

**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**

**Escuela Superior de Ingeniería Química  
e Industrias Extractivas**

**DISEÑO Y AUTOMATIZACION DE TABLERO DE CONTROL  
EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA DE  
OXIDO DE ETILENO Y GLICOLES EN EL COMPLEJO  
PETROQUIMICO MORELOS, EDO. DE VER.**

# **Tesis Profesional**

**Que para obtener el Título de  
INGENIERO QUIMICO INDUSTRIAL**

**p r e s e n t a**

**EFREN BELTRAN COLLANTES**

**México, D. F.**

**1987**





T.-14

**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA QUÍMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS  
**DIVISION DE SISTEMAS DE TITULACION**

México, D. F., a 23 de Febrero de 1987

<b>Al(los) C. Pasante(s):</b> EFREN BELTRAN COLLANTES. Presente.	<b>Carrera:</b> I.Q.I.	<b>Generación:</b> 1979-1983
--	---------------------------	---------------------------------

Mediante la presente se hace de su conocimiento que esta División acepta que el C. Ing. JOSE NACIF NARCHI... sea orientador en el Tema de Tesis que propone(n) usted(es) desarrollar como prueba escrita en la opción TESIS Y EXAMEN ORAL... (INDIVIDUAL) ... bajo el título y contenido siguientes:

"DISEÑO Y AUTOMATIZACION DE TABLERO DE CONTROL EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA DE OXIDO DE ETILENO Y GLICOLES EN EL COMPLEJO PETROQUIMICO -- MORELOS, EDO. DE VERACRUZ."

- RESUMEN.
- I.- INTRODUCCION.
  - II.- GENERALIDADES.
  - III.- DESCRIPCION DEL PROCESO.
  - IV.- SISTEMA DE CONTROL ACTUAL.
  - V.- TIPOS DE TABLEROS DE CONTROL AUTOMATICO.
  - VI.- SELECCION DEL TIPO DE TABLERO.
  - VII.- INSTALACION Y CONSTRUCCION.
  - VIII.- CONCLUSIONES.
- BIBLIOGRAFIA.

Se concede plazo máximo de un año para presentarlo a revisión por el Jurado

M.C. RUBÉN LEMUS BARRON.  
VOCAL DE CARRERA

ING. JOSE NACIF NARCHI  
EL PROFESOR ORIENTADOR

M.C. RUBÉN LEMUS BARRON.  
EL JEFE DE LA DIVISION DE SISTEMAS DE TITULACION

M.C. IGNACIO VARGAS BRAVO.  
EL SUBDIRECTOR TECNICO

mrg'

Este trabajo lo dedico.....

A mi madre Dora Collantes de Beltrán.

Por ser la gran mujer de mi vida, la que me enseñó a volar en la vida, la que medio amor y comprensión para que yo fuera lo que ella siempre añoro, tener un hijo profesionista.

A tí mamá que éstas con DÍos te recomiendo mi pequeño trabajo que he -- desarrollado para tí, porque tú me diste el mejor anhelo de mi vida ya que siempre te estaré agradecido por todas las cosas que nos enseñastes, por -- último te digo que te amo tanto, y perdoname por ser injusto al no poder -- cumplir lo que yo quería para tí.

A mi padre Rodolfo Beltrán R.

Al hombre que admiro tanto por haberme dado la confianza necesaria para salir adelante de los tropiezos que me he enfrentado paso a paso en la vida y que hoy en día me sigue protegiendo gracias a DÍos.

A mis Hermanos y Hermanas.

Gracias por haber dado la confianza y el apoyo suficiente que me brinda rón a través de los años de mi carrera.

Les dedico con mucho amor el gran anhelo de nuestra madre, que quiso ver nos formados como unos profesionistas, ya somos tres, y espero que los demás sigan la misma trayectoria.

Por ultimo les digo que me siento muy orgulloso de ustedes y por ser una gran familia.

A mis tíos.

Sr. Ing. Buenaventura Roa J.  
Sra. Cristina Beltrán R.

Mi mayor agradecimiento, por su plena confianza y gran ayuda para encau-sar mi espíritu estudiantil.

A mi esposa.

Por el cariño que nos tenemos y el gran amor que nos une

A mi hijos.

Al ser mas querido que enfrentaré al reto del futuro para ser el buen pa-dre y darle la mejor educación que se merece.

A mis Maestros.

Por el diario modelar de mis inquietudes.

Al Ing. José Nacif Narchi.

Por aceptar ser orientador del tema propuesto y la gran ayuda que me-  
brindo a través del trabajo, gracias.

Al M.C. Ruben Lemun Barrón.

Por ser una gran persona en nuestra Institución y el gran entusiasmo-  
que nos brinda a todos los compañeros de la ESIQIE.

Al M.C. Ing. Jorge Ibarra Olvera.

Al gran maestro más conocido en la ESIQIE.

TEMA DE TESIS :

DISEÑO Y AUTOMATIZACION DE TABLERO DE CONTROL  
EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA DE OXIDO DE ETILE-  
NO Y GLICOLAS, EN EL COMPLEJO PETROQUIMICO MORELOS, EDO. DE  
VERACRUZ.

Ejido de Pajaritos, Ver. México.

## CONTENIDO

### RESUMEN .

1.0 INTRODUCCION .

2.0 GENERALIDADES .

3.0 DESCRIPCION DEL PROCESO DE  
LA PLANTA DE OXIDO DE ETILENO .

4.0 SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO  
ACTUAL .

5.0 DISEÑO DE TABLERO DE CONTROL  
AUTOMATICO DE PROCESO .

6.0 SELECCION DEL TIPO DE TABLERO  
PARA LA AUTOMATIZACION .

7.0 INSTALACION Y CONSTRUCCION .

8.0 CONCLUSIONES .

BIBLIOGRAFIA .

## R E S U M E N

Esta tesis esta enfocada al diseño del tablero de control localizado en el cuarto de control local del Area de Almacenamiento de la Planta de Oxido de Etileno y Glicoles.

Dicho trabajo esta dividido en ocho capitulos los cuales comprenden #

### CAPITULO 1.

Narra de manera breve la importancia que tiene la Ingeniería de Instrumentación en los tableros de control de proceso.

### CAPITULO 2.

Abarca un aspecto general de la estructura del complejo petroquímico Morelos, y las condiciones de diseño del lugar, como también las condiciones generales de las propiedades Físico-Química del Oxido de Etileno.

### CAPITULO 3.

Se hace una descripción del proceso de obtención y del sistema de Almacenamiento, así como las consideraciones especiales para su manejo y Almacenamiento.

### CAPITULO 4.

En este capítulo se analizan los diferentes circuitos de control la cantidad de loop de control y los diferentes tipos de Instrumentos que se encuentran en el Area de Almacenamiento de la Planta.

#### CAPITULO 5.

Se presentan los lineamientos que deben seguirse en todas las actividades concernientes al diseño de los tableros de control.

#### CAPITULO 6.

Nos muestra como debemos de seleccionar el tipo de tablero de control para la automatización, la identificación de símbolos de instrumentos localizados en los planos de diagrama mecánicos de flujo.

#### CAPITULO 7.

Nos indica los conceptos generales en la construcción e instalación y las pruebas que se elaboran del material que integran el tablero de control.

#### CAPITULO 8.

Se dan las conclusiones del diseño del tablero de control seleccionado en el area de almacenamiento de la planta, y los costos estimado al proyecto.

1.0 INTRODUCCION.

SOLO LECTURA

## 1.1 INTRODUCCION .

Este primer capítulo constituye una introducción al campo de la Ingeniería de Instrumentación de control y a la importancia de la centralización de las diferentes señales de control que llegan al tablero de mando del cuarto de control de la Planta.

La finalidad de ésta tesis es proporcionar a las personas interesadas en la Ingeniería de Instrumentación, un conocimiento sencillo y claro de lo que es el diseño de tablero de control y los criterios necesarios que deben tomarse muy en cuenta para lograr el diseño más funcional y seguro, así como los lineamientos que norman su construcción.

Los tableros de control, son de suma importancia ya que es la parte importante del control de la Planta, porque ahí se centralizan - todas las señales de las diferentes variables a controlar, indicar, registrar y/o indicar los paros de las alarmas de dichas variables, etc.

La Ingeniería de Instrumentación de Control, nace de la necesidad de controlar un proceso de acuerdo a las condiciones adecuadas de obtener un producto que presente un control de calidad satisfactorio para cubrir los requisitos indispensables en el mercado.

Resumiendo podemos decir que la importancia de la Instrumentación, reviste en la importancia misma de sus objetivos planeados - como son:

Mejorar las condiciones de operación durante el proceso, - para su estricto control en sus variables a controlar como son:

PRESION, NIVEL, FLUJO, TEMPERATURA, CONCENTRACION, ALCALINIDAD, ETC.

Mejorar la calidad del producto, dar seguridad al personal que elabora, tener una supervisoría en el manejo de operación, etc.

En la actualidad la importancia de mejorar los sistemas de control automático, es con la finalidad de ir incrementando la producción de los productos en las condiciones más óptimas, y es como la indicación se ha estado estudiando a nivel de sistemas de microprocesadores, en donde nos dan los parámetros de medición a un 100% real de lo que sucede en el proceso de transformación.

SOLO LECTURA

2.0 GENERALIDADES.

**SOLO LECTURA**

2.1 G E N E R A L I D A D E S .

2.1.1 BREVE HISTORIA DEL COMPLEJO PETROQUIMICO MORELOS.

Unos de los objetivos primordiales de Petr6leos Mexicanos es alcanzar la autosuficiencia en la producci6n de Petroqu6micos B6sicos, tan necesarios para la elaboraci6n de productos terminados indispensables tan tanto a nivel Nacional como Internacional.

Petr6leos Mexicanos, con la construcci6n del Complejo Petroqu6mico Morelos estar6 en posibilidad de sustituir Importaciones de productos Petroqu6micos B6sicos y disminuir la creciente fugas de divisas, - como tambi6n abastecer la demanda Internacional.

El Complejo Petroqu6mico Morelos esta dividido en dos etapas de Construcci6n.

La primera esta programada para una terminaci6n en el a6o de 1988, y esta integrada por las siguientes plantas.

Planta Fraccionadora de Hidrocarburos, con una capacidad de 104,000 bls/d6a.

Planta de Etileno con capacidad de 1,500 ton./d6a.

Planta de Oxido de Etileno y Glicoles con capacidad de 600 - ton./d6a.

Planta de Oxigeno con capacidad de 1,050 ton./d6a.

Planta de Polietileno de Baja Densidad con capacidad de 300 ton./d6a.

Planta Generadora de Energ6a (Planta de Servicios Auxiliares con capacidad de 144,000 Kw./Hrs.

La segunda Etapa de Construcci6n esta programada por el a6o de 1990 y est6n integradas por las siguientes Plantas.

Planta de Propileno con capacidad de 1,050 ton./d6a.

Planta de Polipropileno con capacidad de 300 ton./d6a.

Planta de Butadieno con una capacidad de 300 ton./d6a.

Planta de Acrilonitrilo con capacidad de 150 Ton./Día.  
Planta de Alcohol Isopropilico con capacidad de 225 Ton./Día.  
Planta de Acido Acrilico y Acrolefna con capacidad de 82.65 -  
Ton./Día., y 16.53 Ton./Día.

Al final de éste capítulo se muestra una distribución de las Plantas que integran el Complejo Petroquímico Morelos, (Figura No. 2.1)

#### 2.1.2 LOCALIZACION DEL COMPLEJO PETROQUIMICO MORELOS.

El Complejo Petroquímico Morelos, está localizado aproximadamente a 5 Km., al Este de la Ciudad de Coatzacoalcos, Ver., y a 4 Km., al Noroeste del Complejo Petroquímico Pajaritos.

Está comunicado por medio de la carretera Coatzacoalcos-Villa hermosa, y el camino que comunica a ésta carretera con Rabón Grande, Ver. Al Norte del Complejo Petroquímico Morelos, aproximadamente a 1 Km., se encuentra el Golfo de México, y al Suroeste la Laguna de Pajaritos. La figura No.2.2, nos muestra un Croquis de Localización del Complejo Petroquímico Morelos.

Como podemos observar la localización del Complejo, ésta en un lugar estratégicamente bien planeado ya que sus factores importantes a considerar en una selección como son: Materias Primas, Transportes, Agua Industrial, Eliminación de Desechos, Combustible, Energía, Mano de Obra, Clima y Factores de la Comunidad, ya que cada uno de estos factores se encuentran en disponibilidad de la Zona.

Las inmediaciones de la Ciudad de Coatzacoalcos, Ver., han sido consideradas como una zona en la que se han conjuntados la serie de factores necesarios para la localización de diferentes Complejos Petroquímicos como son: El Complejo Petroquímico La Cangrejera, que cuenta con una capacidad de 22 Plantas, el Complejo Petroquímico Pajaritos, con una capacidad de 9 Plantas y una Terminal Marítima y Terrestre, como también contamos con una serie de Empresas de la Iniciativa Privada, como son: Cloro de Tehuantepec, Cidsa, Temsa, Celanese y Fertilizantes Mexicanos en la Paraestatal.

2.2 DATOS GENERALES DEL LUGAR.

Estos datos han sido tomados de la Oficina del Servicio Meteorológico de la SARH.

2.2.1 TEMPERATURA.

Máxima Extrema.	42 °C ( 107.6 °F )
Máxima Promedio.	30 °C ( 86.0 °F )
Mínima Extrema.	10 °C ( 50.0 °F )
Mínima Promedio.	21 °C ( 70.0 °F )
Promedio.	26 °C ( 79.0 °F )
Promedio de Mes más caliente.	33 °C ( 91.4 °F )
Promedio de Mes más frío.	18 °C ( 64.4 °F )
Bulbo Húmedo Promedio.	27 °C ( 81.0 °F )
Para objeto de diseño.	
Máxima.	26 °C ( 78.8 °F )
Mínima.	13 °C ( 55.4 °F )

2.2.2 PRECIPITACION PLUVIAL.

Horario Máxima.	90.0 mm.
Máximo en 24 Hrs.	360.0 mm.
Media Anual	3,100.0 mm.

2.2.3 TORMENTAS ELECTRICAS ( ESTADISTICAS ).

Enero	0	Julio	2
Febrero	0	Agosto	2

Marzo	0	Septiembre	2
Abril	0	Octubre	0
Mayo	1	Noviembre	0
Junio	2	Diciembre	0

2.2.4 VIENTOS.

Dirección de los vientos dominantes: N-NO a S-SE.

Dirección de los vientos reinantes : N-NE a S-SO.

2.2.5 VELOCIDAD DE LOS VIENTOS (Km./Hrs. ) .

Media	20 a 30
Máxima	200
diseño	240 (Este dato incluye el factor de rafaga.)

2.2.6 HUMEDAD.

Máxima	95 %
Mínima	50 %
Media Mensual	82 %

2.2.7 ATMOSFERA.

Presión Atmosférica 760 mmHg.

Atmosfera Corrosiva Sí

Contaminantes SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, NaCl.

2.2.8 ELEVACION.

Sobre el Nivel del Mar a 20 mts.

2.2.9 SISMO.

Zonificación : Zona III.

Se recomienda efectuar un estudio de mecánica de suelo del area destinada a tratamiento contemplando el manto Fréatico y las condiciones de permeabilidad del terreno debido a que es una zona pantanosa.

### 2.3 CONSIDERACIONES GENERALES.

Para una buena selección en la Instrumentación de Control, es importante conocer la dinámica del proceso que se va a estudiar y tener en cuenta el grado de peligrosidad que esta pueda tener.

En nuestro caso el proceso de Oxido de Etileno presenta una serie de riesgos, los cuales se deben a sus propiedades Físicas y Químicas que presenta. Se han estipulados métodos especiales para su manejo los cuales enumeramos a continuación.

El Oxido de Etileno presenta un punto de ebullición abajo - de 10.73 °C, y por lo consiguiente se vaporiza rapidamente a temperatura normal y presión atmosférica, el personal que se encuentre elaborando no deberá estar expuesto en areas donde existan vapores de Oxido de Etileno, ya que sus vapores irritan los ojos y atacan las vías respiratorias aún en concentraciones muy bajas, tiene un punto reducido en flámeo de 17.8 °C y es flamable en mezclas de aire conteniendo el 3% en volúmen de Oxido de Etileno.

El Oxido de Etileno en estado líquido es estable pero puede descomponerse explosivamente, el introducir pequeñas cantidades de aire ó el incremento de presión en volúmen grandes reduce la temperatura autoignición significativamente.

