL ORDEN ALFABETICO DE LAS ESTRUCTURAS, PUEDE SER DE IZQUIERDA A DERECHA O VICEVERSA

## CAPÍTULO VI

### EL EQUIPO

#### 6.1 GENERALIDADES

En un "PLOT PLAN", mismo que hemos ido describiendo por partes anteriormente, el equipo debe recibir un tratamiento especial, ya que la integración, el arreglo, y las consideraciones que deben ser tomadas en cuenta son vitales para encontrar su localización óptima. Por lo tanto antes de empezar a describir cada uno de ellos, recordaremos algunos puntos para empezar a dibujar.

En esta etapa principian los modelos a escala y su desarrollo es de gran ayuda para el progreso del diseño. Concretamente, los pasos a seguir en la preparación del "PLOT PLAN" son: {1,2}

1. Enlístese todas las piezas de equipo mayor, tales como recipientes, cambiadores de calor, bombas, compresores. Indíquese el tamaño y peso de cada una.

Recuérdese que la lista de todos los equipos deberá ir dentro de nuestro plano, proporcionando, la clave y servicio.

Los equipos deberán ser localizados de acuerdo a la secuencia del proceso.

2. Seleccione y evalúe cuál equipo deberá estar elevado. Por lo general, la elevación del equipo esta determinada por los requisitos de succión de las bombas o algunos otros requisitos del proceso mismo. La elevación del equipo es siempre costosa y deberá hacerse estrictamente por necesidad de operación satisfactoria del proceso.

3. Estúdiese los procesos de flujo y procedimientos de operación. La secuencia de flujo y la función de cada pieza de equipo deberá ser entendida completamente de tal manera que su distribución en el plano sea funcional.

4. Determínese, si es posible, los métodos de mantenimiento de cada pieza de equipo de tal manera que los equipos que requieren de mantenimiento frecuente sean de acceso fácil.

5. Estúdiense todos los peligros de operación, de tal manera que pueda preverse la distribución más segura del equipo.

6. Planéese las áreas de trabajo del equipo de acuerdo con las siguientes reglas:

- a) No se acerquen las bombas más de 3 pies (0.9m). Espacios reducidos, o menores, dificultan el mantenimiento.
- b) El equipo con partes cambiables debe estar distribuido de tal manera que las partes puedan quitarse sin desmantelar grandes longitudes de tubería o tener que mover otros equipos. Es necesario el acceso libre de grúas móviles.
- c) Recordar que las cimentaciones tales como las zapatas, a menudo exceden las dimensiones del equipo que soportan. Por tanto, el tamaño de los equipos como el de las cimentaciones deben ser tomados en cuenta.
- d) Las bombas colóquense cerca y abajo de su punto de succión, con el accionador de frente a la soportería.
- e) Los recalentadores y condensadores deben estar cerca de las torres.
- f) Los tanques de succión de las compresoras, deben estar cerca de las mismas.
- g) Los equipos que se relacionen por medio de líneas de dos fases, materiales especiales, y/o disponga de poca presión en la misma, deberán localizarse adyacente a lo mas cercano posible.

7. Estúdiense los problemas de intalación de todos los equipos. Siempre que sea posible, su localización debe facilitar la instalación.

La Preparación del plano depende más del juicio basado en la experiencia que de ajustarse a un conjunto de reglas establecidas.

En adición a toda la secuencia establecida, muchos equipos, tienen una localización óptima para un mínimo de largo en tubería. La localización individual de cada uno de los equipos será discutida a lo largo de este capítulo.

El arreglo del equipo, en un edificio o estructura multinivel es comunmente usado, porque la caída de flujo por gravedad es deseable o esencial entre el equipo de proceso. El ingeniero tiene una tarea difícil, ya que no todas las plantas pueden ser construidas en un plano horizontal, o en una sola planta, y un arreglo vertical multinivel, puede ser una alternativa óptima para encontrar un buen arreglo.

Recipientes a presión, filtros, centrifugas, y secadores y en especial este tipo de equipo, ocupa mucho espacio en una planta. Muchos intercambiadores pueden ser montados por arriba de recipientes o cerca de ellos. Las columnas de destilación podrán ser colocadas cerca de paredes o fuera del edificio. [1,2]

Usando una escala pequeña, se podrá hacer un estudio o sketch (ver cap VII).

Las consideraciones podrán ser muchas y volver la forma de hacer un plano sumamente extenso y tedioso, pero en un arreglo de localización de equipo nos enseñará a proveer una planta económica, barata, de fácil operación y mantenimiento. Los arreglos favorecerán disposiciones compactas e integradas de unidades y equipos. El espacio será provisto alrededor del equipo para una operación conveniente y de acceso al mantenimiento.

Por lo tanto antes de proporcionar todas las características de todos los equipos, deberemos de tomar en cuenta todos los accesos, mismos que deberán aparecer en el "PLOT PLAN".

Generalmente los planos son revisados, por los ingenieros de planta y los operadores. Para ellos, mostrar claramente las vías de acceso es el punto de arranque para reunir propósitos y requerimientos de operaciones.

La fig 6.1.1. [11] muestra un ejemplo de un proceso nuevo, elevado, en un edificio, aquí se ilustra la relación de espacio entre el equipo de proceso y pasillos de acceso. El acceso es llevado a un lado mínimo para cada línea de equipo de proceso.

En la siguiente tabla 6.1.1.[11] mencionaremos las dimensiones típicas de accesos y alturas de techos. Existen excepciones y/o modificaciones, que tendrán que ser presentadas, dependiendo del tipo de planta que estemos tratando.

**TABLA 6.1.1. [11]**

Descripción	Dimensiones
Ancho de andenes, plataformas, pasarelas, escaleras, plataformas en edificios, pisos de edificios. Plataformas alrededor de Entradas hombre.	2 pies 6 pulg (0.7524 m)
Altura para escaleras, pasarelas, plataformas, y zonas de trabajo, bajo plataformas. Claros bajo líneas de tubería y estructura.	6 pies 9 pulg (2.02 m)
Caminos de mantenimiento primario, caminos entre espacios abiertos o unidades de proceso y unidades de servicio.	20 a 24 pies ancho (6 a 7.2 m) 14 a 16 pies alto (4.2 a 4.8m)
Accesos secundarios	16 pies ancho (4.8 m) 11 pies alto (3.3 m)
Accesos principales internos	8 pies ancho (2.4 m) 9 pies alto (2.7 m)
Acceso a líneas de Bombas: Exterior: Interior: Entre una fila de bombas y una pared Entre dos filas de bombas	10 pies (3 m) 4 pies (1.2 m) 6 pies (1.8 m)
Altura sobre espuelas de ferrocarril: A partir de la parte de arriba de las vías A través de una línea o en terminales (fin de vía) Claro horizontal a partir de la línea de centro de la vía a una obstrucción	22 pies (6.6 m) 12 pies (3.6 m) 8 pies 6 pulg (2.55 m)
Elevación vertical de escalones Asentamiento de terreno en la dirección de escaleras Elevación vertical de escaleras..	15 pies (4.5 m) 3 pies (0.9 m) 20 pies (6.0 m)

FIGURA 6.1.1. RELACION DE ESPACIO ENTRE EQUIPO Y ACCESOS

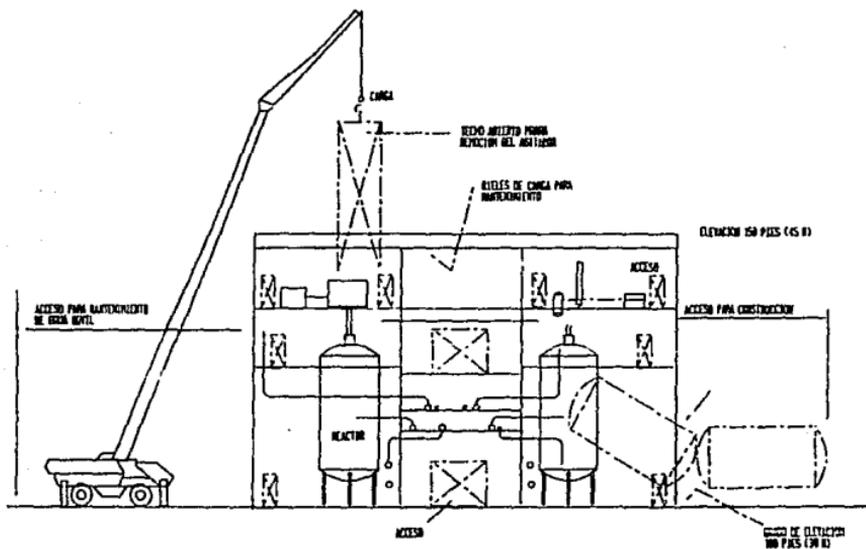


TABLA 6.1.1 (Cont.)

Descripción	Dimensiones
Plataforma abajo de Entrada hombre.	2 a 5 pies (0.6 a 1.5 m)
Claros entre codo de intercambiador y codo de filtro vertical	1 pie 6 pulg (0.4572 m)
Claro enfrente del canal de intercambiador y tapas:	
Exterior	4 pies (1.2 m)
Interior	2 pies (0.6 m)
Claro para remoción para haz de tubos:	
Exterior:	Longitud de los tubos mas 2 pies (0.6 m).

Ya que practicamente, tenemos contemplado, en un arreglo general, la característica de la elaboración de un plano, seremos específicos en el tratamiento del equipo, para su colocación, y arreglo de nuestra planta. Haciendo una selección del equipo que interesa tener las condiciones óptimas como prioridad se presentarán cinco equipos:

## 6.2 COLUMNAS DE DESTILACION

El procedimiento para Torres de destilación de cualquier tipo es el mismo, en cuanto arreglo se refiere.

Las torres siempre se colocan en línea, con plataformas interconectadas, para poder dar así un mantenimiento conveniente. Estas plataformas siempre van soportadas en las torres, ya que así evitaremos un gasto extra en nuevas plataformas y cimentación inecesaria. Una buena localización de plataformas nos conducirá a dar accesos comunes en todas las torres, válvulas e instrumentos, siendo esto como ejemplo, en la alineación de entradas hombre o el arreglo de internos en las torres. Si se utilizan pernos o muecas en las conexiones de las plataformas, podrán ser retiradas facilmente y dar flexibilidad al mantenimiento o a una futura expansión.

