



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**ANÁLISIS DE PELIGROS PARA EL REACTOR DEL ÁREA
DE CLORACIÓN DIRECTA EN LA PLANTA
DE CLORURO DE VINILO**

T E S I S
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
I N G E N I E R O Q U I M I C O
P R E S E N T A:
JULIO ALEJANDRO DÍAZ PIÑA



MÉXICO, D.F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



JURADO ASIGNADO:

Presidente:	<i>Reynaldo Sandoval González</i>
Vocal:	<i>Eduardo Marambio Dennett</i>
Secretario:	<i>Ramon E. Domínguez Betancourt</i>
1 ^{er} Suplente:	<i>Alejandro Iñiguez Hernández</i>
2 ^o Suplente:	<i>Alejandro Zanelli Trejo</i>

Tesis Desarrollada en :

Proyectos e Ingeniería PYCOR S.A. de C.V. Y SWECOMEX S.A. DE C.V.

Asesor del tema:

M. en C. Eduardo Marambio Dennett

Una firma manuscrita en tinta que parece leer "Eduardo Marambio Dennett".

Sustentante:

Julio Alejandro Díaz Piña

Una firma manuscrita en tinta que parece leer "Julio Alejandro Díaz Piña".

Agradecimientos.

“Lo perdí todo a fin de poder disfrutar de la vida y se me dio la vida de manera que pudiese gozar de todo”

Doy gracias a mi padre, a mi madre, a mis hermanos (y a mis otros hermanos), a quien comparte la vida a mi lado, a mis Uxumucos, a mis ex, a mis amigas / amigos, a la muerte que no me ha pedido que este a su lado y a todas las mujeres que han participado en mi vida:

*-A todas aquellas mujeres que me amaron por que encontraron en mi algo que las otras no vieron llenando mi vida de alegrías y sin embargo no las ame,
-A todas aquellas mujeres que no me amaron, por que me hicieron saber que en mi vida faltaba algo para que ellas permanecieran a mi lado,
-A todas aquellas que me amaron y que ame porque tocaron mi corazón y pude acariciar su alma, me hicieron saber que la felicidad existe,
-Sobre todas ellas, esta la flor que forma parte de mi vida la **rosa** por la cual me he convertido en el jardinero, el cuidador de mil espinas, porque solo el amor se colma en el amor.*

Al país en el que nací, en el que vivo y el que no negaré México, por ser nuestra casa, a la educación que me dieron mis padres para ser como soy, a la Educación que me dio mi país en la UNAM (Profesores, Laboratorista “Memo, Lalo”, Enfermeras “Ale y Naty”, Intendencia, Vigilancia, Administrativos “Iker” a Todo lo univeristario) para ser lo que soy, a mis profesores que me trasmitieron sus enseñanzas y por estar ahí siempre, en especial a Eduardo.

*A todas aquellas personas que participaron en mi vida, empezare desde mi retorno a DF, los amigos que son pocos, un amigo para mi es una persona con la cual uno se atreve a ser uno mismo, sin mascara, como en espejo sin secretos, como lo ha sido **RMBT** que desde la secundaria que nos conocimos hemos mantenido la amistad, a la Rosa que me mostró que hay que tener cuidado al acercarse para no espinarse **RPLO**, , a los **Galanes** HGP, SGP, NGP, porque compartimos como jóvenes irresponsables y ahora compartimos como adultos con los nuestros. En la UNAM conocí tanta gente tan diferente y llena de vida y encontré a muchos de los que ahora son mis amigos:*

*La penca **Coby** JGM porque me enseñó una confianza ciega sin conocerme y ser tan alegre, **Rúl** RGH pues me mostró que no hay que perder de vista lo que queremos al ser tan perseverante, al **Chaman** AGH al hacerme ver que el conocimiento se hace llegar a la mente permanentemente al ejercitarla, Al **de Color** GMV porque es mejor hablar en el momento correcto con palabras llenas de conocimiento, a **Techo** JCBD porque la vida no es bella del todo que hay que estar preparado para aquello que hay en ella, a **Shorty** SBR por los comentarios acertados en los momentos correctos, a la **Chaparra** LAEG porque las mujeres tienen la ultima palabra y porque siempre alcanzo sus objetivos, a **Liz** LEBJ por*

*mantener esta amistad transparente sin condiciones en todas las circunstancias, a la **Hermosa niña** JINR porque todos podemos alcanzar nuestras metas sueños siendo claro en las palabras, a **Canito** LACV porque siempre nos pone en orden y permitírnos convivir en casa, a **Casta** JMRC ya que hay de decir lo que se siente sin importan el momento o con quien.*

*La P9 empezando por la **Tuza** ALGO debido a que siempre hay que conservar para uno solo y no decirlo todo, al **Solecito** BSGO por los pensamientos positivos y ser siempre alegre sonriente, a **Primate** GDAG por los pensamientos abstractos reales de las mentes que leen tanto para aterrizar los pensamientos obtusos de los otros, al **Güero** HDAG al mostrarme que la vida es tranquila, sin tantas preocupaciones, siempre atento a los alrededores, al **Prety Boy** OMP ya que en tantas negaciones nunca lo deja a uno solo y siempre contamos con el, a la **Gente Pudiente** CUC porque dentro de toda la opulencia siempre tiene lugar para la amistad, al **Gordito** JLRL por ser el la ternura abrazable de un oso de peluche en un hombre.*

*En mi vida profesional a la gente que no creyó en mí, y mas a todos aquellos que me ayudaron a no desistir como **Lalote** EJDLR el cual a sido un cuchillito de palo para no dejar lo que tengo que hacer, a la **Flama** HFM por que las cosas son como son crudas y reales, al **Tata** SDAT por recordarme a donde llegar, al **chico maravilla** GVCh por mantenerme en la mente que debo de obtener lo que busco, a **Tedyjav** FJMM porque no todo lo que se ve bien debiera estarlo, a **Lara** JMLH a enseñarme a que se debe defender el trabajo de uno, a **Kik** por borrarle la sonrisa del rostro y no perder el objetivo de este documento, al **Suavecito** MCP porque no hay cosa mas clara que un lugar donde respalde lo que decimos, al **niño Arturo** JAPG por recordarme que hay que razonar siempre, a **UP** JCMH porque siempre tendremos en quien confiar cuando las cosas se pueden ver claras en realidad, a **PAtooo** CIRLO por su amistad por su inocencia en esa mente tan cerebral, mis jefes que me enseñaron algo (JZRA, MGP, EMB, HLB) a **El Razo** CLS por ser mi mejor amigo en el trabajo y a **Beta** BRM que me enseñó a que todo tiene un porque.*

*A mis tíos que siempre están presentes, aunque no nos veamos tan seguido, A mi tío **Juanito** porque siempre esta y por lo que me ha enseñado.*

A la persona que solo de acordarme de ella me duele y me es difícil hasta escribir su nombre, porque no llego a estar más tiempo a mi lado y el día de hoy no esta aquí. Ella fue como una explosión de TNT deslumbrante y ensordecedora como el rayo y el trueno, que me lleno de mucho que ahora tengo en tan poco tiempo.

Les pido perdón a todos aquellos que compartieron un importante instante de mi vida, que no menciono por la escasa memoria y la falta de espacio.

Doy gracias a la vida que me sigue enseñando y que sigo teniendo motivos para Vivir.

***Papa** Gracias por la confianza que me hiciste tener, la cual siempre haz depositado en mí, para que tomara mis propias decisiones, para que fuera responsable de mis acciones, así como también orientarme en los momentos que me equivocaba con toda esa sabiduría que tienes y me haz compartido.*

ÍNDICE DE CAPÍTULOS

CAPÍTULO		PAGINA
I.-	<u>INTRODUCCIÓN.</u>	5
	1.1 OBJETIVO	6
	1.2 HIPÓTESIS.	6
	1.3 ALCANCE	6
	1.4 ANTECEDENTES DEL CLORURO DE VINILO	6
	1.5 INVESTIGANDO LA HISTORIA DEL PVC (POLICLORURO DE VINILO)	7
	1.6 LA NECESIDAD DE PRODUCIRLO EN MAYOR CANTIDAD	10
TABLA	1.6 AUMENTO DE CONSUMOS ESTIMADOS Y MERCADOS PARA EL PVC.	10
	1.7 ¿HAY QUE PRODUCIR MÁS A COSTA DE LA SEGURIDAD?	10
	1.8 TODOS LOS BENEFICIOS TIENEN SUS RIESGOS	11
II.-	<u>ANTECEDENTES TEÓRICOS</u>	13
	2.1 TÉCNICAS DE PARA ESTUDIO DE PELIGRO Y RIESGO ANTECEDENTES	14
TABLA	2.1 NÚMERO, LOCALIZACIÓN Y TIPO DE EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A PROFEPA 1993 A 2002.	15
FIGURA	2.1 LOCALIZACIÓN Y TIPO DE EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A PROFEPA 1993 A 2002.	15
	2.2 CONCEPTOS	17
TABLA	2.2 PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LOS RIESGOS	18
	2.2.1 ANÁLISIS DE PELIGROS Y RIESGO	18
	2.3 TÉCNICAS PARA EFECTUAR EL ANÁLISIS DE RIESGO E IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	20
TABLA	2.3 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y RIESGOS	21
	2.3.1 CÓDIGOS Y NORMAS DE SEGURIDAD	21

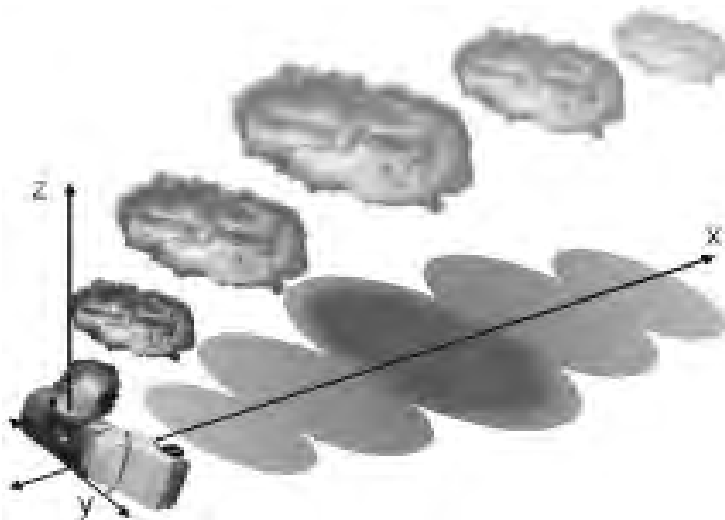
	TABLA	2.3.1	CÓDIGOS Y NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES	22
		2.3.2	ANÁLISIS DE PELIGROS Y OPERABILIDAD HAZOP	23
	2.4		METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS HAZOP	24
		2.4.1	CONOCER LOS SIGUIENTES CONCEPTOS PARA HAZOP	24
	TABLA	2.4.1	PALABRAS GUÍA PARA LOCALIZAR DESVIACIONES O CAUSAS	25
		2.4.2	DEFINIR EL OBJETIVO DEL ESTUDIO	25
		2.4.3	SELECCIONAR EL EQUIPO QUE REALIZARÁ EL ANÁLISIS	25
		2.4.4	PREPARAR LAS SESIONES	26
		2.4.5	DAR RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES	26
	2.5		CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS	26
		2.5.1	MÉTODOS COMPARATIVOS	26
		2.5.2	MÉTODOS GENERALIZADOS	26
		2.5.3	MÉTODOS CUALITATIVOS	27
		2.5.4	MÉTODOS CUANTITATIVOS	27
	2.6		SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE ANÁLISIS	27
	TABLA	2.6	CRITERIOS PARA SELECCIONAR LA TÉCNICA DE ANÁLISIS	28
	2.7		IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE PELIGROS Y RIESGOS	28
III.-	<u>DESCRIPCIÓN DE PROCESO</u>			30
	3.1		FUNCIÓN DE UNA PLANTA DE CLORURO DE VINILO	31
	3.2		UNIDADES DE LA PLANTA PRODUCTORA DE VINILO	31
	3.3		ALCANCE DEL ANÁLISIS DE PELIGRO	33
		3.3.1	CLORACIÓN DIRECTA DE ALTA TEMPERATURA <u>CDAT</u> (HTDC)	33
		3.3.2	LAVADO CON SOSA CÁUSTICA Y CON AGUA DE DCE	36

FIGURA	3.3.1	ESQUEMA DEL REACTOR DE CLORACIÓN DIRECTA	37
FIGURA	3.3.2	TRIÁNGULO DE REACTIVIDAD DEL ETILENO, DICLOROETANO Y OXIGENO	38
FIGURA	3.3.3	ESQUEMA DE LAS CORRIENTES PRINCIPALES AL REACTOR DE CLORACIÓN DIRECTA MR-601	39
IV.-	<u>SELECCIÓN DE TÉCNICA Y DESARROLLO</u>		40
	4.1	TÉCNICA A SER APLICADA Y DESARROLLADA	41
	4.2	OBJETIVO	41
	4.3	ALCANCES	41
	4.4	METODOLOGÍA	42
	4.5	DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	43
TABLA	4.5.1	FRECUENCIA	44
TABLA	4.5.2	SEVERIDAD	44
TABLA	4.5.3	RANGO DE RIESGO	45
TABLA	4.5.4	MATRIZ TÍPICA DE PRIORIZACIÓN DE RIESGO	45
TABLA	4.5.5	MODELO DE HOJA DE TRABAJO HAZOP	46
FIGURA	4.5.6	MECÁNICA DEL ESTUDIO DE HAZOP	47
	4.6	HOJAS DE TRABAJO HAZOP	48
V.-	<u>RESULTADOS</u>		49
	5.1	RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO	50
	5.2	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL DTI DEL REACTOR DE CLORACIÓN DIRECTA	52
	5.3	EJEMPLOS DE LA INTERPRETACIÓN DE LA TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL REACTOR DE CLORACIÓN DIRECTA, RESPECTO A SU PALABRA GUÍA.	59
	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>		61
		CONCLUSIONES	62
		RECOMENDACIONES	63

<u>BIBLIOGRAFÍA.</u>	65
LIBROS	65
PAGINAS WEB EN INTERNET	67
NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES	67
NORMAS DE PEMEX.	67
<u>ANEXOS.</u>	68
DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO	69
DIAGRAMAS DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN	76

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN



1.1 OBJETIVO.

Encontrar los posibles peligros para el reactor de cloración directa de la planta de cloruro de vinilo, con la técnica de HAZOP (Estudio de Peligro y Operabilidad).

1.2 HIPÓTESIS.

Existen varias técnicas para los estudios de Peligro, Riesgo y Operabilidad, Estos pueden ser Cuantitativos y Cualitativos; cada una con sus propios requerimientos y resultados. Y se utilizara para este análisis la técnica de HAZOP (Estudio de Peligro y Operabilidad), porque es la técnica que cumplirá con el objetivo a desarrollar para este estudio.

1.3 ALCANCE

Dentro de una planta de cloruro de vinilo existen varias etapas y una de ellas es la cloración directa en un reactor nuevo que se instalará y será el equipo principal del área 600.

1.4 ANTECEDENTES DEL CLORURO DE VINILO.

El ser humano en su infinita necesidad de modificar su entorno e imponerse retos, lo cambia todo, para obtener un mejor modo de vida. Así sucedió con los plásticos, hay que recordar que todo beneficio viene, tiene o tendrá una parte en contra en algún momento de su vida útil.

Uno de ellos es el **PVC**, pero ¿de que se compone este plástico?

El **PVC (Policloruro de Vinilo)** $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ es una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Sus materias primas provienen del petróleo (en un 43%) y de la sal común (en un 57%). Esto nos da una vaga idea como se fabrican las cosas tal cual las conocemos, así como sus pros y contras.

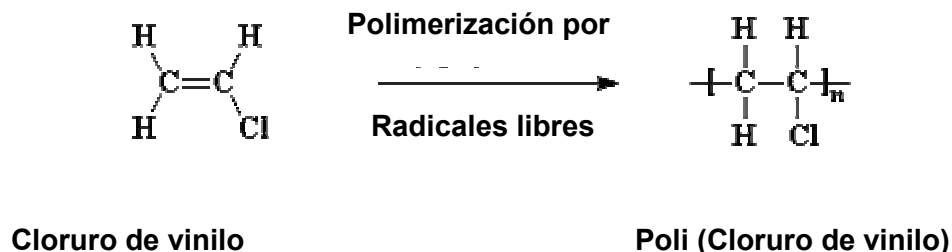
Este plástico **PVC (Policloruro de Vinilo)** se compone de muchas pequeñas partes llamadas monómeros, pequeñas unidades que lo conforman (podríamos decir que el polímero es un equipo, un país, una nación y el monómero son los individuos que lo integran).

El poli (cloruro de vinilo) es el plástico que en la ferretería se conoce como PVC. Éste es el PVC con el cual se hacen los caños, y el PVC está por todas partes. La plomería de su casa es probablemente de PVC, a menos que sea una casa más vieja. Los caños de PVC son lo que

utilizan las escuelas secundarias rurales de bajo presupuesto para hacer los arcos en sus canchas de fútbol. Pero hay más que las cañerías para el PVC. Los revestimientos "vinílicos" en las casas se hacen de poli (cloruro de vinilo). Dentro de la casa, el PVC se utiliza para hacer linóleo para los pisos. En los años '70, el PVC fue utilizado a menudo en los automotores, para hacer techos vinílicos.

El PVC es útil porque resiste dos cosas que se odian mutuamente: fuego y agua. Debido a su resistencia al agua, se lo utiliza para hacer impermeables y cortinas para baño, y por supuesto, caños para agua. También tiene resistencia a la llama, porque contiene cloro. Cuando usted intenta quemar el PVC, los átomos de cloro son liberados, inhibiendo la combustión.

Estructuralmente, el PVC es un polímero vinílico. Es similar al polietileno, con la diferencia que cada dos átomos de carbono, uno de los átomos de hidrógeno está sustituido por un átomo de cloro. Es producido por medio de una polimerización por radicales libres del cloruro de vinilo.



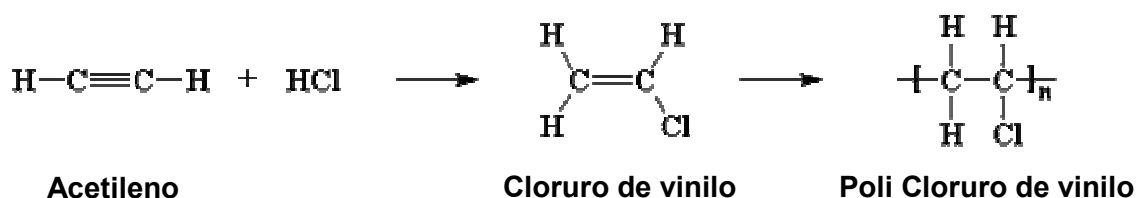
1.5 INVESTIGANDO LA HISTORIA DEL PVC (POLICLORURO DE VINILO) (ref. B2.12)

La primera producción de laboratorio se realizó en 1912 y su producción comercial en 1931. A lo largo de los años hay una historia de continuo desarrollo en tecnología y aplicaciones.