De acuerdo a estas precauciones se toman criterios para poder seleccionar un control adecuado al proceso, evitando el menor riesgo posi

ble, como se puede observar, que el tipo de transmisión adecuada para la señalización puede ser Neumática ó Electrónica. Cuando se maneja la señal Neumática es recomendable manejar un gas inerte, por seguridad.

2.3.1 PROPIEDADES FISICAS DEL OXIDO DE ETILENO.

2.3.1.a PROPIEDADES EN EL ESTADO LIQUIDO.

2.3.1.b PROPIEDADES EN EL ESTADO GASEOSO.

2.3.1.a PROPIEDADES EN EL ESTADO LIQUIDO.

Nombre Químico	: Oxido de Etileno; 1,2 Epoxietano; - Oxirano; Oxido de Dimetileno.
Nombre Comun	: Oxido de Etileno.
Formula	: $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad / \\ \quad \quad \quad \quad \quad \text{O} \end{array}$
Peso Molecular	: 44 Lb./Lb.mol.
Grado de Pureza	: 100 %
Gravedad Especifica	: 0.8711
Temperatura de Ebullición ( 760 mmHg.)	: 10.73 °C ( 51.3 °F )
Temperatura de Fusión	: -111.3 °C (-168.3 °F )
Olor	: Dulzón, semejante al Eter Estilico, es irritante en fuertes concentraciones.
Reactividad	: Es sumamente reactivo; algunas reacciones son incontrolables.
Coefficiente de Expansión 20 °C.	: 0.00161 por °C.
Temperatura de Inflamación tangencial - capa abierta	: Menor de 28.8 °C.

Calor de Vaporización a  
1 Atmosfera. : 245 Btu./Lb.  
Calor Especifico : 0.44 Btu./Lb.  
Solubilidad en el Agua : 100 %.  
Volatilidad : Sumamente Volatil.  
Explosividad : No es Explosivo

2.3.1.b PROPIEDADES EN EL ESTADO GASEOSO.

Densidad relativa a 40°C : 1.49 (Aire = 1 )  
Color : Incoloro.  
Corrosividad : No es corrosivo  
Presión Crítica Absolutas: 1043  
Temperatura Crítica : 195.8 °C (384.4 °F )  
Explosividad : Se puede descomponer explosivamente.  
Calor de Combustión : 308.7 Kcal./gr.mol ( 1261 Btu./Lb.)  
Calor de Descomposición : 20.0 Kcal./gr.mol ( 817 Btu./Lb.)  
Temperatura de Ignición  
en aire a 1 Atmósfera : 429.0 °C (804.2 °F )  
Temperatura de Auto-  
Ignición sin aire a 1  
Atmósfera : 571.0 °C ( 1060.8 °F )  
Calor Específico : 0.268 Cal./gr. °C a 1 Atm. 34 °C.

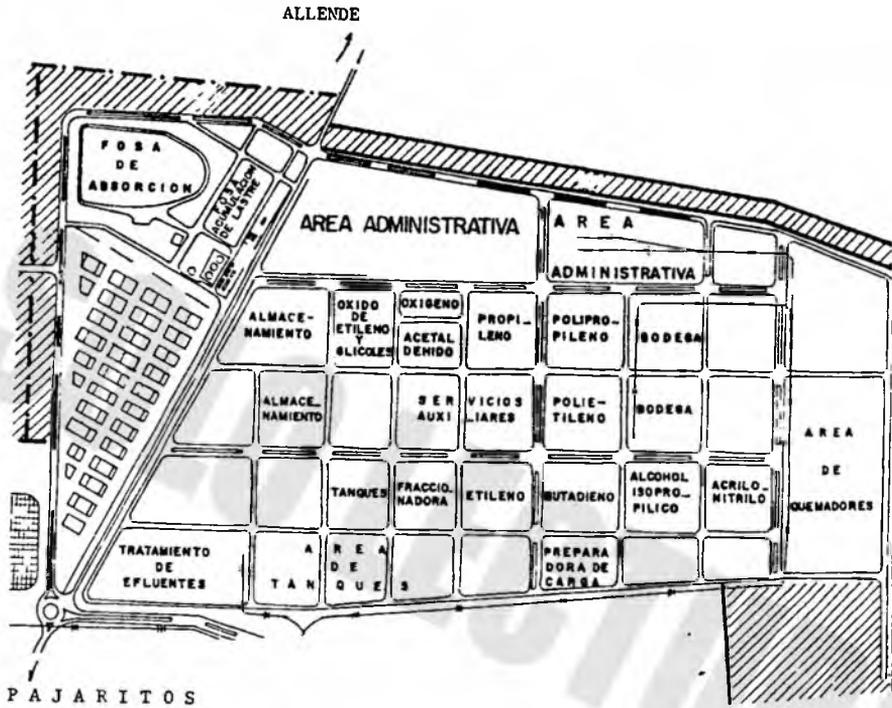


FIGURA 2.1 DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS QUE INTEGRAN

EL COMPLEJO PETROQUIMICO MORELOS.

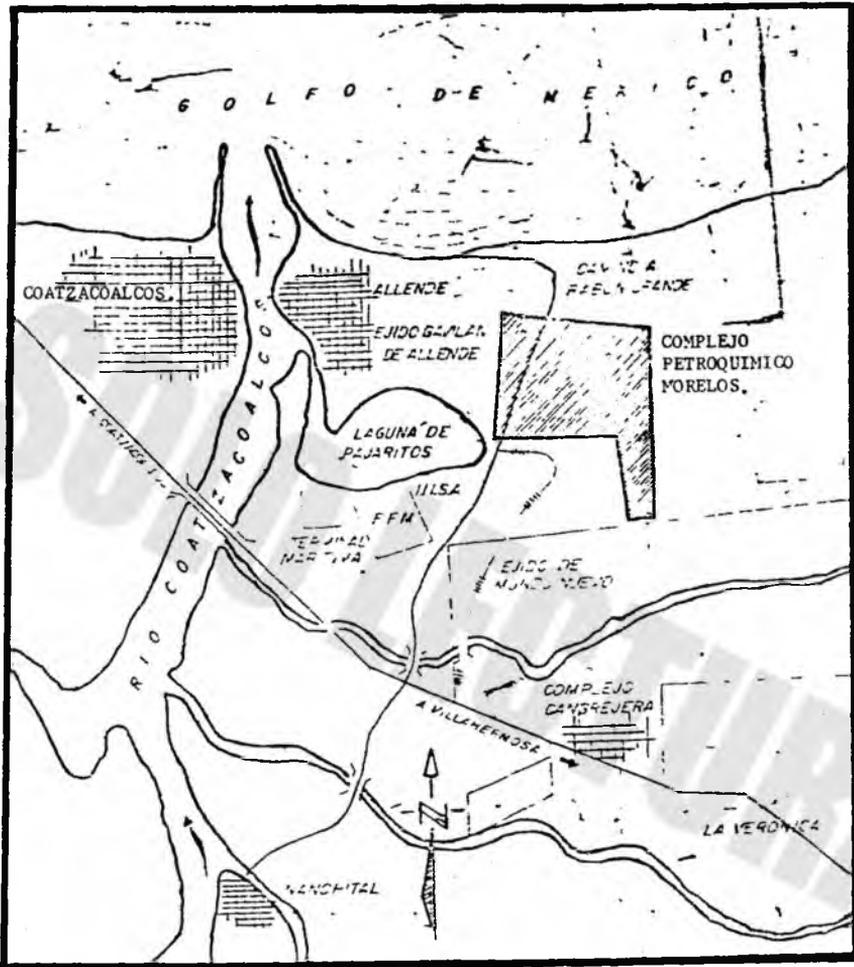


Fig. 2.2 LOCALIZACION DEL COMPLEJO PETROQUIMICO MORELOS.

3.0 DESCRIPCION DEL PROCESO DE  
LA PLANTA DE OXIDO DE ETILENO.

SOLO LECTURA

3.1 DESCRIPCION DEL PROCESO DE LA PLANTA DE OXIDO DE ETILENO.

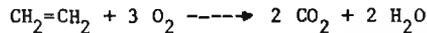
La planta de Oxido de Etileno tendrá una capacidad de producción de 200,000 ton/año., de las cuales 100,000 ton., corresponden al Oxido de Etileno y las 100,000., restante serán de Glicoles como son Monoetilenglicol, Dietilenglicol, Trietilenglicol y Polietilenglicol.

El proceso de obtención del Oxido de Etileno se realiza por el método de Oxidación Directa, que se obtiene al hacer reaccionar el Etileno con Oxígeno puro en presencia de un catalizador de Pentóxido de Vanadio.

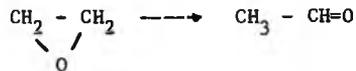
Las reacciones que se efectúan son las siguientes:



Se obtiene como subproductos  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ ; El bióxido de Carbono se obtiene de dos formas diferentes, en una de ellas el Etileno reacciona directamente con el Oxígeno para formar Bioxido de Carbono, Agua y compuestos intermedios de Oxidación parcial de vida muy corta, la reacción es:



Otra manera de formación de Bioxido de Carbono, es por Oxidación del Oxido de Etileno, el Oxido de Etileno se Isomeriza primero a Acetaldehído y este a su vez se Oxida rápidamente a  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .



En la reacción se forma una pequeña cantidad de Acetaldehído y - una parte aún menor de Formáldehído, los Aldehidos son separados en - el tren de Purificación.

El proceso se efectúa en cuatro etapas principalmente de las cuales son :

3.2.1 SECCION DE REACCION DE OXIDO DE ETILENO Y ABSORCION.

3.2.2 SECCION SEPARACION DE BIOXIDO DE CARBONO.

3.2.3 SECCION DE RECUPERACION DE OXIDO DE ETILENO.

3.2.4 SECCION DE PURIFICACION DE OXIDO DE ETILENO.

3.2.1 SECCION DE REACCION DE OXIDO DE ETILENO Y ABSORCION.

La corriente de Etileno proveniente del Limite de Batería a la planta, es mezclado con la corriente de gas pobre de circulación antes de entrar a la unidad de precalentamiento ( Etileno, Oxígeno e Inertes ) proveniente de la torre Absorbadora, y es comprimida en el compresor de recirculación, para ser mezclado con el Oxígeno puro proveniente del - Limite de Batería.

La mezcla es calentada en el intercambiador de calor utilizando - la mezcla de productos ( Oxido de Etileno, Etileno, Oxígeno, Bioxido de Carbono e Inertes ), obteniendo a la salida del Reactor, aquí la mezcla de Etileno y Oxígeno, es calentada a una temperatura de 204 °C para - entrar al Reactor la cual ocurre una conversión del 12 % por paso de - Etileno en Oxido de Etileno.

El reactor es del tipo de coraza y tubos, consta de miles de tubos hecho de Acero Inoxidable 316. Los tubos son empacados con el catalizador Pentóxido de Vanadio. La mezcla de los productos a la salida del - Reactor será Oxido de Etileno, Etileno, Oxígeno, Bióxido de Carbono e -

inertes a una temperatura de 244 °C y una presión de 20 Kg/Cm<sup>2</sup>, la mezcla pasa por el intercambiador de calor donde es enfriado a una temperatura de 102 °C la mezcla enfriada pasa a la torre absorbadora donde es puesta en contacto con agua a contra corriente para absorber el Oxido de Etileno, pequeñas cantidades de otros gases que se diluyen en agua. El agua rica en Oxido de Etileno es enviada a la sección de recuperación.

La corriente que sale por la parte inferior de la torre absorbadora es recirculada al compresor de recirculación.

### 3.2.2 SECCION DE SEPARACION DE BIOXIDO DE CARBONO.

La corriente obtenida en el domo de la torre contendrá Etileno Oxígeno, inertes y Bióxido de Carbono antes de enviar la mezcla al compresor será necesario eliminar el Bióxido de Carbono, esto se logra poniendo en contacto la mezcla con una solución de Carbonato de Potasio caliente, el Carbonato de Potasio es convertido a Bicarbonato de Potasio al reaccionar con el Bióxido de Carbono de esta forma el contenido de Bióxido de Carbono es reducido a una concentración del 3%, la solución rica en Bicarbonato, y el Bióxido de Carbono es enviada al compresor de recirculación.

### 3.2.3 SECCION DE RECUPERACION DE OXIDO DE ETILENO.

El agua rica en Oxido de Etileno que sale de la torre absorbadora es precalentada a una temperatura de 100 °C en el intercambiador de calor para pasar a la torre agotadora, donde el Oxido de Etileno es separado del agua, la corriente que sale del domo de la torre será en forma de vapor y estará constituido de Oxido de Etileno principalmente, agua, Bióxido de Carbono, Etileno, Etano, Oxígeno, Argón y Metano a una temperatura de 99 °C.

La corriente del fondo de la columna agotadora contiene una concentración de 12 p.p.m. de Etileno, la cual será enfriada en el intercambiador a una temperatura de 36 °C y enviada nuevamente a la torre absorbedora.

La mezcla que sale del domo de la torre agotadora, entra al reabsorbedor, que es una columna empacada, en la cual el vapor de Oxido de Etileno es absorbido en contacto con el agua fría del vapor que sale por el domo del reabsorbedor, que contiene principalmente Bióxido de Carbono, inertes y algo de Etileno que es venteado a la atmósfera.

El agua utilizada en el reabsorbedor es agua que sale del fondo de la torre refinadora, la cual es enfriada en el intercambiador a 36 °C.

La solución de Oxido de Etileno, agua e inertes que sale de la parte inferior de la torre reabsorbedora es calentada en el intercambiador de calor a una temperatura de 90 °C en donde es enviada hacia la columna de refinación para efectuar la purificación del Oxido de Etileno.

#### 3.2.4 SECCION DE PURIFICACION DE OXIDO DE ETILENO.

En la torre de refinación el Oxido de Etileno es destilado del agua. Esta columna debe de tener el número suficiente de platos para minimizar el contenido de agua y Formaldehido en la corriente de Oxido de Etileno que sale del domo.

El agua que sale de la parte inferior de la torre de - refinación es enfriada en dos etapas por medio de los intercambiadores para posteriormente entrar a la torre reabsorbedora.

La corriente que sale por el domo de la torre es enviada a un separador, que por la parte superior sale agua, inertes y bióxido de carbono que son enviados a la torre reabsorbedora por la parte inferior sale una mezcla de Oxido de Etileno y bióxido de carbbono, la cual pasa a una agotadora de bióxido de carbono que es una columna empacada con anillos de acero inoxidable por la parte inferior sale el Oxido de Etileno libre a una temperatura de 36 °C y es enviado a su almacenamiento.

### 3.3 ALMACENAMIENTO.

El almacenamiento deberá ser localizado en un sitio alejado de las plantas de operación y de las oficinas, en un perímetro restringido destinado exclusivamente para el Oxido de Etileno.

Las condiciones de almacenamiento serán a una baja temperatura y una presión alta, en la figura número 3.1 se muestra una gráfica de T vs P , donde se muestra los límites seguros de almacenamiento.

Los tanques adecuados para almacenar un volúmen grande de Oxido de Etileno a una presión alta serán tanques esféricos.

Para poder mantener la presión dentro de las esferas y - controlar los vapores que se formen se utilizarán un gas inerte -- que podrá ser usado será el nitrógeno, la figura 3.2 muestra los -- límites de seguridad diluyendo el Oxido de Etileno con nitrógeno.

En la figura número 3.3 se muestra los límites seguros de presión, temperatura y la cantidad de diluyente necesario para almacenar el Oxido de Etileno en condiciones seguras.

El tipo de almacenamiento del Oxido de Etileno no deberá exceder de dos semanas, porque se corre el riesgo de sufrir contaminación por polimerización, en este período el Oxido de Etileno deberá ser recirculado nuevamente a enfriamiento.

#### 3.3.1 SISTEMA DE BOMBEO.

Para el manejo y recirculación del Oxido de Etileno es necesario contar con un sistema de bombeo. El tipo normal de bombeo para este servicio serán las bombas centrífugas, con un sello mecánico confiable; no es recomendable que existan otro tipo de máquinas ya que podrían producir calor y es absolutamente esencial tener las condiciones necesarias de temperatura.

#### 3.3.2 ENFRIAMIENTO.

El sistema de enfriamiento del Oxido de Etileno se efectuará por medio de intercambiadores de calor del tipo de tubo y coraza.