Otro arreglo típico para torres de destilación, está en situarlas dentro de un edificio o estructura que soporte intercambiadores o tanques elevados, o en estructuras diseñadas para soportar estas torres. En muchos casos las plataformas para intercambiadores o tanques son utilizadas también como accesos a entradas hombre, válvulas e instrumentos. El espesor de pared puede ser reducido, si la pared de torre es delgada, si trabaja a presiones bajas, o si está soportada en una estructura de gran peso.

Los intercambiadores, también pueden estar soportados en la torre, la manipulación de tubería y remoción de internos podrán ser efectuados, siempre y cuando sea provisto el espacio necesario. Todo esto deberá estar especificado. Los tambores soportados en la torre requerirán de una plataforma adicional. Todas estas desiciones deberán ser contempladas, ya que se modificaría el diseño original y tener cambios en los arreglos de tubería e instrumentación. Cabe mencionar que una grua soportada en la cima de nuestra torres facilitará el mantenimiento de equipo, evitando así un requerimiento de espacio mayor.[12]

El primer punto a contemplar en la ubicación de torres de destilación, es porque estas siempre tendrán por regla equipos de transferencia muy cerca de él, ya que a parte de ser necesario, abaterán nuestros costos de bombeo, sevicios, mantenimiento, y siendo así de costos.

El dibujo de una torre de destilación típico para un "PLOT PLAN" se presenta en la figura. 6.2.2.

La torre deberá estar a escala, dibujada con línea al centro, ya que es un equipo circular; en las líneas llevará la indicación de coordenadas y elevaciones, y contando en el dibujo con las plataformas y descansos seleccionados. Por lo tanto la ubicación de entradas hombre estará dada por la ubicación de las plataformas, así que las boquillas no estarán dibujadas.

La figura anterior presenta algunos angulos de espacios angulares, estos, tampoco se presentarán en el plano.

Normalmente una torre de destilación va integrada de algunos equipos que jamás se separarán de ella y esto nos podrá conducir a denominarlo como una unidad de proceso de separación o purificación, en donde las necesidades de esta nueva unidad serán evaluadas (según sea el caso) como un plano independiente. El tratamiento de localización será el mismo, contemplando la seguridad, el mantenimiento, la operación, y la orientación de la unidad (lo mas alejada posible de edificios y almacenamiento de productos inflamables).

La correcta ubicación de una torre de destilación se verá afectada por todas las necesidades mencionadas en capítulos anteriores.



### 6.3 INTERCAMBIADORES DE CALOR

Un factor básico, para ubicar los intercambiadores, está en ubicar:

- a) Para que se está utilizando.
- b) Si se tiene espacio suficiente para el mantenimiento.

Al ser un equipo de transferencia de calor, no podrá estar cerca de oficinas, tanques de almacenamiento, o reactores; siempre y cuando el proceso no lo requiera, como lo es el caso de torres de destilación. En algunos procesos éstos equipos son críticos y deberán estar aislados o ser provistos de algún muro de contención. En la siguiente figura se muestra un arreglo típico en un "PLOT PLAN" para intercambiadores de calor. (fig.6.3.1.).[13]

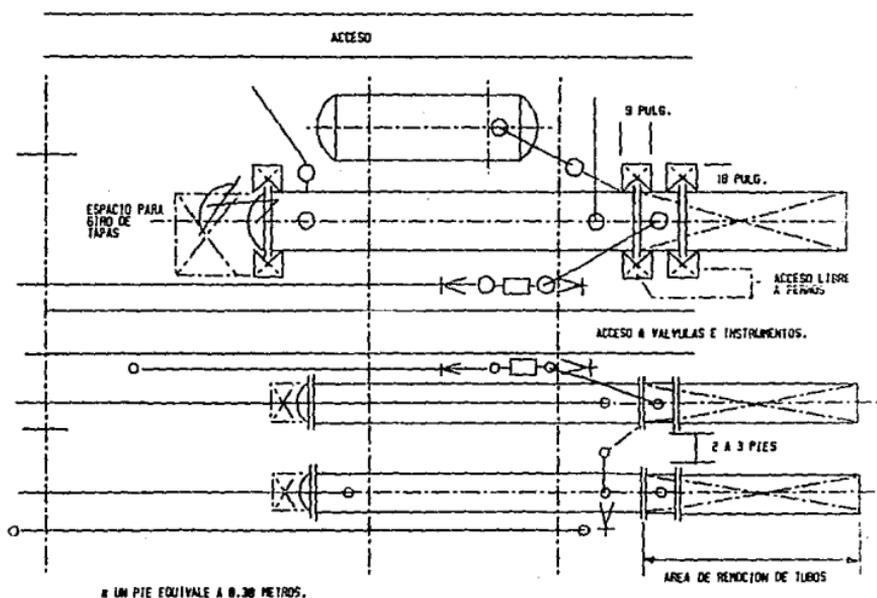
En el plano deberán estar a escala, con las boquillas indicadas, siendo aquí las líneas indicatorias de elevación y localización de coordenadas solamente. Los espacios de mantenimiento serán contemplados, pero no indicados.

La distancia típica entre intercambiador e intercambiador es de 2 a 3 pies (0.6 a 0.9m) de separación.[13]

Como se había mencionado anteriormente, la localización del equipo puede hacerse siguiendo el proceso. En una sección de fraccionación, colocando primero la torres la secuencia para el equipo de intercambio de calor, practicamente está establecida, pero para su colocación seguiremos los siguientes conceptos de aplicación:

- a) Los intercambiadores pueden estar adyacentes a otros equipos; por ejemplo los condensadores y "reboilers", pueden estar localizados seguidos de sus respectivas torres.
- b) Los intercambiadores, también pueden estar cerca de otros equipos; por ejemplo, intercambiadores en circuitos de bombeo cerrado. O bien cerca de tanques para tener líneas de succión cortas.
- c) Los intercambiadores entre iguales distancias de equipo de proceso. No perdiendo la vista de aprovechamiento de espacio y tubería, minimizando rutas.
- d) Los intercambiadores, colocados entre límites de batería y equipo de proceso, por ejemplo, cuando se necesitan productos enfriados, y es necesario enviarlos a los límites de la unidad, y así ganar el mayor calor posible.

FIGURA 6.3.1. ARREGLO PARA INTERCAMBIADORES DE CALOR



Algunas veces la limitación de altura máxima de intercambiadores de 12 pies (3.6m) a las base de la coraza, por diseño, nos hace contemplar la utilización de internos, como haz de tubos para el mantenimiento.[13]

#### 6.4 RECIPIENTES

Existe mucha similitud al tratamiento, que se le dieron a las torres de destilación, sin embargo haremos una clasificación de los distintos tipos de recipientes utilizados en una planta, que a continuación se mencionan:

a) Tanques de proceso y de servicios auxiliares:

- Tanque de "surge" en espera de ser utilizado el líquido para alguna longitud o servicio específico.
- Separación líquido-vapor, o separación de líquidos inmiscibles con diferentes gravedades específicas.

Estos recipientes son simples y usualmente son utilizados en plantas químicas en secuencias de flujo de proceso.[14]

b) Tanques (Reactores) con partes internas, para operaciones de mezclado. Estos pueden estar provistos de agitadores o enchaquetados con agua de enfriamiento, y pueden estar contruidos con acero al carbón, acero inoxidable, o vidrio. Este tipo de tanques requieren de mayor espacio, ya que estan provistos de partes internas, que deben ser removidos. Estos equipos también se encuentran es plantas químicas en una secuencia de flujo de proceso.[14]

c) Tanques de Almacenamiento éstos están Clasificados en dos categorías:

- Tanques de almacenamiento intermedios, generalmente localizados adyacentemente a las unidades de proceso o edificios.
- Alimentación, químicos, y tanques de productos generalmente están localizados alejados de las unidades de proceso. [8]

Estos tanques ocupan generalmente, mucho espacio, por su tamaño, pavimentación, pruebas antiácidos y alimentación, que son necesarios.

Los tanques de almacenamiento, deberán estar los suficientemente lejos de las unidades de proceso, sin embargo los vientos dominantes, nos indicarán la posición que tendrán estos dentro de nuestros límites de batería.

Y la regla será:

"Para la localización del área de tanques, deberá considerarse la dirección de los vientos dominantes y reinantes, para evitar que los gases emitidos por los tanques invadan dichas áreas y en especial las áreas de quemadores y calentadores a fuego directo."

Con excepción de los tanques destinados al almacenamiento de gases licuados de petróleo a temperatura ambiente, todos los tanques para almacenar hidrocarburos o sus derivados estarán rodeados con diques o muros de contención debidamente impermeabilizados, que podrán ser de tierra, concreto o mampostería sólida.

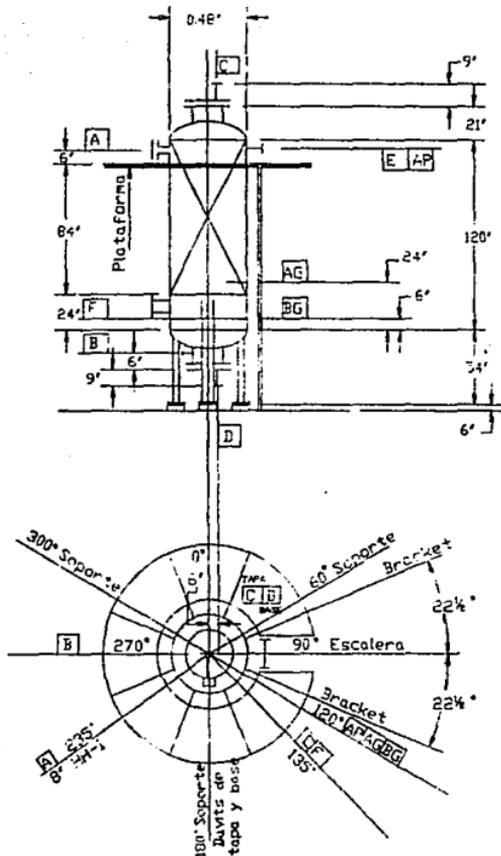
En las áreas de almacenamiento de tanques atmosféricos, deberán subdividirse a agruparse de acuerdo con la clasificación NFPA-30/84 en: Hidrocarburos sujetos a ebullición súbita (boil over), líquidos inflamables y líquidos combustibles, con el objeto de que en el dique se tengan productos de la misma clasificación, es decir, inflamables con inflamables, combustibles con combustibles, etc.

Todos los tanques para almacenamiento de hidrocarburos sujetos a "ebullición súbita" (boil over) con capacidad nominal individual de 10000 bls. y mayores o cuando se tengan tanques de menor capacidad de 10000 bls podrán localizarse dentro de la misma área, limitándose con muros de seguridad (diques) o con subdivisiones a base de guarniciones o canales de drenaje superficial (cunetas).