- 1835.-El cloruro de vinilo fue sintetizado por primera vez en el laboratorio, por Justus Von Liebig.
- 1839.-Victor Regnault publicó sus observaciones sobre la aparición de un polvo blanco que se formaba cuando una ampolla cerrada, conteniendo cloruro de vinilo era expuesta a la luz solar.
- 1860.- Hoffman publicó un informe sobre la obtención de polibromuro de vinilo.

- 1872.- Bauman sintetizó el policloruro de vinilo.
- 1912.- Fritz Klatte descubre la base para la producción industrial del PVC.
- 1920.- Estados Unidos elabora el primer producto comercial de PVC.
- 1930.- La industria alemana comienza su producción.
- 1940.- La comercialización comienza en Inglaterra.

El PVC fue uno de esos curiosos descubrimientos que tuvo que ser realizado dos veces. Al parecer, hace unos 100 años atrás, un grupo de empresarios alemanes decidieron que se iban a llenar de dinero iluminando los hogares con lámparas alimentadas con gas acetileno. ¡De haberlo sabido! Justo en el momento que habían producido toneladas de acetileno para venderle a todos los que iban a comprar sus lámparas, se desarrollaron nuevos y eficientes generadores eléctricos que abarataron tanto el precio de la iluminación eléctrica, que el negocio de las lámparas de acetileno se acabó. Eso dejó un montón de acetileno en el camino.



Así que en 1912 un químico alemán, Fritz Klatte, decidió intentar hacer algo con él, e hizo reaccionar un poco de acetileno con ácido clorhídrico (HCl). Esta reacción produce cloruro de vinilo, pero en aquella época nadie sabía qué hacer con él, así que lo dejó en un estante donde con el tiempo, se polimerizó. Sin saber qué hacer con el PVC que él acababa de inventar, les dijo a sus jefes en su compañía, Greisheim Electron, que tenía el material patentado en Alemania. Nunca imaginaron un uso para el PVC y en 1925 su patente expiró.

En 1926, justamente al año siguiente, un químico norteamericano, Waldo Semon, trabajaba en B.F. Goodrich cuando independientemente inventó el PVC. Pero a diferencia de los químicos anteriores, cayó en la cuenta que este nuevo material haría una perfecta cortina para baño. Él y sus jefes en B.F. Goodrich patentaron el PVC en los Estados Unidos (los jefes de Klatte al parecer nunca presentaron una patente fuera de Alemania). Luego siguieron toneladas de

nuevas aplicaciones para este material impermeable maravilloso y en esta segunda vez, el PVC fue un gran éxito.

- Excelente resistencia al agua y vapor de agua: ropa de protección para pescadores, bomberos y trabajadores a la intemperie. Toldos y lonas. Envases. Artículos inflables. Guantes.
- Buena resistencia mecánica y tenacidad: cañerías que deben soportar trato rudo y deben permanecer bajo tierra transportando agua, efluentes, y químicos por varias décadas. Elementos para la construcción como perfiles para aberturas, recubrimientos, canalizaciones, etc. (*ref. B2.13*)
- Excelente resistencia a la abrasión: pisos larga duración, de fácil limpieza en el hogar, la oficina y edificios públicos. Calzados.
- Buena resistencia química: fabricación de plantas químicas y procesamientos higiénicos de alimentos. Envases. Tuberías. Impermeabilizaciones.
- Buena barrera a los gases: Empaques y alimentos frescos en atmósfera modificada.
- Ignífugo (Resistencia al fuego): productos para edificios y componentes eléctricos. Carcasas para electrodomésticos.
- Excelentes propiedades eléctricas: aislamiento y revestimiento para distintos tipos de cables. Enchufes y tomacorrientes. Canalizaciones para conductores eléctricos.
- Transparencia: sistemas de transfusión de sangre y plasma que permiten control visual del correcto funcionamiento, envases exhibidores de productos frescos, alimentos y bebidas.
- Versatilidad: Rígido o flexible, translúcido u opaco, natural o coloreado, compacto o espumado, fácilmente procesable por un amplio número de métodos, haciéndolo adecuado para innumerables usos y aplicaciones.

1.6. LA NECESIDAD DE PRODUCIRLO EN MAYOR CANTIDAD

TABLA 1.6 AUMENTO DE CONSUMOS ESTIMADOS Y MERCADOS PARA EL PVC.

	1995-2010	2010-2020
Mundo	4.0%	4.0%
Países Industrializados	2.5%	2.3%
E.U.A.	3.4%	3.2%
Europa Occidental	1.3%	1.2%
Países en Desarrollo	7.0%	6.6%
Países en Transición *	8.4%	6.5%
Argentina	7.0%	6.5%

(*: ExUnión Soviética y Europa Oriental)

El consumo de PVC en el mundo está estimado en 22.000.000 de ton. por año.

Como podemos darnos cuenta en la tabla anterior el aumento en la demanda de PVC crece con los años, al igual que en nuestro País.

Debido a la demanda nacional de Cloruro de Vinilo. Mediante una inversión de 80 millones de dólares en el 2003, Pajaritos ampliará en México la capacidad de la planta de Derivados Clorados III, que permitirá duplicar la producción de 200 mil a 405 mil toneladas anuales de cloruro de vinilo, con lo que se cubrirá casi la totalidad de la demanda de este producto en el mercado nacional.

1.7 ¿HAY QUE PRODUCIR MÁS A COSTA DE LA SEGURIDAD?

Todas las plantas industriales tienen un propósito. Esto puede ser, producir un cierto tonelaje de un producto químico por año, manufacturar un número especificado de automóviles o procesar cierto volumen de efluentes industriales por año, etc. Esto, se puede decir, que es el principal propósito en el diseño de una planta, pero en la mayoría de los casos, se entiende que un propósito adicional sería conducir las operaciones de la misma de una manera segura y eficiente.

Con esto en mente, todas las partes y/o equipos de la planta se ensamblan para que en conjunto logren las metas deseadas. Sin embargo para lograr esto, cada parte del equipo, cada

bomba, tubería, etc., necesitan funcionar consistentemente de una manera particular. Es de esta manera que, cada elemento en particular tiene su propósito de diseño.

Como ejemplo: supongamos que una parte del proceso, requiere un servicio de agua de enfriamiento. Para esto, generalmente se requiere una tubería para circulación del agua, una bomba, un abanico de enfriamiento y un intercambiador de calor.

Podemos decir, que el intento de diseño de esta parte de la planta sería "continuamente circular agua de enfriamiento a una temperatura inicial de X °C y con un flujo de X litros por hora".

Es generalmente, a este nivel de detalle el intento de diseño o propósito, al que se dirige el estudio de HAZOP. La utilización de la palabra "desviación" ahora se entiende más fácilmente. Una desviación del intento de diseño, para el caso del servicio de agua de enfriamiento sería el cese de la circulación del agua, o que el agua tenga una temperatura inicial demasiado alta. Note la diferencia entre desviación y causa. En el caso anterior, la falla de la bomba sería la causa y no la desviación.

1.8 TODOS LOS BENEFICIOS TIENEN SUS RIESGOS.

La técnica del HAZOP (Hazard and Operability Study) se empezó a utilizar más ampliamente después del desastre de Flixborough, en el cual, una explosión en una planta química mató a 28 personas, la mayoría de las cuales eran vecinos de la planta.

El método HAZOP o Análisis de Peligro y de Operabilidad, fue desarrollado por ingenieros de "ICI Chemicals" de Inglaterra a mediados de los años 70.

A través del intercambio de ideas y personal, la metodología se adoptó por la industria de petróleo, que tiene un potencial similar de desastres mayores. Las industrias del agua y alimentos, fueron las siguientes, donde el riesgo potencial es grande, pero de una naturaleza diferente, donde hay más preocupación con la contaminación, en lugar de las emisiones químicas o explosiones.

La seguridad y confiabilidad en el diseño de una planta se apoyan en la aplicación de diversos códigos de práctica, códigos de diseño y estándares. Estos representan, la acumulación de conocimiento y experiencia de individuos expertos y de la industria como un todo. Tales aplicaciones, están respaldadas por la experiencia de los ingenieros involucrados, quienes pudieron haber previamente trabajado en el diseño, instalación y operación de plantas similares.

Sin embargo, aunque se considera que estos códigos de práctica son extremadamente valiosos, es importante complementarlos con una anticipación imaginativa de las desviaciones que pudieran ocurrir, debido, por ejemplo, al mal funcionamiento del equipo o errores del operador. Además, la mayoría de las compañías, admiten el hecho de que para una nueva planta, el personal de diseño, actúa bajo presión, para cumplir con los tiempos de entrega. Esta presión, generalmente resulta en errores y omisiones. Un estudio de HAZOP, es una oportunidad para corregir estos, antes de que tales cambios se hagan demasiado caros o imposibles de llevar al cabo.

Con el objeto de aplicar de manera completa las políticas referentes al diseño de plantas que cumplan adecuadamente con la normatividad y criterios ambientales que mantengan la seguridad en la planta y en el entorno, se realizó el análisis HAZOP (Hazard and Operability Study) de las zonas detectadas con mayores peligros para el proyecto de la Planta de Cloruro de Vinilo en Coatzacoalcos, Veracruz.

CAPITULO II

ANTECEDENTES TEÓRICOS



2.1 TÉCNICAS PARA EFECTUAR EL ANÁLISIS DE RIESGO E IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

La trascendencia del riesgo y la identificación de peligros, en la administración de un proceso químico se enfoca a formas de análisis dirigidas a la protección civil y laboral (sociedad), ambiental (ecología) y económica (industria) Dicho análisis es efectuado para realizar una evaluación de riesgos para determinar su magnitud y significado del peligro al que está expuesto el proceso y mas propiamente dicho la planta y la comunidad aledaña. Este consiste en estudiar la probabilidad de que se genere un impacto a la sociedad, ecología e industria.

El análisis de riesgos cubre esencialmente dos tipos de actividades: **la evaluación de peligros y la administración de riesgos**. La primera esta enfocada a determinar la probabilidad de ocurrencia de un evento que genere un accidente y determinar en cuanto valoran las personas las situaciones alternativas que involucren diferentes niveles de riesgo. La segunda se refiere a las políticas extremas e internas de la planta, que tiene como objetivo la reducción de riesgos a los cuales se exponen los seres humanos principalmente; además realizan estudios de riesgo-beneficio.

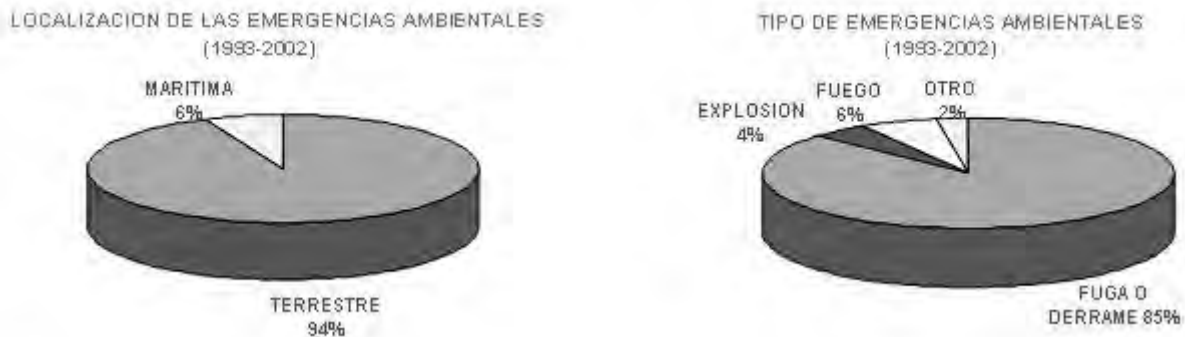
Por ejemplo, los estados de la República Mexicana con mayor concentración industrial como el Distrito Federal, Estado de México, Jalisco, Puebla y Veracruz, han sido de las entidades federativas más afectadas por accidentes químicos, lo cual coincide con la densidad industrial en esas entidades. Con mayor frecuencia, los accidentes han ocurrido al interior de las instalaciones industriales. Antes no existía un registro de accidentes y los datos citados provienen de un estudio realizado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) (*ref. B2.1*) con el propósito de establecer una base de datos al respecto. El CENAPRED está integrado al Programa Nacional de Protección Civil, de la Secretaria de Gobernación, y cuenta con un grupo dedicado a realizar estudios y proporcionar capacitación en relación con riesgos químicos.

El Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, que deriva de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEEPA) (*ref. B2.6*), contiene disposiciones relativas a la obligación que tienen las empresas, que manejen sustancias altamente peligrosas, de realizar análisis de riesgos para definir y establecer medidas para prevenir accidentes y desarrollar acciones de prevención y combate en caso de accidentes.

Tabla 2.1 Número, localización y tipo de emergencias Ambientales reportadas a PROFEPA de 1993 a 2002 (ref. B2.1)

AÑO	NUMERO DE EVENTOS	LOCALIZACIÓN				TIPO							
		TERRESTRE		MARITIMA		FUGA O DERRAME		EXPLOSION		FUEGO		OTRO	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1993	157	154	98.1	3	1.9	141	89.8	9	5.7	3	1.9	4	2.5
1994	416	399	95.5	27	6.5	359	86.3	21	5.0	28	6.7	8	1.9
1995	547	540	98.7	7	1.3	428	78.2	35	6.4	53	9.7	31	5.7
1996	587	578	98.5	9	1.5	460	78.4	34	5.8	70	11.9	23	3.9
1997	632	574	90.8	58	9.2	541	85.6	49	7.8	26	4.1	16	2.5
1998	538	483	89.8	55	10.2	467	86.8	18	3.3	39	7.2	14	2.6
1999	469	426	90.8	43	9.2	446	95.1	7	1.5	16	3.4	0	0.0
2000	470	437	93.0	33	7.0	441	93.8	10	2.1	16	3.4	3	0.6
2001	565	530	93.8	35	6.2	517	91.5	17	3.0	19	3.4	12	2.1
2002	470	436	92.8	34	7.2	419	89.1	16	3.4	27	5.7	8	1.7
TOTAL:	3351	4547	93.7	304	8.3	4219	97.0	216	4.6	297	6.1	119	2.5

Figura 2.1 Localización y tipo de emergencias Ambientales reportadas a PROFEPA de 1993 a 2002 (ref. B2.1)



"El Instituto Nacional de Ecología, a partir de 1992, implantó un Programa Nacional de Prevención de Accidentes de Alto Riesgo Ambiental (PRONAPAARA) y Comités Ciudadanos de Información y Apoyo para Casos de Prevención y Atención de Riesgo Ambiental, con el propósito de promover la participación ciudadana en acciones para prevenir y reducir riesgos. Las empresas, por su parte, han establecido programas específicos para la atención de accidentes al interior de las plantas y liberación de sustancias al exterior.

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), promueve por su parte el desarrollo de programas voluntarios de auditorías industriales, que también contribuyen a reducir los riesgos de accidentes.

El desarrollo de la legislación, en materia de ambiente, higiene y seguridad, obliga cada vez más a: los ingenieros y empresas a involucrarse con las exigencias legales para el diseño de instalaciones y procesos. Las condiciones de trabajo han cambiado en las plantas y áreas industriales; sin embargo, con la cooperación de empresas y empleados responsables, al igual que con la aceptación de una filosofía que predique la prevención de accidentes de la misma forma como lo hacen con respecto a producción, costos, calidad y moral, las áreas de trabajo pueden transformarse en sitios seguros y saludables.

La necesidad de aplicar controles más efectivos en las operaciones, para garantizar la seguridad del personal y a la población aledaña, la integridad de los equipos y la eficiente continuidad de los procesos, ha resultado en la adopción de la sana práctica de preparar procedimientos de trabajo, especialmente para aquellas operaciones consideradas críticas por su alto nivel de riesgo. Por ello, la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), para proteger la salud y seguridad de los trabajadores, obliga al empresario a eliminar los riesgos, evaluar aquellos que no se pueden eliminar y adoptar las medidas de prevención necesarias.

Las normas internacionales como la API (American Petroleum Institute) RP 750 del Instituto Americano del Petróleo (API) y PSM (Process Safety Management) 29 CFR 1910.119 de la Agencia de la Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) de los Estados Unidos de América, exigen la realización de un análisis de peligros y/o análisis de riesgo en los procesos de muchas instalaciones, el cual es un estudio organizado para identificar las deficiencias del diseño y la operación de un proceso, que pueden ocasionar serias consecuencias, como heridas al personal, daños al equipo, daños al proceso, daños a la planta en general, etc.

El análisis de peligros debe ser realizado por un equipo multidisciplinario. Debe incluir personal con experiencia en las áreas de ingeniería, operaciones y mantenimiento, para que aplique una combinación de técnicas de análisis. Además debe incluir por lo menos un empleado con conocimiento específico acerca del proceso que está siendo evaluado y un facilitador con el conocimiento de las metodologías utilizadas en el análisis.

Según las normativas antes mencionadas, la instalación debe tener un sistema de respuesta y resolución inmediata a las recomendaciones presentadas por el equipo de análisis de peligros. La respuesta de la gerencia a las recomendaciones del equipo debe ser comunicada al personal afectado y el seguimiento de las recomendaciones aceptadas por la gerencia debe ser

documentado. Además se requiere de una estricta planificación, ejecución y documentación, para asegurar su validez.

2.2 CONCEPTOS

¿Qué es un Peligro?

Antes de definir lo que es el análisis de peligro, es necesario aclarar qué es el concepto de peligro, pues suele confundirse con riesgo. Un accidente es cualquier evento que desvía las condiciones regulares de un sistema, provocando situaciones adversas al sistema, a personas, al medio ambiente o a la propiedad.

El término **Peligro** es la condición física y/o química inherente que produce efectos adversos (daños) a un sistema, a personas, al medio ambiente o a la propiedad. El peligro está claramente relacionado con la capacidad de producir un daño al rebasarse alguna de las seis características de peligrosidad de los materiales. Éstas se identifican con el acrónimo CRETIB por sus propiedades (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico-infecciosos).

El término **Riesgo** es la manera de expresar, como en términos de probabilidad, la posibilidad de que dichos efectos causen pérdidas a los sistemas, a personas, al medio ambiente o a la propiedad. El riesgo, nos remite al futuro, por ello la toma de decisiones debe basarse en un riesgo socialmente aceptable que considere la relación entre seguridad y riesgo, pues a mayor nivel de seguridad, menor riesgo.

Usualmente, los términos peligro y riesgo se usan como sinónimos, sin embargo son conceptos diferentes, ya que el peligro es la condición para que un daño se produzca y el riesgo es la manera de indicar la posibilidad de que un daño se produzca.

A partir de la definición de riesgo, se establecen dos tipos principales de riesgo:

- *El riesgo de seguridad* que consiste en determinar la probabilidad de que se produzca un riesgo mecánico, eléctrico o químico (incendio, explosión, liberación de una sustancia tóxica) y que estos, puedan afectar a una persona que se encuentre en el área en peligro.

• *El riesgo económico* que consiste en determinar la probabilidad de que se produzca una interrupción del servicio y sus consecuencias económicas, sociales y ambientales. Las consecuencias catastróficas se pueden traducir en las pérdidas económicas las cuales se incluyen en la tabla 2.2:

Tabla 2.2 Pérdidas Económicas de los Riesgos

Costos de restauración del medio ambiente
Daños a la propiedad
Pérdida de prestigio o imagen pública
Pérdida de utilidades ocasionada por la suspensión del transporte
Pérdidas de producto
Responsabilidad jurídica por pérdidas humanas o daño ambiental

2.2.1 Análisis de Peligros y Riesgo

Se define como la técnica sistemática que se aplica para identificar peligros o riesgos potenciales en un proceso y para asegurar que se especifiquen medidas para su eliminación y control; como sistema, involucra a la organización en la prevención efectiva de accidentes y eventos de pérdida.