#### 3.3.3 TUBERIA

La tubería para la transferencia de Oxido de Etileno deberá ser construido con el número mínimo de juntas; cuando las juntas sean necesarias estas serán soldadas ó bridadas, no permitiendo el uso de conexiones roscadas, las bridas serán de 150 # ANSI cara realzada.

#### 3.3.4 MATERIAL DE CONSTRUCCION.

El material de construcción es un factor importante, - todo el equipo que se encuentre en contacto con Oxido de Etileno - deberá ser de Acero Inoxidable tipo 316 se puede utilizar acero con ciertas precauciones, otros materiales no podrán ser utilizados - ya que pueden acarrear problemas de contaminación y polimerización el Oxido de Etileno no deberá estar en contacto con bronce, plata, cobre, alloys, caucho, goma, latón, hierro, óxido ó mercurio ya - que cualquiera puede ser iniciador de la polimerización ó descomponer explosivamente al Oxido de Etileno.

#### 3.3.5 EMPAQUES.

El material del empaque es teflón con acero inoxidable como relleno, no deberá usarse juntas de caucho ó goma natural, ni asbesto ya que pueden llegar a ser catalizadores de la polimerización.

#### 3.3.6 INSTALACIONES ELECTRICAS.

Las instalaciones eléctricas deberán ser de acuerdo con las normas de clasificación de equipos eléctricos; estas deberán ser a pruebas de explosión e intrinsecamente seguro.

#### 3.3,8 SISTEMA DE RELEVO.

Los equipos y tanques que contienen Oxido de Etileno - deberán contar con sistemas de relevos eficientes y seguros, de -- preferencia deberán estar en uso un doble sistema de válvulas de relevo en operación, por sí llegase a ensuciarse alguna, la otra -

estaría en operación todo el tiempo. La válvula de relevo deberán estar protegidas de Nitrógeno debajo de la válvula.

Los discos de rupturas no son recomendables, como primer relevo, porque el venteo será enviado a la atmósfera, con la posibilidad de causar una considerable nube de vapor, por las propiedades explosivas de Oxido de Etileno y su gran velocidad de incendiarse, no es posible el venteo por sistemas normales. El venteo deberá ser enviado a un tanque separador de relevo.

Los vapores de Oxido de Etileno que lleguen a producir serán disueltos en nitrógeno para ser enviados nuevamente a la planta de Oxido de Etileno.

Todo el personal que esté involucrado en el manejo de Oxido de Etileno deberá estar protegido con equipos de protección adecuado para los ojos y vías respiratorias, deberán contar con mascarillas de Oxígeno porque la inhalación del Oxido de Etileno aún en pequeñas cantidades puede producir la muerte.

Antes de empezar a almacenar el Oxido de Etileno será necesario evacuar todo el aire que exista dentro de los recipientes tuberías, etc., esto se efectuará por medio de un barrido de Nitrógeno para evitar el contacto del aire con el Oxido de Etileno y así evitar el riesgo de alguna explosión.

#### 3.4 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DEL OXIDO DE ETILENO.

El Oxido de Etileno es recibido en el límite de batería a una temperatura de 36 °C (96.8 °F) y una presión normal de 9.15 -

Kg/Cm<sup>2</sup>, (130 Psig.), por los requerimientos de manejo y almacenamiento el Oxido de Etileno deberá de ser manejado a una presión de 7 Kg/Cm<sup>2</sup>, (100 -- Psig.), y una temperatura de 0 °C (32°F), lo cual es controlada la presión por medio de una válvula reguladora de presión de 9.15 a 7.0 Kg/Cm<sup>2</sup>., de aquí el Oxido de Etileno, pasará a los enfriadores CJ-01 y CJ-02, donde será enfriado por medio de una solución de etilen-glicol y agua, después de ser enfriado el Oxido de Etileno, es enviado a dos tanques esféricos - TE-01 y TE-02 para su almacenamiento, donde permanecerá por un tiempo máximo de 10 días después de este tiempo será necesario volver a recircular el Oxido de Etileno para su enfriamiento para lo cual utilizaremos dos -- bombas de recirculación BA-1 A y B, será enviado a los enfriadores CJ-3 y CJ-4 de recirculación, para regresar a los tanques esféricos de almacenamiento.

El embarque de Oxido de Etileno será por medio de carros tanques lo cual es necesario enviar el Oxido de Etileno a las llenaderas de los - carros tanques se efectuará por medio de garzas, al realizar el llenado - se producirán vapores los cuales serán enviados a la Planta de Oxido de - Etileno, para la protección de los equipos que manejan y contengan Oxido de Etileno serán instaladas válvulas de seguridad de presión, para cuando exista el peligro de una sobre presión, los desfogues serán enviados a un tanque separador de desfogue TL-3, este tanque tendrá la función de diluir el Oxido de Etileno con nitrógeno, será enviado a una fosa de sello con - agua , y al drenaje químico

La solución de etilenglicol y agua utilizada para enfriar el - Oxido de Etileno, estará almacenada en el tanque de balance TV-1, a una temperatura de -4.4 °C, de donde será enviada a un paquete de refrigeración por medio de las bombas BA-3A/B y será enfriada a una temperatura de -10 °C, por medio de freón 22, de aquí la solución pasará a los enfriadores CJ-1,2,3 y 4 para posteriormente regresar al tanque de balance.

El paquete de refrigeración estará formado por los siguientes equipos.:

Tres enfriadores de solución de etilenglicol y agua con freón 22 (CH-1A, B y C).

Tres compresores recíprocos BB-1A, B y C, en donde el freón 22 es enfriado.

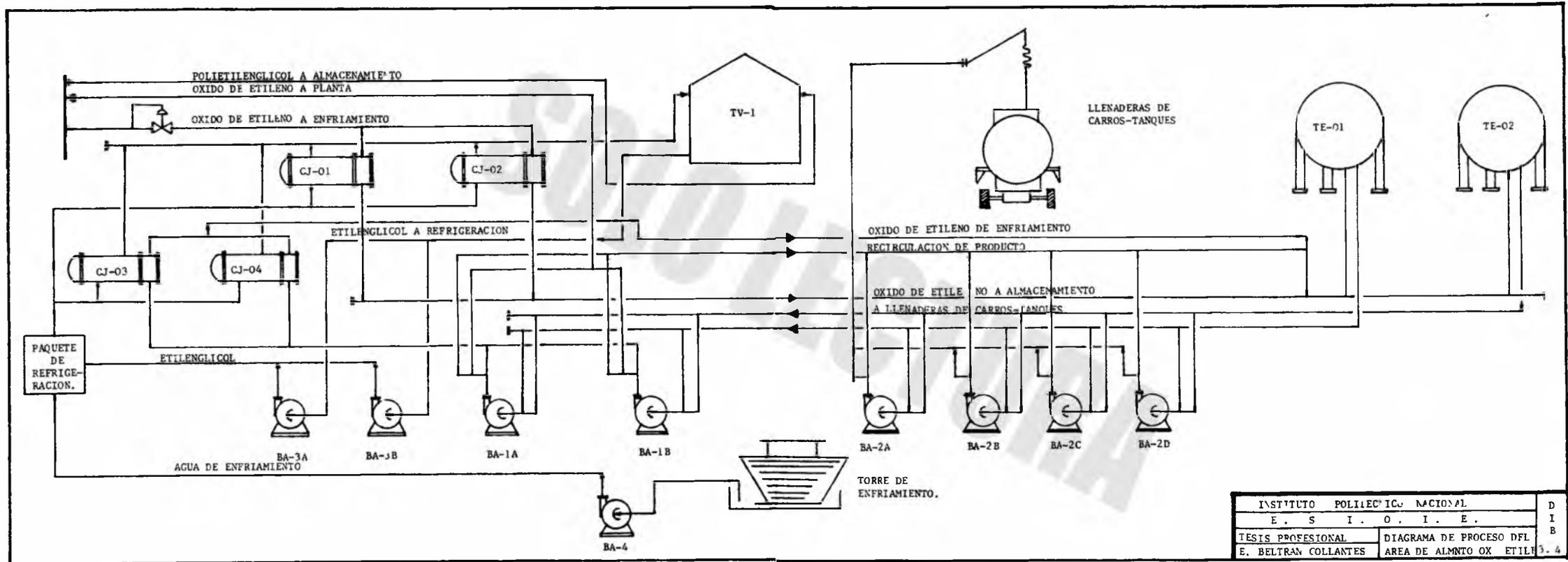
Tres condensadores de freón 22 CK-1A, B y C, para condensar el freón 22 con agua.

El paquete de refrigeración será adquirido por Pemex, y el fabricante se encargará de suministrar el equipo con la instrumentación adecuada.

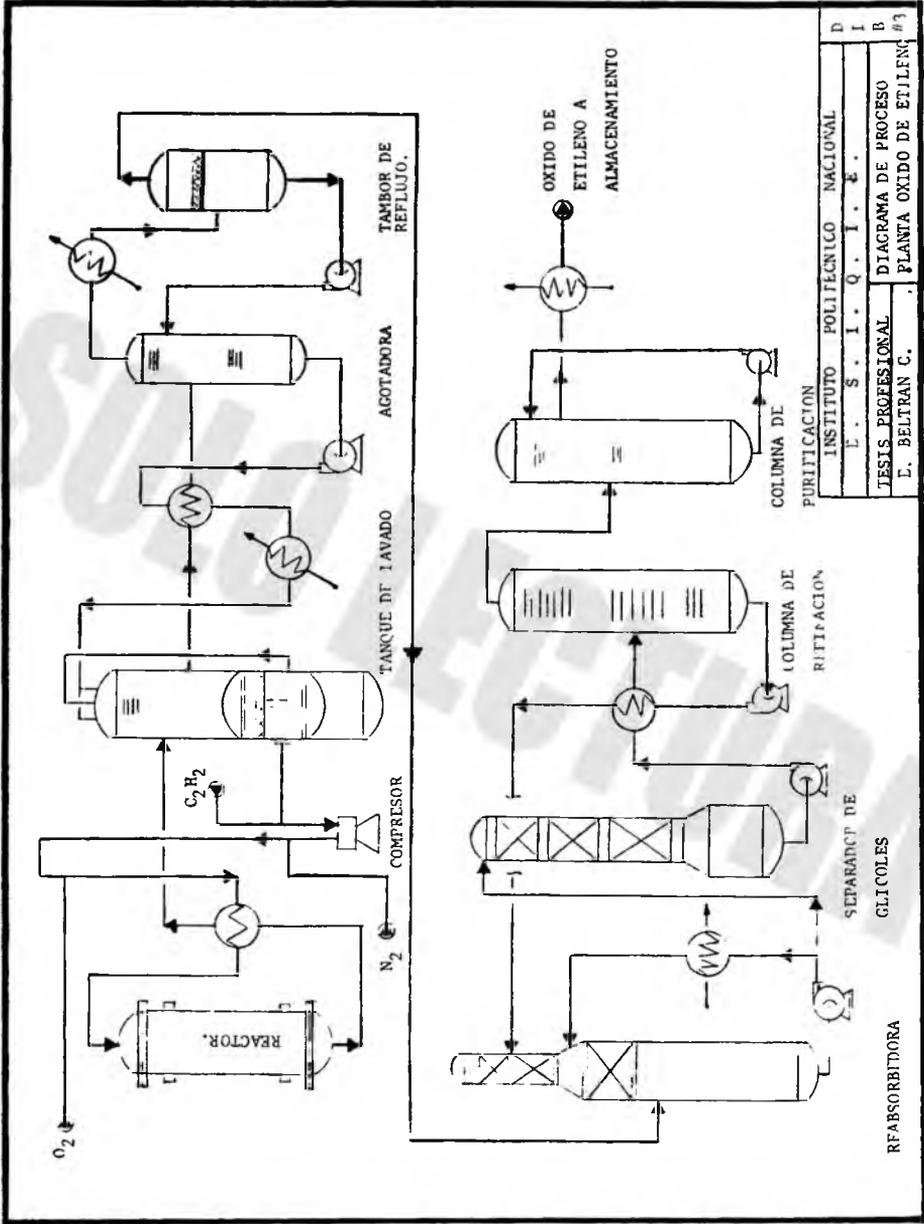
El agua utilizada para los condensadores y en general para el sistema de almacenamiento será suministrado por la Torre de Enfriamiento DE-01.

El óxido de etileno, en presencia de aire es sumamente explosivo, por lo cual todo el equipo que contenga ó maneje óxido de etileno deberán ser limpiados por medio de un gas inerte como el Nitrógeno, ya que se deberán instalar líneas de Nitrógeno cerca de los equipos para su respectivo barrido antes de manejar el óxido de etileno, así mismo cuando se tenga la necesidad de abrir recipientes y líneas que hayan contenido ó que contengan vapores de óxido de etileno, deberán ser barridos.

Las esferas de almacenamiento se llenarán al 85% de su capacidad, por condiciones de seguridad, se dispondrá de un colchón de Nitrógeno, en cada una de las esferas, para evitar en lo más posible la presencia de vapores de óxido de etileno, y cuando existan vapores de Oxido de Etileno, serán enviados a la Planta de Oxido de Etileno.



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL		D I B
E . S . I . O . I . E .		
TESIS PROFESIONAL	DIAGRAMA DE PROCESO DFL	3.4
E. BELTRAN COLLANTES	AREA DE ALMNTO OX ETIL	



PURIFICACION		D
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL		I
E. S. I. Q. I. E.		I
JESUS PROFESIONAL		B
E. BELTRAN C.		#3

REABSORBITORA  
GLICOLES SEPARADOR DE  
COLUMNA DE PURIFICACION  
COLUMNA DE PURIFICACION NACIONAL  
OXIDO DE ETILENO A ALMACENAMIENTO

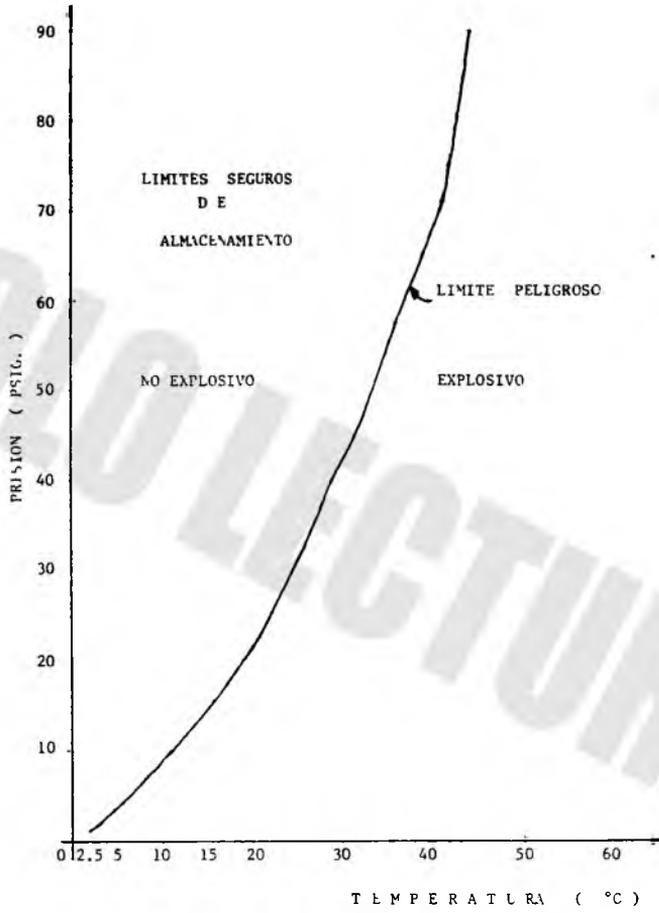


FIG. No. 3.1 GRAFICA DE T vs P.