#### 6.4.1 Distancias Mínimas a otras Instalaciones

Las distancia mínima del muro de contención (dique) de los tanques atmosféricos a instalaciones que presentan alto riesgo, será la mitad del diámetro (D/2) del tanque considerado, pero no menor de 32.8 pies (10m).

FIGURA 6.4



LEYENDA:

- A** 2" Boca de entrada
- B** 2" Boca de salida
- C** 1" Ventilacion
- D** 1" Drenaje
- E** 2" Conexion de Valvula de olivo
- F** 1 1/2" Salida de Vapor
- AP** 1" Conector de Presion
- AC** 1" Mordaza de nivel
- BC** 1" Mordaza de nivel

La distancia mínima del muro de contención (dique) de los tanques atmosféricos a instalaciones, que no intervienen directamente en el proceso, será de una y media veces el diámetro (1.5 D) del tanque considerado, pero no menor de 32.8 pies (10m)

Para uno a varios tanques de almacenamiento con capacidad nominal igual o menor de 30,000 bls, la distancia mínima de tanques, será igual a la altura del tanque considerado.

Para uno a varios tanque de almacenamiento con capacidad nominal mayor de 30,000 bls, la distancia mínima de tanque a dique, será igual a la mitad del diámetro del tanque considerado.

Para hidrocarburos sujetos a ebullición súbita (boil over) y líquidos inflamables, la distancia mínima entre tanques (entre tangentes) será igual al diámetro del tanque mayor (diámetro mayor).

Para líquidos combustibles, la distancia mínima entre tanques (entre tangentes) será igual a la mitad del diámetro del tanque mayor.[8]

Los dibujos contenidos en el plano, serán al igual que las torres de destilación, con las acotaciones a centro de líneas.

La figura 6.4.1. nos muestra un correcto arreglo de planta para un recipiente.

#### 6.4.2 Vías de escape y accesos para mantenimiento

En todos los redondeles, además de las escaleras normales de acceso al patio de los tanques, se dispondrá de vías de escape. Deberán existir cuando menos cuatro vías de escape por patio o cada 164 pies (50m), lo que resulte mayor.

Los patios de los tanques contarán también con el acceso a través de rampas adecuadas para introducir a dicho patio equipos portátiles, tales como monitores o extinguidores de carro.

**TABLA 6.4.2 [8]**

Capacidad Colectiva De Los Tanques en el Patio	Cantidad de Rampas
Mayor que 200,000 bis	4
100,000 a 200,000 bis	2
Menor de 100,000 bis	1

En los centros de trabajo, todas las áreas, locales o edificios, deben tener salidas normales y de emergencia para permitir el desalojo rápido de los trabajadores, de conformidad con lo que establece en este instructivo.[8]

Las áreas, locales y edificios deben de tener salidas de emergencia, en el caso de que el tiempo para desalojar a los trabajadores para las salidas normales sea superior a tres minutos; o cuando sólo exista una salida normal.

Las salidas normales y de emergencia de las áreas de peligro de los locales y edificios estarán dispuestas de tal forma que para ir al sitio de trabajo a la salida más próxima, la distancia a recorrer no debe exceder de:

- a) 50 pies (15m) en donde exista alto riesgo.
- b) 100 pies (30m) en los demás casos.

#### 6.4.2.1 Escaleras

Los tanques con capacidad de 500,000 bis y 200,000 bis, deberán tener como mínimo cuatro accesos por escalera, ubicados estratégicamente.

Los tanques de 150,000 bis y menores, deberán tener como mínimo dos escaleras localizadas en dos esquinas opuestas entre sí.[8]

#### 6.4.2.2 Rampas

Toda área limitada por diques podrá contar con una rampa de acceso de 3 pies (1m) de ancho para equipo portátil de mantenimiento.

En algunos casos se podrá sustituir una escalera por la rampa de acceso mencionada anteriormente.

#### 6.2.2.3 Burladeros

Además de las escaleras de deberá contar con vías de escape a base de burladeros (escalón empotrado en los muros de contención para facilitar el escape, mediante el salto del dique) que deberán localizarse a cada 143 pies (50m) como máximo.

En el caso de diques de 4 pies (1.2m) de altura y menores no requieran de vías de escape tipo burladero.

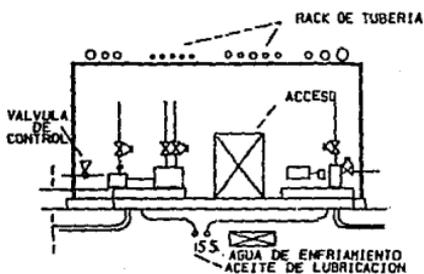
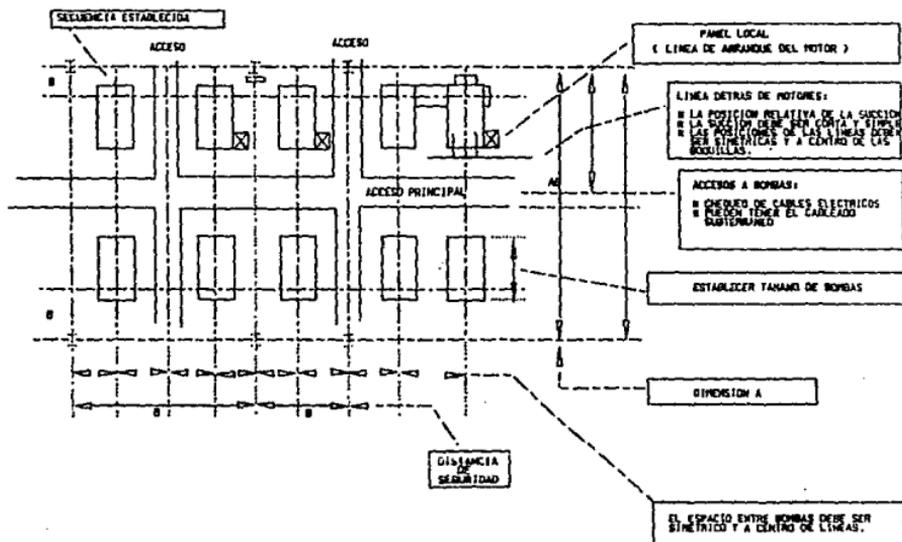
Para el caso de diques con una altura mayor de 6 pies (1.8m) la localización de escaleras, vías de escape (tipo burladero) y rampas, deberán tratarse también como casos especiales. [8]

#### 6.5 BOMBAS

Las bombas raramente influyen en el diseño de localización de equipo de una planta, excepto, cuando estas son utilizadas para los servicios. Siempre con un relevo estas son localizadas lo más cercano posible al los recipientes de proceso.

En plantas petroquímicas, muchas bombas son dispuestas en dos hileras bajo el "Rack" de tubería. Alineados los motores con un espacio adecuado para mantenimiento, están en el centro de las dos hileras de bombas. Succión y descarga siempre están en dirección de los recipientes de proceso. Si en el plano de localización de equipo se muestran en forma rectangular, es porque las bombas llevan una cimentación y esta es un poco más grande que el motor-bomba. Las líneas de descarga siempre van por arriba y por debajo del "Rack" de tubería. Las válvulas de control siempre estarán dispuestas en las estructuras para proporcionar un buen soporte. Cuando el espacio es restringido, o las bombas son muy pequeñas, o las estructuras llegan a ser demasiado caras, dos bombas pueden puestas en una plancha de concreto con un solo arrancador.

FIGURA 6.5.1 LOCALIZACION DE BOMBAS



Para seguridad y conveniencia en la operación, bombas para líquidos inflamables deben estar fuera de los diques; aunque puede ser la excepción de que las bombas esten montadas en el tanque.

Como lo hemos mencionado en la figura 6.5.1.[15], se muestra como debe estar presentado, una hilera de bombas, siguiendo con las acotaciones a centro de la boquilla de descarga, continuado con las coordenadas internas.

Las bombas siempre deberán colocarse cerca y abajo de su punto de succión. con el motor de frente a la soportería. La separación entre una bomba y su relevo será comunmente de 2 pies. (0.6m).[15]

## 6.6 HORNOS

Los hornos en las plantas químicas usualmente ocupan áreas largas en sitios dentro de la planta y están localizados en los alrededores de los límites de batería. Equipos de proceso semejantes son los reactores, fraccionadoras primarias, y columnas de destilación. El equipo de proceso es conectado a la salida de hornos, lo más cercano posible para que las líneas de transferencia sean simples y cortas.

El espacio contra incendio y distancias de seguridad son requeridas entre unidades de proceso, edificios, y almacenaje corriente abajo, y los hornos corriente arriba, al igual que los tanques de almacenamiento.

Claros o espacios deben ser tomados en cuenta para poder remover los tubos para mantenimiento con grúas móviles. "Rack" de tubería, válvulas de control, tubería diversa, instrumentos, y disponibilidad eléctrica, asociada con estos hornos, tienen que ser dispuestas, mejor dicho en un área amplia.

Los hornos están localizados corriente arriba, ya que los gases inflamables o vapores es probable que sean arrastrados o elevados hacia ellos.

Las distancias de seguridad son dadas en las especificaciones del diseño de la planta.

**TABLA 6.6.1**

**DISTANCIAS MINIMAS DESDE EL HORNO AL EQUIPO DE PROCESO**

Descripción	Distancia (pies y m)
Hornos circulares	20 a 30 (6 a 10)
Hornos de caja o estructurados	40 a 60 (12 a 18)
De costado	20 a 40 (6 a 12)

El "Rack" de tuberías puede ser localizado dentro de estas áreas de seguridad. El espacio para combatir un incendio es provisto en todo alrededor del horno.

Los hornos usualmente están localizados en la periferia de la unidad de proceso. No obstante los hornos circulares están localizados dentro del área de equipo, para evitar largas distancias en las líneas de bombeo.

Diversos procesos que requieren de varios hornos generalmente se agrupan. Con una chimenea común para este propósito bajan el costo de inversión de capital.

En la figura 6.6.1.[17], se muestran cuatro arreglos típicos de hornos, los cuales en el plano deberán estar a escala y con las acotaciones a centro de líneas.