De este procedimiento, se obtiene información sobre los peligros y riesgos que no han podido eliminarse y sobre las medidas preventivas más adecuadas que deberían adoptarse y que deben ser realizadas inicialmente por todas las industrias.

Para ello, se organizan equipos multidisciplinarios, conformados por expertos analistas en diversas áreas de un proceso o planta determinada, necesarios para llevar adelante las actividades preventivas. Las funciones que realiza el equipo multidisciplinario son: brindar el apoyo técnico al personal de la planta industrial, promover la gestión integrada de la prevención en la planta, identificar peligros, evaluar los riesgos, para vigilar el ambiente y las condiciones de trabajo, vigilar la salud de los trabajadores, mantener registros de datos ambientales y sanitarios, y proporcionar formación e información.

Los analistas recopilan toda la información para elaborar una lista de peligros que es necesario valorar, el personal evaluador junto con el personal autorizado de la planta discuten y

determinan: la magnitud del riesgo de los peligros enlistados, las medidas de prevención que la planta debe adoptar en cada caso y los pasos para su realización. La acción preventiva debe ser eficaz, para ello es necesario adaptarla continuamente al proceso o planta, debido a que cualquier modificación de las condiciones de trabajo debe llevar a cabo a un nuevo proceso, total o parcial, de evaluación y planificación.

La evaluación de los peligros también sirve para diseñar estrategias de prevención de riesgos para la salud humana, estableciendo los límites de concentración de tóxicos: los cuales no se deben exceder, para que la población posiblemente receptora no esté expuesta a un peligro extremo, este dato es una restricción a considerar en el diseño del proceso.

Cuando se está trabajando en el diseño de procesos o de productos no se ha presentado todavía el problema de la contaminación misma y es necesario simularla. Se necesita conocer la toxicidad de las sustancias involucradas en el proceso y el comportamiento de los desechos en el medio ambiente. Se necesita simular el transporte y destino de las sustancias, estimando cuál podría ser la permanencia de los desechos en el ambiente, a que medios podrían emigrar y los peligros de estas sustancias para las poblaciones que fueran afectadas. Orientar los esfuerzos para evitar la contaminación es, por sentido común, más conveniente que esperar a que ésta se produzca y entonces tratar de eliminarla.

Las técnicas que integran el análisis de peligros y riesgos, han sido desarrolladas por diversas compañías e instituciones para su aplicación. Haciendo uso del método apropiado se podrán analizar diversos aspectos del peligro y riesgo, se podrá evaluar su magnitud y su probabilidad y se guiará al grupo de análisis a encontrar sistemáticamente las medidas preventivas o contingentes que eliminen, minimicen o controlen el riesgo. Todas las técnicas aplicadas oportunamente en el proyecto de una nueva planta, van a influir con alta prioridad en las decisiones más importantes sobre su diseño e instalación.

Existen varias técnicas o procedimientos para efectuar los análisis de peligros y riesgos potenciales en cualquier tipo de industria. Y todas coinciden en cuatro etapas generales para elaborarlo de manera secuencial y así lograr resultados exitosos. Entre ellas están: identificar los peligros, analizar sus consecuencias, cuantificar los riesgos y finalmente tomar las decisiones para reducir la probabilidad de ocurrencia de los riesgos que se puedan generar. A continuación veremos en que consiste cada etapa:

1. Identificar los peligros: Mediante la experiencia que se tenga de un proceso determinado se pueden cuestionar todas las circunstancias que den lugar a un accidente, ya sea que los produzcan de manera inminente o que tengan la probabilidad de producirse. Aquí es la parte donde el análisis debe hacerse de manera exhaustiva para evitar olvidar situaciones que pongan en riesgo el proceso o la planta, hasta esta etapa será el trabajo de esta tesis.

2. Analizar las consecuencias: Se relaciona el efecto previsto con la causa que lo origina de manera que estos se puedan cuantificar; se describe el escenario con las condiciones y los factores extremos que estén involucrados. Como el tiempo de respuesta de los operadores al detectar el accidente o desviación, la cercanía de los equipos y líneas de proceso con el área en riesgo o la operabilidad inadecuada del proceso, entre otros.

3. Cuantificar los riesgos: Mediante las herramientas estadísticas de frecuencia y/o probabilidad, que se pueden traducir en términos económicos, se pueden cuantificar los eventos que se produzcan en función del tiempo, como los riesgos que se den en 5 años o a lo largo de la vida útil de la planta. Así podremos determinar la prioridad de la acción para mitigar la ocurrencia de los riesgos de acuerdo a su gravedad y frecuencia.

4. Tomar decisiones para reducir los riesgos: después de que se tiene identificado el peligro, se debe tomar una decisión que implica estimar la magnitud de las consecuencias que pueden derivarse de un accidente y de la probabilidad de que se lleve a cabo. Aquí se deben proponer las recomendaciones para eliminar el posible riesgo o reducir su origen.

2.3 TÉCNICAS PARA EFECTUAR EL ANÁLISIS DE PELIGRO Y RIESGO.

A continuación se explicarán las técnicas de análisis de peligros y riesgos que dan lugar a los accidentes en las industrias petrolera y petroquímica. El propósito de la evaluación de peligros es identificar posibles accidentes, determinar sus causas y consecuencias. Como ya se dijo anteriormente, un accidente es una secuencia de sucesos imprevistos que provocan consecuencias no deseadas. Generalmente existe un suceso iniciador y otros intermedios entre éste y la aparición de la consecuencia. Estos sucesos intermedios son las respuestas del sistema (automáticas y manuales) ante el suceso iniciador. Por tanto, el mismo suceso iniciador puede provocar consecuencias distintas en función de las intermedias.

El aporte de las metodologías radica en apoyar a la ingeniería de proyectos, con herramientas especializadas de identificación de peligros y evaluación para caracterizar los riesgos en las diferentes fases de desarrollo de un proyecto. Cada uno de los métodos de evaluación de peligros y riesgos que se analizarán más adelante, tiene aspectos comunes y diferenciados entre ellos. Con el tiempo se han elaborado diferentes procedimientos para identificar peligros y evaluar riesgos, pues las necesidades son muy diversas en la actualidad se han desarrollado programas de computo especializados para apoyar y facilitar herramientas a los realizadores de estos estudios; sin embargo todos tienen el mismo fin: evaluar las causas y circunstancias (peligros) que originen riesgos potenciales en las industrias químicas. Entre las técnicas de análisis podemos mencionar las siguientes:

Tabla 2.3 Técnicas de Análisis de Peligros y Riesgos

Análisis de Peligros	Análisis de Riesgos
• Códigos de seguridad	• índice Dow y Mond
• Revisiones de seguridad	• Análisis de modos de fallas, efectos y criticidad
• Listas de verificación	
• Análisis históricos de accidentes	• Análisis de árbol de eventos
• Análisis ¿Qué pasaría sí?	• Análisis de Consecuencias de Incendios y Explosiones
• Análisis preliminar de peligros	
• Análisis de error humano	• Análisis de árbol de fallas
• Análisis de peligros y operabilidad HAZOP	

2.3.1 Códigos y Normas de Seguridad

Son los estatutos que dictan el procedimiento para efectuar la técnica de análisis para la evaluación de una planta de determinado proceso, las cuales se basan en normas internacionales, nacionales, locales y estándares complementados con la experiencia. Con el fin de dar los lineamientos para el diseño, fabricación, distribución, instalación, operación, modificación y desmantelamiento de la planta; esto mediante el apoyo de los manuales de operación. Entre los códigos más importantes a nivel internacional, se encuentran:

Tabla 2.3.1 Códigos y Normas Nacionales e Internacionales.

Códigos y Normas	Ejemplos
LEEGEPA (Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente).	Art 1° Preservación y restauración del equilibrio ecológico, protección al ambiente, en el territorio nacional.
	Art 15° Formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley.
NOM (Normas Oficiales Mexicanas).	NOM-005- STPS-1998 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
	NOM-010-STPS-1999 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
	NOM-018-STPS-2000 Se refiere a la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
	NOM-028-STPS-2005 Organización del trabajo-Seguridad en los procesos de sustancias químicas.
	NOM-100-STPS-1994. Se refiere a la seguridad en extintores contra incendios a base de polvo químico seco.
NORMAS DE PEMEX	NRF-018-PEMEX-2007 ESTUDIOS DE RIESGO aplica punto 8.2
API (American Petroleum Institute).	API 750 "Administración de Procesos Peligrosos" (Management of Process Hazards).
	API 14C "Práctica recomendada para el análisis, diseño, instalación y prueba de sistemas de seguridad básicos de superficie. Sistemas para plataformas de producción costa afuera"
	API 14J "Práctica recomendada para el diseño, análisis de riesgo. para plataformas de producción costa afuera"
ASME (American Society of Mechanical Engineers)	Código ASME para calentadores y recipientes a presión (Boiler and Pressure Vessel Code).
	Código ASME para tuberías (Code for Pressure Piping).
NFPA (National Fire Protection Association)	NFPA 30. Código para líquidos inflamables y combustibles (Flammable and Combustible Liquids Code).
	NFPA 49. Datos de sustancias químicas peligrosas (Hazardous Chemical Data).
ISO (International Organization for Standardization)	ISO 9001. "Sistema de Calidad. Modelo para el Aseguramiento de Calidad en Diseño, Desarrollo, Producción, Instalación y Servicio".
	ISO 9003. "Modelo para el Aseguramiento de la Calidad en inspección y pruebas finales".

2.3.2 Análisis de Peligros y Operabilidad (HAZOP).

El Análisis de peligros y Operabilidad generalmente se conoce como el análisis HAZOP (*Hazard and Operability Analysis*). Este fue desarrollado para identificar peligros y evaluar riesgos y problemas de Operabilidad en una planta de proceso, evaluando línea por línea, equipo por equipo, de todo el proceso para identificar las consecuencias posibles de desviaciones del diseño, en todas las unidades del proceso. La técnica requiere de información detallada del diseño y operación del proceso, ya que se analizan las causas, consecuencias y acciones correctivas, llevando a cabo un registro ordenado. Los resultados incluyen la identificación de peligros, problemas de Operabilidad y recomendaciones para reducir los riesgos a los que se encuentren expuestos los procesos analizados.

Este análisis consiste en revisar la planta en una serie de reuniones durante las cuales un equipo multidisciplinario realiza un "brain storming" (tormenta de ideas) sobre su diseño. La gran ventaja de este método es que genera muchas ideas como resultado de la interacción de las distintas experiencias de los técnicos que forman el Equipo HAZOP. El facilitador del equipo realiza inicialmente una identificación de nodos por procesos. De cada uno de estos nodos se estudian las desviaciones en los parámetros de proceso utilizando las palabras - guía. Con esto se asegura que el diseño se explora en todas las vías concebibles, identificando sus causas, sus consecuencias y las acciones a tomar en caso de que éstas sean problemáticas.

El HAZOP identifica los peligros asociados con la operación del sistema, investigando las desviaciones posibles de la planta de su operación normal. Es muy importante aclarar que un estudio HAZOP no tiene como objetivo encontrar soluciones a los problemas encontrados. Estas se harán si son sencillas y si están de acuerdo los miembros del equipo, pero nunca se detendrá el estudio para buscar soluciones complejas. El principal objetivo de un HAZOP es la identificación de los peligros, causas y consecuencias por las desviaciones de los estándares de diseño.

2.4. Metodología del Análisis HAZOP

Se aplican sistemáticamente todas las combinaciones de palabras guía y relevantes para la planta analizada, encontrando los problemas potenciales o peligros. Los resultados se exponen en hojas de registro del HAZOP, basadas en el principio de la actuación conjunta de varios expertos en diferentes campos, con el fin de encontrar más problemas de los que se identificarían si se trabajara en forma separada. A continuación veremos las etapas de esta técnica.

2.4.1. Conocer los siguientes conceptos para HAZOP:

Palabras guía: se usan para enfocar la atención del equipo HAZOP sobre las desviaciones y causas posibles, que se conforman de palabras primarias y secundarias: Primarias- enfocan la atención sobre un aspecto particular de la intención de diseño o parámetro o condición de un proceso asociado. Como: flujo. Presión, separación, reacción, corrosión, temperatura, nivel, composición, mezcla, viscosidad, otros. O palabras de aspecto operacional como: arranque, paro, mantenimiento, inspección, drenar, purgar, venteo, relevo, aislamiento. Secundarias: palabra que en conjunto con las palabras guías primarias sugieren desviaciones posibles o problemas potenciales. Por ejemplo: no, mas y/o menos, además de, parte de inversión, en vez de, otro que, también como.

Tabla 2.4.1 Palabras Guía para localizar desviaciones o causas

Palabras primarias	Palabras secundarias		Palabras Guía (primaria + secundaria)
Reacción	No	(negación de lo previsto en diseño)	No reacción
Presión	Más	(aumento cuantitativo de una variable)	Más presión
Temperatura	Menos	(opuesto a mas)	Menos temperatura
Concentración	Además de	(aumento cuantitativo)	Impurezas
Mezcla	Parte de	(disminución cuantitativa)	Menos proporción de un componente de una mezcla
Flujo	Inverso	(opuesto a lo previsto en el diseño)	Flujo inverso

Desviación: combinación de palabras guía primaria con secundaria que se efectúa.

Intención: modo normal de operación en ausencia de desviaciones.

Causa: causa potencial que hace que ocurra la desviación.

Consecuencia: las que se originan debido al efecto de la desviación, no se debe asumir.

Protecciones: dispositivos que previene la causa o protege contra consecuencias.

Recomendaciones: consideran si las consecuencias y protecciones son adecuadas o no. y cuando una causa resulta tener una consecuencia negativa, se debe decidir si se toma o no la recomendación.

2.4.2. Definir el objetivo del estudio: Estos se fijan normalmente por el responsable de la Planta o Proceso asistido por el Ingeniero de Seguridad que va a ser el Coordinador (facilitador) del estudio. Se deben identificar los problemas de operación y riesgos asociados (desarrollar lista de planteamientos o verificar la instrumentación de seguridad), así como las consecuencias que van a ser consideradas (seguridad, pérdida de planta o equipo, producción, impactos ambientales).

2.4.3. Seleccionar el equipo que realizará el análisis: Generalmente está constituido por los Ingenieros de Diseño, de proceso, de instrumentación, de seguridad y los supervisores de mantenimiento y de operaciones (jefe de la planta). De los cuales, su conocimiento y experiencia, servirán para identificar los problemas con facilidad. El coordinador tiene que ser objetivo y no estar ligado estrechamente con el proyecto, para no influenciar. Y el secretario,

con conocimiento técnico, debe contribuir registrando todo lo que se va analizando en cada sesión.

2.4.4. Preparar las sesiones: Se debe reunir la información, entender la operación de la planta, subdividir la planta en circuitos y nodos y planear secuencias, marcar los diagramas, crear una lista de palabras guía adecuada, preparar temas a tratar, preparar el itinerario y hacer la selección del equipo. La Información consta de: descripción del proceso (con parámetros de operación, velocidades de flujo, volúmenes, etc.), diagramas de flujo de proceso (DFP's), diagramas de tubería e instrumentación (DTI's), descripción de los equipos localizados en el arreglo de equipo de la planta. Toda la información debe estar vigente y actualizada, sino lo está, se debe hacer la actualización.

2.4.5. Dar resultados del análisis y recomendaciones:, ya sabiendo el riesgo, se analizan y/o proponen protecciones en el sistema y se plantean soluciones para reducir los niveles de riesgo, reduciendo la frecuencia o probabilidad de las causas de los posibles accidentes. Para lo cual, se deben aplicar medidas preventivas para evitar que sucedan accidentes o reducir su frecuencia; así como también, aplicar las medidas correctivas que disminuyan los efectos como: derrames, fugas, incendios o explosiones, etc. El fin es eliminar la causa o reducir la consecuencia.

2.5 CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS

2.5.1 Métodos Comparativos: se utilizan para evaluar la seguridad de una instalación a través de la experiencia adquirida en operaciones previas de la planta. Estos se basan en la experiencia acumulada en un proceso determinado y en normas y códigos aplicables a los equipos y líneas de proceso: como el diseño. Fabricación, instalación y operación, y en las medidas de seguridad (sistemas contra incendio, sistemas de relevo de presión, sistemas de control, diques de contención, sistema de alarma, equipos de relevo, manuales de operación). Entre estos se encuentran las técnicas de análisis de peligros como: listas de verificación, revisiones de seguridad, códigos y normas, análisis históricos de accidentes.

2.5.2 Métodos Generalizados: se basan en esquemas de razonamiento lógico para identificar y evaluar en su totalidad, los riesgos presentes en un determinado proceso, tomando como base la relación causa y efecto. Analizan todos los sucesos que pueden dar origen a

situaciones de peligro y se determinan las consecuencias de los posibles accidentes y la probabilidad de ocurrencia de forma cuantitativa. Entre estos se encuentran las técnicas sistematizadas y con razonamiento lógico, como el análisis ¿qué pasaría sí?, árbol de fallas, árbol de evento, peligros y Operabilidad.

2.5.3 Métodos Cualitativos: estos ofrecen resultados no numéricos, se basan en la experiencia de quienes llevan a cabo el análisis, son relativamente fáciles de implementar y consideran una sola causa de falla cada vez. Entre esta categoría se encuentran: los códigos y normas de seguridad, revisiones de Seguridad, lista de verificación, el análisis histórico de accidentes, etc.

2.5.4 Métodos Cuantitativos: se caracterizan por un resultado numérico, que utiliza un modelo lógico. Estructurado para fallas específicas, considerando la combinación de fallas múltiples. Requiere de una gran cantidad de datos estadísticos para calcular la probabilidad de falla. Como el análisis de árbol de fallas, análisis de modos de falla, efectos y criticidad, análisis de consecuencias de incendios y explosiones, y el análisis de peligros y Operabilidad, etc.

2.6 SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE ANÁLISIS

Se aplican los métodos teóricos y prácticos de identificación de peligros y evaluación de riesgos, dependiendo de la materia objeto de estudio, es decir, una instalación existente o un proyecto de inversión. Después de saber que todas las técnicas de análisis coinciden en metodología y resultados ¿cómo se puede saber cuál es la que se necesita? y ¿cuál dará resultados más satisfactorios, reales y completos? Por ello es necesario plantear que alcances se quieren tener del estudio, esto en función de los objetivos del proyecto de análisis que realicemos.

Debemos contar con la identificación y evaluación de todos los riesgos, estudio de alguna clase de riesgo en particular, conocer la cadena de sucesos que se generen por determinado accidente, señalar las áreas de mayor riesgo, establecer jerarquías de riesgos. También es necesario saber con que información contamos, pues cada técnica requiere más o menos información del proceso, etc. Como este proyecto esta ligado a un lineamiento administrativo, su retraso podría ocasionar problemas legales y económicos, por el cumplimiento del proyecto en un plazo determinado.