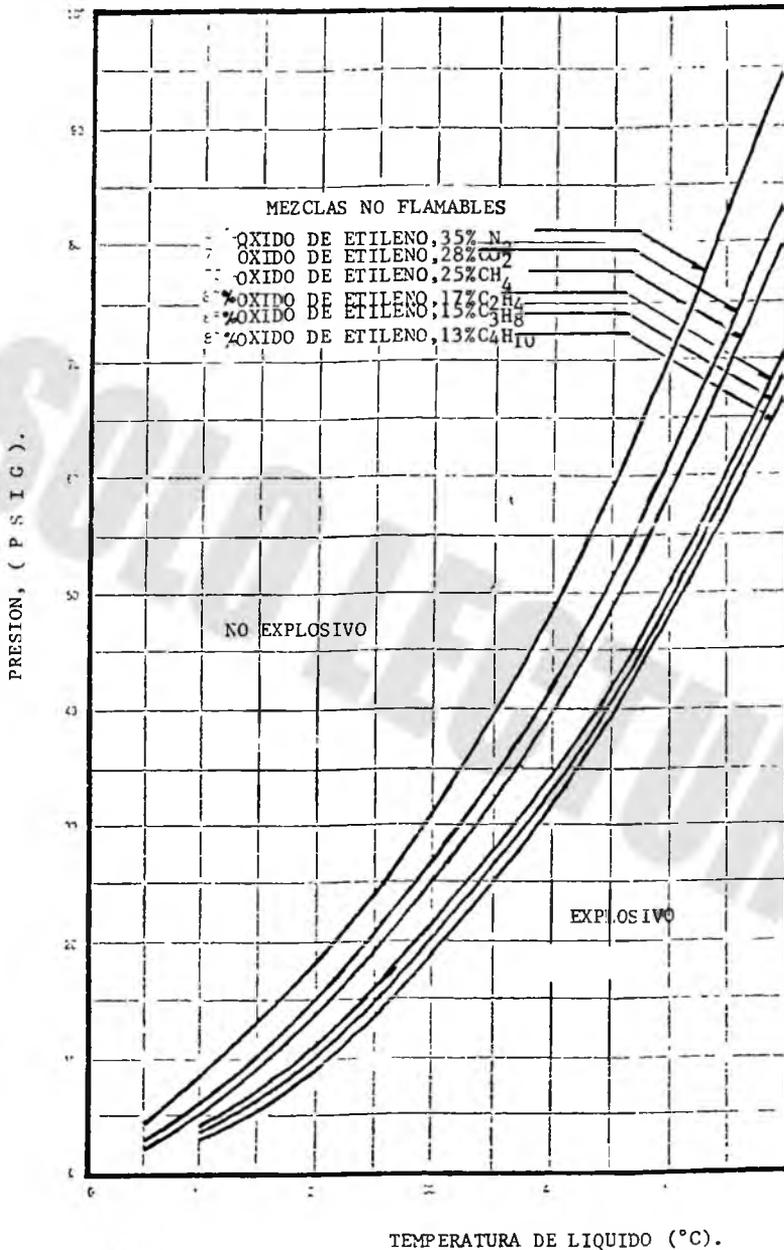
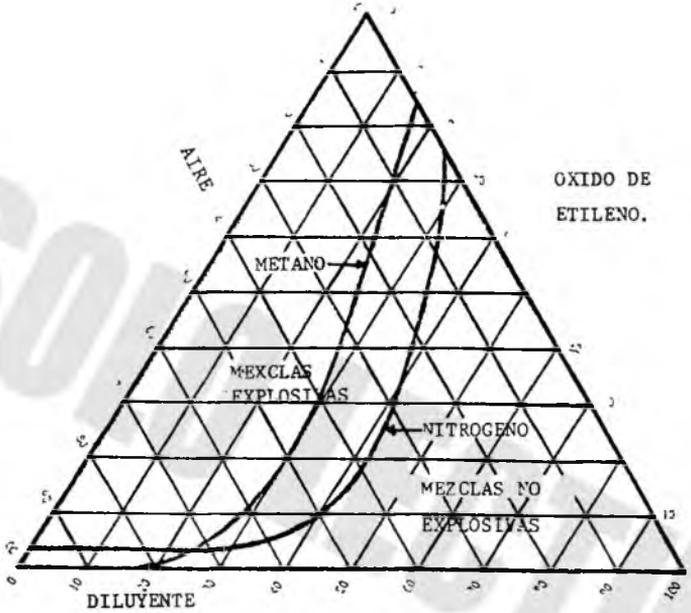


Fig. 3.2 Composición de la mezcla para las condiciones de Almacenamiento .



Presión Inicial, 30 Psia.  
Iniciador, Cable de Platino Caliente  
Temperatura, 40° a 45°C.

Fig. 3.3 Concentración mínima de Aire y Oxido de Etileno requeridos para mezclas explosivas con Nitrogeno y Metano.

4.0 SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO  
ACTUAL.

SOLO LECTURA

#### 4.1 SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO ACTUAL.

Desde las primeras plantas industriales se tuvo la necesidad de controlar una serie de variables involucradas en su proceso, en aquél entonces el control de estas variables se llevaba a cabo en forma rudimentaria y con gran cantidad de personal, ya que todos los dispositivos que se utilizaban para ese fin eran actuados manualmente, provocando con ésto que el proceso se llevará a cabo con retardo y oscilación, que los productos no tuvieran la calidad deseada y se utilizaba demasiado personal para la operación y control del proceso.

A través de los años el desarrollo de las industrias y la necesidad de mayor producción y mejor calidad de los productos originó que poco a poco el control de los procesos se automatizara, dando como resultado lo que ahora conocemos como el "CONTROL AUTOMATICO", en el que uno o dos operarios sin una gran intervención directa pueden mantener el control de un proceso o planta en forma correcta y eficiente.

El control automático se define de distintas formas, pero en general todas ellas dicen lo mismo o tratan de llegar al mismo fin. Con respecto al objetivo y desarrollo de este tema se definirá como:

La técnica que se basa en la utilización de un sistema formado por una serie de dispositivos (elemento primario, transmisor, controlador y elemento final de control) que proporcionan la capacidad para -- medir el valor de una variable, determinar si está en el valor deseado y generar una corrección manipulada a la misma variable u otra, para -- mantener a la primera en el valor deseado.

Existen muchas formas de implementar el control automático para un proceso, desde el punto de vista del dispositivo o sistema a utilizar-- puede ser neumático, eléctrico, mecánico o electrónico, en sus dos formas-- (analógicas o digital), pero independiente de cual se utilice la teoría - básica del control es la misma.

#### 4.2 SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO ACTUAL .

Al referirnos al sistema de Control Automático Actual estamos hablando de la instrumentación de control manejada en el sistema de Almacenamiento del Oxido de Etileno y Glicoles.

El Area de almacenamiento de Oxido de Etileno estará clasificada en cuatro secciones.

4.2.1 SECCION DE REFRIGERACION Y ENFRIAMIENTO.

4.2.2 SECCION DE ALMACENAMIENTO.

4.2.3 SECCION DE BOMBEO.

4.2.4 SECCION DE DISTRIBUCION DE PRODUCTOS.

4.2.1 SECCION REFRIGERACION Y ENFRIAMIENTO.

Consiste básicamente en un sistema compuesto de cuatro enfriadores y un paquete de refrigeración, compuesto de condensadores, enfriadores y Compresores Recíprocamente con una capacidad de 81.3 Ton. de refrigerante, utilizando como solución refrigerada Etilen-Glicol al 40%.

La solución de Etilen-Glicol como refrigerante pasa al sistema de enfriadores del Oxido de Etileno, bajando la temperatura de 47 °F a 32 °F., está temperatura es controlada por un loop de control que consiste en detectar el valor de la variable controlada por medio del elemento primario de medición (termopar), y es transmitida al controlador que se encuentra localizado en el cuarto de control local de instrumentos la cual es comparada con el valor de ajuste, determina si está en el valor deseado y genera una corrección manipulada al elemento final de control (válvula de control). El tipo señal utilizada es del tipo -- electrónica, contando un transductor de señal electrónica a neumática, para la acción de la válvula de control.

A la llegada del enfriador CJ-5501 A/B y CJ-5502 A/B., el producto de Oxido de Etileno enviado de la planta, es Registrado en sus -- tres variables, temperatura, presión y flujo. Localizados en el tablero de control local.

La instrumentación de control de la Unidad de refrigeración-- será proporcionada por el fabricante.

INSTRUMENTOS LOCALIZADOS  
EN TABLERO.

S E R V I C I O

RF-5560	Registrar flujo en línea de 3"P-5589-T11B (AF).
RT-5560	Registrar temperatura en línea 3"P-5589-T11B (AF).
RP-5560	Registrar presión en línea 3"P-5589-T11B (AF).
ICT-5561	Indicador Controlador de temperatura en CJ-5501 A.
ICT-5562	Indicador Controlador de temperatura en CJ-5501 B.
ICT-5563	Indicador Controlador de temperatura en CJ-5502 A.
ICT-5564	Indicador Controlador de temperatura en CJ-5502 B.

Para el servicio del suministro de agua a condensadores CK-202 A,

B y C, contamos con una torre de enfriamiento con capacidad de 1,000 gpm.

La instrumentación localizada en la torre de enfriamiento son, del tipo Neumático.

**INSTRUMENTOS LOCALIZADOS  
EN TABLERO.**

**S E R V I C I O**

RF-5561	Registrar flujo en línea de 6"RAE-5590-T1A.
RF-5562	Registrar flujo en línea de 2"ADS-5602-T1A.
RF-5565	Registrar flujo en línea de 6"SAE-5590-T1A.
ALNB-5561	Indicar alarma por bajo nivel en carcamo de bombeo.

**4.2.2 SECCION DE ALMACENAMIENTO.**

El Oxido de Etileno es almacenado en tanques esféricos con capacidad de 12,000 Bls., contando con una serie de instrumentos de control para mantener las condiciones apropiadas de operación.

El tipo de instrumentos comprendidos son Neumáticos y Electronicos.

**INSTRUMENTOS LOCALIZADOS  
EN TABLEROS.**

**S E R V I C I O**

IP-5561	Indicar presión en TE-5501.
IP-5562	Indicar presión en TE-5502.
IN-5561	Indicar nivel en TE-5501.
IN-5562	Indicar nivel en TE-5502.
IT-5561	Indicar temperatura en TE-5501.
IT-5562	Indicar temperatura en TE-5502.
ALNA-5561	Indicar alarma alto nivel en TE-5501.
ALNA-5562	Indicar alarma alto nivel en TE-5502.
ALT-5561	Indicar alarma alta temperatura en TE-5501.
ALT-5562	Indicar alarma alta temperatura en TE-5502.

4.2.3 SECCION DE BOMBEO.

Para el manejo del Oxido de Etileno es necesario la instalación de bombas del tipo centrífugo, para su almacenamiento, recirculación y distribución de productos.

La instrumentación contenida para el manejo son las siguientes:

INSTRUMENTOS LOCALIZADOS  
EN TABLERO.

S E R V I C I O .

ALT-5565	Indicar alarma por alta temp. a llenaderas de carros-tanques.
ALT-5566	"
ALT-5567	"
ALT-5568	"
ALT-5569	Indicar alarma por alta temp. en recirculación de Oxido de Etileno a enfriamiento.
ALT-5570	
ALF-5560	Indicar alarma de flujo en línea de 4"P-5598 -TIIB (AF).
ALPB-5009	Indicar alarma de presión en línea de 1"ASP-5590-T1D.

4.2.4 SECCION DE DISTRIBUCION DE PRODUCTOS.

La llenaderas de carros-tanques, tiene una capacidad de descarga para cuatro carros-tanques el control de producto es basados en instrumentos - instalados localmente sobre la línea de proceso, del tipo de medidores de desplazamiento positivos.

No teniendo la necesidad de instalar instrumentos en tablero de control local de proceso.

En el área de almacenamiento de Glicoles no es requerida una instrumentación en tablero, por su gran capacidad de almacenamiento, y a la peligrosidad del producto que se manejan.

En el caso del tanque de almacenamiento de Etilen-Glicol por su -- continuo uso, se tiene indicador de alarma por bajo nivel en el tanque de almacenamiento, localizado en el cuarto de control local.

INSTRUMENTOS LOCALIZADO  
EN TABLERO.

S E R V I C I O .

ALNB-5565

Indicador alarma por bajo nivel en TV-5506.

#### 4.3 CUARTO DE CONTROL LOCAL.

El cuarto de control local, deberá constituir un edificio aislado-independiente, y deberá quedar orientado de manera de lograr el máximo control visual del área de almacenamiento y deberá localizarse en un lugar tal que quede alejado del recorrido de vientos procedentes de posibles focos de incendio y de fugas de gases ó vapores tóxicos.

Las dimensiones del cuarto de control dependerá fundamentalmente - del número de secciones de que conste el tablero, así como de la disponibilidad de área para su erección.

Se deberá considerar un espacio mínimo entre la pared y la parte - posterior de la estructura del tablero de 1.20 metros.

Para la determinación del espacio libre al frente del tablero se - deberá considerar que cada uno de los operadores necesita de un espacio suficiente que les permita desplazarse sin dificultad.

Los cuartos de control deberán tener equipos de aire acondicionado que permita mantener una presión positiva en el aposento y evitar - así hasta donde sea posible, su inclusión dentro de la clasificación eléctrica de área peligrosas.

Los cuartos de control que estén en áreas peligrosas deberán - incluir además el sistema de barrido continuo para todos los instrumentos eléctricos que no sean considerados intrínsecamente seguros, así como - alarmas y dispositivos de protección para indicar fallas en el sistema de aire acondicionado y en los sistemas de barrido continuo.

La relación que existe entre el cuarto de control central de la planta de proceso con el cuarto de control local del área de almacenamiento manejo y distribución del producto.

5.0 DISEÑO DE TABLEROS DE CONTROL  
AUTOMÁTICO DE PROCESO.

SOLO LECTURA

## 5.1 DISEÑO DE TABLEROS DE CONTROL

Existe una gran variedad de diseño de tableros de control ya que esto depende del tipo de proceso estudiado y el tipo de instrumentos que los componen, como pueden ser tableros de los más sencillos hasta los más sofisticados existentes.

Los tableros deberán diseñarse y construirse de acuerdo a los códigos y normas existentes, como son:

NATIONAL ELECTRICA CODE	( NEC )
NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURE'S ASSOCIATION.	( NEMA )
THE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING.	( IEEE )
AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE.	( ANSI )
COMITE CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACION DE LA INDUSTRIA ELECTRICA.	( CCONNIE )
INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA.	( ISA )

Estos códigos nos darán las recomendaciones necesarias para la seguridad del cuarto de control y de los dispositivos necesarios que integran el tablero de control, como también su fabricación.

## 5.2 CLASIFICACION DE TABLEROS DE CONTROL.

Los tableros de control se clasifican de acuerdo al tipo de instrumentos que lo integran, por lo tanto estos pueden ser.:

### 5.2.a TABLEROS DE CONTROL ELECTRICOS

### 5.2.b TABLEROS DE CONTROL DE PROCESO.

5.2.a Los tableros de control eléctricos son aquellos que centralizan en uno ó más cubículos de tamaño y forma apropiadas, los aparatos de medición, protección y control de una carga ó cargas determinadas.

Normalmente estos tipos de tableros manejan voltajes mayores de 115 volts., de corriente alterna y son localizados en los cuartos - de control de motores.

5.2.b Los Tableros de Control de Proceso, son aquellos que centralizan una serie de Instrumentos ó dispositivos que mantiene estabilizado el proceso, mediante la generación de señales Campo-Tablero, ya sean para medir, indicar, registrar ó controlar en algún momento los disturbios que pueden presentarse en las variables de proceso.

En general los Tableros de Control se clasifican de acuerdo a tres condiciones que son:

5.2.1 Respecto a la Distribución de Instrumentos, los Tableros pueden ser :

- 5.2.1.a CONVENCIONALES
- 5.2.1.b GRAFICOS
- 5.2.1.c SEMIGRAFICOS
- 5.2.1.d SELECTIVOS

5.2.2 De acuerdo a su configuración externa serán :

- ABIERTOS
- CERRADOS
- TIPO GABINETE
- ARMARIO O CONSOLA

5.2.3 En función del lugar de instalación, podrán ser:

PARA SERVICIO INTERNO Y PROPOSITOS GENERALES.	(NEMA 1)
A PRUEBA DE INTEMPERIE	(NEMA 4)
A PRUEBA DE EXPLOSION	(NEMA 7)

5.2.1.a TABLERO DE CONTROL TIPO CONVENCIONAL.

Los tableros de control tipo convencionales son los que se caracterizan por no mostrar ninguna secuencia operacional descrita - sobre la superficie del tablero.

Este tipo de tableros son los más comunes en cuartos de control locales, en donde el proceso no es muy complicado y en donde existe una cantidad mínima de instrumentos de control de proceso - (Figura 5.1)

5.2.1.b TABLEROS DE CONTROL TIPO GRAFICO

Este tipo de tablero nos muestra la secuencia operacional en un diagrama simplificado de proceso sobre la superficie del table ro, indicando cada paso de cada una de las variables a controlar, - registrar e indicar, etc., como también representa las interconexio- nes de señales de cada loop que integran los circuitos de control de proceso.