Una parte de la localización de equipo ha sido cubierta, sin embargo, a manera de simplificar el desarrollo de este capítulo presentamos el espaciamiento típico, para plantas petroquímicas y refinerías. [17]

FIGURA 6.6.1. ARREGLOS TÍPICOS DE HORNOS

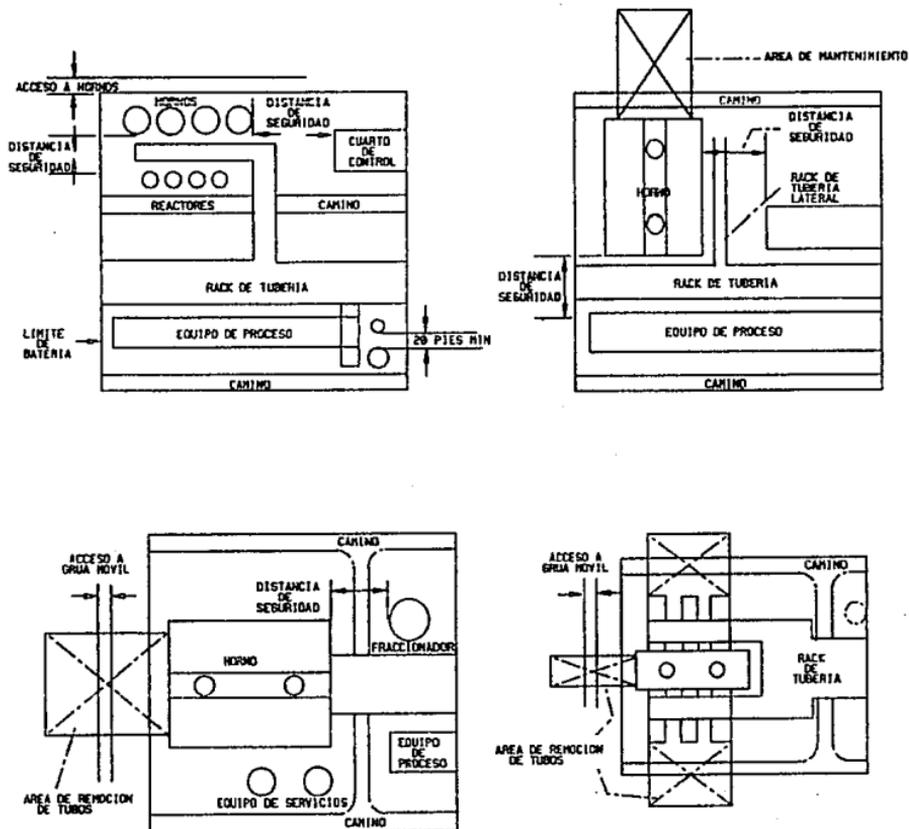


TABLA 6.7.1. RECOMENDACIONES GENERALES PARA ESPACIAMIENTO EN REFINERIAS

DISTANCIA MINIMA EN PIES  
(1 PIE = 0.3048m)

FUENTE: OIL INSURANCE  
ASSOCIATION

NOTAS: VER HOJA ANEXA

	EDIFICIOS DE SERVICIOS	UNIDADES DE PROCESO	CALDERAS, ED. ELECT. Y SERVICIOS, ETC.	CALENTADORES DE PROCESO A FUEGO DIRECTO	RECIPIENTES DE PROCESO ED. DE FRACCIONAMIENTO	CUARTO COMPRESORES DE GAS	CUARTO PARA BOMBAS GRANDES DE ACEITE	CUARTO DE CONTROL	TORRES DE ENFRIAMIENTO	VAPOR DE APAGADO AGUA DE ESPREADO	DESBORDE Y TANQUE DE DESFOQUE	TANQUES ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO	TANQUES AUXILIARES DE ALMACENAMIENTO	TANQUES DE MEZCLADO (CARBONAMIENTO)	SERVICIO DE CARGA Y DESCARGA INCLUYENDO EL EMBARCADOR	BOMBAS CONTRAINCENDIO	MONITORES	HIDRANTES	CUARTO CON EQUIPO CONTRAINCENDIO	TANQUES A PRESION	TANQUES ATMOSFERICOS
EDIFICIOS DE SERVICIOS																	50	50	50		
UNIDADES DE PROCESO	180	180															50	50	50		
CALDERAS, EQUIPO GENERADOR DE ELECTRICIDAD Y SERVICIOS, ETC.	100	100															50	50	50		
CALENTADORES DE PROCESO A FUEGO DIRECTO	180	50	100	25													50	50	50		
RECIPIENTES DE PROCESO, EQUIPO DE FRACCIONAMIENTO, ETC.	100	100	50														50	50	50		
CUARTO PARA COMPRESORES DE GAS	100	100	180	50													50	50	50		
CUARTO PARA BOMBAS GRANDES DE ACEITE	100	100	180	20	20												50	50	50		
CUARTO DE CONTROL		100	50	50	50	50	50										50	50	50		
TORRES DE ENFRIAMIENTO	50	100	100	100	50	50	50										50	50	50		
VAPOR DE APAGADO, CONTROLES DE AGUA DE ESPREADO	100			50	50	50	50										100	100	100		
QUEMADOR Y TANQUE DE DESFOQUE	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	100	100	250		
TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO	200	250	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	50	50	50		
TANQUES AUXILIARES DE ALMACENAMIENTO	100	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	50	50	50		
TANQUES DE MEZCLADO (CARBONAMIENTO)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	A	A	250		
SERVICIO DE CARGA Y DESCARGA INCLUYENDO EL EMBARCADOR	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	50	50	50		
BOMBAS CONTRAINCENDIO	50	200	0	250	250	100	100										50	50	50		
TANQUES A PRESION	100		150	200	200	200											250	50	50	100	"
TANQUES ATMOSFERICOS	100		100	200	200	200											250	50	50	100	"

#### NOTAS DE LA TABLA 6.7.1

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 pies (30m) de cualquier área de vapores peligrosos.
3. Entre límites de baterías.
4. Tanques con capacidad arriba de 1590 m<sup>3</sup>: 250 pies (76m).  
Tanques con capacidad de menos de 1590 m<sup>3</sup>: 150 pies (46m).
5. Tanques con capacidades arriba de 795 m<sup>3</sup>: 200 pies (61m)  
Tanques con menos de 795 m<sup>3</sup>: 100 pies (30m).
6. Considerando un area de 25 pies (7.6m) a 50 pies (15m).
7. Los controles pueden ser instalados adyacentes a, o un lado del equipo.
8. Los quemadores de desfogue con una altura menor de 75 pies (23m) deberán estar a 300 pies (91m), para alturas mayores de 75 pies estarán a 200 pies (61m).
9. Los tanques con capacidades arriba de 1590 m<sup>3</sup> deberán estar espaciados 1/2 diámetro; para tanques de 1590 a 7950 m<sup>3</sup> espaciarlos 1 diámetro, para tanques con capacidad arriba de 7950 m<sup>3</sup> espaciarlos 1 1/4 diámetro. Los tanques de más de 39 750 m<sup>3</sup> requieren consideración especial.
10. Los edificios administrativos incluyen oficinas, cuartos de mantenimiento, cafeterías, laboratorios, hospital, estacionamiento.
11. Los tanques de propano preferiblemente deberán estar asilados en la selección más remota de la planta.

TABLA 6.7.2. RECOMENDACIONES GENERALES PARA ESPACIAMIENTO EN PLANTAS PETROQUIMICAS

NOTAS: DISTANCIA MINIMA EN PIES (0.3048 M)

■ 1 1/2 DIAM. MAS GRANDE

■ UN DIAM. MAS GRANDE

■ 1 1/2 DIAM MAS GRANDE

FUENTE OIL INSURANCE ASSN

VER NOTAS EN LA SIGIENTE PAGINA

	UNIDAD DE PROCESO - AR	UNIDAD DE PROCESO - BR	TANQUES DE ALMACENAMIENTO AR	TANQUES DE ALMACENAMIENTO BR	ALMACEN DE PRODUCTO - BR	EMBARQUE Y RECEPCION - AR	EMBARQUE Y RECEPCION - BR	EDIFICIOS DE SERVICIOS	AREA DE REMERVIDORES	BOMBAS CONTRA INCENDIO	CONTROLES DE EMERGENCIA	CONTROLES DE AGUA DE ESPREAD	MONITORES	QUEMADORES DE EMERGENCIA	PLANTAS PILOTO	TORRES GRANDES DE ENFERMIENTO	HIDRANTES	CALENTADORES DE PROCESO A FUEGO DIRECTO
UNIDAD DE PROCESO (ALTO RIESGO) A,B	200									250	100	50		200	150			
UNIDAD DE PROCESO (BAJO RIESGO) A	100	50								150	50			200	100			50
TANQUES DE ALMACENAMIENTO (ALTO RIESGO) C	250 <sup>1</sup>	250 <sup>1</sup>	■							250	100 <sup>2</sup>			250	250			200
TANQUES DE ALACEMANIENTO (BAJO RIESGO)	200 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	■	■						200				200	200			200
ALMACEN DE PRODUCTO (BAJO RIESGO) D	150	50 <sup>4</sup>	250 <sup>1</sup>	100 <sup>3</sup>	50 <sup>4</sup>					200				200	150			100
EMBARQUE Y RECEPCION (ALTO RIESGO) E,F	200	200	150 <sup>1</sup>	100 <sup>3</sup>	150	50				130	100	50 <sup>2</sup>		200	200			200
EMBARQUE Y RECEPCION (BAJO RIESGO)	150	100	100	50	20	50				100				150	150			100
EDIFICIOS DE SERVICIOS G	200	100	200	100	100	50	100			100				200	200			100
AREA DE REMERVIDORES	200	150	200	50	100	200	100	100						200	100			100

TABLA 6.7.2. RECOMENDACIONES DE ESPACIAMIENTO DE LA UNIDAD DE PROCESO

NOTAS: DISTANCIA MINIMA EN PIES  
( 1 PIE = 0.3048 m )

FUENTE: OIL INSURANCE ASSOCIATION

- \* ALIMENTACION DE ALTO RIESGO
- \*\* LOS CUARTOS DE CONTROL DENTRO DE UNIDADES GRANDES O PELIGROSAS, O CUARTOS DE CONTROL CENTRALIZADOS PARA UNIDAD MULTIPLE O CONTENIENDO EQUIPO DE COMPUTO REQUIEREN UN ESPACIAMIENTO MAYOR.
- \*\*\* UN DIAMETRO.