Se deben conocer las características del proceso para identificar que tipo de análisis convendría, pues cada industria es diferente por lo que se debe usar un análisis determinado. Se pueden utilizar métodos equivalentes, sin embargo la técnica utilizada debe siempre ser seleccionada, basada en la complejidad del proceso y el objetivo del análisis.

Toda la información obtenida tanto por el personal del proyecto, como el de operación, mantenimiento y seguridad de la planta, dará una profundidad de conocimientos sobre su equipo y procesos que de otra manera sería muy difícil de lograr. Además, permitirá preparar óptimos procedimientos de operación, planes de arranque y paro de emergencia, sistemas de entrenamiento, programas de mantenimiento, etc. De lo anterior, dependerá más adelante y en gran medida la seguridad del proceso. Su selección se realiza según los siguientes criterios:

Tabla 2.6 Criterios para seleccionar la técnica de análisis

Criterio	Descripción
Objeto	Lo que busca
Herramienta	Lo que utiliza
Resultados	Como se requiere el resultado: lista, porcentaje, índice de riesgos, gráfica, etc.
Naturaleza	Cuantitativos o Cualitativos
Personal	Especialista, experiencia y multidisciplinario

2.7 IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE PELIGROS Y RIESGOS.

Los recientes accidentes mayores relacionados con nubes de vapor, explosiones y bolas de fuego, han intensificado los esfuerzos de la industria dirigidos a entender y manejar este tipo de riesgo. La aplicación de la técnica del análisis de riesgos, requiere del modelaje de las consecuencias de tales escenarios de accidentes.

Por ello. Se hace obligatorio, la necesidad de hacer un estricto análisis de todos los posibles peligros que se tienen y que podrían generar un riesgo en el área de trabajo, peligroso por las cantidades de materias primas y productos que se usan a condiciones extremas, como lo es en la industria de la refinación. Con el fin de prevenir el accidente o estar alerta de un posible accidente, ya que es imposible evitarlo, pues estos dependen de innumerables combinaciones de tiempo, modo y lugar.

Aquí reside la importancia de los análisis de riesgos y peligros en las industrias de refinación, petroquímicas, y en todas las industrias químicas en general, pues es necesario manejar las sustancias químicas de manera segura y confiable. Pues en estos análisis: se investiga la posible desviación de la operación normal de un determinado proceso, se cuestiona las desviaciones de las condiciones de temperatura, presión, flujo, viscosidad, otros, se buscan las causas posibles que pueden aumentar o disminuir el calor que se debe tener en el proceso; se investigan las causas que pueden alterar la concentración de las sustancias en relación de la composición de la mezcla original: se determinan las causas que pueden provocar la introducción de sustancias en un estado físico ajeno al proceso. Así como también cumplen con el fin de:

- decir cuando iniciar la operación
- interrumpir la operación
- someter a mantenimiento

Estas evaluaciones ayudan a evitar por completo el riesgo, a mitigar la gravedad del riesgo o disminuir la probabilidad de ocurrencia de estos. En las industrias petroleras, de gas, petroquímica entre otras, los propietarios, diseñadores, operadores y/o los encargados del mantenimiento reciben, aplican y ponen en marcha las recomendaciones que resultan de la técnica de análisis de riesgos, proporcionando así la seguridad del proceso.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DE PROCESO



3.1 FUNCIONES DE UNA PLANTA DE CLORURO DE VINILO.

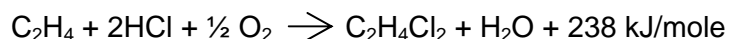
La planta típica de cloruro de vinilo tiene como función la producción de monómero de cloruro de vinilo (MCV), utilizando el proceso de desintegración térmica del dicloroetano (DCE), el cual se produce en la planta por oxidación o cloración directa del etileno.

Al desintegrarse térmicamente el DCE:

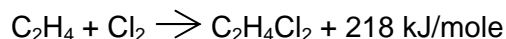


La materia prima para la síntesis de monómero de cloruro de vinilo (MCV), es el Dicloroetano (DCE) a través de dos diferentes procesos en esta planta.

a) Por Oxicloración



b) Por Cloración directa de alta temperatura del Etileno.



3.2 UNIDADES DE LA PLANTA PRODUCTORA DE VINILO.

Esta planta productora de Cloruro de Vinilo consta de las siguientes unidades:

1. Unidad 100 Oxicloración
2. Unidad 200 Recuperación de Dicloro Etano
3. Unidad 300 Purificación de Dicloro Etano
4. Unidad 400 Desintegración de Dicloro Etano
5. Unidad 500 Purificación de Monómero de Cloruro de Vinilo
6. Unidad 600 Cloración Directa
7. Unidad 700 Oxidación catalítica
8. Unidad 800 Tratamiento de Aguas Residuales
9. Unidad 850 Incineración de Gases de Venteo
10. Unidad 900 Neutralización de HCl de Emergencia

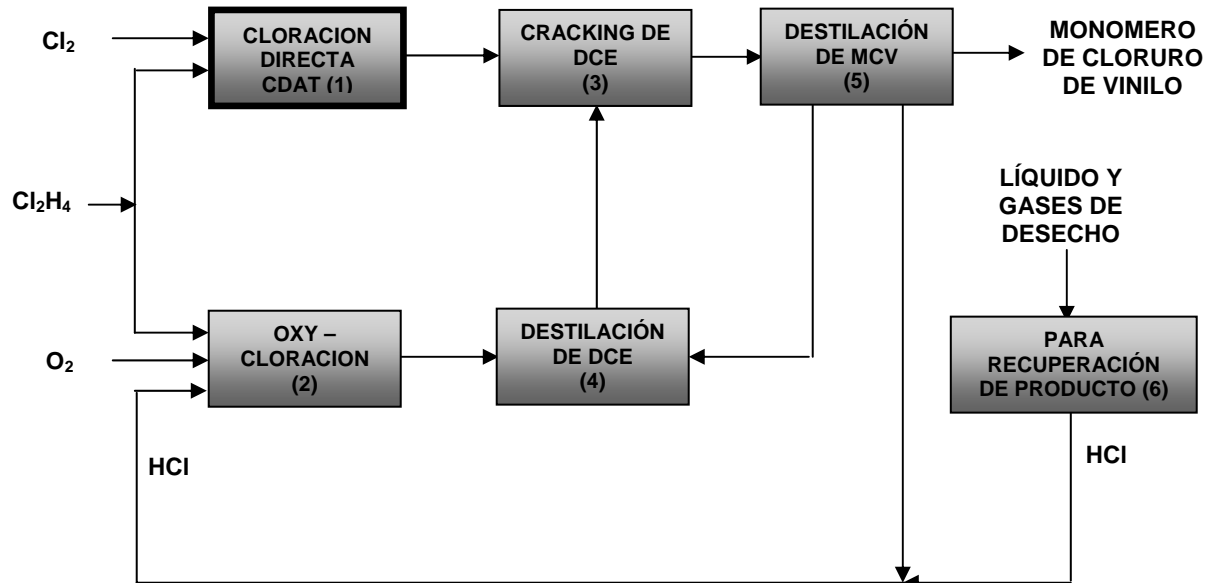
El Monómero de Cloruro de Vinilo (MCV) se genera por descomposición térmica del Dicloro Etano (DCE) en la unidad 400.

Por su parte en la unidad 100 se genera DCE a partir de la cloración de etileno, en presencia de oxígeno, a partir del ácido clorhídrico que se genera en la unidad 400.

En la unidad 200 se recupera el DCE separándolo de los gases de venteo por absorción, agotamiento con nitrógeno y lavado cáustico obteniendo finalmente dióxido de carbono y gases de venteo, los cuales se incineran en la unidad 850, mientras que en la unidad 300 se purifica el DCE y se envía a almacenamiento. Además del DCE producido en la unidad de oxiclорación, la sección 400 recibe DCE producido por cloración directa de etileno en la unidad 600, así como el DCE recirculado de la unidad de purificación de DCE.

En la unidad 700 (Oxidación catalítica), se oxidan los desechos de hidrocarburos clorados producidos durante la síntesis y pirólisis del 1,2 dicloro etano, para producir CO_2 , CO , HCl y agua.

El agua residual del área de oxiclорación es enviada a la unidad 800, para el tratamiento de aguas residuales.



3.3 ALCANCE DEL ANÁLISIS DE PELIGRO.

Para el análisis de peligro de esta tesis, se analizará el reactor de cloración directa, a continuación se describe el proceso del área 600 de esta planta de DCE

UNIDAD 600 CLORACIÓN DIRECTA

3.3.1. CLORACIÓN DIRECTA DE ALTA TEMPERATURA CDAT (HTDC en inglés)

El proceso de cloración directa presenta importantes ventajas sobre el principal proceso de formación de dicloro etano, el cual es el del oxicloración.

Las principales ventajas del proceso de cloración directa son las siguientes

- 1.- Altos rendimientos
- 2.- Bajo consumo de energía
- 3.- Menores requerimientos de personal
- 4.- Menores costos de mantenimiento
- 5.- Alta flexibilidad de operación del proceso, a diferentes cargas

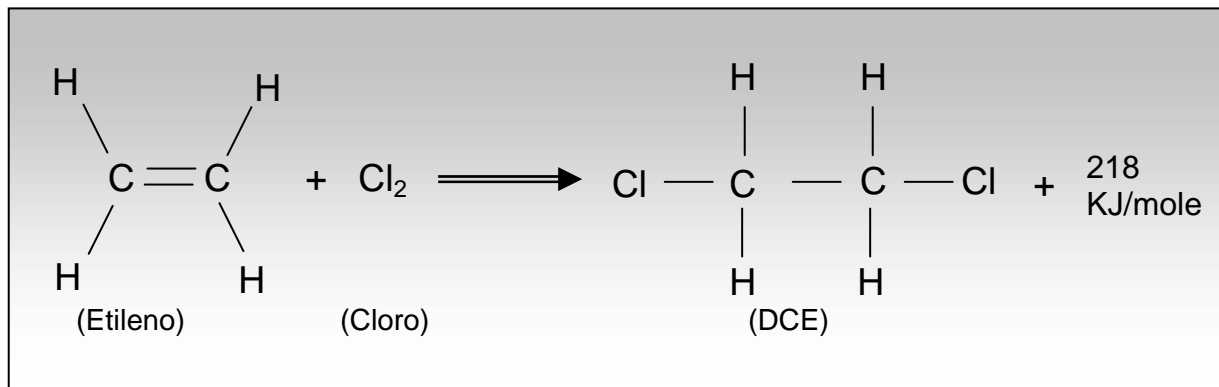
El proceso de cloración directa es menos contaminante porque:

- 1.- Se minimiza la formación de productos de altos puntos de ebullición.
- 2.- Se minimizan la formación de productos con bajo punto de ebullición, teniéndose los mismos en cantidades medidas en partes por millón.
- 3.- En comparación con el otro proceso comercial de *oxicloración de etileno*, en el caso de la cloración directa se evita la generación de agua contaminada eliminando la existencia de una planta de tratamiento especial.
- 4.- El catalizador no es arrastrado en el efluente del reactor.
- 5.- No se requiere de consumo de catalizador.
- 6.- El DCE producido tiene una pureza del 99.9%.
- 7.- Se aprovecha el calor producido en la reacción para la producción de vapor para sistemas de torres de destilación.
- 8.- Toda la reacción se realiza en un único reactor.
- 9.- Se minimiza el venteo de gases a la atmósfera.

La producción de DCE por Cloración directa tiene lugar en el reactor de cloración directa de alta temperatura MR-601. El Reactor consiste de una sección de reacción cilíndrica vertical hecha de níquel. Esta sobresale del recipiente cilíndrico de diámetro más grande, de tal manera que el líquido de la sección de reacción fluye hacia arriba y derrama en la saliente. El vapor sale por la parte superior del recipiente y el líquido es retomado a la base de la sección de reacción por medio de la pierna de recirculación. El DCE de la columna purificadora en la unidad 300 circula a través del reactor. Se burbujean Cloro y Etileno en el fondo de la sección de reacción. El cloro es muy soluble en DCE y se disuelve de inmediato. La mezcla es calentada varios grados debido al calor de dilución y el levantamiento impartido por las burbujas de Etileno provocan que la mezcla suba, accionando el sistema de circulación.

La reacción tiene lugar de acuerdo a la ecuación siguiente:

REACCIÓN PRINCIPAL



REACCIÓN PROPUESTA POR PRIMERA VEZ EN 1938, POR CONN J.B., KISTIAKOWSKY G.B, SMITH, EN LA REVISTA JOURNAL AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. (REF. B1.19)

A la corriente de alimentación de cloro se le inyecta oxígeno. Su presencia limita la disociación de DCE. La reacción también es catalizada con FeCl_3 (Cloruro Férrico) el cual es generado vía la reacción con los anillos de acero al carbón en la sección empacada en la parte más alta del recipiente del reactor.

Arriba de la zona de reacción, la presión es menor debido al incremento de la Columna estática y la mezcla vaporiza debido al calor de reacción absorbido, produciendo una fuerza ascensora para que circule el fluido del Reactor. Conforme el líquido asciende dentro de la parte superior, la vaporización se completa y el líquido se separa del vapor. El vapor fluye del domo del reactor MR-601 a la Columna Purificadora AS-302 donde este sirve para suministrar la carga de vapor del re-hervidor. El líquido se derrama en la pierna de circulación y se mezcla con DCE fresco procedente de la Bomba de fondos de la Columna purificadora PP-303 A/S antes de retornar a la zona de reacción. El control del aumento de la temperatura debido al calor de reacción es crítico para la eficiencia de la reacción. El aumento de la temperatura es controlado estrangulando la circulación de fluido dentro de la zona de reacción del sistema.

El Precondensador de vapor del domo del reactor TT-603 ha sido considerado para controlar la cantidad de calor introducido a la columna purificadora. Este condensador vertical está controlado por estrangulamiento del agua de enfriamiento para mantener aceptables la hidráulica en los platos y la purificación del DCE en la Columna Purificadora.

La presión en el reactor es determinada por la presión requerida para enviar inertes al domo de la columna purificadora, al Quemador de gases de venteo o a la unidad de oxiclорación vía el compresor de gas de venteo del CDAT (HTDC en inglés) conforme la contrapresión en el reactor aumenta, la temperatura de la reacción también crece, resultando en bajas eficiencias de reacción. Las contrapresiones del sistema son por tanto minimizadas.

Los fondos del Reactor son extraídos continuamente y enviados a la columna de presión reducida AS-303. Esta purga de pesados controla cualquier acumulación de FeCl_3 en el Reactor.

Se ha considerado una bomba de fondos y un calentador para arranque y acciones de paro. Este sistema puede ser usado también como respaldo en el agotamiento de DCE para el agotador de fondos de apagado (de la Unidad 400)

3.3.2. LAVADO CON SOSA CÁUSTICA Y CON AGUA DE DCE

El DCE crudo de la reacción de Oxidación es lavado con NaOH y agua en la unidad 600 para remover trazas de ácido y reaccionar con coproductos del reactor de oxidación. Los coproductos, 2 Cloro Etanol y cloro-orgánicos formados en el reactor de oxidación, rápidamente reaccionan con la sosa para formar etilenglicol y cloroformo respectivamente. Estos compuestos remanentes son fácilmente removidos del DCE crudo en la Unidad Purificadora de DCE.

Sosa cáustica fresca al 20%, agua de lavado gastada y soluciones de NaOH reciclada se mezclan con el DCE en un mezclador estático. Las corrientes de sosa cáustica y DCE son separadas en el Tanque de lavado con sosa cáustica de segunda etapa. La sosa cáustica gastada es bombeada a la Unidad de tratamiento de efluentes bajo control de nivel. Parte de la sosa cáustica gastada es reciclada y mezclada con el DCE alimentado.

El DCE del Tanque de lavado con sosa cáustica de segunda etapa MS-606 fluye al Tanque de Agua de Lavado MS-607. El DCE se mezcla con agua de lavado gastada y fresca en un mezclador estático. El agua fresca se controla por flujo. El agua usada es bombeada bajo control de nivel al Tanque de lavado sosa cáustica segunda etapa MS-606. Parte del agua gastada es reciclada y mezclada con el DCE que entra. El DCE lavado, del Tanque de agua de lavado MS-607 es enviado a almacenamiento de DCE crudo húmedo bajo control de presión.