El tablero de control tipo gráfico es usado normalmente cuando el proceso a controlar es demasiado complicado, y se requiera un cuidado detallado en la operación de la planta. ( fig. 5.2 )

#### 5.2.1.c TABLEROS DE CONTROL TIPO SEMIGRAFICOS.

El tipo semigráfico también nos muestra un diagrama simplificado del proceso de la planta localizado en la parte superior del tablero de control y siguiendo una secuencia de operación desde el inicio hasta la distribución del producto terminado, indicando los principales instrumentos que deberán estar sobre la superficie del tablero.( Fig. No.5.3)

En los tableros semigráficos, el diagrama simplificado debe leerse de izquierda a derecha siguiendo la secuencia lógica del proceso.

En la industria petrolera se prefiere los tableros semigráficos por su funcionabilidad, ya que éste combina el tamaño reducido en un tablero convencional con el diagrama simplificado del proceso contenido en el tablero.

#### 5.2.1.d TABLERO DE CONTROL DEL TIPO SELECTIVO.

Los tableros tipo selectivos consisten en un conjunto de sistemas que componen la unidad central de procesamiento de datos, por medio de pantallas, ordenadores, unidades periféricas, etc. ( fig. 5.4 )

En los tableros selectivos se manejan señales del tipo digital.

Este tipo de control es de mejor utilización por su exactitud de medición, control y velocidad para mejorar los disturbios que se presenten en cualquier tiempo, como también nos dan las fallas probables en el proceso.

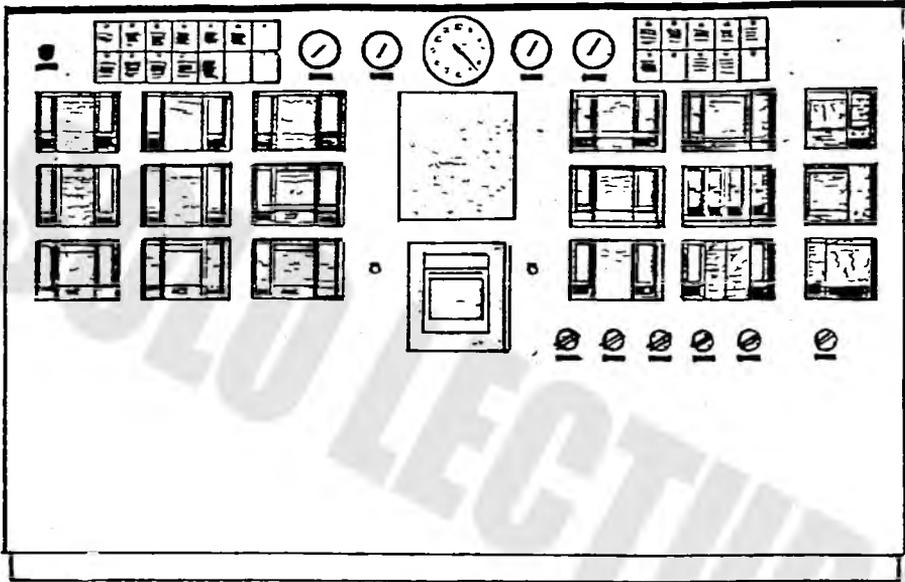


FIG. 5.1 TABLERO DE CONTROL TIPO CONVENCIONAL.

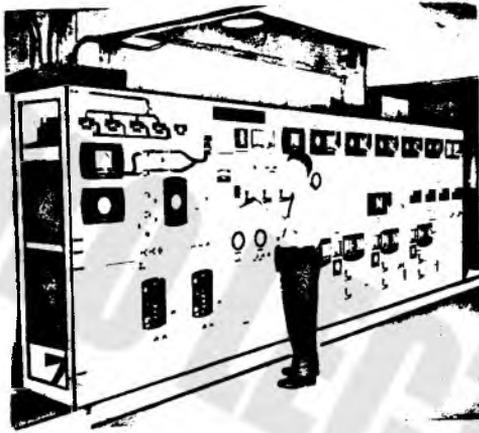


Fig. 5.2 TABLERO DE CONTROL TIPO GRAFICO.

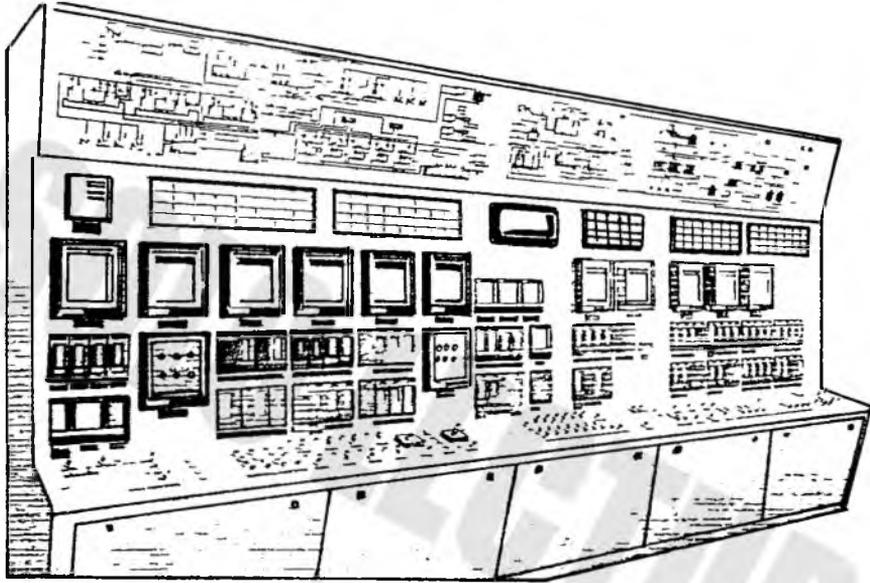


FIG. 5.3 TABLERO DE CONTROL TIPO SEMIGRAFICO, CONSOLA.

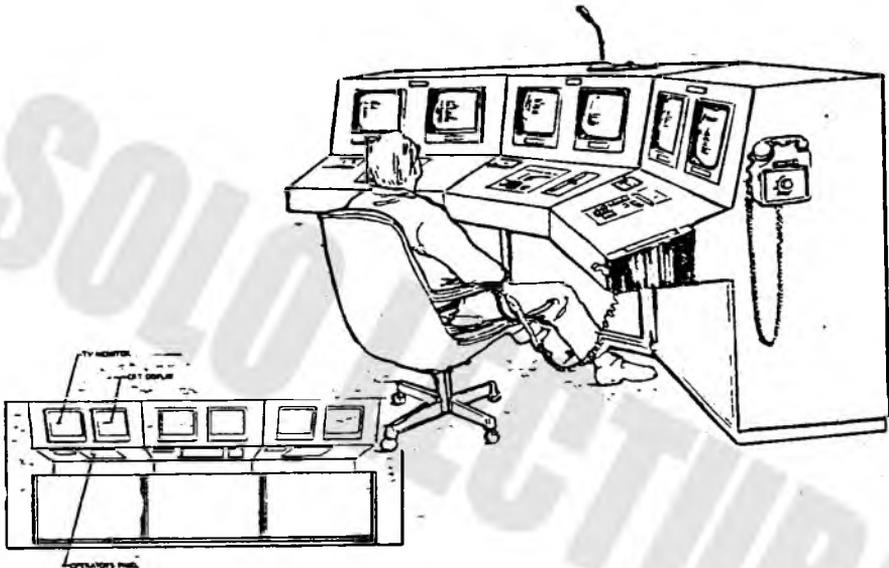


Fig. 5.4 TABLERO DE CONTROL TIPO SELECTIVO.

### 5.3 CONCEPTOS GENERALES.

El objetivo de este capítulo es indicar algunos conceptos y recomendaciones necesarias para el buen diseño de los tableros de control.

El Ingeniero de Instrumentos deberá tener un conocimiento general de la operación de la planta en cuestión, las condiciones ambientales del lugar en donde se instalará la planta y en especial del lugar donde se localizará el tablero de control, el tipo de instrumentación seleccionada y las dimensiones de las cajas de los instrumentos que se instalará en el tablero.

Para la selección del tablero el Ingeniero recopilará todos los planos de diagrama de instrumentos y tubería, y sacará la cantidad de instrumentos que estén contenidos en ellos de acuerdo a su simbología.

Los instrumentos de control deberán ser instalados ordenadamente en el tablero de acuerdo a la trayectoria del proceso de la planta.

En los tableros de control no se recomienda manejar voltaje arriba de 220 volts., de corriente alterna, cuando se manejen señales de milivoltaje, ya que esto provoca una inducción magnética y la señal llegaría al instrumento distorsionada.

Las señales electrónicas no se juntarán con señales eléctricas a la llegada de los tableros.

El Ingeniero de Diseño deberá elaborar una serie de planos en donde nos indique, el Arreglo General del Tablero Principal de Instrumentos, Diagrama de Entubados y Diagrama de Alambrado.

En general los planos de tablero deberán elaborarse a una escala apropiada para mostrar el arreglo general de la distribución de los Instrumentos y los dispositivos de control que se localizan en la parte posterior del tablero.

Para tableros más extensos en tamaño se harán una serie de planos mostrando el diseño en secciones.

Planos de arreglo y disposición de instrumentos mostrará como mínimo los siguientes cortes:

Vista Frontal identificando cada uno de los instrumentos.

Vista Lateral izquierda y derecha si se juzga necesario.

Corte mostrando la base del tablero y las distancias entre barrenos y anclaje.

Forma de anclaje del barreno al piso y características de la base de concreto, si es necesario.

Los instrumentos mostrados al frente del tablero se representan con sus dimensiones exteriores, no se muestran en los dibujos de instrumentos.

Dibujos ó detalles que muestren por donde llegan los multitubos ó tubos que entran al tablero, identificando de donde vienen ( con el número de clave del transmisor), y a donde deben llegar ( con el número de clave del instrumento del receptor), lo mismo aplica para el caso de la salida de las señales del tablero.

En caso de que hubiera interconexiones entre dos ó más circuito de instrumentación, deberá indicarse claramente con notas y/o símbolos.

Se deberá mostrar las alimentaciones, tanto si es neumática como eléctricas.

Los instrumentos localizados fuera del tablero que requiera de suministro eléctrico, este será alimentado a través de las tablillas eléctricas localizadas en la parte posterior del tablero de control.

#### 5.4 DISEÑO DE TABLEROS DE CONTROL.

Con el capítulo posterior el Ingeniero de Diseño tendrá mejor visión sobre el tipo de tablero a seleccionar; ya sea Convencional, Gráfico, Abierto, etc., de acuerdo con sus requerimientos.

##### 5.4.1 DIMENSIONAMIENTO Y DISTRIBUCION DE INSTRUMENTOS.

El dimensionamiento del tablero y la distribución de instrumentos y componentes es la principal actividad que deberá desarrollar el Ingeniero de Diseño.

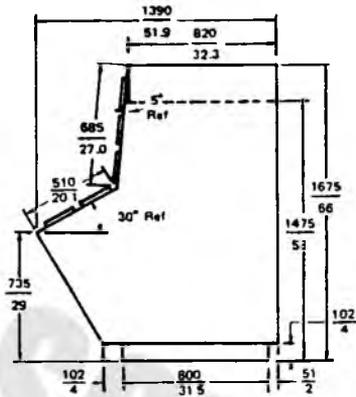
Una vez determinado el tipo de tablero se realizarán esquemas del arreglo del frente, lateral y posterior, mostrando todos los instrumentos y componentes que requerirán montarse dentro del tablero. Se podrán elaborar varios arreglos del frente, lateral y posterior con figuras de cartón recortadas a escala hasta llegar al arreglo más satisfactorio.

Es convenientemente analizar al tamaño con el fin de facilitar su instalación y transporte, las secciones de tableros de control deberán ser de 2.5 mts., de longitud y 2.2 mts., de altura como máximo. ( Figura No. 5.5 ).

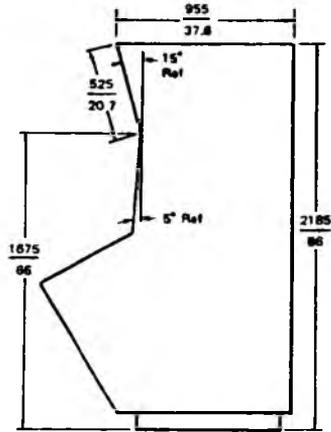
##### 5.4.2 DIMENSIONAMIENTO Y ARREGLO FRONTAL.

Los instrumentos montados en el frente del tablero generalmente son de tres tipos.

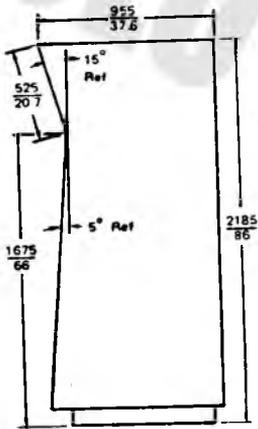
Caja Grande, en general las dimensiones de este tipo de instrumentos son : 6 x 6 pulg. ( 15.24 x 15.24 cms. ), pero existen de diferentes tamaños según los estándares de cada fabricante. ( ver Figura No. 5.6 ).



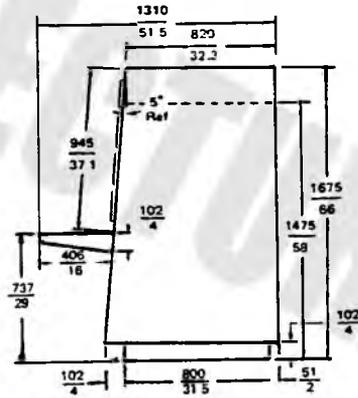
TABLERO TIPO CONSOLA.



TABLERO SEMIGRAFICO  
TIPO CONSOLA.



TABLERO CONVENCIONAL  
TIPO SEMIGRAFICO.



TABLERO CONVENCIONAL CON  
ESCRITORIO.

FIG. 5.5 DIMENSIONES TIPICAS DE LOS TABLEROS DE CONTROL.  
( UNIDADES DADAS EN  $\frac{mm}{pulg.}$  ).

Miniatura: Este tipo de instrumentos tienen dimensiones de acuerdo al fabricante, pero los más comunes son: ( 7.62 x 15.24 cm. )

Miniatura de Alta Densidad: Estos instrumentos tienen dimensiones de 1.5 ó 2 x 6 pulg. ( 4.31 ó 5.04 x 15.24 cms. ).

Los instrumentos miniatura como los miniatura de alta densidad se instalan agrupados en anaqueles, los cuales simplifican tanto su montaje como mantenimiento desde el frente del tablero. ( Fig.5.7 )

Para la distribución de instrumentos tipo miniatura y miniatura de alta densidad, se considerarán ordinariamente cuatro niveles situados a 95, 120, 145, y 170 cms., sobre el nivel del piso, los cuales coincidirán con el borde superior de los instrumentos, generalmente se utilizan los dos niveles centrales para estaciones de control y los dos niveles extremos para instrumentos registradores o indicadores simples. El borde inferior de cualquier instrumento no deberá quedar nunca abajo de 80 cms., sobre el nivel del piso. ( Fig. 5.8 ).

Para la localización de instrumentos en tableros convencionales, únicamente se respetarán los límites superior e inferior ( 1.7 mts, y 80 cms. ) , debiéndose dejar una distancia mínima de 10 cms., entre bordes de cortes consecutivos.

Para tableros gráficos y semigráficos la distancia vertical mínima permisible entre centros de instrumentos ( miniatura ) serán de 20 cms.

Para tableros selectivos ó en los cuales se especifique una instalación compacta de instrumentos, la distancia entre centro estará determinada por el mínimo espacio indicando por cada instrumento.



TIPO: CAJA GRANDE

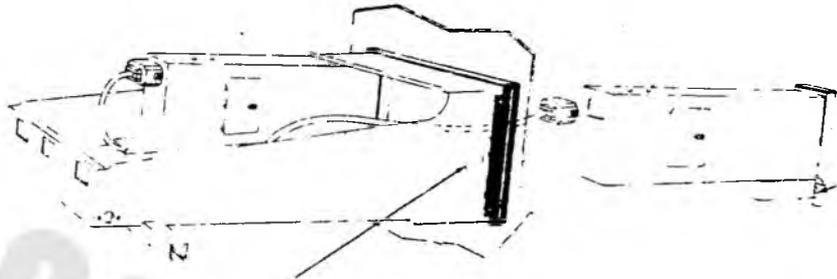


TIPO: MINIATURA



TIPO MINIATURA DE ALTA DENSIDAD.