	REACTORES	COMPRESORES	TANQUES	EQUIPO DE FRACCIONAMIENTO	CUARTOS DE CONTROL
REACTOR	25 <sup>S</sup>				
CUARTO PARA COMPRESORES PEQUEÑOS O CUARTO DE BOMBAS	40 <sup>S</sup>				
TANQUES DE ETAPAS INTERMEDIAS Y DE ALMACENAMIENTO AUXILIAR. *	100 200	100 200	***		
EQUIPO DE FRACCIONAMIENTO	50	30	100		
CUARTO DE CONTROL **	50 <sup>S</sup> 100	50 100	100	50 100	10

X VER HOJA ANEXA.

## NOTAS DE LA TABLAS 6.7.2.

- 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 contiene materiales inestables, líquidos de bajo punto de inflamación, sólidos altamente combustibles requieren consideraciones especiales.
- E. El embarque y la recepción de alto riesgo de materiales inestables con punto de inflamación por abajo de los 43°C. (109.4°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, cafetería, hospital. Los laboratorios experimentales están clasificados como unidades de proceso.
- H. Mantener las flamas abiertas a 100 pies (30m) de las áreas de vapores peligrosos.
- I. La desviación de estas distancias requiere de instalaciones de protección especiales, tales como: sistemas fijos de espuma, esprayado 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 3975 m<sup>3</sup>.  
Para tanques de almacenamiento horizontales, el máximo son 1515 m<sup>3</sup> por grupo, con 100 pies (30m) entre grupos u otro arreglo adecuado.

1. Para tanques verticales específicamente usar cinco diámetros.
2. Para tanques verticales específicamente usar cuatro diámetros.
3. Para tanques verticales específicamente usar tres 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 379 m3 requerirá consideraciones especiales.

## CAPITULO VI

### INTEGRACION Y EJEMPLO

#### 7.1 GENERALIDADES

En el siguiente capítulo integraremos, todas las reglas y consideraciones, que sean posibles en un ejemplo sencillo de una planta de producción de Acetona, vía Isopropanol. Mencionando en una secuencia de como elaborar nuestro plano de localización de equipo.

##### 7.1.1. CONSIDERACIONES.

Se ha considerado que el terreno se encuentra localizado en el parque industrial de Salamanca.Gto. Teniendo una limitante de espacio de 2000 m<sup>2</sup>. La elección de este lugar fue por varias razones:

- Las condiciones meteorológicas del lugar son favorables.
- La materia prima se produce en la planta de PEMEX Salamanca.
- Se encuentra al centro del país y su comercialización es más sencilla.
- No se encuentran plantas de alto riesgo alrededor de ésta.
- La entidad proporciona todos los servicios, como agua, luz, drenaje, etc.

Hacemos incapie que se trata de una planta de producción pequeña (17.000 ton/año).

Así, que tomaremos un papel de 60 x 90 cm, ya que nuestro espacio, por ocupar no será de gran tamaño, y la escala por consiguiente no será tan pequeña.

##### 7.1.2. DELIMITACION DEL AREA.

Ahora procederemos a realizar los margenes e información pertinente del plano (ver cap II).

El área disponible para instalar la planta se le deben indicar las acotaciones perimetrales. Si se desea se puede cuadricular el plano en modulos, de cualquier tamaño, con línea delgada y tenue.

### 7.1.3. UBICACION Y ORIENTACION.

En la parte superior izquierda o derecha, se deberá de indicar, la dirección del norte geográfico y de construcción, incluyendo la dirección de las vientos dominantes y vientos reinantes, para poder determinar que partidas deberán colocarse corriente arriba, o corriente abajo de la planta.(ver cap III)

Esta indicación de orientación NO debe interferir con el dibujo dentro del plano.

### 7.1.4. ESTRUCTURA.

La elección de criterio para seguir el proceso o por unidades de proceso, se verá afectado, por la naturaleza del mismo. Aquí es donde empieza la experiencia aplicada por el ingeniero. Para nuestro caso se eligió en primera instancia seguir al proceso, para la ubicación de la misma, ya que las unidades de proceso, como separación, reacción, y destilación, son realmente pequeñas.[19]

### 7.1.5. ARREGLO GENERAL.

Se sugiere primero antes que nada, ya teniendo la escala adecuada, hacer la lista de equipo, dibujar cada uno de los equipos y recortarlos, para darse una idea general (sketch) de donde se podrían localizar. Ahora iremos jugando con todos los equipos, seleccionando en primera instancia, los equipos críticos, como lo son, hornos, reactores, tanques de almacenamiento, etc. Sin perder de vista las consideraciones climatológicas, seguridad, la tubería y distancias mínimas permisibles.

El arreglo de proceso puede ser horizontal o vertical. Para el caso de arreglos verticales se debe pensar en diferentes planos dependiendo, del número de niveles que presente nuestra unidad. Por lo tanto en una planta de proceso de tipo elevado se deberán de construir varios diagramas de localización de equipo.

Una de las ventajas de una unidad de proceso, planeada verticalmente ofrece un aprovechamiento de espacio en el terreno, donde se encuentra situada, además del posible ahorro energético, en la manipulación de fluidos o materiales, refiriendonos a materia prima y/o producto terminado. Otro punto favorable a las plantas elevadas, se encuentra en la minimización de tubería, ya que en este tipo de estructuras las rutas son mas cortas.

Una de las posibles desventajas en este tipo de plantas será el costo de mantenimiento, ya que generalmente se encuentran encerradas en una estructura o edificio. La manipulación de equipo para su mantenimiento será mas difícil porque deberemos considerar la adquisición de grúas móviles o la instalación de transportadores dentro de nuestra planta, ya que nuestra limitante es el espacio.

#### 7.1.6. LOS "RACKS" DE TUBERIA.

Para tener un arreglo mejor desarrollado, se puede empezar con un "Rack" de tubería supuesto, (no implica, tener que utilizarlo forzosamente este tendrá modificaciones, pero no se debe olvidar que estas estructuras estan estandarizadas y no es posible hacer muchas modificaciones, además de tener que pensar en si los servicios están disponibles y por que parte de la planta entran o son suministrados. No hay que perder en cuenta donde almacenaremos el producto terminado, y sobre todo minimizar tubería, o evitar rutas largas de tubería crítica como tubería de hidrógeno.

#### 7.1.7. RECOMENDACIONES DE DISTANCIAS.

Al acercarse al arreglo, debemos tomar en cuenta, todas las distancias mínimas permisibles entre unidad de proceso, o equipo y equipo, mismas que se encuentran en el capítulo anterior.

#### 7.1.8. RECOMENDACIONES ESPECIALES.

Si se encontraran situaciones, en las que las distancias mínimas permisibles, no pudieran ser aplicadas por falta de espacio o economía, se deben buscar soluciones viables, tal es el caso de colocación de muros de contención o diques.

### 7.1.9. FORMATO FINAL.

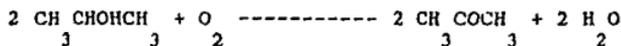
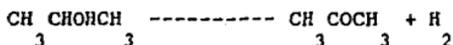
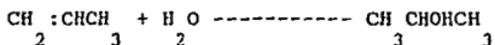
Establecido en como debe estar dibujado, el plano debe contener en forma la lista de equipo con cada una de sus claves, y las notas pertinentes.

A continuación se presenta la integración total del plano antes mencionado, con una explicación del porque de cada uno de los criterios seleccionados.

### 7.2. ACETONA A PARTIR DE ISOPROPANOL

La mayor producción de Acetona en E.U.A. es a partir de propileno vía alcohol isopropílico. La existencia de acetona de alta calidad en grandes cantidades que provienen de la industria petroquímica es el mayor factor en la expansión de la producción de rayón y otras industrias consumidoras de acetona. En el desarrollo de la manufactura de acetona a partir de petróleo se produjo sólo con el más cuidadoso control y pureza de materias primas y reactivos, todo esto para cumplir con los requerimientos de la industria del rayón-acetato de celulosa.

Las reacciones que involucran la producción de acetona son las siguientes:



La producción típica de alcohol isopropílico envuelve las siguientes operaciones:

1. Reactor
2. Fraccionador
3. Absorbador de Agua
4. Stripper

La producción de acetona a partir de alcohol isopropílico puede ser producida por una oxidación catalítica o deshidrogenación catalítica. Esta catálisis de deshidrogenación incluye metales como son cobre, latón, níquel, etc, algunas veces con promotores, y varios óxidos metálicos y sales o combinaciones óxido-sal, recomendándose con una temperaturas de 300°C (572°F). La oxidación es exotérmica, reportándose mucha dificultad en el control; la catálisis típica es de cobre o aleaciones de cobre, plata y óxidos metálicos, y las temperaturas están en el rango de 200 a 800°C (392 a 1472°F).

### 7.3. BASES DE DISEÑO

Son el conjunto de información y documentación entregada por el cliente, así como la obtenida y aprobada por éste, mediante diferentes medios, tales como: Recomendaciones del licenciador, Especificaciones Generales de Diseño de todas las disciplinas, cuestionario de diseño aprobado, etc., que definen los conceptos que se deberán seguir durante el desarrollo de un proyecto.

La información presentada está contenida en los diferentes puntos a desarrollar a lo largo de este capítulo, como lo son la capacidad de la planta, servicios y condiciones climatológicas

### 7.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El objeto de la planta es la deshidrogenación catalítica del isopropanol para obtener acetona, con una pureza del 99.8%. Esta planta tiene la capacidad de procesar 17,600 ton/año de acetona.

La planta se divide en cuatro secciones para su descripción, que son: Sección de alimentación y vaporización, Sección de reacción, Sección de separación y Sección de Purificación.

#### 7.4.1. Sección de Alimentación y Vaporización

Esta sección consta de un Tanque de Alimentación (FB-i01) que recibe isopropanol proveniente de la Refinería de PEMEX Salamanca. Este tanque tiene como finalidad el asegurar la carga de isopropanol que es necesaria para el funcionamiento del reactor.

El isopropanol almacenado se lleva por medio de la bomba (GA-101) hacia el vaporizador de carga (EA-101). El medio de calentamiento es vapor de baja presión. La presión de la carga es de 4.57 Kg/cm<sup>2</sup> y su temperatura de 89°C (192.2°F).

Enseguida se lleva a cabo una integración térmica en el sobrecalentador (EA-102), para elevar la temperatura de la carga a 290°C (554°F), mediante el enfriamiento de los vapores salientes del reactor.

#### 7.4.2. Sección de Reacción

La corriente de vapor caliente entra en el reactor Catalítico de Lecho Fijo (RA-101). El catalizador utilizado es Niquel Raney. Dentro del reactor se lleva a cabo la reacción de deshidrogenación, dando una mezcla de acetona, hidrógeno e isopropanol.