FIGURA 3.3.1 ESQUEMA DEL REACTOR DE CLORACIÓN DIRECTA

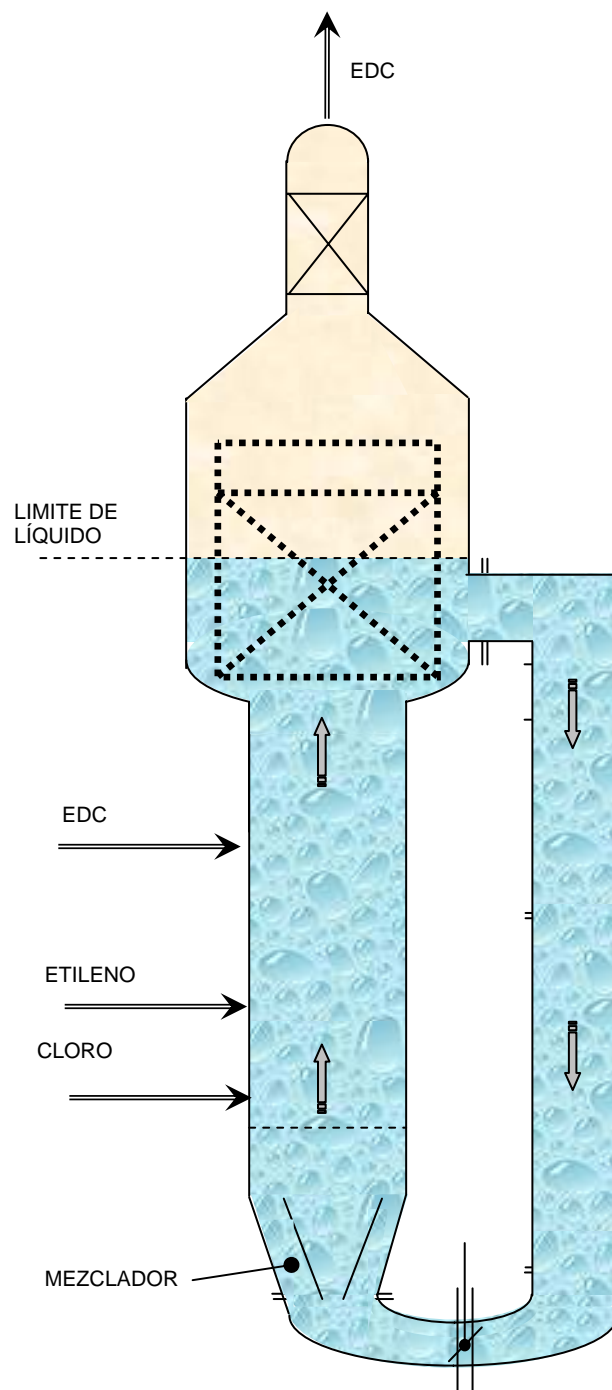


FIGURA 3.3.2 TRIANGULO DE REACTIVIDAD DEL ETILENO, DICLOROETANO Y OXIGENO

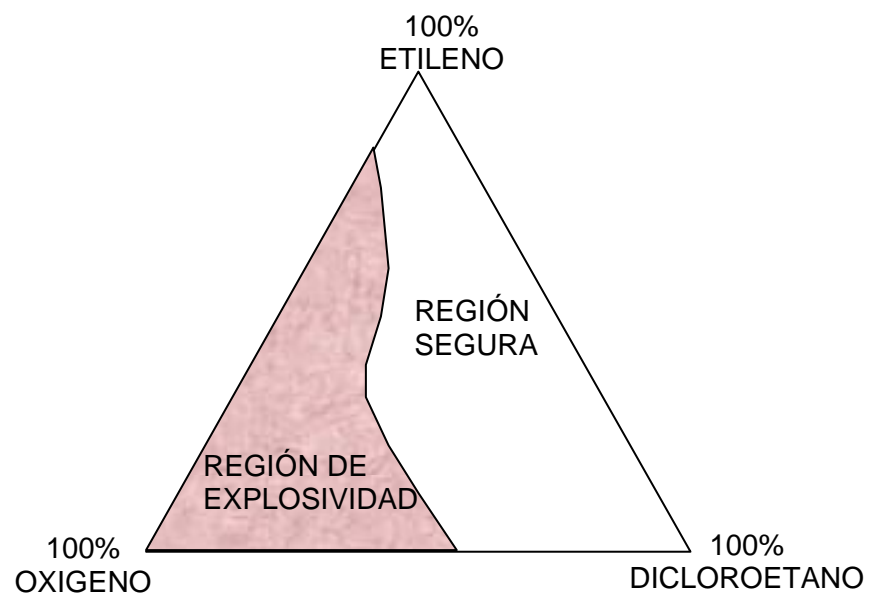
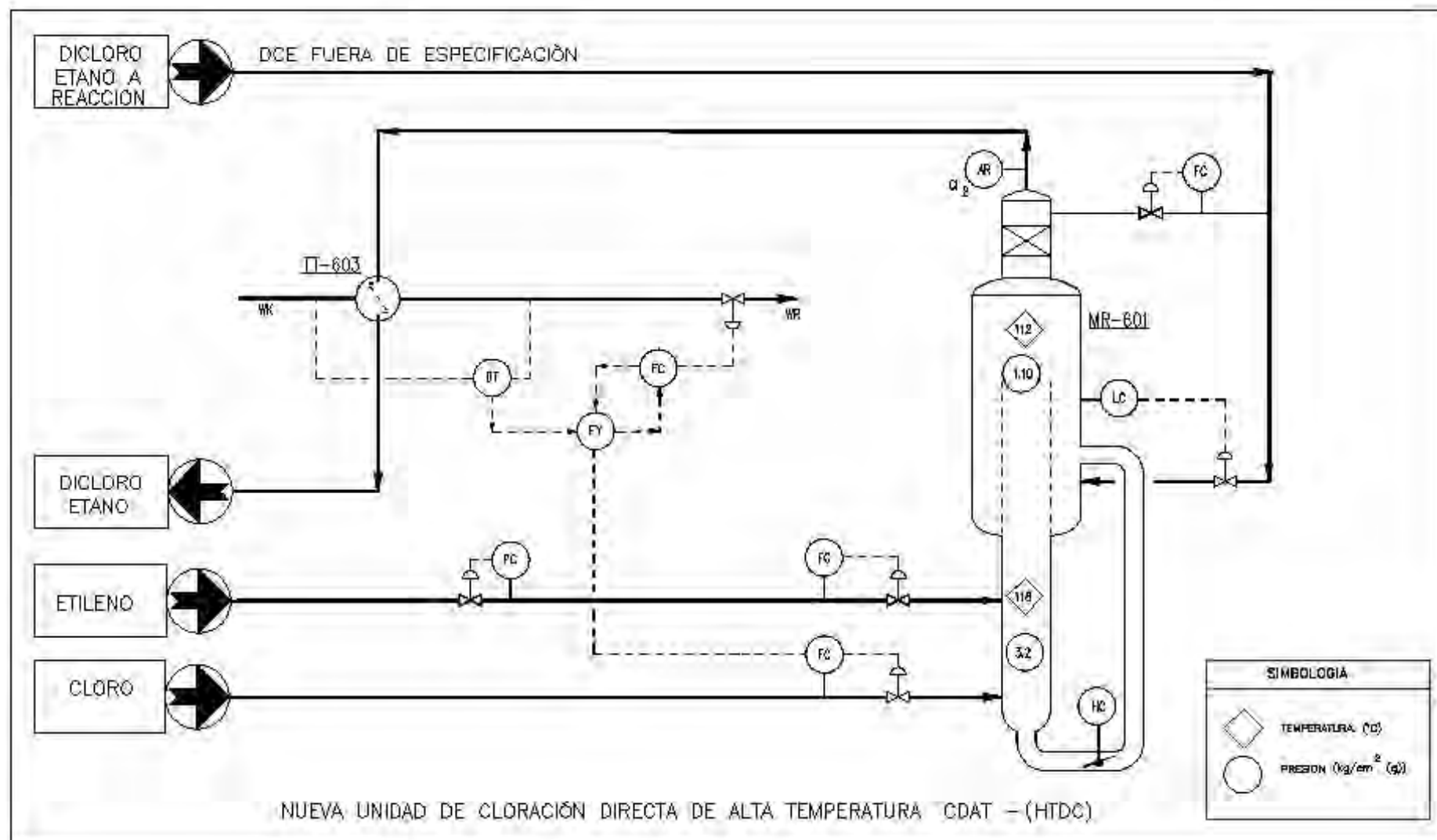


FIGURA 3.3.3 ESQUEMA DE LAS CORRIENTES PRINCIPALES AL REACTOR DE CLORACIÓN DIRECTA MR-601



CAPITULO IV

APLICACIÓN DE TÉCNICA Y DESARROLLO



4.1 La técnica a ser aplicada y desarrollada para el **análisis de peligros** para el reactor del área de cloración directa en la planta de cloruro de vinilo se llevará acabo de la siguiente manera, a modo de proyecto.

4.2 Objetivo

Identificar los peligros, las causas y consecuencias en un evento que pueden intervenir en desviaciones de operación en diferentes condiciones, guiándonos para predecir los daños que se pueden presentar como pueden ser; personales, contaminaciones, pérdida de producción o trastornos operacionales, asimismo identificar las salvaguardas con las que cuenta la instalación.

Finalmente, del presente análisis se derivan las recomendaciones para el mejoramiento en el diseño del proceso o incrementar las medidas de seguridad o la optimización en la operabilidad.

4.3 Alcance

4.3.1 Identificar los escenarios de peligros para el reactor de cloración directa en Planta de Clorados III.

4.3.2 Revisar los equipos, tuberías e instrumentación de acuerdo a los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) del proceso de la unidad de cloración directa.

4.3.3 Revisar las desviaciones en los procesos normales de operación.

4.3.4 Identificar los peligros de operabilidad de la planta.

4.3.5 Revisar las salvaguardas para detectar las desviaciones / causas / consecuencias en los eventos o escenarios e identificar todas las protecciones existentes.

4.4 Metodología

Existen diferentes métodos que pueden ser empleados para la identificación de peligros. La selección de un método particular está basada en el proceso a ser analizado. Deben emplearse una o más de las siguientes técnicas: Estudio de ¿Qué pasa si?, *Checklist* (Lista de Verificación), Estudio de HAZOP (Peligro y Operabilidad), FMECA en inglés "*Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*" (Análisis de Modos de Falla, Efectos y Criticidad), y FTA en inglés "*Fault Tree Analysis*" (Análisis de árbol de falla).

Para la identificación y análisis de peligros en el presente proyecto se empleó la **metodología de HAZOP**, esta metodología involucra un análisis metódico y sistemático de los documentos de diseño de Diagramas de Tubería e Instrumentación y Diagramas de Flujo, que describen las instalaciones. La palabra **HAZOP** se deriva de las palabras en inglés Hazard and Operability, estudio de peligro y operabilidad. El estudio es llevado a cabo por un grupo multidisciplinario que identifica los peligros y problemas de riesgo en el proceso. Las desviaciones de valor de diseño o los parámetros clave son estudiados utilizando palabras guía para el control del análisis. Esta técnica se aplica generalmente durante el diseño de un proyecto, instalación de una industria, operación de instalaciones existentes y cuando se realizan cambios mayores en los procesos.

4.5 Descripción de la Metodología

El método involucra, la investigación de desviaciones del intento de diseño o propósito de un proceso, por un grupo de individuos con experiencia en diferentes áreas tales como; ingeniería, producción, mantenimiento, química, seguridad. El grupo es guiado, en un proceso estructurado de tormenta de ideas, **por un líder**, que crea la estructura, al utilizar un conjunto de palabras guías o claves (no, mayor, menor, etc.) para examinar desviaciones de las condiciones normales de un proceso en varios puntos clave (nodos) de todo el proceso.

Estas palabras guías, se aplican a parámetros relevantes del proceso, tales como; flujo, temperatura, presión, composición, etc. para identificar las causas y consecuencias de desviaciones en estos parámetros de sus valores normales.

Finalmente, la identificación de las consecuencias inaceptables, resulta en recomendaciones para mejorar el proceso. Estas pueden indicar modificaciones en el diseño, requerimientos en los procedimientos operativos, modificaciones en la documentación, mayor investigación, etc.

El Estudio de Peligro y Operabilidad HAZOP como técnica sistemática y multidisciplinaria permite identificar peligros potenciales mediante una combinación de palabras guía para analizar desviaciones de operabilidad de los parámetros de proceso, que se presentan en un sistema dado y en una etapa determinada. En la figura 4.5.6 se presenta de manera gráfica la mecánica del estudio HAZOP.

El procedimiento de análisis requiere una descripción completa del proceso y cuestiona cada una de sus partes para descubrir cuales son las desviaciones respecto al propósito original.

Después de efectuar el estudio de los elementos, por nodo se califica cada una de las desviaciones / causas / consecuencias de los eventos o escenarios, solo para tener conocimiento que son aplicables para esos estudios, sin embargo para el análisis de esta tesis no se consideran los criterios siguientes:

- .. Frecuencia (**F**)
- .. Severidad (**S**)
- .. Rangos de Riesgo (**RR**)

Tabla 4.5.1.- Frecuencia

5	Frecuente	Ocurre una vez en 1 año
4	Menos frecuente	Ocurre una vez de 1 – 5 años
3	Raro	Ocurre una vez de 5 – 10 años
2	Muy raro	Ocurre una vez de 10 – ó más años
1	Extremadamente raro	No provoca problemas de operación

Tabla 4.5.2.- Severidad

4	Riesgo bajo	Baja probabilidad de lesiones al operador, insignificantes daños ambientales y sustitución o reparación de accesorios, tiempos muertos.
3	Riesgo medio	Daños ligeros a un operador, menores daños a propiedades o menor producción por paro parcial, insignificantes daños al ambiente
2	Riesgo alto	Daños o muertes a empleados, o daños a la comunidad, serios efectos ambientales o fuertes daños a la planta o unidad.
1	Catastrófico	Muertes dentro o fuera del sitio, daños irreversibles y mayores pérdidas de producción, paro total de planta o mayores efectos ambientales.

Tabla 4.5.3. Rangos de Riesgo

D	Aceptable
C	Checar y modificar si es requerido o no
B	Checar y Modificar
A	Corrección inmediata

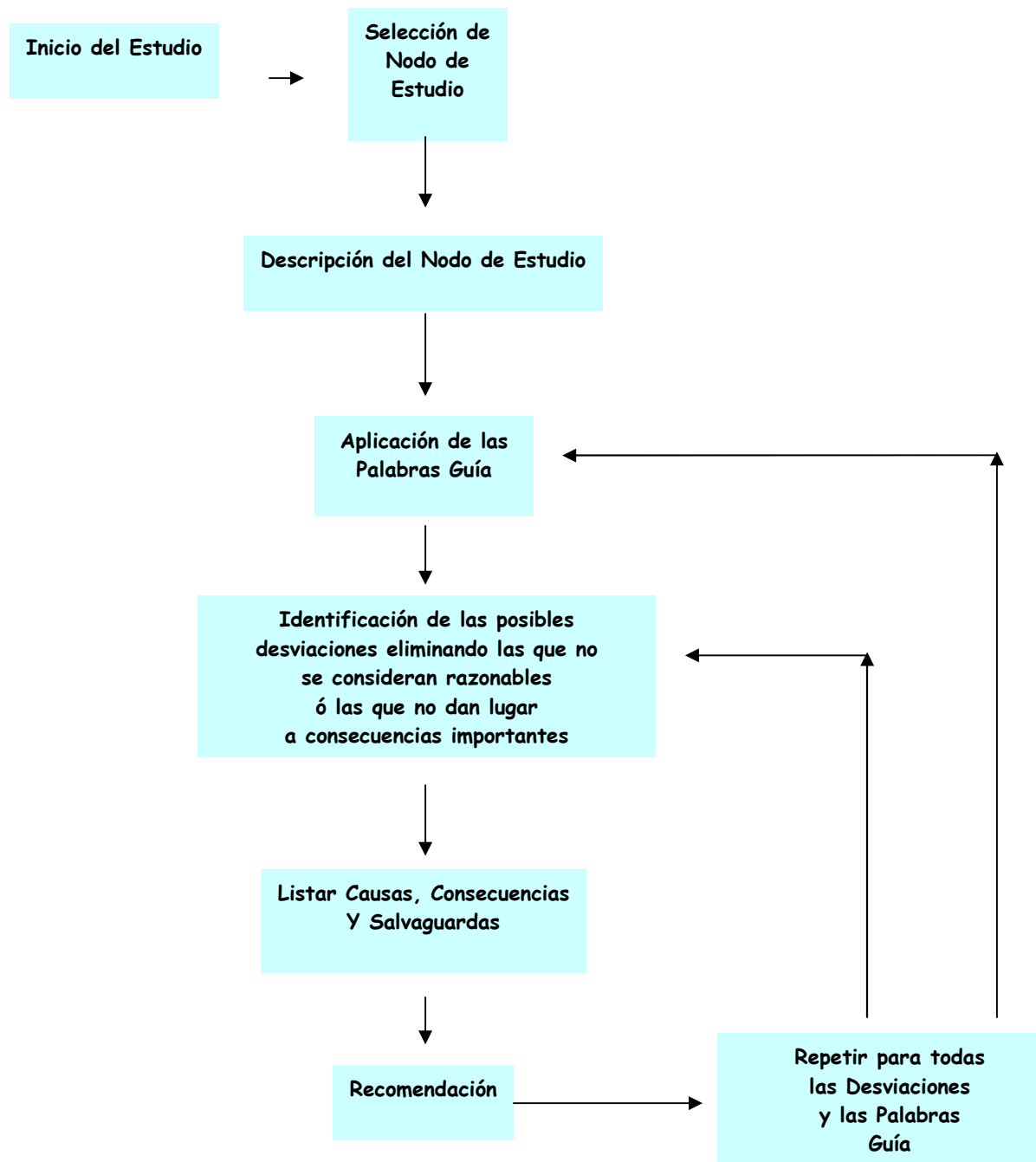
Tabla 4.5.4. Matriz típica de priorización de riesgo

		Frecuencia				
		1	2	3	4	5
Severidad	1	D	B	A	A	A
	2	D	C	C	B	A
	3	D	D	D	C	B
	4	D	D	D	D	D

Tabla 4.5.5 Modelo de hoja de trabajo que se utilizara para el análisis de HazOp para esta planta en las sesiones de trabajo.

Reporte de la Unidad 600, Cloración directa alta temperatura Proyecto: Ampliación de Clorados III, Pajaritos. Nodo: 1 Reactor de cloración directa alta temperatura (HTDC) MR-601 y tubería asociada.								Dibujos: A-548-P-BD-0049 y A-548-P-BD-0050	
No. PALABRA GUÍA (1.1 FLUJO O BAJO FLUJO, 1.2 ALTO FLUJO, 1.3 ALTA TEMPERATURA, 1.4 BAJA TEMPERATURA, 1.5 LATA PRESIÓN, 1.6 BAJA PRESIÓN, 1.7 ALTO NIVEL, 1.8 BAJO NIVEL, 1.9 RUPTURA FUGA EN TUBO EN TT-603, 1.10 FLUJO INVERSO, FLUJO MAL DISECCIONADO, 1.12 ALTA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES, 1.13 PERDIDA DE CONTENCIÓN, 1.14 ARRANQUE Y 1.15 PARO)									
Desv	Causa	Consecuencia	F	S	RR	TAG	Salvaguarda	Recomendaciones	Responsabilidad

Figura. 4.5.6 Mecánica del Estudio HAZOP



4.6 Hojas de Trabajo HAZOP

Para su análisis se emplean las palabras guía (no, alto, bajo, más, otro) para determinar posibles desviaciones (flujo, presión, temperatura, nivel, otros) de las condiciones de diseño del proceso. Cada escenario es evaluado de acuerdo a las causas descritas, mismas que incluyen los factores de influencia humanos tanto positivos como negativos. Las consecuencias de escenarios de accidentes son estimados cualitativamente para cada desviación del proceso. Se detectan las protecciones (salvaguardas) con el propósito de contar con una instalación segura en su operación. Finalmente se analiza el rango de riesgo de acuerdo a la Matriz típica de priorización de peligros en la tabla 4.5.4 con base en la frecuencia y severidad. La última columna presenta las recomendaciones derivadas durante el desarrollo del estudio ver tabla 4.5.5 donde se puede ver el ejemplo de la hoja de trabajo que se proponen para el análisis la cual se adecuara con las necesidades particulares que se tengan del proyecto.

CAPITULO V

RESULTADOS



5.1 RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO:

En el momento de revisar la información para el reactor de cloración directa como la descripción de Proceso y los Diagramas de Flujo de Proceso, se encontraron las siguientes sustancias y condiciones.

5.1.1 SUSTANCIAS QUE SE ENCUENTRAN EN EL REACTOR DE CLORACIÓN DIRECTA.

Etileno (C_2H_4)

Cloro (Cl_2)

Acido Clorhídrico (HCl)

Cloruro de Vinilo MCV (C_2H_3Cl)

Dicloro-etano EDC ($ClCH_2CH_2Cl$)

Etilen Glicol (CH_2OHCH_2OH)

Cloruro Ferrico ($FeCl_3$)

Oxígeno (O_2)

Hidróxido de sodio "SOSA" (NaOH)

Agua (H_2O)

Nitrógeno (N_2)

Mezcla de Ligeros

Mezcla de Pesados

5.1.2 CONSIDERACIONES DE PROCESO QUE SE DEBEN TOMAR EN CUENTA PARA EL ESTUDIO.

Presión

Temperatura

Flujo (volumen/tiempo)

Concentración

Nivel en el reactor

5.1.3 LAS HOJAS DE SEGURIDAD DE LAS SUSTANCIAS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DEL REACTOR DE CLORACIÓN DIRECTA.