FIG. 5.6 CLASIFICACION DE INSTRUMENTOS DE TABLERO.



CLAVE DEL ANAQUEL

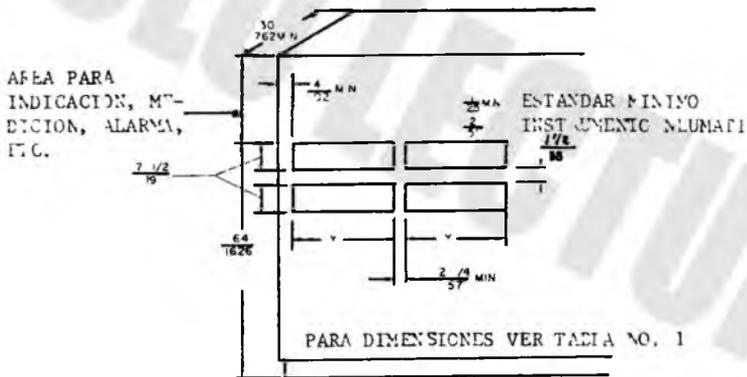


FIG. 5.7 ANAQUEL DE MONTAJE Y DIMENSIONES DE CORTF PARA SU INSTALACION EN TABLERO.

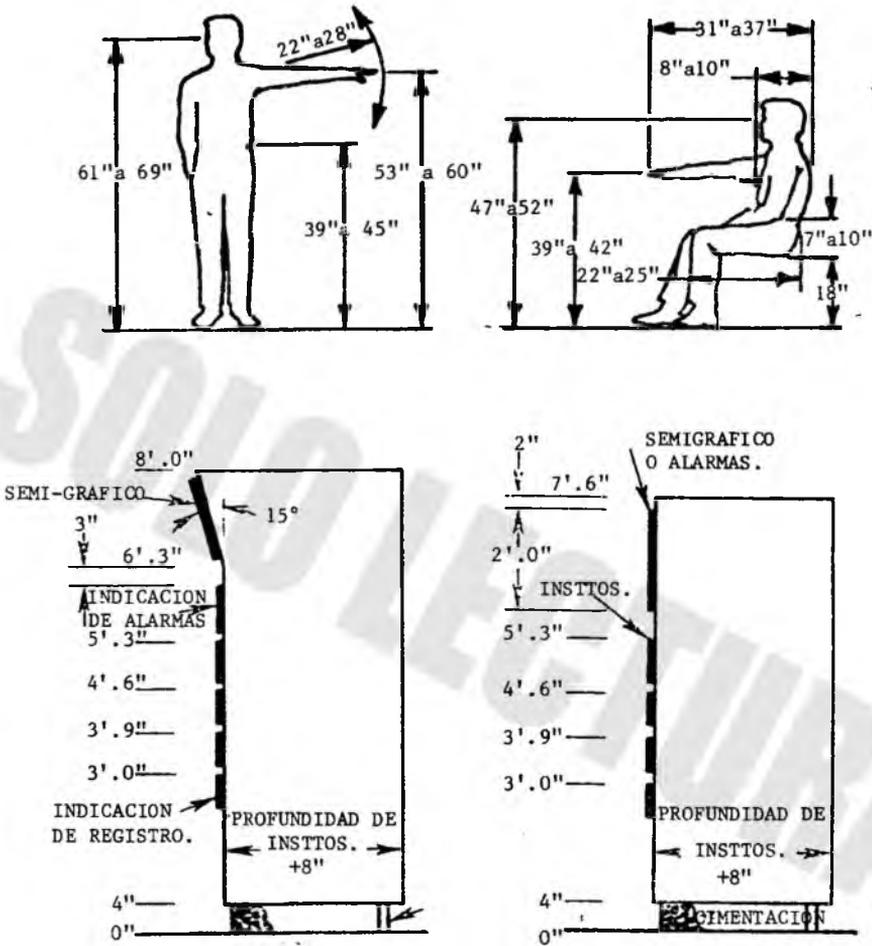


FIG. 5.8 DISTRIBUCION DE INSTRUMENTOS DE CONTROL Y NIVELES DE OPERACION.

Los instrumentos y dispositivos de control montados al frente del tablero, deberán arreglarse en forma tal que muestren la información del proceso de una manera lógica, pero considerando también las necesidades de operación y su importancia.

En seguida se indican algunas consideraciones que deben tomarse en cuenta para el arreglo frontal del tablero de control.

Todos los instrumentos que involucran circuitos de control críticos deberán instalarse en el lugar en donde el operador tenga un fácil acceso a ellos y de ser posible deberán estar agrupados.

Los instrumentos de indicación y gabinetes de alarmas deberán colocarse en los niveles superiores.

Los instrumentos y dispositivos que operan frecuentemente como controladores, interruptores manuales, botones de arranque y paro, etc., es recomendable que se instalen a una altura accesible para que el operador pueda manipularlos fácilmente.

Los interruptores de emergencia deberán colocarse en forma tal, que no puedan operarse accidentalmente, o deberán suministrarse con protección mecánica.

La cantidad de instrumentos que deben localizarse al frente del tablero nos dará la pauta para su dimensionamiento, en general los instrumentos que se utilizan son del tipo de caja grande, miniatura y miniatura de alta densidad.

Los tamaños de las placas de identificación de los instrumentos estarán en función del texto, pero se tratará de que todas las placas sean del mismo tamaño y no mayor de 110 mm de ancho ni menor de 13 mm de altura.

Para el dimensionamiento de la longitud del frente del tablero se deberá tomar en cuenta el ancho de los instrumentos, más un 10% -- para instrumentos futuros, más el espacio entre bordes de cortes consecutivos como se indica en los párrafos anteriores, todo ésto dará como resultado la longitud total del frente del tablero.

#### 5.4.3 DIMENSIONAMIENTO LATERAL.

El dimensionamiento lateral de un tablero de control estará sujeta a los siguientes factores.

##### 5.4.3.a DIMENSIONAMIENTO DEL CUARTO DE CONTROL

##### 5.4.3.b DIMENSIONAMIENTO DE LOS INSTRUMENTOS.

##### 5.4.3.a DIMENSIONAMIENTO DEL CUARTO DE CONTROL.

Las dimensiones del cuarto de control es un punto determinante en las dimensiones laterales del tablero de control, ya que de acuerdo a las dimensiones del cuarto se podrá hacer más o menos profundo o incluso cambiar el tipo de tablero.

Se deberá tomar en cuenta que el cuarto de control es función del tablero y no éste del cuarto de control, pero debido a que hay ocasiones en que el cuarto de control ya esta construido, se tendrá que -- tomar en cuenta las dimensiones del mismo.

##### 5.5.3.b DIMENSIONAMIENTO DE LOS INSTRUMENTOS.

Las dimensiones de los instrumentos, tanto los que se mostrarán al frente como los que se instalarán en la parte posterior y los -

equipos auxiliares son un factor importante en el dimensionamiento del fondo del tablero.

Se deberán considerar la longitud de los instrumentos del frente del tablero de control, más la longitud de los instrumentos y accesorios montados en la parte posterior del mismo, así como espacio necesario para puertas que se requieran en la parte lateral, todo lo anterior nos dará como resultado la dimensión lateral del tablero.

#### 5.4.4 ARREGLO POSTERIOR.

En esta parte del tablero se deberán instalar los instrumentos y dispositivos que requieren localizarse en la parte posterior del mismo, además deberán localizarse todos los accesorios para soportar el entubado, alambrado y los bloques de tablillas terminales.

Es importante mantener una distancia mínima de 130 cm. (4 pies) de la cara posterior del tablero a cualquier equipo o pared que se encuentre atrás del tablero, también se deberá tomar en cuenta para el arreglo, que exista un fácil acceso a los componentes tanto del frente como de la sección posterior del mismo.

#### 5.5 COMPONENTES NEUMATICOS.

##### 5.5.1 CABEZAL DE SUMINISTRO DE AIRE.

El diseño del cabezal de suministro de aire de instrumentos en un tablero de control es un aspecto importante en el funcionamiento de los instrumentos contenidos en él, por lo que se debe considerar con especial cuidado en las especificaciones, a continuación se dan algunos lineamientos que ayudarán al Ingeniero en su di mencionamiento.

A menos que se especifique otra cosa, los tableros con instrumentación neumática tendrá un cabezal principal de suministro de aire el que será ordinariamente de bronce y estará provisto del número de tomas adecuadas para la conexión individual de cada uno de los instrumentos — que requerirán suministro de aire, más un mínimo de 10 % de tomas adicionales que se utilizarán en instrumentación futura.

Se requieren cuando menos dos tomas exclusivas para ser usadas con el equipo de calibración.

Cada toma deberá estar soldada al cabezal y estar provista de una válvula de paso localizada cerca del cabezal e identificada con referencia al instrumento que va conectado, las tomas de repuesto deberán suministrarse con válvulas de cote y tapón.

El cabezal de aire de instrumentos deberán diseñarse con un sistema doble de filtración y regulación, esto es con la finalidad de poder operar con uno u otro, para asegurar un suministro constante de aire a los instrumentos. ( Figura No. 5.9 ).

En la descarga del sistema de regulación y filtración se deberá instalar una válvula de seguridad para proteger a los instrumentos de una posible sobrepresión.

El cabezal deberá tener una pendiente mínima de 2° en la dirección del flujo de aire y una válvula de purga de 1/2" al final del mismo.

Los instrumentos deberán tener un suministro constante de aire de 20 Psig., ó 1.4 Kg/Cm.2, por medio del múltiple de suministro de aire. Si dos o más tableros van a ser instalados costado con costado, el múltiple deberá ser hecho también en secciones de la misma manera que los tableros y deberán ser provistos con turcas o bridas en cada punto de unión.

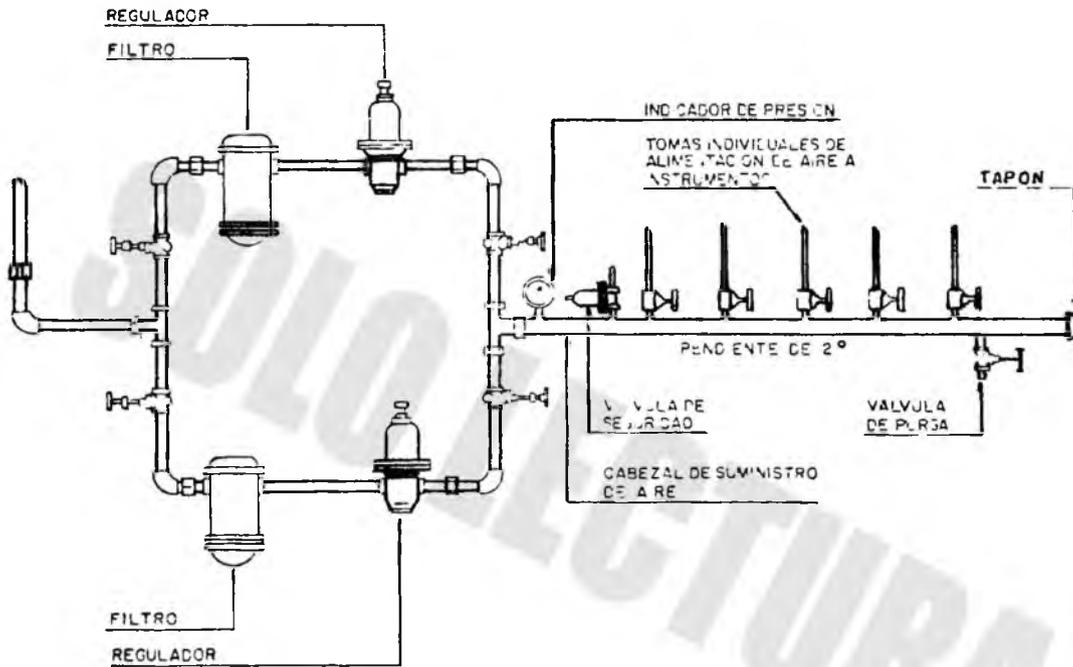


FIG. 5.9 CABEZAL DE SUMINISTRO DE AIRE.

Como ya se mencionó el cabezal ordinariamente será de tubo de bronce, de una pulgada de diámetro, para un máximo de 30 instrumentos - que requieran suministro de aire en tablero de longitud no mayores a 10 metros, para tableros mayores de 10 metros, o más de 30 instrumentos, - se utilizará tubo de 1.5 pulg. de diámetro, para tableros excesivamente grande o con más de 90 instrumentos que requieran suministro de aire, se podrá emplear un diámetro de tubo máximo de 2 pulg., para necesidades especiales se podrán emplear varios cabezales. Para determinar el número - máximo de instrumentos neumáticos que puedan conectarse a un solo cabezal de suministro de aire, tomando en cuenta el diámetro de éste y la longitud del tablero, deberá emplearse la gráfica No. 1.

#### 5.6 ENTUBADO .

El entubado del tablero deberá cumplir con la norma ANSI B31.1

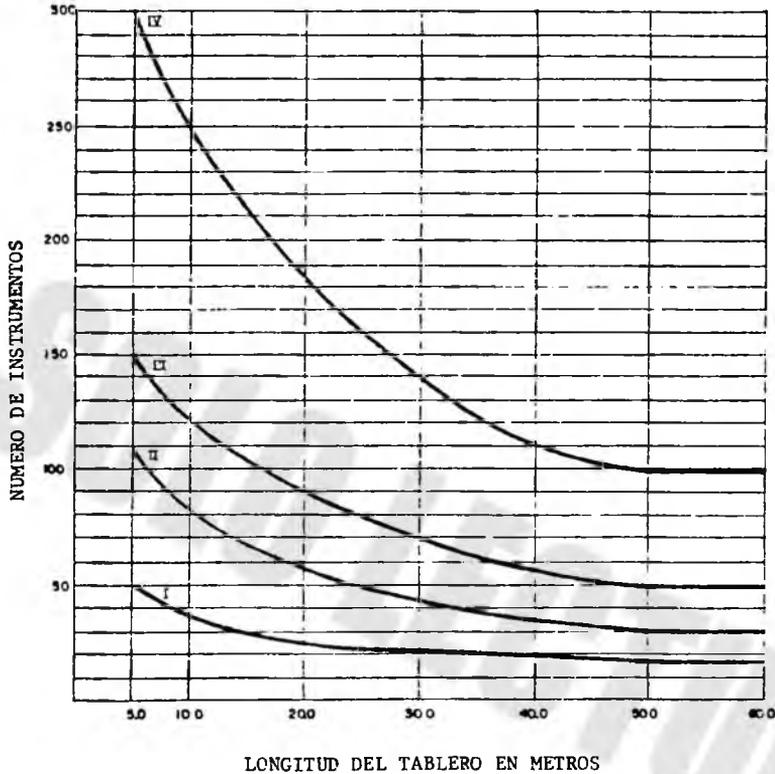
Los bancos de tubos deberán soportarse rígidamente, sujetando-los a la estructura del tablero.

Las secciones laterales podrán ser usadas para montar los instrumentos y accesorios, así como también para soportar el entubado.

Las conexiones a los instrumentos deberán hacerse de tal forma que cada uno de ellos pueda desmontarse con facilidad sin tener que desmontar o dañar el entubado.

El fabricante del tablero deberá arreglar el entubado, accesorios, placas, formas de soportes, etc., de tal forma que ofrezca condiciones de seguridad al personal que dará mantenimiento.

En algunos casos podrá requerirse al fabricante del tablero, que monte el equipo de calibración en la parte posterior del tablero, como -



LA GRAFICA PUEDE SER UTILIZADA PARA CABEZALES SECUNDARIOS DEL CAMPO CONSIDERANDO UN FACTOR DE 0.9 QUE SE APLICA AL NUMERO DE INSTRUMENTOS O PILOTOS PERMITIDO.

SE CONSIDERA UN SOLO CABEZAL PARA CADA TABLERO.

- I TUBO DE BRONCE DE 1"  $\phi$  CED. 40
- II TUBO DE BRONCE DE 1 1/4"  $\phi$  CED.40.
- III TUBO DE BRONCE DE 1 1/2"  $\phi$  CED.40.
- IV TUBO DE BRONCE DE 2 "  $\phi$  CED.40.

GRAFICA No. 1.

manómetros o columnas, etc.

Deberán suministrarse dos conexiones de 1/4 de pulgada, tipo - enchufable al frente del tablero y a 10 Cms., de la base del mismo, una de ellas deberá conectarse al múltiple de suministro de aire y la otra - deberá tener por detrás del tablero un cople roscado de 1/4 de pulgada., para que mediante de un conector se pueda comunicar con cualquiera de -- los equipos montados atrás del tablero, estas conexiones tienen el propó- sito de poder calibrar desde el frente del tablero.