La mezcla gaseosa sale del reactor a 300°C (572°F) y toma parte en la integración térmica que se lleva a cabo en el sobrecalentador (EA-102), con la corriente de entrada al reactor y sale a una temperatura de 101°C (213.8°F). Esta corriente pasa a la sección de separación.

#### 7.4.3. Sección de separación

La mezcla gaseosa proveniente de la sección de reacción, entra al condensador (EA-103). Este condensador utiliza agua como medio de enfriamiento que entra a una temperatura de 30°C (86°F) y sale a 50°C (122°F).

La corriente sale del Condensador EA-103 a una temperatura de 60°C (140°F) y entra al tanque Separador (FA-102), donde se lleva a cabo la división de la fase líquida (acetona e impurezas) y la fase gaseosa (Hidrógeno). El Hidrógeno se envía a límites de batería a una temperatura de 20°C (68°F). La fase líquida se envía por medio de la Bomba de Alimentación de Torre (GA-102) hasta la sección de purificación.

#### 7.4.4. Sección de Purificación

La corriente líquida de acetona e impurezas proviene de la sección de separación, entra en la torre de destilación (DA-101), con una temperatura de 60°C (140°F) y una presión de 1.81 Kg/cm<sup>2</sup>. Esta es una torre de destilación de 53 platos y la alimentación se hace por el plato número 25. Los productos obtenidos son isopropanol en los fondos y acetona 99.8 % de pureza en el domo.

La acetona obtenida del domo pasa al condensador (EA-106), utilizando agua de enfriamiento de 30°C (86°F). La acetona se acumula en el tanque de Condensado (FA-103) a una temperatura de 20°C (68°F). La acetona líquida así obtenida es enviada a almacenamiento mediante la bomba (GA-103), fuera de límite de batería.

La corriente de fondos de isopropanol que no reaccionó se agota en el rehervidor (EA-105) de la torre, y el residuo agotado se envía a límite de batería para su almacenamiento por medio de la bomba (GA-104).

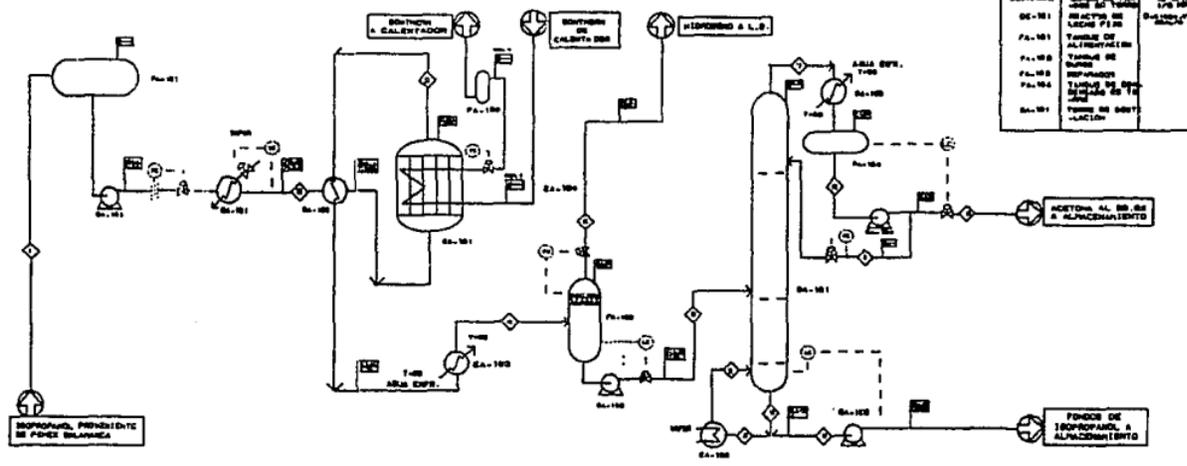
#### 7.5. LISTA DE EQUIPO PARA PLANTA DE ACETONA

CLAVE	NOMBRE	CARACTERISTICAS
DA-101	Torre de Destilación de Acetona	D=4 pies(1.2m) L=101 pies(30.3m)
DC-102	Reactor de Lecho Fijo	D=6 pies(1.8m) L=18 pies(5.4m)
EA-101	Vaporizador de Carga al Reactor	2,244,464 BTU/h
EA-102	Calentador de Carga	2,889,432 BTU/h
EA-103	Condensador de Salida de Reactor	1,792,552 BTU/h
EA-104	Rehervidor de Torre de Destilación	3,740,000 BTU/h
EA-105	Condensador de Torre de Destilación	1,129,300 BTU/h
EA-106	Enfriador de Acetona	
FA-101	Tanque de Surge	D=1.5 pies(0.45m) L=5 pies(1.5m)
FA-101	Separador	D=6.5 pies(2m) L=17 pies(5.1m)
FA-102	Tanque Acumulador	D=2 pies(0.60m) L=5 pies(1.5m)
FB-101	Tanque de Alimentación	D=8 pies(2.4m) L=24 pies(7.2m)
GA-101A/R	Bomba de Alimentación	15 gpm dP=151b/in <sup>2</sup>
GA-102A/R	Bomba Alimentadora de Torre	17 gpm dP=151b/in <sup>2</sup>
GA-103A/R	Bomba de Condensado de Torre	17 gpm dP=171b/in <sup>2</sup>

CONCENTRO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
DESCRIPCION	PROPIANOL														
FLUJO GPM	12.34	15.9	19.81	12.58	22.9	12.87	12.82	14.42	2.85	9.21	9.42	9.42	12.36	9.81	
VELOCIDAD GPM	848.5	848.5	2388.218	2388.518	31.78	2322.17	2853.23	2382.87	279.28	148.9	74.9	74.9	2322.58	149.9	
VELOCIDAD GPM	874.8	729.8	779.8	729.8	18.8	782.71	719.8	722.8	722.8	729.8	729.8	729.8	729.8	729.8	
TEMPERATURA °C	189.8	189.8	8.8	8.8	-	8.2	8.2	8.2	8.2	87.8	87.8	87.8	-	8.2	
ACTIVA INCL.	-	-	88.8	88.8	-	83.8	89.8	89.8	88.8	8.8	8.8	8.8	89.8	-	
NOBANDO INCL.	-	-	3.1	3.1	188	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PRESION Kg/cm <sup>2</sup>	5.87	4.57	3.87	3.51	1.87	2.81	1.78	1.81	1.81	1.5	1.5	2.88	1.81	1.81	
TEMPERATURA °C	18.8	88.8	81.8	88.8	88.8	82.3	88.8	88.8	28	82	88	88	28	88	
P.H. Gp/cm <sup>2</sup>	88	88	28.284	28.229	2	28.222	28	28	28	28	88	88	28	88	

NOTAS:  
 1. EL FLUJO DE PROPIANOL EN EL TUBO DE 1.5" DE DIAMETRO ES DE 12.34 GPM.  
 2. EL FLUJO DE PROPIANOL EN EL TUBO DE 1.5" DE DIAMETRO ES DE 15.9 GPM.  
 3. EL FLUJO DE PROPIANOL EN EL TUBO DE 1.5" DE DIAMETRO ES DE 19.81 GPM.  
 4. EL FLUJO DE PROPIANOL EN EL TUBO DE 1.5" DE DIAMETRO ES DE 12.58 GPM.  
 5. EL FLUJO DE PROPIANOL EN EL TUBO DE 1.5" DE DIAMETRO ES DE 22.9 GPM.  
 6. EL FLUJO DE PROPIANOL EN EL TUBO DE 1.5" DE DIAMETRO ES DE 12.87 GPM.  
 7. EL FLUJO DE PROPIANOL EN EL TUBO DE 1.5" DE DIAMETRO ES DE 12.82 GPM.  
 8. EL FLUJO DE PROPIANOL EN EL TUBO DE 1.5" DE DIAMETRO ES DE 14.42 GPM.  
 9. EL FLUJO DE PROPIANOL EN EL TUBO DE 1.5" DE DIAMETRO ES DE 2.85 GPM.  
 10. EL FLUJO DE PROPIANOL EN EL TUBO DE 1.5" DE DIAMETRO ES DE 9.21 GPM.  
 11. EL FLUJO DE PROPIANOL EN EL TUBO DE 1.5" DE DIAMETRO ES DE 9.42 GPM.  
 12. EL FLUJO DE PROPIANOL EN EL TUBO DE 1.5" DE DIAMETRO ES DE 9.42 GPM.  
 13. EL FLUJO DE PROPIANOL EN EL TUBO DE 1.5" DE DIAMETRO ES DE 12.36 GPM.  
 14. EL FLUJO DE PROPIANOL EN EL TUBO DE 1.5" DE DIAMETRO ES DE 9.81 GPM.

LISTA DE EQUIPOS	Q.M.	DESCRIPCION
EA-101	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-102	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-103	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-104	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-105	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-106	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-107	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-108	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-109	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-110	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-111	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-112	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-113	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-114	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-115	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-116	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-117	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-118	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-119	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-120	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-121	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-122	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-123	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-124	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-125	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-126	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-127	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-128	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-129	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-130	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-131	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-132	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-133	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-134	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-135	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-136	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-137	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-138	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-139	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-140	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-141	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-142	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-143	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-144	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-145	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-146	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-147	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-148	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-149	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL
EA-150	1	COMPRESOR DE CARBON AL PROPIANOL



REVISIONES:	DESCRIPCION: DIBUJO: REVISO: AUTORIZO:	NO. DE CONTRATO: 01 CLIENTE: F.O.- UNAR MEXICO.D.F. A 8 DE MAYO DE 1984	Diagrama de Flujo de Proceso (D.F.P.) Planta A-100	INGENIERIA DE PROYECTOS Planta Productora de Asesano Sociedad Anonima Mexicana Capacidad 17000 Ton/Ano	Revisión
-------------	---	--	--	---	----------

## 7.6. DESCRIPCION DEL PLANO DE LOCALIZACION DE EQUIPO

Para el proceso de producción de Acetona, localizado en el parque industrial de Salamanca, Guanajuato, fué tomada en cuenta la dirección de los vientos dominantes, que va en dirección Sureste, por lo que en primera instancia se localizó al equipo en la siguiente forma:

Corriente arriba:

- Cuarto de Control
- Oficinas
- Almacen

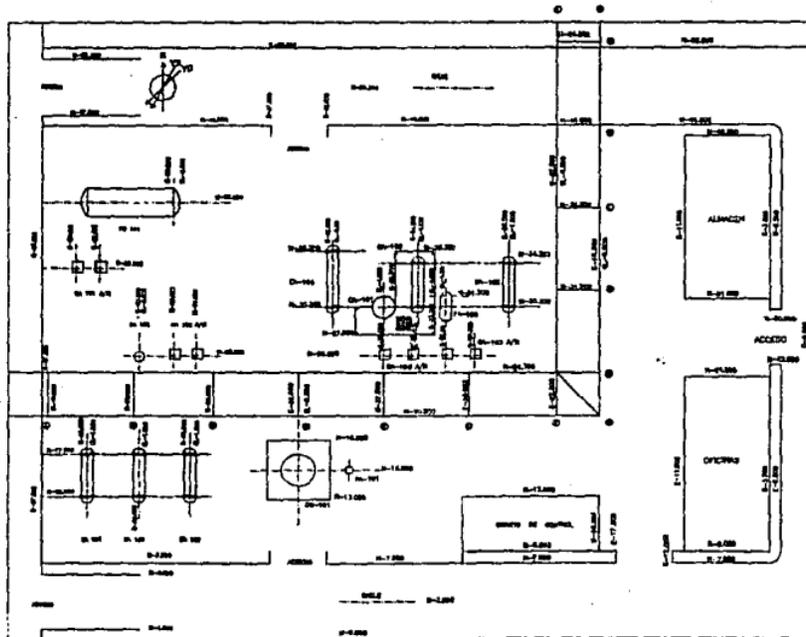
Corriente abajo:

- Equipos que pudieran derramar material inflamable.
- Tanque de Almacenamiento

En general, el arreglo del equipo se efectuó por proceso, y el área total es de  $33 * 42 = 1386 \text{ m}^2$ , determinada después de seguir los lineamientos de seguridad y económicos previamente estudiados.

### Principios Básicos

- Se logró una integración total, así como una sola unidad.
- Se conservó una distancia mínima entre equipos, garantizado así el flujo de proceso.
- Se ordenaron los equipos y áreas de trabajo en la misma secuencia en que se desarrollan, cumpliendo con el principio de recorrido.
- Se buscó el máximo de seguridad.



### LISTA DE EQUIPO

CLAVE	SERVICIO
PA-101	TORRE DE DESTILACION DE ACETONA
PE-101	REACTOR DE LECHO FIJO
PA-101	VAPORIZADOR DE CARGA AL REACTOR
EA-102	CALENTADOR DE CARGA
EA-105	CONDENSADOR DE SALIDA DE REACTOR
EA-104	RECONDENSADOR DE TORRE DE DESTILACION
EA-105	CONDENSADOR DE TORRE DE DESTILACION
EA-106	ENFRIADOR DE ACETONA
PA-101	TANQUE DE SURGE
PA-102	SEPARADOR
PA-103	TANQUE AGUILLON
PA-101	TANQUE DE ALIMENTACION
GA-101A/E	BOMBA DE ALIMENTACION
GA-102A/E	BOMBA ALIMENTADORA DE TORRE DE DESTILACION
GA-103A/E	BOMBA DE CONDENSADO DE TORRE DE DESTILACION
GA-104A/E	BOMBA DE FONDO DE TORRE DE DESTILACION

#### NOTAS:

- NOTA 1: LAS COTE EN ESTAS MEDIDAS SON PUNTO EN CENTIMETROS EN TORRE LA ESCALA ES 1 cm = 2 pies.
- NOTA 2: LAS ELEVACIONES SON PUNTO EN CENTIMETROS 1 cm = 2 pies.
- NOTA 3: TODOS LOS SERVICIOS AUXILIARES Y GENERALES SON SERVICIOS DE UNA UNIDAD ADYACENTE FUERA DEL LIMITE DE DARFEA.

APROBADO PARA CONSTRUCCION	CALCULO DISEÑO REVIZO:	REVIZIONES	NUMERO DE CONTRATO O CLIENTE: FACI-107 DE QUIMICA UNAM MEXICO, D.F. A 7 DE MAYO DE 1994	CAPACIDAD DE PLANTA (PROCCO TON / AÑO) ESCALA: 1:60	INGENIERIA DE PROYECTOS DIAGRAMA DE LOCALIZACION DE EQUIPO PLANTA PRODUCTORA DE ACETONA, SALAMANCA, GTO.
----------------------------	------------------------------	------------	---	---	--

### 7.6.1. CRITERIOS GENERALES POR PROCESO

Se siguió un soporte en forma de "L" con una elevación de 19 pies (5.7m) y un ancho de 10 pies (3m), para soportar la tubería de proceso, servicios, desfogue, desechos, etc. El espaciamento entre soporte y soporte existe una distancia de 15 pies (4.5m).

Se seguirá en "Rack" el siguiente orden de tuberías: las líneas de mayor diámetro como proceso y agua de enfriamiento en los lados, para tener el mayor esfuerzo en los soportes; después las de proceso de menor diámetro y finalmente (aproximadamente al centro) las de servicio como aire, gas, vapor y condensados.

El Tanque de Almacenamiento (FB-101) se encuentra lo más alejado posible de la sección de separación y de reacción (33 pies, 10m aprox), ya que el producto almacenado (isopropanol) es inflamable. Y llevará un dique, o muro de contención localizado a 7.5 pies (2.25m) del tanque.

La bomba de alimentación (GA-101 A/R) localizada a una distancia de 10 pies (3m) del tanque de almacenamiento y 2.5 pies (0.75m) del dique, fué localizada para asegurar la succión lo más cercana posible a la alimentación, teniendo un área suficiente de acceso para su mantenimiento. Los motores están orientados hacia el "Rack" de tubería, sería lógico colocarlos por debajo de este, pero se prefirió asegurar la succión a una distancia corta.

Los intercambiadores (EA-101), Vaporizador de Carga al Reactor (EA-102) y el Condensador de Salida del Reactor (EA-103), tienen una separación entre cada uno de 8 pies (2.4m), considerando el vaporizador de carga como el equipo crítico en esta sección de proceso, ubicándolo a 15 pies del Reactor de Lecho Fijo (DC-101) ya que la tubería para la fase vapor contiene hidrógeno a alta temperatura, además de la mezcla Acetona-Isopropanol. Por tratarse de un equipo crítico la distancia entre reactor e intercambiador es muy corta para minimizar la distancia de la tubería, que es de alto costo y riesgo, así el Reactor por no tener distancias adecuadas de seguridad, estará provisto de un muro de contención

Para prever el mantenimiento de los intercambiadores se dispuso de un espacio para su mantenimiento (largo de los tubos + 2 pies). Es de tomarse en cuenta que estos equipos también llevan una elevación dada de 3 pies (0.90m).

Como se había mencionado el reactor estará provisto de un muro de contención para la prevención de un siniestro. Provisto de un tanque de "Surge" (FA-101) a 5 pies (1.5m) del Reactor de Lecho Fijo debido a que es parte del servicio de calentamiento de reacción, y se debe minimizar la distancia de la tubería que lleva el "Dowtherm". Se optó por dejar un acceso disponible a poca distancia del Reactor, para permitir la entrada de una grúa móvil para su mantenimiento, y alimentación del catalizador.

El tanque de Separación (FA-102), separará el hidrógeno que lleva la mezcla, por lo que se localizó, en el punto donde la distancia de la tubería hacia límites de batería, fuera lo más corta posible, por tratarse de una tubería de alto costo y riesgo

La bomba (GA-103) se ubica de tal forma que la distancia sea mínima para asegurar un flujo adecuado, con el arrancador orientado hacia el "Rack".

La ubicación de los equipos de la sección de destilación está dada por la Torre de Destilación de Acetona (DA-101) situado a los lados de esta el Rehervidor de Torre (EA-104) y el Condensador de Torre (EA-105) a una distancia de la torre de 9 pies (2.7m) y 6 pies (1.8m) respectivamente, con respecto al centro de línea de los equipos.

Igualmente el Tanque Acumulador (FA-103) se encuentra ubicado a 5 pies (1.5m) del condensador de Torre.

Las bombas de Fondos de Torre (GA-104 A/R) se encuentran a 9 pies (2.7m) de la descarga de la torre.

Las bombas de Condensado de Torre (GA-105 A/R) se encuentran en línea de las bombas de Fondos de Torre (GA-104 A/R) a una distancia entre carcaza y carcaza de 5 pies (1.5m), esto fué por conveniencia de operación y mantenimiento, porque la succión del tanque de condensación sigue siendo muy corta (8 pies 2.4m aprox)

El Enfriador de Acetona (EA-106) guarda un espaciamiento mínimo con respecto a las Bombas de condensado de Torre para minimizar tubería, y observando el espaciamiento para mantenimiento y cercanía al "Rack" de tubería para almacenamiento de productos en límites de batería.

## 7.7. GUIA PRACTICA DEL USUARIO

Existen características básicas a evaluar en un plano de localización de equipo cuando se haya concluido. Todo plano deberá contener sin excepción las características que a continuación se presentan:

1. La Dimensión del Plano.
2. Cuadros de Identificación del Plano.
3. Escala Adecuada.
4. Localización de Norte Geográfico y de Construcción.
5. Indicación de Vientos Dominantes y Vientos Reinantes.
6. Uso de Coordenadas Internas.
7. Uso de Elevaciones, con Coordenadas Internas.
8. La soportería deberá estar marcada y codificada, bajo números y letras, según sea conveniente.
9. Cada Equipo, o Estructura que este en Elevación deberá contenerla.
10. Todos los equipos deberán presentar:
  - a) Escala.
  - b) Uso de coordenadas Internas.
  - c) Uso de elevaciones (si estan elevados)
  - d) Clave correspondiente.
11. Lista de Equipo.
12. Notas.
13. Calidad de Dibujo.
14. Mayor aprovechamiento de espacio.
15. Distribución adecuada del equipo

## CAPITULO VIII

### CONCLUSIONES

El desarrollo en la elaboración de un diagrama de localización de equipo, partiendo desde un concepto básico de dimensionamiento sobre papel, hasta criterios generales de localización, son de gran importancia, para el profesionista o estudiante que desee elaborar uno.

Los capítulos mencionados dentro de esta tesis, nos ubican en un concepto básico de un "LAYOUT" dentro de una planta de cualquier tipo, tomando como generalidad una planta petroquímica. Con ciertas limitaciones en referencia al espacio, suministro de servicios, y disponibilidad de materia prima, se encontraron los lineamientos básicos, con criterio desarrollado a través de la experiencia de los autores de los artículos y bibliografía seleccionada.