De acuerdo al centro de orientación para la atención de emergencias ambientales (COATEA), las hojas de datos de seguridad (HDDS) o en ingles “Material Safety Data Sheet” (MSDS) por sus siglas en Ingles. Principalmente tienen la siguiente información:

1. IDENTIFICACIÓN DEL FABRICANTE Y DE LA SUSTANCIA QUÍMICA
2. COMPOSICIÓN, INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES
3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS
 - Rutas de Entrada (Rutas Primarias de Exposición)
 - Efectos de una Exposición Aguda al Producto
 - Efectos de una Exposición Crónica al Producto
4. PRIMEROS AUXILIOS
5. COMBATE DE INCENDIOS
6. LIBERACIONES ACCIDENTALES (que hacer)
7. MANEJO Y ALMACENAJE
8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN, PROTECCIÓN PERSONAL
 - Controles de Ingeniería
 - Equipo de Protección Personal.
 - Ropa protectora
9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.
10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD
11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGÍA.
 - Irritabilidad
 - Sensibilidad al producto
 - Carcinogenicidad
 - Toxicidad Reproductiva
 - Teratogenicidad y Embriotoxicidad
 - Mutagenicidad
12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA.
13. CONSIDERACIONES SOBRE LA DISPOSICIÓN.
14. INFORMACIÓN SOBRE EL TRANSPORTE.
15. INFORMACIÓN SOBRE REGLAMENTACIÓN.
16. OTRA INFORMACIÓN.

5.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL DTI DEL REACTOR DE CLORACIÓN DIRECTA:

Al realizar el estudio multidisciplinario con la técnica de HAZOP considerando como único Nodo, el Reactor de cloración directa alta temperatura (HTDC) MR-601 y tubería asociada, considerando los peligros inherentes (reactivos y proceso), se obtuvieron los resultados representados en la siguiente tabla y los planos A-548-P-BD-0049 y A-548-P-BD-0050 los cuales se encuentra como referencia en los anexo en el capítulo VII.

1.1 SIN FLUJO O BAJO FLUJO									
Desv	Causa	Consecuencia	F	S	RR	TAG	Salvaguarda	Recomendaciones	Responsabilidad
1.1.a	Falla de los controles de flujo y nivel de DCE de reciclado	Arrastre de hierro				PSHH-6104	Switch de disparo por alta presión	Instalar detectores de mezclas explosivas en área de cloración	Contratista y Pajaritos
1.1.b	Falla de flujo en fondos de reactor	Bajo nivel produciendo una potencial desviación de temperatura				TDAH-6112 Y FAH-6109	Alarma por una alta diferencial de temperatura en MR-601 y alarma por alto flujo en salida de reactor	Instalar doble sello en las bombas PP-619 A/S Instalar válvula de apertura y cierre / rápido con accionamiento remoto en línea de fondos del reactor.	Contratista y Pajaritos
1.1.c	Falla en el lazo de control de flujo en línea de etileno y nivel	Pérdida de eficiencia, aumentando la formación de subproductos				FV-6107	FFY-6107B	Instalar detectores de fuego en MR-601	Contratista y Pajaritos
1.1.d	Falla en el suministro de agua de enfriamiento.	Alto flujo de vapor a AS-302, y posible disparo del reactor				TAH-6115 y FAL-103	Alarma por bajo flujo de agua de enfriamiento y Alarma por alta temperatura en el cabezal de retorno de agua de enfriamiento	Sin recomendación	
1.1.e	Falla analizadores cloro AIC-6101	Producto fuera de especificación				FRC-6103	Control de flujo	Sin recomendación	
1.1.f	Falla válvula XV-6101 cerrada	Producto fuera de especificación				XZSH-6101	Indicación de Posición a Interlock del reactor	Sin recomendación	
1.1.g	Taponamiento y/o caída de la sección empacada	Bajo flujo de DCE en cúpula de MR-601.				PSHH-6104 Y LT-6102 / LT-6101	Información de nivel al interlock del reactor y presión a la salida del MR-601	Sin recomendación	

1.2 ALTO FLUJO									
Desv	Causa	Consecuencia	F	S	RR	TAG	Salvaguarda	Recomendaciones	Responsabilidad
1.2.a	Falla en el lazo de control de flujo FRC-6101 y/o FFRC-6102 y/o FRC-6103	Alto nivel en MR-601 potencial daño al reactor				FdAH-6102 FAH-6101 / FAH-6102	Alarma por alto flujo en cloro, etileno y en el relacionador de flujo de cloro y etileno	Sin recomendación	
1.2.b	Falla lazo control FRC-6105	Potencial daño a equipo AS-302				LAH-6101	Alarma por alto nivel en la zona empacada del reactor	Sin recomendación	
1.2.c	Falla analizadores cloro AIC-6101	Producto fuera de especificación				FRC-6103	Control de Flujo de alimentación al reactor.	Sin recomendación	
1.2.d	Falla analizador etileno AI-3101	Potencial Incremento de subproductos debido a alta presión en reactor				PAH-6103	Alarma por alta presión en domo del reactor	Sin recomendación	
1.2.e	Falla XV-6101 abierta	Producto fuera de especificación				XZSH-6101	Indicación de Posición a Interlock del reactor	Sin recomendación	
1.2.f	Falla lazo de control de flujo FIC-6109	Potencial ruptura en línea de domo (36") debido a su llenado con líquido				LAH-6101 / PP-619	Alarma por alto nivel en reactor / Operación de Bombas PP-619	Sin recomendación	
1.2.g	Falla lazo de control de flujo FIC-6107	Potencial perdida de eficiencia en TT-603				DTI-6115	TAH-6115 Alarma por al ta temperatura en el retorno	Sin recomendación	
1.2.h	Falla control de diferencial temperatura TDI-6115	Calidad de flujo no adecuada puede ser más o menos gas ó liquido.				FV-6107	TI-6115 alarma por alta temperatura	Sin recomendación	

1.3 ALTA TEMPERATURA									
Desv	Causa	Consecuencia	F	S	RR	TAG	Salvaguarda	Recomendaciones	Responsabilidad
1.3.a	Concentración de DCE, baja	Alta formación de subproductos				LAL-6101	Alarma por bajo nivel	Sin recomendación	
1.3.b	Falla de bomba PP-303 A/S	Potencial daño mecánico al reactor				LAL-6102	Interlock del reactor	Sin recomendación	
1.3.c	Cerrada XV-6101	Ninguna						Sin recomendación	
1.3.d	Falla lazo de control de nivel LIC-6101	Sin alimentación de DCE fresco				PSHH-6104	Switich de disparo de alta presión y desfuegos	Sin recomendación	
1.3.e	Falla lazo de control de flujo FIC-6105	Sin alimentación de DCE fresco				TDAH-6112	Alarma de alta temperatura diferencial	Sin recomendación	
1.4 BAJA TEMPERATURA									
Desv	Causa	Consecuencia	F	S	RR	TAG	Salvaguarda	Recomendaciones	Responsabilidad
1.4.a	VER NODO NO / BAJO FLUJO 1.1, U-600							RECOMENDACIONES DE NODO 1.1	Contratista y Pajaritos
1.4.b	Falta de flujo de DCE de reciclo	Producto fuera de especificación				LAL-6101 y LAL-6102	Alarma por bajo nivel en el reactor	Adicionar alarma FAL-6105 en alimentación DCE de reciclo.	Contratista y Pajaritos
1.4.c	Pérdida de reactantes	Pérdidas de cloro y etileno hacia el quemador, produciendo posible corrosión				FAL-6102	Alarma por bajo flujo en alimentación de etileno	Sin recomendación	
						FRC-6101	Alarma por bajo flujo de cloro	Adicionar alarma FAL-6101 en alimentación de cloro	Contratista y Pajaritos
		Posible reacción exotérmica entre etileno y cloro en el sistema de venteo de la columna purificadora AS-302				AAH-6101	Alarma en Analizadores de cloro en reactor	Sin recomendación	

1.5 ALTA PRESIÓN									
Desv	Causa	Consecuencia	F	S	RR	TAG	Salvaguarda	Recomendaciones	Responsabilidad
1.5.a	Falla de los controles de flujo y nivel de DCE de reciclado	Sobrepresión en reactor y fallas mecánicas en reactor				PSHH-6104 PHA-6103	Alarma y disparo por alta presión	Sin recomendación	
1.5.b	Falla en TT-603	Acumulación de producto en línea de 36"				RV-6101A, RV-6101B, RV-6101C, RV-6101D	Válvula de relevo	Sin recomendación	
1.5.c	Alimentaciones al reactor fallan, abiertas	Alta formación de subproductos				FAH-6101 FAH-6102	Alarma alto flujo en líneas de alimentación de cloro y etileno	Sin recomendación	
1.6 BAJA PRESIÓN									
Desv	Causa	Consecuencia	F	S	RR	TAG	Salvaguarda	Recomendaciones	Responsabilidad
1.6.a	Enfriamiento del reactor en paro	Potencial vacío en reactor				MR-601	MR-601 diseñado para vacío total	Sin recomendación	
1.7 BAJO NIVEL									
VER RECOMENDACIONES EN 1.1 BAJO FLUJO O SIN FLUJO									
1.8 ALTO NIVEL									
VER RECOMENDACIONES EN 1.2 ALTO FLUJO									
1.9 RUPTURA FUGA DE TUBO EN TT-306									
Desv	Causa	Consecuencia	F	S	RR	TAG	Salvaguarda	Recomendaciones	Responsabilidad
1.9.a	Falla mecánica y/o corrosión	DCE fuera de especificación					Rutina de mantenimiento e inspección	Llevar acabo mantenimiento e inspección del TT.306	Por el cliente Final (Pajaritos)

1.10 FLUJO INVERSO									
Desv	Causa	Consecuencia	F	S	RR	TAG	Salvaguarda	Recomendaciones	Responsabilidad
1.10.a	Perdida de presión en el sistema de cloro o etileno	Producto fuera de especificación y daño potencial a AS-302				PAL-6101 y PAL-6102	Alarmas de baja presión y Control remoto manual de la línea nitrógeno que va a la línea de cloro	Sin recomendación	
1.10.b	Falla en PP-303 A/S	Producto fuera de especificación y líneas llenas de Cloro y Etileno				LAL-6101	Alarma de bajo nivel	Adicionar alarma FAL-6105 en alimentación DCE de reciclo.	Por contratista y Pajaritos
1.10.c	Válvula del calentador de arranque TT-619 abiertas	Ocurre reacción en líneas de alimentación a TT-619 de cloro y/o etileno, produciendo una falla potencial del equipo					Válvulas de disparo en líneas de alimentación de cloro y etileno	Incluir en procedimientos de arranque el cierre de las estas válvulas.	Por el cliente Final (Pajaritos)
1.11 FLUJO MAL DIRECCIONADO									
Desv	Causa	Consecuencia	F	S	RR	TAG	Salvaguarda	Recomendaciones	Responsabilidad
1.11.a	Válvula del calentador de arranque abiertas	Perdida de eficiencia de DCE					Aplicar procedimientos operativos	Aplicar procedimientos de operación y rutinas de mantenimiento e inspección	Por el cliente Final (Pajaritos)
1.11.b	Válvulas abiertas a AS-402	Potencial flujo inverso desde AS-402 a MR-601					Aplicar procedimientos operativos	Aplicar procedimientos de operación y rutinas de mantenimiento e inspección	Por el cliente Final (Pajaritos)
1.11.c	Válvulas abiertas de TT-603 a TT-619	Potencial contaminación de cabezales de DSS con HCL					Aplicar procedimientos operativos	Aplicar procedimientos de operación y rutinas de mantenimiento e inspección	Por el cliente Final (Pajaritos)

1.12 ALTA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES									
Desv	Causa	Consecuencia	F	S	RR	TAG	Salvaguarda	Recomendaciones	Responsabilidad
1.12.a	Alimentación no balanceada	Operación ineficiente					Aplicar rutinas de muestreo en las corrientes de alimentación	Aplicar procedimientos de operación y rutinas de mantenimiento e inspección	Por el cliente Final (Pajaritos)
1.12.b	Cloro y etileno fuera de especificaciones	Corrosión potencial					Monitoreo constante de humedad en los sistemas de columnas AS-303 y AS-302	Aplicar procedimientos de operación y rutinas de mantenimiento e inspección	Por el cliente Final (Pajaritos)
1.12.c	Alta concentración de hierro en el loop del reactor	Potencial producción de subproductos					Muestreos en columna AS-302	Aplicar procedimientos de operación y rutinas de mantenimiento e inspección	Por el cliente Final (Pajaritos)
1.12.d	Alto contenido de agua en corriente de AS-302	Potencial formación de mezclas explosivas					Inertización del domo de la columna AS-302 con etileno o nitrógeno	Aplicar procedimientos de operación y rutinas de mantenimiento e inspección	Por el cliente Final (Pajaritos)
1.12.e	Baja relación de purga en el reactor	Acumulación de subproductos en el fondo de reactor					Muestreo en la corriente de purga del reactor	Aplicar procedimientos de operación y rutinas de mantenimiento e inspección	Por el cliente Final (Pajaritos)
1.12.f	Alta concentración de oxígeno	DCE de reciclo fuera de especificación				AR-6101	Análisis continuos de cloro	Aplicar procedimientos de operación y rutinas de mantenimiento e inspección	Por el cliente Final (Pajaritos)

1.13 PERDIDA DE CONTENCIÓN									
Desv	Causa	Consecuencia	F	S	RR	TAG	Salvaguarda	Recomendaciones	Responsabilidad
1.13.a	Venteo y drenes abiertos de MR-601	Emisión a la atmósfera de etileno, cloro y DCE. Exposición del personal y potencial formación de mezclas explosivas					Procedimientos de operación y rutinas de mantenimiento e inspección	Aplicar procedimientos de operación y rutinas de mantenimiento e inspección	Por el cliente Final (Pajaritos)
1.13.b	Fugas y fallas de equipo MR-601	Emisión a la atmósfera de etileno, cloro y DCE. Exposición del personal y potencial formación de mezclas explosivas					Procedimientos de operación y rutinas de mantenimiento e inspección	Aplicar procedimientos de operación y rutinas de mantenimiento e inspección	Por el cliente Final (Pajaritos)
1.14 ARRANQUE									
Desv	Causa	Consecuencia	F	S	RR	TAG	Salvaguarda	Recomendaciones	Responsabilidad
1.14.a							Procedimientos de arranque	Aplicar procedimientos de arranque	Por contratista y Pajaritos
1.15 PARO									
Desv	Causa	Consecuencia	F	S	RR	TAG	Salvaguarda	Recomendaciones	Responsabilidad
1.15.a							Procedimientos de arranque	Aplicar procedimientos de secuencia de paro	Por contratista y Pajaritos

5.3 EJEMPLOS DE LA INTERPRETACIÓN DE LA TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL REACTOR DE CLORACIÓN DIRECTA, RESPECTO A SU PALABRA GUÍA:

5.3.1 El Punto 1.1 de la tabla se ANALIZA la situación de que no se tenga flujo o se tenga BAJO FLUJO en el reactor. Al leer la tabla en el renglón 1.1.b, interpretamos que tendremos como causa, que fallara el flujo en el fondo del reactor (que no se controlara el drenado) y como consecuencia tendremos un bajo nivel dentro del reactor que a su vez nos provocara un cambio de la temperatura “aumentándola” y que como salvaguardas de nuestro equipo tenemos los instrumentos TDAH-6112 (Alarma por incremento abrupto en la temperatura) y FAH-6109 (alarma por alto flujo en la salida del reactor), sin embargo estas salvaguardas no son suficientes para mitigar la falla cuando se presente ya que solo alarman al personal de la planta, para ello se emiten las recomendaciones de instalar una válvula de apertura y cierre rápido con accionamiento desde el cuarto de control por personal de la planta además de instalar doble sello en las bombas PP-619 A/S, estas recomendaciones la implementara el contratista en su ingeniería y será pagada por pajaritos.

5.3.2 El Punto 1.4 de la tabla se ANALIZA la situación de que se tenga BAJA TEMPERATURA en el reactor. Al leer la tabla en el renglón 1.4.b, interpretamos que tendremos como causa de que no se tenga flujo de alimentación flujo de DCE recirculado (el cual llega caliente al reactor), tendremos como consecuencia un producto fuera de especificación al deseado, sin embargo tenemos como salvaguardas los instrumentos LAL-6101 y LAL-6102 (alarmas por bajo nivel en el reactor) los cual solo indican al los operadores que se tiene un bajo flujo dentro del reactor pero no indican cual es la causa o que sea por falta de DCE de reciclo, por lo cual se recomienda que se instale un instrumento el cual nos pueda indicar que se tiene un bajo flujo en la alimentación de DCE de reciclo que tendrá como identificación del tag. FAL-6105 el cual será incluirá en el diseño del contratista y pagado por Pajaritos.

5.3.3 El Punto 1.5 de la tabla se ANALIZA la situación de que se tenga ALTA PRESIÓN en el reactor. Al leer la tabla en el renglón 1.5.b, se entiende que podemos tener como causa el cambiador de calor TT-603 (puede ser por taponamiento de tubos), por lo cual se tendrá acumulación de producto den la tubería de 36” a salida del reactor lo cual causara sobrepresión en el reactor, para estas consecuencia no deseable se cuenta con válvulas de relevo RV-6101A, RV-6101B, RV-6101C y RV-6101D, las cuales se abrirán a diferentes valores de presión para proteger el reactor y tubería, para este punto no se tiene recomendación ya que es suficiente con las válvulas de relevo

5.3.4 El Punto 1.11b de la tabla se ANALIZA la situación de que se tenga FLUJO MAL DIRECCIONADO en el reactor. Al leer la tabla en el renglón 1.11.b, Se interpreta que como causa que las válvulas que se encuentran entre los cambiadores TT-603 (enfriador DCE producido por el reactor) y TT-619 (DCE de arranque) teniendo como consecuencia que el HCl que se alimenta al reactor de cloración directa salga por estas tuberías y las contamine al estar abiertas estas válvulas, para evitar este flujo mal direccionado, se tendrá como salvaguardas aplicar los procedimientos operativos (en la parte de arranque) y como recomendaciones adicionales a los procedimiento operativos, Pajarito tendrá que aplicar rutinas de mantenimiento e inspección.

5.3.5 El Punto 1.13a de la tabla se ANALIZA la situación de que se tenga PERDIDA DE CONTENCIÓN en el reactor, Al leer la tabla en el renglón 1.13.a, se interpreta que una de las causas que puedan presentar esta situación no deseada sería que los venteos o los drenes del reactor MR-601 se encuentren abiertos cuando no deben estarlo, las consecuencias que tendríamos serian devastadoras al escapar a la atmósfera los reactivos que se alimentan al reactor, como el etileno, cloro gas y DCE, también como consecuencia tendríamos exposición del personal y una potencial formación de mezclas explosivas (no queremos unas serie de explosiones), para ello tendremos como salvaguarda los procedimientos de operaron y las rutinas de mantenimiento e inspección de Pajaritos, Para evitar estas situaciones no deseadas se recomienda que Pajaritos aplique los procedimientos de operación y rutinas de mantenimiento e inspección de las instalaciones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

De acuerdo a las sustancias que se tienen en el proceso de cloración directa así como las condiciones de operación (presión, temperatura, concentraciones de reactivos) que se tienen en el reactor MR-601, además de los diferentes instrumentos, válvulas y accesorios instalados en el mismo y en las tuberías de proceso de entradas y salidas, podemos concluir que:

-La técnica de HAZOP para el estudio realizado, es una Técnica Adecuada, sencilla, eficiente y eficaz debido a que con esta se pueden identificar claramente los peligros inherentes al reactor y las consecuencias causadas por los mismos.