#### 5.7 TABLILLAS TERMINALES.

Las interconexiones entre campo y tablero deberán ser claramen- te marcadas y hechas en el bloque de tablillas terminales neumáticas.

Las conexiones del bloque terminal neumático deberán estar rí- gidamente soportadas de manera ordenada y claramente identificada, debe- rá considerarse una cierta cantidad de terminales para uso futuro.

#### 5.8 COMPONENTES ELECTRICOS Y ALAMBRADOS.

Todo el equipo, material e instalación eléctrica involucrado, deberá cumplir con las normas existentes para el caso. Reglamento de ins- talaciones eléctricas, NEC, NEMA, ISA, etc.

El entubado, alambrado, conduit, ductos, arreglo de componen- tes, etc., deberán diseñarse en forma tal, que nos impida el fácil acceso a bloque de terminales, tapas y cubiertas de instrumentos y componentes.

### 5.8.1 COMPONENTES ELECTRICOS

El tipo de componentes y accesorios eléctricos, así como la construcción misma del tablero dependerá principalmente de la clasificación eléctrica considerada para el área de instalación.

En área peligrosa los instrumentos y componentes de los circuitos eléctricos deberán requerirse con cubierta a "Prueba de Explosión".

En área no peligrosas se requisitarán como equipo considerado -- para propósito generales.

Los puntos de alarma y control de motores deberán ser operados - en 120 Volts., 60 Ciclos, a menos que otra cosa se especifique.

El alumbrado de 120 Volts., deberá ser generalmente con cable de calibre No.14 AWG, a menos que otra cosa se ordene en la especificación - individual de cada tablero.

#### 5.8.1. a D U C T O S .

Los ductos de alumbrado cuando se usen, no deberán llenarse más allá del 40% de su capacidad.

Tamaño del Ducto.	Máximo No. de cable de calibre No. 14.
1/2 Pulgada	13
3/4 Pulgada	24
1 Pulgada	39

#### 5.8.1.b TABLILLAS TERMINALES.

El fabricante del tablero de control deberá proporcionar bloques de tablillas terminales para servicio semipesado, cuando menos deberá contarse con un 10% más del total de terminales requeridas, para aplicaciones futuras.

Todos los cables hacia el exterior del tablero deberán pasar a través de tablillas terminales, exceptuando cables de señal de termopares, bulbos de resistencia y algunos tipos de analizadores que deberán ser directas del elemento primario a instrumentos de tablero.

Las conexiones múltiples deberán planearse de modo que cuando más, se conecten dos alambres a una tablilla terminal de bloque, instrumento o componente, en caso necesario podrán usarse más terminales del bloque.

Los bloques de tablillas terminales no deberán montarse uno frente al otro, así como tampoco a una altura inferior a 450 mm., del piso.

Es recomendable montarlos a una altura tal, que sean fácilmente operables para un hombre que este de pie.

Los bloques de tablillas terminales deberán identificarse con números de acuerdo a lo mostrado en los diágramas de alambrado.

Ambos extremos de cada alambre deberán estar identificados -- con su número respectivo, utilizando marcadores "Blady" ó similar de tela o plástico, no son aceptables los marcadores de papel.

Deberán dejarse cierta cantidad de terminales para el cableado de señales de campo.

Las siguientes dimensiones mínimas se aplicarán para espaciar - las tiras de tablillas terminales.

	Alambre hacia el interior ( cm. )	Alambre hacia el exterior ( cm. )
Entre la tira de tablillas terminales y la pared más cercana.	6.5	9.5
Entre bloques paralelos de tablillas terminales.	9.0	13.0

Deberá existir un claro vertical de 10 cm., entre la parte superior e inferior de dos tiras de tablillas terminales.

El mismo claro vertical se aplica entre tablillas de terminales y cualquier saliente en el tablero, como cajas de instrumentos, estructura de soporte, pared de la caja, etc.

#### 5.8.1.c Z A P A T A S .

Para cada alambre y en cada extremo del mismo, deberán utilizarse zapatas de ojillo cerrado para ser fijadas sin soldadura y provistas de aislante en su base.

#### 5.8.1.d T I E R R A S .

Las cajas de instrumentos relevadores, interruptores, botones, luces piloto, etc., montados directamente sobre la superficie metálica - del tablero se consideran aterrizadas y no requerirán alambrado para ese fin, cuando.:

- La pintura o acabado en la superficie de tablero e instrumentos sean lijados en el punto de contacto.

- Si la pintura no se quita, se usan arandelas de presión entre el instrumento y todo los tornillos de montaje.

Requerirán conexión especial de tierra todos aquellos instrumentos que requieran para el buen funcionamiento de sus circuitos internos, como sus relevadores de protección contra falla de flama, potenciómetros de balance continuo, etc.

#### 5.8.1.e INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS:

Cada tablero o sección del mismo deberá suministrarse con interruptores termomagnéticos de doble polo para los siguientes servicios.

- Sistema de alarma.
- Suministro de potencial a instrumentos.
- Sistema de interlock (un interruptor para cada sistema)
- Usos varios.

Los interruptores termomagnéticos deberán proporcionarse en una caja.

#### 5.8.1.f BARRA DE CONEXIONES.

La barra de conexiones se utiliza para centralizar la entrada y salida de todas las señales, tanto neumáticas como electrónicas, será

localizada en la parte superior posterior del tablero y deberá estar cons  
truida de lámina de acero, las conexiones para tubo de aire serán de 1/4  
de pulgada, con rosca normal y en las conexiones para conduit se usarán -  
uniones de acero.

La barra de conexiones deberá dividirse en secciones, para sepa  
rar todas las conexiones de aire de las eléctricas, permitiéndose incli  
sve localizar dichas secciones a distinto nivel.

#### 5.8.1.g CHAROLAS .

El fabricante del tablero deberá suministrar la cantidad adecu  
a de charolas para soportar todos los conductores y tubos de aire que --  
llevarán las señales eléctricas de entrada y salida del cuarto de control.

#### 5.8.2 ALAMBRADO .

##### 5.8.2.a ALAMBRADO DE PROPOSITOS GENERALES

Este tipo de alambrado debe considerarse para atmósferas secas  
y deberá estar de acuerdo a las normas del "NATIONAL ELECTRICAL CODE" .

Si los circuitos eléctricos no exceden de 250 Volts., los blo-  
ques terminales podrán ser descubiertos (sin cajas) pero deberán estar -  
protegidos por tapas o barras. Otras terminales que carezcan de caja ---  
como botones luces e interruptores deberán aislarse para proteger al per  
sonal de accidentes.

Esta protección podrá ser con taponcillos de hule, aislamiento de plástico, etc. En caso de no ponerse estas protecciones, estos componentes deberán estar en una caja con tapa removible.

Sí el potencial de los circuitos eléctricos es superior a 250 voltios, deberán polarizarse y aterrizarse. Todos los bloques terminales deberán estar en cajas con tapa y el alambrado entre terminales deberá instalarse en ductos.

El alambrado de circuitos con voltaje menores de 250 voltios y que estén polarizados y aterrizados, puede llevarse a cabo de diferentes formas. el método que se escoja dependerá de la cantidad de conductores o cables que se tengan y el espacio disponible atrás del tablero.

Con cualquiera de los procedimientos que se establecen más adelante, el alambrado deberá hacerse de una forma limpia y ordenada de tal forma que las ampliaciones y/o reparaciones puedan ser llevadas a cabo fácilmente.

El alambrado deberá estar debidamente soportado hasta cuando menos 30 cm., del punto de conexión y protegido tanto como sea posible de impactos y tirones.

Cualquiera o una combinación de las técnicas de alambrado siguientes es aceptable :

Con los conductores formado "mazos" sujetos con cintillos.

Estos mazos deberán fijarse a la pared del tablero para tener un soporte adecuado.

Los mazos con abrazaderas atornilladas a ménsulas soldadas al tablero.

Este procedimiento permite un gran número de alambres en un tablero relativamente angosto.

Utilizando ductos de alambrado vertical y si la cantidad de hilo lo amerita, usar ductos horizontales, los ductos deberán tener tapas atornilladas o fijas a presión. Dentro de los ductos no deberán formarse "mazos".

Este procedimiento permite una instalación clara y ordenada de un gran número de conductores y además hace posible el fácil acceso a cualquier alambre. Ductos de alambrados muy adecuados para este propósito son fabricados en vinilo rígido de alto impacto y se fabrican en tamaños desde 1/2 pulgada de ancho por 1/2 pulgada de altura hasta 4 pulgada de alto, teniendo en los costados ranuras o barrenos circulares para meter o sacar los conductores del ducto. El máximo llenado permisible deberá ser del 60% de la sección transversal del ducto.

Cada instrumento que requiera suministro de fuerza y que no tenga un chasis que se deslice fuera de su caja fácilmente, o sean aparatos tales como; Potenciómetros, instrumentos con mando eléctrico de la gráfica, etc; deberán tener conectado su suministro preferentemente a través de un cable de tres hilos con forro de hule que termine en una clavija de tres elementos, esta clavija deberá acoplarse a un conector hembra.

Si no se encontrase en el mercado local el cable de tres hilos, es aceptable formarlo con tres cables monopolares en mazo, cable que deberán tener el código de colores establecido, para vivo, neutro y tierra.

El enchufe hembra deberá estar montado en una caja de registro con tapa metálica al ras, como mínimo un enchufe para uso futuro deberá colocarse por cada 1200 mm o fracción de tablero.

Las aberturas de todas las cajas metálicas de instrumentos, --

ductos y accesorios, a través de las cuales pase alambrado deberá estar debidamente protegidas con anillos para evitar que el metal pueda pelar el aislamiento de los conductores.

5.8.2.b ALAMBRADO CLASE I DIVISION 2 . ( PRUEBA DE CASES EXPLOSIVOS )

El alambrado de los tableros deberá de cumplir las normas del NATIONAL ELECTRICAL CODE para áreas peligrosas clase I división 2.

Los tableros instalados en áreas clase I división 2 deberán -- alambarse como se indica en los párrafos de alambrado de propósitos generales, con las excepciones o adiciones que a continuación se anotan :

Todos los instrumentos, dispositivos de alarma, botones, relevadores, etc., deberán tener contactos expuestos.

Deberán utilizarse relevadores herméticamente cerrados.

Todos los equipos con posibilidad de formar arco eléctrico, deberá estar dentro de cajas de pruebas de explosión, con sellos instalados en tubo conduit a 460 mm ó menos de la caja en cuestión.

El alambrado después del dispositivo de sello podrá ser cerrado o abierto, dependiendo del voltaje del circuito, con tal que la construcción del tablero sea del tipo gabinete.

Para tableros abiertos se recomienda utilizar siempre conduit rígido.

El enchufe hembra deberá ser montado en una caja de registro - para dos elementos con tapa adecuada para el área en cuestión.

Un método más barato pero menos conveniente es la eliminación de los enchufes, alambrado los cables de fuerza directamente a termina--

les, este método no deberá usarse a menos que así se especifique.

Todos los artefactos que contengan componentes enchufables --- ( relevadores, chasis de registradores, etc.), deberán tener seguros para evitar que los componentes sean desenchufados con el potencial conectado.

#### 5.8.2.c ALAMBRADO A PRUEBA DE INTEMPERIE.

El alambrado de los tableros deberán cumplir con los requisitos del NATIONAL ELECTRICAL CODE.

Los tableros instalados en áreas húmedas o mojadas deberán de alambrarse como se indica en los párrafos de alambrado de propósitos generales, además de las adiciones que se detallan en los párrafos siguientes ;

Todos los bloques de tablillas terminales deberán estar soldadas y construidas a prueba de intemperie. Las esquinas deberán estar soldadas en forma continua. Deberán colocarse empaques a prueba de agua entre las cajas y las tapas. Los empaques deberán tener agujeros para el paso de los tornillos de sujeción y deberán estar unidos con firmeza al cuerpo de la caja, en forma tal que no se caigan, ni deformen al quitar las tapas. El exterior de las cajas deberán estar acabado con dos capas de pintura base ( primer ) y dos de laca tipo automotriz.

Todos los instrumentos, interruptores, relevadores, válvulas - operadas por solenoide, etc., deberán especificarse con cajas a prueba - de intemperie.

Todo el alambrado deberá estar dentro de tubería conduit rígida y todas las conexiones de tubería a cajas o instrumentos deberá ser a

prueba de intemperie.

El alambrado para sistemas de comunicación en tablero, deberá ser tendido por ambas terminales de estos equipos telefónicos deberán estar aisladas del tablero y de los conductores de tierra. Cuando se utilice cable blindado para sistemas de sonido local, el blindaje deberá conectarse a tierra en un extremo y aislado a todo lo largo del resto del cable.

Al diseñar los circuitos eléctricos deberá tener especial cuidado en que todas las aperturas y cierres de interruptores sea llevado a cabo por medio del vivo del circuito, no deberán admitirse circuitos de secuencia o de otro tipo, en los cuales las aperturas y cierres se lleven a cabo por ambos polos de manera desordenada.

Número de Instrumentos en el Anaqueel *	Corte Longitudinal = Y pulg. mm
1	3 1/4 83
2	6 152
3	8 3/4 222
4	11 1/2 292
5	14 1/4 362
6	17 432
7	19 3/4 502
8	22 1/2 572
9	25 1/4 641
10	28 711

\* Instrumentos de Indicación, para Registradores multiplicar por dos Indicadores, y es su capacidad de montaje.

TABLA No. 1. DIMENSIONES DE ANAQUELES DE MONTAJE DE INSTRUMENTOS DEL TIPO MINIATURA.

6.0 SELECCION DEL TIPO DE TABLERO  
PARA LA AUTOMATIZACION.

SOLO LECTURA

## 6.1 SELECCION DEL TIPO DE TABLERO PARA LA AUTOMATIZACION.

Este capitulo se clasificará de tal manera que tengamos una visión de como debemos de proceder en la selección del tipo adecuado del tablero de control de acuerdo al proceso que se está estudiando.

Primeramente debemos de conocer los diferentes diagramas - que se manejan en la Ingeniería, como son:

- 6.1.a PLANOS DE LOCALIZACION GENERAL.
- 6.1.b PLANOS DE BALANCE DE PROCESO.
- 6.1.c PLANOS DE DIAGRAMA MECANICO DE FLUJO.

6.1.a Los planos de localización general nos van a indicar la distribución de los equipos de proceso indicando sus coordenadas y la localización de edificios que integran la planta.

6.1.b Los planos de flujo de proceso nos darán a conocer las condiciones de operación a la cual esta sujeto el proceso.

6.1.c Los planos de diagrama mecánico de flujo, también conocidos como diagrama de tubería e instrumentos, nos indicará con más detalle la dinámica del proceso con la respectiva instrumentación que deberá llevar el control tanto en los equipos como en las líneas, además nos darán a - conocer los arreglos de tubería de acuerdo a las necesidades de los equipos, especificaciones, diámetros y los tipos de fluidos que se manejan, las capacidades de operación, el tipo de señal en que se encuentra sometido el control, ya sea neumática, eléctrica ó electronica.

El diagrama de más uso para el Ingeniero Instrumentista son los mecánicos de flujo, ya que en ellos estará contenida la información requerida del control, el tipo de señal y las condiciones de operación.

Para entender la filosofía de los planos necesitamos identificar la simbología que se utiliza en la instrumentación de control de acuerdo a la I.S.A. ( SOCIEDAD DE INSTRUMENTISTAS DE AMERICA ) .

LETRAS MAYUSCULAS	DEFINICIONES Y POSICIONES PERMITIDAS EN CUALQUIER COMBINACION.	
	1 <sup>a</sup> LETRA VARIABLE DE PROCESO.	2 <sup>a</sup> LETRA TIPO DE REGISTRO U OTRA FUNCION
A	---	ALARMA
C	CONDUCTIVIDAD	CONTROL
D	DENSIDAD	---
E	---	ELEMENTO PRIMARIO
F	FLUJO	---
I	---	INDICADOR
L	NIVEL	---
P	PRESION	---
T	TEMPERATURA	---

## 6. 2 SELECCION DEL TIPO DE TABLERO DE CONTROL DE PROCESO.

Una vez que se encuentra el Ingeniero de Instrumentos familiarizado con la simbología utilizada por la I.S.A., entenderá claramente el significado de los diagramas de tubería e Instrumentos, y conociendo la filosofía del control del proceso se preguntará.