Es cierto, que mucha información depositada en este trabajo, pertenece a un marco teórico, y que el contacto frecuente en una planta, nos dará mejores parámetros para la selección en la ubicación de equipo en planta.

Este trabajo, se enfoco primordialmente a desarrollar un contexto general en la elaboración de este tipo de planos, sin pretender invadir otras áreas como lo son: Ingeniería Ambiental, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Civil, e Ingeniería Industrial.

Aunque se maneja información perteneciente a estas áreas, es solo porque fue necesario mencionarlas.

Por lo tanto Un Diagrama de Localización de Equipo, es influenciado, por las áreas antes mencionadas y su interrelación con ellas es de suma importancia, ya que la integración de todas estas nos conducirá a los arreglos correctos en nuestro proyecto, o diseño.

Se han planteado varias ideas, factores, y procedimientos para la localización de diferentes actividades dentro de una planta. Todos estos procedimientos han resultado del desarrollo de la localización definitiva en otras plantas y su actividad en ellas. Estos procedimientos fueron apareciendo en orden de importancia, para después ser ordenados bajo una secuencia lógica y fácil de entender.

Se concluye que para el diseño de una planta, es necesario desarrollar correctamente un diagrama de localización de equipo, y que no es necesario presentar un solo plano, ya que no todas las plantas no son tan pequeñas como el ejemplo utilizado en esta tesis, por lo tanto si se trata de una planta grande; Se deberá presentar un plano maestro, y después planos secundarios por unidad de proceso. En el caso de encontrarse con varios niveles, se deberá de presentar un diagrama por nivel, esto es porque puede encontrarse equipo por debajo de la planta anterior.

Diagrama básico, para desarrollar la ingeniería de diseño, y poder así empezar a construir, por lo tanto:

**"TODO PLANO DE LOCALIZACION DE EQUIPO, ES EL PRIMER PLANO DE TODO PROCESO".**

Al presentarse todos los lineamientos para elaborar un "PLOT PLAN" el lector deberá de estructurar con cierta lógica, la información obtenida, ya que como habíamos mencionado en un principio, mucho de lo que interviene en un "LAYOUT" es la sensibilidad del ingeniero, ya que mucho de la localización del equipo esta dada por la estética.

El poder conjuntar la experiencia, y el marco teórico, nos llevará probablemente a un buen plano. Ubicandonos en el costo del proyecto, se abaten costos de mantenimiento, operación, transporte, tubería, soportería, etc., si se siguen las reglas básicas que encierra esta tesis.

El desarrollar un plano de localización de equipo, requiere de conocer perfectamente el proceso. El no saber las necesidades de operación, diseño, mantenimiento, nos pueden llevar a cometer errores graves, sin darnos cuenta. Así que el ingeniero encargado debe estar bien relacionado con la ingeniería básica del proyecto buscando el beneficio de la compañía y la comunidad.

Los beneficios de un buen arreglo, se reflejarán en un reducción de costos, un menor impacto ambiental, una mejor operación, mantenimiento y seguridad, y la posibilidad de incrementar nuestra producción planificando las expansiones.

El tener un documento que contenga toda la información básica en un solo texto, es de suma importancia, ya que se evitará una búsqueda mal orientada de información y solo se deberá contribuir con otros textos, que manejen información específica.

Generalmente todos los planos de ingeniería contienen la misma nomenclatura, y por lo tanto esta nomenclatura presentada también podrá ser utilizada para la elaboración de otros planos.

Un "PLOT PLAN" es el primer plano de todo proyecto, y de aquí se generan los demás planos para nuestra planta, por lo tanto, es estrictamente necesario que "TODOS" contengan la misma nomenclatura.

Todos los criterios, pueden ser utilizados, para ser tomados en cuenta para planos de elevaciones, ya que estos van ligados a la localización de equipo; porque un "LAYOUT" también interviene en las elevaciones.

Se mencionaron conceptos básicos para elevaciones, solo para ser aplicados en "PLOT PLAN", como lo fue en estructuras, plataformas, tubería, y algunos equipos de transferencia de calor.

Una planta segura, hoy en día es de vital importancia, por lo que se mencionaron las instituciones pertinentes encargadas de reglamentar la seguridad en planta. Por lo tanto, este servirá como referencia de seguridad en alguna investigación. No contempla el equipo para prevenir, combatir algún siniestro, pero sí los lineamientos para prevenirlos, en cuestión de su localización. Todos estos dispositivos pertenecerán a la elaboración de otra tesis.

La correcta localización de tubería es necesaria en relación al mantenimiento y operación. No debemos olvidar que un buen arreglo de equipo llevará a minimizar tal, pero también su ubicación correcta es importante, para evitar una mala distribución de esta.

Nos hemos dado cuenta de los diferentes tipos de estructuras, en cuanto a soportería se refiere, así como sus diferencias entre ellas. Toda opción es buena, sin embargo, estas sugerencias nos conducen a realizar modelos funcionales y de fácil mantenimiento.

En lo que concierne al equipo, no contemplamos toda la diversidad de ellos existente en la industria química; pero sí los equipos de mayor importancia dentro de esta industria.

Los demás equipos, por no ser tan crítica su instalación, así como los edificios (almacen, oficinas, baños, etc), solo se presentaron en cuadros, donde se mencionan las distancias mínimas permisibles dentro de una planta petroquímica y una refinería.

Buscando una integración sencilla, para poder explicar un plano, se tomó como referencia una planta de producción de Acetona de 17,000 ton/año. Realizada en el curso de ingeniería de proyectos de la generación 88 - 92, misma que fue diseñada por alumnos de la misma universidad, ya que se tiene un entendimiento profundo, del diseño de esta.

Así, esta tesis cubre de manera básica, y lógica, la forma de como elaborar un diagrama de localización de equipo, pretendiendo que el profesionista, que la consulte pueda realizarlo.

## BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

1. Rase, H.; Barrow, M.H., Ingeniería de Proyecto para Plantas de Proceso. México 1979. Edit. Compañía Editorial Continental. p.p. 19-39, 101-106, 723-743.
2. Vilbrandt F.; Dryen, Ch., Chemical Engineering Plant Design. 4th Ed. Tokyo 1959. Edit. Mc Graw Hill. p.p. 177-188.
3. Grimaldi, J.; Simonds, R., La Seguridad Industrial. Su Administración. 2da. Ed., México 1991. Edit. Alfaomega. p.p. 58-90, 329-354.
4. Blake, P. Roland. Seguridad Industrial. México 1970. Edit. Diana p.p. 160-202.
5. Apple, James. Plant Layout and Material Handling. 3th ed. USA 1977. Edit. Jhon Wiley & Sons. p.p. 248-322, 392-455.
6. Ibarra Rios, M.A. Diagramas de flujo de proceso. México 1990. Edit. Instituto Mexicano del Petróleo. p.p. 1-9.
7. Criterio Normativo de Diseño de Areas de Almacenamiento. Tanques Atmosféricos Verticales (CR-E-05) Primera Ed. México 1987. Edit. PEMEX.
8. Recomendaciones Técnicas para el Almacenamiento de Solventes de Petroleos Mexicanos. Subgerencia de Relaciones Comerciales de Productos Petroquímicos.
9. Houser, Frederick F., An Engineer's Guide to Process Plant Layout. Chemical Engineering., Julio 28, 1969. p.p. 120-128.
10. Kern, Robert., How to Manage Plant Design to Obtain Minimum Cost, Chemical Engineering., Mayo 23, 1977, p.p. 130-136.
11. Kern, Robert., Specifications are the Key to Successful Plant Design. Chemical Engineering., Julio 4, 1977, p.p. 123-129.
12. Kern, Robert., Layout Arrangements for Distillation Columns. Chemical Engineering., Agosto 15, 1977, p.p. 153-160.

13. Kern, Robert., How to Find the Optimum Layout for Heat Exchangers. Chemical Engineering.. Septiembre 12, 1977, p.p. 169-177.
14. Kern, Robert.. Arrangements of Process and Storage Vessels, Chemical Engineering, Noviembre 7, 1977, p.p. 93-99.
15. Kern, Robert., How to get the best Process Plant Layout for Pumps and Compressors, Chemical Engineering, Diciembre 5, 1977, p.p. 131-140.
16. Kern, Robert., Piperack Design for Process Plants, Chemical Engineering, Enero 30, 1978, p.p. 105-112.
17. Kern, Robert., Space Requirements and Layout for Process Furnaces, Chemical Engineering, Febrero 27, 1978, p.p.117-122
18. Kern, Robert., Instruments Arrangements for ease of maintenance and convenient operation. Chemical Engineering, Abril 10, 1978. p.p. 127-134.
19. Kern, Robert., How to arrange the Plot Plan for Process Plant Chemical Engineering., Mayo 8, 1978, p.p. 191-197.
20. Kern, Robert., Arranging the Housed Chemical Process Plant, Chemical Engineering., Julio 17; 1978, p.p. 123-130.
21. Kern, Robert., Controlling the Cost Factors in Plant Design, Chemical Engineering., Agosto 14, 1978, p.p. 141-146.
22. Meissner Roland; Shelton, D., Plant Layout, Minimizing problems in plant layout, Chemical Engineering, Abril, 1992. p.p. 81-85.
23. Brandt,D;George,W;Hathaway,C;McClintock,N., Plant Layout, The Impact of codes, standards and regulations. Chemical Engineering, Abril, 1992, p.p. 89-97.
24. Russo, Thomas; Tortorella, Angelo., Plant Layout, The Contribution of CAD, Chemical Engineering, Abril, 1992, p.p. 97-99.
25. Schwar,Leonard; Earnheart,B., Alert Design... Cut Repair Time and Cost With, Chemical Engineering, Octubre, 1956, p.p.191-194.

26. Manual de Procedimientos Generales de Proyecto.  
Procedimiento Administrativo.
27. Parker, Sybil., Diccionario Mc Graw Hill de Ingeniería Mecánica y Diseño. Tomo I y II. México 1990, Edit. Mc Graw Hill.
28. Robb, Louis., Diccionario para Ingenieros, México 1993. Edit. Compañía Editorial Continental.
29. Perry, R.H., Chemical Engineers Handbook, N.Y. 1990, Edit. McGraw Hill.
30. Peters & Timmerhaus., Plant Design & Economics for Chemical Engineers, N.Y. 1991, Edit. McGraw Hill.
31. How to Design Setting Drums  
Chemical Engineering magazine, junio 1975.