-Se lograron identificar los tipos de peligros que se tienen en el nuevo reactor de cloración directa de la planta MR-601 gracias al trabajo en conjunto del grupo de expertos en seguridad, de los expertos en procesos, del personal operativo y de mantenimiento de las instalaciones.

-Se pudieron hacer recomendaciones para poder minimizar los peligros en el reactor y evitar consecuencias al personal, la población, ambiente, proceso y las instalaciones.

RECOMENDACIONES:**RECOMENDACIONES A IMPLEMENTARSE EN LA CONSTRUCCIÓN DEL REACTOR MR-601.**

Al identificar los peligros que se tienen en las instalaciones “equipos de proceso”, Y revisando los puntos de proceso donde se pueden minimizar los peligros que nos puedan generar consecuencias no deseadas, se obtuvieron las siguientes recomendaciones en el Reactor de Cloración directa del área 600.

NODO 1: Reactor de cloración directa alta temperatura (HTDC) MR-601, Precondensador de venteo del reactor, y tubería asociada	
NODO	RECOMENDACIÓN
1.1	A) Instalar en MR-601 Válvula con motor local accionada remotamente en boquilla de 6" en el fondo, pegada al reactor
1.1	B) Instalar doble sello en las bombas PP-619 A/S
1.1	C) Instalar detectores de mezclas explosivas en área de cloración directa (MR-601)
1.1	D) Instalar alarmas FAL-6101 y FAL-6105

RECOMENDACIONES A IMPLEMENTARSE EN LA VIDA ÚTIL DEL REACTOR MR-601.

- Actualizar el HAZOP cada cinco años o ante cualquier modificación importante para asegurar que éstos reflejen la condición actual de las instalaciones para maximizar la seguridad y confiabilidad mecánico operacional de las instalaciones
- Desarrollar y asegurar el cumplimiento de un programa de mantenimiento preventivo e inspección basado en los peligros y riesgos detectados en el presente estudio y los futuros estudios.
- Realizar una revisión independiente de los procedimientos de operaciones, inspección y mantenimiento para minimizar la probabilidad de error humano. Proceso, válvulas, instrumentos, sistemas para detección de gases y sistemas de agua contra incendio
- Actualizar los planes de emergencia y contingencia del área por parte del usuario y dueño de las instalaciones.

INCORPORACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES AL PROYECTO:

Estas recomendaciones se plasman en la edición de los documentos en la siguiente revisión a la presentada para las sesiones de HAZOP después de la realización del HAZOP (identificación de Peligros) al reactor de cloración directa, de la siguiente manera:

Recomendación	Se implementará al documento
A	DTI A-548-P-BD-0049 revisión 5, Notas 21 y 22.
B	DTI A-548-P-BD-0050 revisión 3 DTI A-548-P-BD-0025 revisión 4 Hoja de Datos PP-619 revisión 2 (información de proveedor)
C	Plano de localización de los detectores de Fuego, Gas Tóxico y Gas Combustible.PL-SISC-P-0002
D	DTI A-548-P-BD-0049 revisión 5, en instrumentos FRC-6101 y FRC-6105

BIBLIOGRAFÍA

B1.- LIBROS

B1.1.- CHEMICAL ENGINEER 'S HANDBOOK.

Robert H. Perry.

Mc Graw-Hill.

5a Edición. Estados Unidos 1986.

B1.2.- CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY

Guidelines for Hazard Evaluation Procedures.

American Institute of Chemical Engineers.

2nd. Ed. USA. 1992

B1.3.- CHEMICAL SAFETY DATA SHEETS. FLAMMABLE CHEMICALS.

Royal Society of Chemistry.

USA. 1989. Vol. 1, pp. 184-187

B1.4.- CHEMICAL SAFETY DATA SHEETS. FLAMMABLE CHEMICALS.

Royal Society of Chemistry.

USA. 1989. Vol. 5, pp. 203-206

B1.5.- CHUL SUH, JUNG; BYUNGWOO LEE, IN KOO KANG, AND EN SUP YOON

An Expert System for Automated Hazard Analysis Based on Multimode Approach.

Elsevier Science Limited.

Great Britain. 1997.

Computers chem. Engng. Vol. 21. Suppl., pp. S917-S922

B1.6.- FIELD, BARRY C.

Economía ambiental, una introducción.

Mc. Graw Hill. Colombia. 1995

B1.7.- GARCÍA GÓMEZ, PEDRO

Determinación de alternativas para la producción de gasolinas reformuladas con características ecológicas.

PEMEX - Refinación.

México 1995

B1.8.- GEANKOPLIS, CHRISTIE J.

Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias.

2a Ed. Casa Editorial Continental. México. 1995

B1.9.- HENLEY, ERNEST; J.D. SEADER

Operaciones de separación por etapas de equilibrio en ingeniería química.

Edic. REPLA. México. 1990.

B1.10.- MANUAL DE LA PLANTA DE ISOMERIZACIÓN DE PENTANOS Y HEXANOS;

PEMEX-Refinación.

México. 2001

B1.11.- NASSERS. FARD

Determination of Minimal Cut Sets of a Complex Fault Tree.

Elsevier Science. Great Britain. 1997.

Computers Ind. Eng. Vol. 33, Nos. 1-2, pp. 59-62

B1.12.- NEILSON BOYD. ROBERT; ROBER THORNTON MORRISON.

Química Orgánica

Fondo Educativo Latinoamericano.

EUA. 1976. 1291 p.

B1.13.- PERRY, ROBERT; CECIL CHILTON.

Manual del Ingeniero Químico

5a ed. Mc. Graw Hill. México. 1982

B1.14.- REDMILL; CHUDLEIGH; CATMUR

Principles underlying a guideline for applying Hazop to programmable electronic system.

Elsevier Science Limited. Northern Ireland. 1997.

Reliability Engineering and System Safety 55 pp. 283-293.

B1.15.- SANTAMARÍA RAMIRO, J.A; P.A. BRAÑA AISA

Análisis v Reducción de riesgos en la Industria Química

Fundación MAPFRE. España. 1994. 526 p.

B1.16.- SANDLER; FERDOCK; MCEDOWNEY; LEVERENZ.

Making Process Safety of sustaining performance in the 21a' Century.

B1.17.- THE MERCK ÍNDEX, AN ENCYCLOPEDIA OF CHEMICALS AND DRUGS.

Merck & Co., Inc. 9a. ed. USA. 1976.

B1.18.- TREVOR A. KLETZ

Hazop, past and future.

Elsevier Science Limited. Northern Ireland. 1997.

Reliability Engineering and System Safety 55 pp. 263-266.

B1.19.- CONN, J.B.; KISTIAKOWSKY, G.B.; SMITH, E.A.,

Heats of organic reactions. VII. Addition of halogens to olefins,

J. Am. Chem. Soc., 1938, 60, 2764-2771.

B2.- PAGINAS WEB EN INTERNET.

B2.1.- www.cenapred.unam.mx/es/

B2.2.- www.ine.gob.mx/

B2.3.- www.imp.mx/

B2.4.- www.pemex.com/

B2.5.- www.profepa.gob.mx/

B2.6.- www.semarnat.gob.mx/

B2.7.- www.heuristicos.com/

B2.8.- www.osha.gov

B2.9.- www.vinnolit.de/

B2.10.- www.plasticseurope.org

B2.11.- www.bpf.co.uk

B2.12.- www.quiminet.com

B2.13.- www.mastercomsrl.com.ar

B2.14.- <http://pslc.ws/spanish/pvc.htm>

B2.15.- www.ine.gob.mx/index.php/

B2.16.- <http://webbook.nist.gov/cgi/>

B2.17.- <http://www.diquima.upm.es/weblab.html>

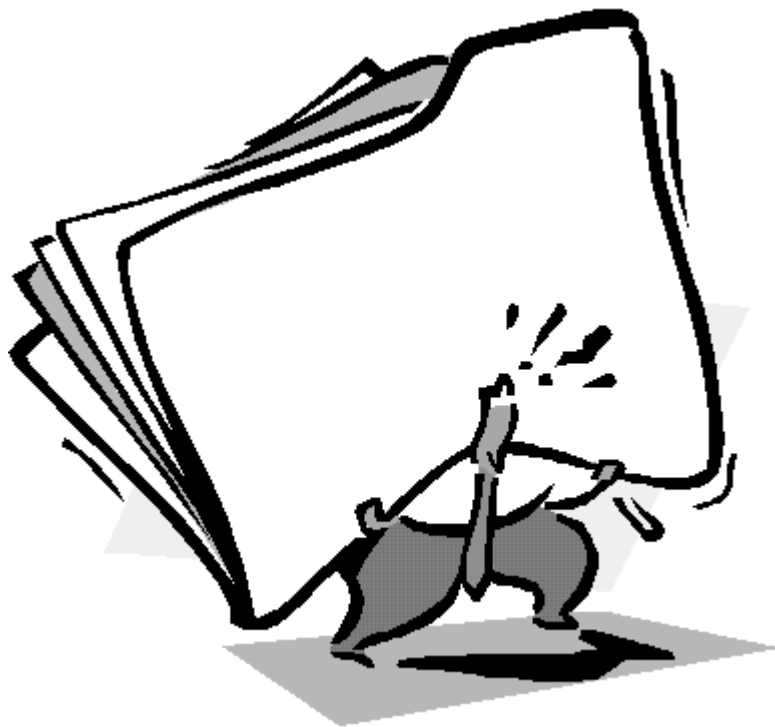
B3.- Normas nacionales e internacionales.

B3.1.- NOM-018-STPS-2000 (SISTEMAS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS POR SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS EN LOS CENTROS DE TRABAJO)

B4.- Normas de PEMEX.

B4.1-NRF-018-PEMEX-2007 ESTUDIOS DE RIESGO aplica punto 8.2

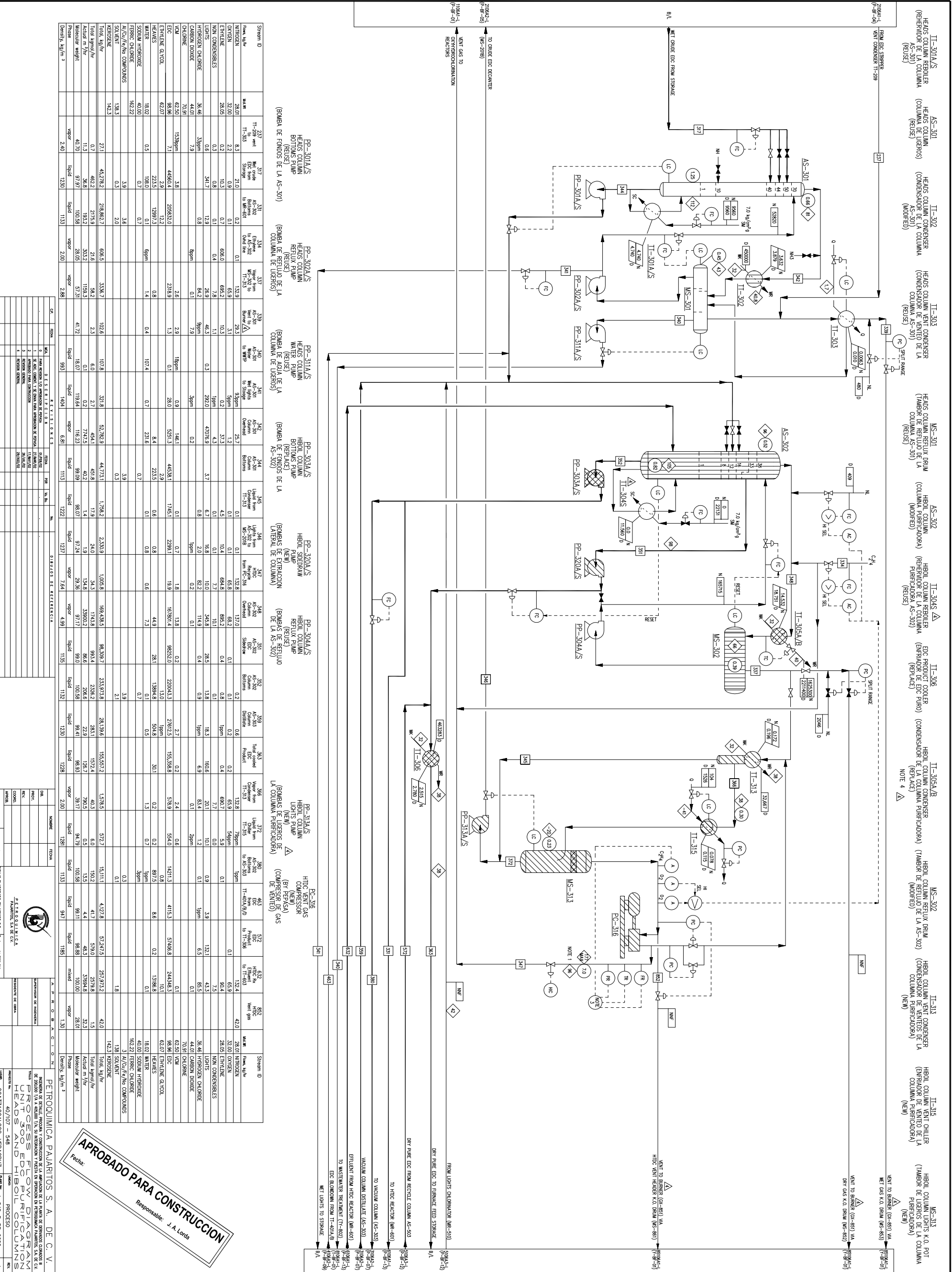
ANEXOS



DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO: (6 HOJAS)

DFP's del área de Proceso Aprobados Para Construcción para el HAZOP.

Numero	Descripción	Rev.
A-548-P-BF-0006	PROCESS FLOW DIAGRAM UNIT 300 EDC PURIFICATION HEADS AND HIBOIL COLUMNS	4
A-548-P-BF-0007	PROCESS FLOW DIAGRAM UNIT 300 EDC PURIFICATION VACUUM COLUM	3
A-548-P-BF-0009	PROCESS FLOW DIAGRAM UNIT 400 EDC CRACKING FURNACE "C"	3
A-548-P-BF-0012	PROCESS FLOW DIAGRAM UNIT 500 VCM PURIFICATION RECYCLE EDC	3
A-548-P-BF-0013	PROCESS FLOW DIAGRAM AREA 600 DIRECT CHLORINATION HTDC AND EDC CAUSTIC WASH	3
A-548-P-BF-0014	PROCESS FLOW DIAGRAM UNIT 700 CATOXID UNIT	3



Stream ID	Phase	Temp (°C)	Pressure (PSIA)	Flow Rate (kg/hr)	Component
301	liquid	200	100	1000	Water
302	liquid	200	100	1000	Water
303	liquid	200	100	1000	Water
304	liquid	200	100	1000	Water
305	liquid	200	100	1000	Water
306	liquid	200	100	1000	Water
307	liquid	200	100	1000	Water
308	liquid	200	100	1000	Water
309	liquid	200	100	1000	Water
310	liquid	200	100	1000	Water
311	liquid	200	100	1000	Water
312	liquid	200	100	1000	Water
313	liquid	200	100	1000	Water
314	liquid	200	100	1000	Water
315	liquid	200	100	1000	Water
316	liquid	200	100	1000	Water
317	liquid	200	100	1000	Water
318	liquid	200	100	1000	Water
319	liquid	200	100	1000	Water
320	liquid	200	100	1000	Water
321	liquid	200	100	1000	Water
322	liquid	200	100	1000	Water
323	liquid	200	100	1000	Water
324	liquid	200	100	1000	Water
325	liquid	200	100	1000	Water
326	liquid	200	100	1000	Water
327	liquid	200	100	1000	Water
328	liquid	200	100	1000	Water
329	liquid	200	100	1000	Water
330	liquid	200	100	1000	Water
331	liquid	200	100	1000	Water
332	liquid	200	100	1000	Water
333	liquid	200	100	1000	Water
334	liquid	200	100	1000	Water
335	liquid	200	100	1000	Water
336	liquid	200	100	1000	Water
337	liquid	200	100	1000	Water
338	liquid	200	100	1000	Water
339	liquid	200	100	1000	Water
340	liquid	200	100	1000	Water
341	liquid	200	100	1000	Water
342	liquid	200	100	1000	Water
343	liquid	200	100	1000	Water
344	liquid	200	100	1000	Water
345	liquid	200	100	1000	Water
346	liquid	200	100	1000	Water
347	liquid	200	100	1000	Water
348	liquid	200	100	1000	Water
349	liquid	200	100	1000	Water
350	liquid	200	100	1000	Water
351	liquid	200	100	1000	Water
352	liquid	200	100	1000	Water
353	liquid	200	100	1000	Water
354	liquid	200	100	1000	Water
355	liquid	200	100	1000	Water
356	liquid	200	100	1000	Water
357	liquid	200	100	1000	Water
358	liquid	200	100	1000	Water
359	liquid	200	100	1000	Water
360	liquid	200	100	1000	Water
361	liquid	200	100	1000	Water
362	liquid	200	100	1000	Water
363	liquid	200	100	1000	Water
364	liquid	200	100	1000	Water
365	liquid	200	100	1000	Water
366	liquid	200	100	1000	Water
367	liquid	200	100	1000	Water
368	liquid	200	100	1000	Water
369	liquid	200	100	1000	Water
370	liquid	200	100	1000	Water
371	liquid	200	100	1000	Water
372	liquid	200	100	1000	Water
373	liquid	200	100	1000	Water
374	liquid	200	100	1000	Water
375	liquid	200	100	1000	Water
376	liquid	200	100	1000	Water
377	liquid	200	100	1000	Water
378	liquid	200	100	1000	Water
379	liquid	200	100	1000	Water
380	liquid	200	100	1000	Water
381	liquid	200	100	1000	Water
382	liquid	200	100	1000	Water
383	liquid	200	100	1000	Water
384	liquid	200	100	1000	Water
385	liquid	200	100	1000	Water
386	liquid	200	100	1000	Water
387	liquid	200	100	1000	Water
388	liquid	200	100	1000	Water
389	liquid	200	100	1000	Water
390	liquid	200	100	1000	Water
391	liquid	200	100	1000	Water
392	liquid	200	100	1000	Water
393	liquid	200	100	1000	Water
394	liquid	200	100	1000	Water
395	liquid	200	100	1000	Water
396	liquid	200	100	1000	Water
397	liquid	200	100	1000	Water
398	liquid	200	100	1000	Water
399	liquid	200	100	1000	Water
400	liquid	200	100	1000	Water

APROBADO PARA CONSTRUCCION

Fecha: _____ Responsable: J. A. Loris

LEGENDA Y SIMBOLOGIA

FOR LEGEND AND SYMBOLS SEE P. 02
 77693-1074 (P-01) & 10741 (P-02)