6.2.1 QUE CARACTERISTICAS DE CONTROL REQUERIMOS PARA LA AUTOMATIZACION.

6.2.2 QUE TIPOS DE INSTRUMENTOS SE LOCALIZARA AL FRENTE DEL TABLERO.

6.2.3 CUAL SERA EL TIPO DE TABLERO ADECUADO PARA LA AUTOMATIZACION.

6.2.1 CARACTERISTICAS DE CONTROL REQUERIDO.

Para la selección del tipo de controlador es necesario conocer la característica de control que éste va a proporcionar al existir alguna desviación en el proceso.

Que tipo de señal se va a emplear para la automatización ya sea - Neumática ó Electronica.

El fabricante proporcionará el instrumento con la característica de control seleccionada por el Ingeniero.

#### 6.2.2 TIPO DE INSTRUMENTOS QUE SE LOCALIZARA AL FRENTE DEL TABLERO DE ACUERDO AL FABRICANTE.

Para la selección del Modelo del Instrumento es necesario conocer los diferentes fabricantes de estos, que nos darán las características tales como son :

DIMENSIONAMIENTO  
FUNCIONALIDAD  
REQUERIMIENTO DE ENERGIA  
ARREGLOS DE ANAQUELES DE MONTAJE  
INSTALACION DE MONTAJE  
CONFIABILIDAD  
ETC.

#### 6.2.3 TIPO DE TABLERO ADECUADO PARA LA AUTOMATIZACION

La selección del tipo de tablero estará en función de las características de las plantas ó Areas a controlar como son:

- 6.2.3.a TAMAÑO DE LA PLANTA.
- 6.2.3.b PELIGROSIDAD DEL PROCESO.
- 6.2.3.c GRADO DE EXACTITUD DE CONTROL.

#### 6.2.3.a TAMAÑO DE LA PLANTA .

Al referirnos al tamaño de las plantas queremos decir que esta va a depender del volumen de equipos de proceso que se van a controlar.

#### 6.2.3.b PELIGROSIDAD DEL PROCESO.

Cuando existan ciertas precauciones de control en el proceso - de acuerdo a las condiciones de operación el Ingeniero que está diseñando el tablero de control deberá proporcionar las medidas recomendables - en la identificación por medio de una descripción al frente del tablero, ya sea sobre la instrumentación siguiendo una secuencia de pasos que siga el proceso, ó por medio de diagramas simplificado de proceso en la - parte superior del gabinete.

Los diagramas simplificados de proceso, son los más indicados cuando se tiene un proceso más complicado, y cuando se tiene secciones - que nos indica una secuencia de pasos sobre la instrumentación en que - son las partes de mayor peligrosidad del proceso.

#### 6.2.3.c GRADO DE EXACTITUD DE CONTROL.

Cuando se quiere tener un grado de exactitud de control más - sofisticado al proceso se utilizan sistemas de control distribuidos.

Este tipo de sistemas es manejado por los microprocesadores, - que es la tecnología mas abanzada actualmente en las computadoras.

En los sistemas de control distribuido son manejados cuando el proceso a controlar son muy complicados, ya que es conveniente utilizarlos por el gran ahorro que nos proporcionaría, tanto de instrumentos como del tablero de control.

### 6.3 TIPO DE TABLERO DE CONTROL PARA LA AUTOMATIZACION.

El tipo de tablero para la automatización en el Area de Almacenamiento de Oxido de Etileno será de acuerdo a la necesidad de control que requerimos.

El control requerido de operación para mantener el producto - en condiciones seguras, es el de sostener una temperatura de 0 °C, por medio de un indicador controlador de temperatura, alarmas que nos indiquen las altas temperaturas y mantener el producto almacenado al 80 % de su capacidad.

Refiriendonos a la lista de instrumentos del capítulo 4 se observa que la cantidad de instrumentos a utilizar son pocos por lo que el tipo de tablero óptimo es un CONVENCIONAL.

7.0      I N S T A L A C I O N   Y   C O N S T R U C C I O N .

SOLO LECTURA

## 7.1 INSTALACION Y CONSTRUCCION .

Para la instalación y construcción de los tableros de control es necesario contar con el diseño del tablero y los planos de conexión de instrumentos de los fabricantes.

Primeramente debemos saber en donde estará localizado el tablero de control, para esto se observa en el plano general, la ubicación - del cuarto de control

La instalación del tablero de control estará localizado en el cuarto de control local en la sección de la oficina de acuerdo a la distribución Arquitectónica del cuarto de control ( ver plano P-002 ). El cuarto de control está distribuido en cuatro secciones.:

CONTROL DE MOTORES.  
MANEJADORA DE AIRE.  
BANCO DE BATERIAS.  
OFICINA.

Los instrumentos instalados en la superficie frontal del tablero serán del tipo Miniatura, y serán montados sobre anaqueles de montaje agrupados de tal manera que sean identificados, ya sean de indicación - como de registro.

## 7.2 FRENTE DEL TABLERO Y CORTES.

El frente del tablero se construirá de lámina de acero, perfectamente plana, para tableros gráficos, semigráficos y convencionales con instrumentos tipo miniatura se utilizarán lámina de 1/8" a 3/16" de espesor, para tableros con instrumentación compacta no considerada minia

tura se utilizara lámina 3/16" a 1/4" de espesor.

Todas las uniones entre láminas del frente del tablero se harán a tope, los bordes de ensamble deberán pulirse de manera de evitar el paso de luz en toda la línea de unión sin necesidad de utilizar pintura o substancia selladora.

Los cortes en el tablero deberán ser lisos y rectos no deberán presentar huellas de soplete o disco de corte y sus bordes deberán pulirse y limpiarse de manera de no dejen ningún reborde o protuberancia.

Los cortes, soldaduras y recursos de fijación no deberán producir ondulaciones o deformaciones en el tablero, ni afectar en modo alguno la nivelación de la superficie visible, la cual deberá quedar perfectamente lisa. La máxima tolerancia de desviación será de 3 mm . por cada 2.5 - mts.

Las láminas del tablero deberán sujetarse al armazón general mediante pernos soldados en la parte posterior, no deberán utilizarse tornillos o remaches que tengan que pasar a través de la lámina.

### 7.3 ARMAZON Y BASE DEL TABLERO.

Las secciones estructurales de los tableros de control deberán ser de ángulo de 2 x 2 x 1/4 Pulg., ó de características adecuadas para soportar a los instrumentos y accesorios montados tanto al frente, como en la parte posterior del tablero. El armazón se construirá con todas las esquinas completamente soldadas, reforzado convenientemente con elementos adicionales para soportar los esfuerzos que se produzcan.

El tablero deberá soportarse en un armazón construido de perfil de acero angular y diseñado para soportar todos los instrumentos, equipos

y accesorios requeridos.

El armazón se construirá con todas las esquinas completamente sol  
dadas y reforzado convenientemente con elementos adicionales para repartir-  
los esfuerzos producidos.

El peso del tablero deberá quedar soportado por el armazón poste-  
rior y no por la orilla del frente del tablero.

La base del tablero deberá ser lisa y plana con una tolerancia má-  
xima de 2 mm y diseñadas de manera de poder soportar el peso total con apo-  
yo en un 80% del área de la base sin importar la posición relativa. Los ta-  
blero que deban apoyarse directamente en el piso terminado, deberán estar  
provisto de patas ajustables para compensar las variaciones de nivel en ca-  
so de que existan.

Para tableros en donde se especifique anclaje, este deba ser con  
anclas de 16 mm mínimo. Para estos casos el tablero se suministrará con aguje  
ros en forma de ranuras de 21 mm de ancho.

Los tableros pueden sujetarse directamente sobre el piso del cuarto  
o sobre una base de concreto, que generalmente tiene un espesor de 3 a 6 Pulg.,  
también se utilizan bases construidas de perfiles tipo "C" .

#### 7.4 TABLEROS TIPO GABINETE Y TABLEROS TIPO CONSOLA.

Cuando por razones especiales de localización se especifique la -  
construcción de un tablero cerrado tipo gabinete o armario, se deberá prove-  
er acceso a todos los componentes de la parte posterior del tablero, mediana  
te puertas con bisagras tipo piano, de acero inoxidable.

Para tableros en donde el concepto de alta densidad de instrumentaa

ción sea determinante del diseño, se deberá especificar el tipo consola.

En los diseños de tipo consola, la repisa o piano no vertical sólo se utilizará para indicadores, interruptores, botones de contacto, luces pilotos, etc., debiendo utilizarse el plano vertical para instrumentos registradores y de control.

#### 7.5 CABEZAL DE SUMINISTRO DE AIRE DE INSTRUMENTOS Y SISTEMAS NEUMATICOS.

El cabezal de aire de instrumentos deberá recorrer toda la longitud del tablero, se localizará a una altura no mayor de 50 cm. de la base del tablero y será soportado por el armazón general de la parte posterior del tablero.

El entubado deberá hacerse con tubos de cobre de 1/4" de diámetro exterior y 0.8 mm de espesor mínimo. Todos los tubos deberán quedar agrupados en planos horizontales o vertical; no se permite las agrupaciones en forma de haz, los tubos deben quedar sujetos a la estructura a intervalos regulares. Los dobles se harán siempre a 90° con un radio de curvatura mínimo de 15 mm. Todos los instrumentos y componentes neumáticos de los circuitos de instrumentación, deberán poder aislarse para servicio o reparación mediante conexiones "T" y válvulas de paso, de manera de permitir su remoción sin causar pérdidas de aire en el sistema a que pertenecen sin alterar a otros instrumentos del mismo circuito.

#### 7.6 ESPECIFICACIONES ELECTRICAS.

El tipo de componentes y accesorios, así como la construcción misma del tablero, dependerá principalmente de la clasificación considera

da para el área de instalación.

Para sistemas especificados a prueba de explosión, se deberán utilizar conductos metálicos para cable de tipo tubular y pared gruesa ( conduit rígido ) con uniones selladas y cajas de cierre hermético a prueba de explosión. Todo el equipo a prueba de explosión deberá ser además a prueba de polvo y resistente a la intemperie.

Para áreas consideradas peligrosas, pero en donde los sistemas no se especifiquen a prueba de explosión, se podrán utilizar conductos metálicos para cable de tipo tubular y pared delgada, uniones selladas y cajas cerradas herméticamente mediante empaques y tapas sujetas con tornillos. Para áreas no peligrosas, se utilizarán conductos para cable tubulares o rectangulares, metálicos o de plástico, rígido o flexible, con el único fin de proporcionar adecuada protección mecánica a todo el alambrado. No son aceptables las instalaciones eléctricas descubiertas en ningún tipo de tablero.

Todos los componentes de los circuitos eléctricos, tales como relevadores, interruptores, tablillas de terminales, luces pilotos, etc., deberán quedar encerrados en cajas, las cuales estarán construidas de acuerdo a la clasificación eléctrica del área de instalación del tablero.

#### 7.7 CHAROLAS.

Las charolas estarán situadas arriba de la barra de conexiones en posición tal que se facilite la conexión de todos los cables y tubos sin interferencia entre sí o con otros componentes. Los cables y alambres eléctricos serán continuados a los instrumentos correspondientes a través de las cajas con tablillas de terminales excepto los portadores de señal de milivoltaje o miliamperaje que serán conectados directamente en el campo, a través de conducto para cable unido a la barra de conexiones. Los

tubos de aire serán continuados a los instrumentos correspondientes a través de las barras de conexiones.

#### 7.8 PRUEBAS.

La tubería e instrumentación neumática deberá probarse para encontrar fugas y para comprobar su funcionamiento adecuado. La presión de prueba para la tubería de aire, teniendo desconectados los instrumentos serán de  $2 \text{ Kg/Cm}^2$ .

En los circuitos eléctricos se deberán probar la continuidad de los cables y la ausencia de cortos circuitos.

También se harán pruebas para comprobar el funcionamiento correcto de los sistemas de alarma, de los sistemas de paro de emergencia, de los motores de los registradores, etc.

Para su construcción del tablero se elaborará planos en donde nos indique las dimensiones del tablero tipo convencional y cumpla con los requisitos de diseño del tablero, el plano P-003 nos indica los pasos que el constructor deberá seguir.

#### 7.9 PINTURA.

La cara visible del tablero perfectamente pulida y limpia, deberá cubrirse con dos capas ( mínimo ) de pintura base (primer ), seguida de otras dos capas de pintura para acabado final. Se deberá lijar entre las dos capas finales, con lija No. 400 o equivalente, a fin de obtener un acabado satinado y libre de imperfecciones.

La estructura y la superficie posterior del tablero, deberá pro-

tegerse adecuadamente contra la corrosión con dos capas de pintura para aca  
bado final.

SOLO LECTURA



8.0 CONCLUSIONES.

SOLO LECTURA

## 8.1 CONCLUSIONES .

El tablero de control de proceso tipo convencional, localizado en el cuarto de control de casa de bombas número 1 del area de almacenamiento de oxido de etileno y glicoles, se encuentra actualmente en la etapa de terminación de construcción en los talleres de Atzacapotzalco, habiendose construido como lo marca el diseño del tablero, formulado en el plano P-001 y siguiendo las recomendaciones propuestas por el diseñador.

El tablero de control de proceso tiene una dimensión de 1265 x 2070 x 700 mm con una capacidad de 12 instrumentos de medicion del tipo miniatura, cinco interruptores y un gabinete de alarma con capacidad de veinte indicaciones y su sistema de botones de conocimiento y prueba.

Haciendo un estudio económico del tablero de control seleccionado del tipo CONVENCIONAL, tenemos los siguientes conceptos de Inversión de Capital.

INVERSION FIJA	PRECIO ( MON. NAC. )
Registadores Neumáticos.	6,000,000.00
Registrador de Temperatura	3,000,000.00
Indicadores Controladores	12,000,000.00
Indicadores de temperatura	6,000,000.00
Indicadores Neumáticos	4,500,000.00
Alarma	4,000,000.00
Interruptores Manuales	300,000.00
Accesorios Eléctricos	500,000.00
	<hr/>
	\$36,300,000.00

INVERSION DE CONSTRUCCION	PRECIO ( MON. NAC. )
Lámina de 1/8" Ac. al Carbon	300,000.00
lámina de 3/16" Ac. al carbon	300,000.00
Estructura Interior Angular	150,000.00
Tubo de cobre de 1/4"	300,000.00
Conectores de 1/4" Ac. Inox.	150,000.00
Soldadura	50,000.00
Pintura	150,000.00
	<hr/>
	1,400,000.00

Capital Invertido = \$ 36,300,000.00 + \$ 1,400,000.00 =

Capital Invertido = \$ 37,700,000.00

Costo de la mano de obra considerando 2 Ingenieros:

Un Ingeniero Instrumentista con un sueldo de 150,000 \$/14 Dias

Un Ingeniero Eléctrico con Sueldo - - - - - 150,000 \$/14 Dias

Costo de la Ingeniería de diseño considerando un Ingeniero.

Ingeniero Químico y/o Instrumentista - - - - - 150,000 \$/14 Dias

Costo de Trabajadores operarios, dos personas.

Operario de primera con sueldo de - - - - - 80,000 \$/14 Dias

Operario de segunda con sueldo de - - - - - 50,000 \$/14 Dias

Considerando un tiempo de terminación del proyecto de un mes.

Gastos de Operación = \$ 1,242,857.00

Capital Total Invertido = Capital Invertido + Gastos de Operación.

Capital Total Invertido = \$ 37,700,000.00 + 1,242,857.00

Capital Total Invertido = \$ 38,942,857.00

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

Standards And Practices For Instrumentation  
Sixth Edition 1980  
ANSI Y32.20-1975 ISA-55-1

INGENIERIA DE CONTROL AUTOMATICO  
(Instrumentación Industrial)  
Autor: Jose Nacif Narchi Tomo 11

INSTRUMENTACION INDUSTRIAL  
Autor: Harold E. Soisson

MANUAL DE INSTRUMENTACION APLICADA  
Autor: Dougla M. Considine  
Autor: S.D. Ross, Editores

INSTRUMENTENGINEERS' HANDBOOK  
Autor: Chilton

REVISTAS

IN PROCESS PLANTS.  
Chemical Engineering/May 1,1972

ELECTRICAL SAFETY  
Chemical Engineering/May 1,1972

NORMA

PETROLEOS MEXICANOS ( S.P.C.O. )  
Manual de Tablero de Control ( MI-04 )  
Fecha: 9/VII/82