REVISIONES DE INGENIERIA BASICA

NO.	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	REVISADO
1	02/08/02	ISSUE FOR CONSTRUCTION	JMA	JMA

PROCESO DE MODERNIZACION/EXPANSION

PROCESO FLOW DIAGRAM

UNIT 300 EDC PURIFICATION HEADS AND H2O COLUMNS

CONTRATORES: VERACRUZ

PROYECTO: 77693-3106A1-L

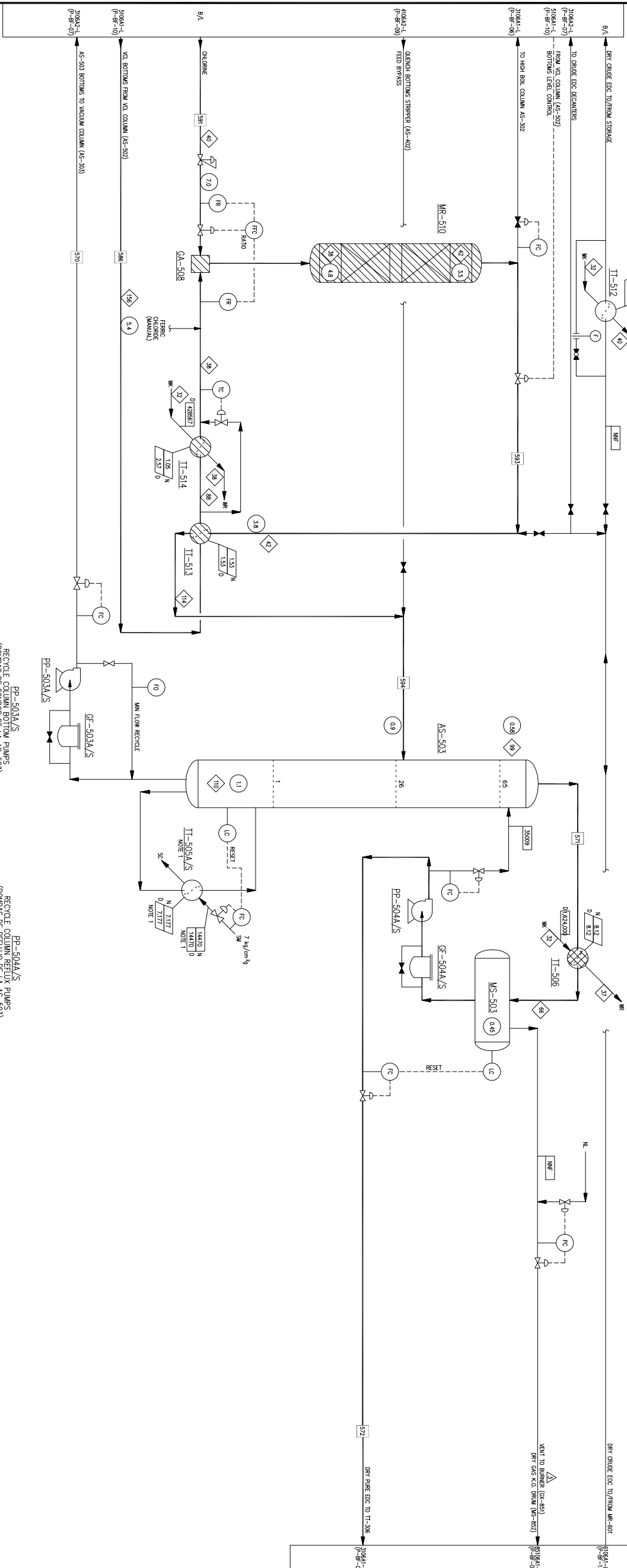
ENCARGADO: JMA

FECHA: 02/08/02

ESCALA: 1:1

HOJA: 1 DE 1

- IT-512 DRY CRUDE EDC TO/FROM STORAGE (ENFRIADOR DE EDC RECIRCULADO)
- MR-510 LIGHTS CHLORINATORS (CLORADOR DE LIGERO) (NEW)
- GA-508 CHLORINE MIXER (MECLORADOR DE CLORO) (NEW)
- IT-514 VCL BOTTOM COOLER (ENFRIADOR DE FONDOS DE VCL) (NEW)
- IT-513 LIGHTS CHLORINATOR INTERCHANGER (INTERCAMBIADOR DEL CLORADOR DE LIGEROS) (NEW)
- IT-505A/S RECYCLE COLUMN REBULDER (REHEVOR DE LA COLUMNA AS-503 INTERMEDIOS)
- AS-503 RECYCLE COLUMN (COLUMNA DE RECYCLE) (REUSE)
- AS-503 RECYCLE COLUMN (COLUMNA DE RECYCLE) (REUSE)
- GF-503A/S RECYCLE COLUMN BOTTOMS STRAINERS (FLITRO DE FONDOS DE AS-503) (REUSE)
- GF-504A/S RECYCLE COLUMN REFUX STRAINERS (FLITRO DE REFILLO DE LA COLUMNA DE INTERMEDIOS) (REUSE)
- MS-503 RECYCLE COLUMN REFUX DRAIN (TAMBOR DE REFILLO DE AS-503) (REUSE)
- IT-506 RECYCLE COLUMN CONDENSER (CONDENSADOR DE LA COLUMNA AS-503 INTERMEDIOS) (REPLACE - NOTE 2)



Stream ID	Flow, kg/hr	Phase	Temp, °C	Pressure, barg	Comps
570	571	572	573	574	575
NITROGEN	28.01	28.01	0.2	0.1	0.1
OXYGEN	28.05	28.05	0.2	0.1	0.1
ETHYLENE	4.3	212.9	132.1	291.5	138.4
LIGHTS	35.46	10.5	6.3	291.5	6.3
HYDROGEN CHLORIDE	44.0	44.0	0.1	125.5	125.5
CHLORINE DIOXIDE	63.50	63.50	0.1	125.5	125.5
VCL	56953.0	92039.7	5706.8	62801.7	62801.8
EDC	58.96	58.96	2.0	87.7	62801.8
ETHYLENE D.VCL	62.07	359.8	3.2	87.7	361.8
WATER	18.02	40.00	18.02	50ppm	18.02
SODIUM HYDROXIDE	40.00	40.00	18.02	50ppm	40.00
FIBRIC CHLORIDE	162.22	162.22	162.22	162.22	162.22
AN/CU/FE/NO COMPOUNDS	138.25	138.25	138.25	138.25	138.25
SOLVENT	142.29	142.29	142.29	142.29	142.29
KEROSENE	6059.1	92266.5	57247.5	63181.0	125.6
Total, kg/hr	60.1	9331.1	5730.0	6328.8	1.8
Actual wt/hr	48.3	17598.9	48.3	61.4	6.3
Molecular weight	101.00	98.88	98.88	70.82	99.08
Phase	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid
Density, kg/m ³	1114	1195	1195	1029	20.44

Stream ID	Flow, kg/hr	Phase	Temp, °C	Pressure, barg	Comps
570	571	572	573	574	575
NITROGEN	28.01	28.01	0.2	0.1	0.1
OXYGEN	28.05	28.05	0.2	0.1	0.1
ETHYLENE	4.3	212.9	132.1	291.5	138.4
LIGHTS	35.46	10.5	6.3	291.5	6.3
HYDROGEN CHLORIDE	44.0	44.0	0.1	125.5	125.5
CHLORINE DIOXIDE	63.50	63.50	0.1	125.5	125.5
VCL	56953.0	92039.7	5706.8	62801.7	62801.8
EDC	58.96	58.96	2.0	87.7	62801.8
ETHYLENE D.VCL	62.07	359.8	3.2	87.7	361.8
WATER	18.02	40.00	18.02	50ppm	18.02
SODIUM HYDROXIDE	40.00	40.00	18.02	50ppm	40.00
FIBRIC CHLORIDE	162.22	162.22	162.22	162.22	162.22
AN/CU/FE/NO COMPOUNDS	138.25	138.25	138.25	138.25	138.25
SOLVENT	142.29	142.29	142.29	142.29	142.29
KEROSENE	6059.1	92266.5	57247.5	63181.0	125.6
Total, kg/hr	60.1	9331.1	5730.0	6328.8	1.8
Actual wt/hr	48.3	17598.9	48.3	61.4	6.3
Molecular weight	101.00	98.88	98.88	70.82	99.08
Phase	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid
Density, kg/m ³	1114	1195	1195	1029	20.44

Archivo: 548-P-BF-12-51A3-L-R3.DWG Fecha: 27/08/02 JAA Observaciones:

REVISIONES

CD	FECHA	REVISIONES	NO.	NO. DE REFERENCIA
1	27/08/02	REVISIONES DE LA LINEA DE TUBERIA	1	
2	27/08/02	REVISIONES DE LA LINEA DE TUBERIA	2	

PROYECTO: PETROQUIMICA PAJARITOS S. A. DE C. V.
UNIDAD: VCM III MODERNIZATION/EXPANSION PROJECT
DIAGRAMA: PROCESS FLOW DIAGRAM
NO. DE DIAGRAMA: 77693-5106A3-1

APROBADO PARA CONSTRUCCION
 Responsable: J. A. Lorde

LEGEND AND SYMBOLS:

- NEW EQUIPMENT
- RELOCATED EQUIPMENT
- REPAIRED EQUIPMENT
- WORKED EQUIPMENT
- REMOVED EQUIPMENT

SYMBOLOLOGY:

- STREAM NO.
- STREAM TEMP. (°C)
- STREAM PRESSURE (kg/cm² (G))
- FLOW RATE (kg/hr)
- HEAT DUTY (mm heat/h)
- NON-HEAT DUTY (mm heat/h)
- NON-HEAT DUTY (mm heat/h)

FOR LEGEND AND SYMBOLS SEE DWS, 77693-107A (P-BF-01) & 107A1 (P-BF-02)

REVISIONES DE INGENIERIA BASICA

NO. DE REVISION	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO POR	REVISADO POR
1	27/08/02	REVISIONES DE LA LINEA DE TUBERIA	JAA	JAA
2	27/08/02	REVISIONES DE LA LINEA DE TUBERIA	JAA	JAA

PROYECTO: PETROQUIMICA PAJARITOS S. A. DE C. V.
UNIDAD: VCM III MODERNIZATION/EXPANSION PROJECT
DIAGRAMA: PROCESS FLOW DIAGRAM
NO. DE DIAGRAMA: 77693-5106A3-1

APROBADO PARA CONSTRUCCION
 Responsable: J. A. Lorde

LEGEND AND SYMBOLS:

- NEW EQUIPMENT
- RELOCATED EQUIPMENT
- REPAIRED EQUIPMENT
- WORKED EQUIPMENT
- REMOVED EQUIPMENT

SYMBOLOLOGY:

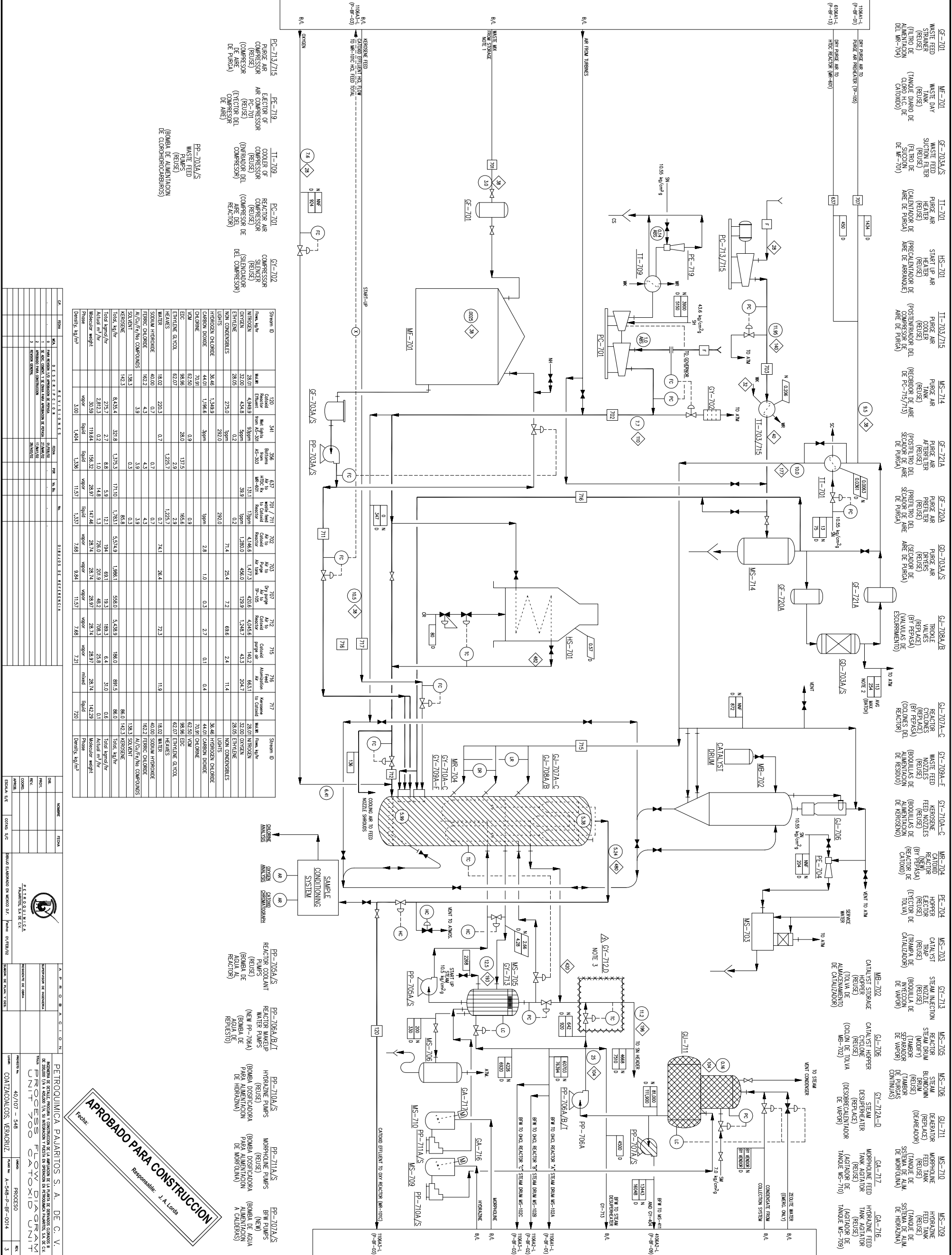
- STREAM NO.
- STREAM TEMP. (°C)
- STREAM PRESSURE (kg/cm² (G))
- FLOW RATE (kg/hr)
- HEAT DUTY (mm heat/h)
- NON-HEAT DUTY (mm heat/h)
- NON-HEAT DUTY (mm heat/h)

FOR LEGEND AND SYMBOLS SEE DWS, 77693-107A (P-BF-01) & 107A1 (P-BF-02)

REVISIONES DE INGENIERIA BASICA

NO. DE REVISION	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO POR	REVISADO POR
1	27/08/02	REVISIONES DE LA LINEA DE TUBERIA	JAA	JAA
2	27/08/02	REVISIONES DE LA LINEA DE TUBERIA	JAA	JAA

PROYECTO: PETROQUIMICA PAJARITOS S. A. DE C. V.
UNIDAD: VCM III MODERNIZATION/EXPANSION PROJECT
DIAGRAMA: PROCESS FLOW DIAGRAM
NO. DE DIAGRAMA: 77693-5106A3-1



Stream ID	Flow Rate (kg/hr)	Temp (°C)	Pressure (bar)	Phase	Stream ID	Flow Rate (kg/hr)	Temp (°C)	Pressure (bar)	Phase
1	28.01	25.00	1.00	Gas	101	4.949	50.00	1.00	Gas
2	4.949	50.00	1.00	Gas	102	32.00	45.00	1.00	Gas
3	32.00	45.00	1.00	Gas	103	28.05	27.50	1.00	Gas
4	28.05	27.50	1.00	Gas	104	30.46	1.249	1.00	Gas
5	30.46	1.249	1.00	Gas	105	44.01	1.986	1.00	Gas
6	44.01	1.986	1.00	Gas	106	70.91	2.920	1.00	Gas
7	70.91	2.920	1.00	Gas	107	62.50	4.300	1.00	Gas
8	62.50	4.300	1.00	Gas	108	62.07	6.207	1.00	Gas
9	62.07	6.207	1.00	Gas	109	1.802	11.9	1.00	Gas
10	1.802	11.9	1.00	Gas	110	40.00	16.2	1.00	Gas
11	40.00	16.2	1.00	Gas	111	4.3	23.8	1.00	Gas
12	4.3	23.8	1.00	Gas	112	3.9	28.74	1.00	Gas
13	3.9	28.74	1.00	Gas	113	138.3	30.0	1.00	Liquid
14	138.3	30.0	1.00	Liquid	114	8.435	37.1	1.00	Liquid
15	8.435	37.1	1.00	Liquid	115	2.7	48.2	1.00	Liquid
16	2.7	48.2	1.00	Liquid	116	2.8	50.0	1.00	Liquid
17	2.8	50.0	1.00	Liquid	117	1.3	54.8	1.00	Liquid
18	1.3	54.8	1.00	Liquid	118	1.4	57.4	1.00	Liquid
19	1.4	57.4	1.00	Liquid	119	1.9	61.3	1.00	Liquid
20	1.9	61.3	1.00	Liquid	120	1.3	64.3	1.00	Liquid
21	1.3	64.3	1.00	Liquid	121	1.0	66.3	1.00	Liquid
22	1.0	66.3	1.00	Liquid	122	0.9	67.5	1.00	Liquid
23	0.9	67.5	1.00	Liquid	123	0.9	68.0	1.00	Liquid
24	0.9	68.0	1.00	Liquid	124	0.9	68.0	1.00	Liquid
25	0.9	68.0	1.00	Liquid	125	0.9	68.0	1.00	Liquid
26	0.9	68.0	1.00	Liquid	126	0.9	68.0	1.00	Liquid
27	0.9	68.0	1.00	Liquid	127	0.9	68.0	1.00	Liquid
28	0.9	68.0	1.00	Liquid	128	0.9	68.0	1.00	Liquid
29	0.9	68.0	1.00	Liquid	129	0.9	68.0	1.00	Liquid
30	0.9	68.0	1.00	Liquid	130	0.9	68.0	1.00	Liquid
31	0.9	68.0	1.00	Liquid	131	0.9	68.0	1.00	Liquid
32	0.9	68.0	1.00	Liquid	132	0.9	68.0	1.00	Liquid
33	0.9	68.0	1.00	Liquid	133	0.9	68.0	1.00	Liquid
34	0.9	68.0	1.00	Liquid	134	0.9	68.0	1.00	Liquid
35	0.9	68.0	1.00	Liquid	135	0.9	68.0	1.00	Liquid
36	0.9	68.0	1.00	Liquid	136	0.9	68.0	1.00	Liquid
37	0.9	68.0	1.00	Liquid	137	0.9	68.0	1.00	Liquid
38	0.9	68.0	1.00	Liquid	138	0.9	68.0	1.00	Liquid
39	0.9	68.0	1.00	Liquid	139	0.9	68.0	1.00	Liquid
40	0.9	68.0	1.00	Liquid	140	0.9	68.0	1.00	Liquid
41	0.9	68.0	1.00	Liquid	141	0.9	68.0	1.00	Liquid
42	0.9	68.0	1.00	Liquid	142	0.9	68.0	1.00	Liquid
43	0.9	68.0	1.00	Liquid	143	0.9	68.0	1.00	Liquid
44	0.9	68.0	1.00	Liquid	144	0.9	68.0	1.00	Liquid
45	0.9	68.0	1.00	Liquid	145	0.9	68.0	1.00	Liquid
46	0.9	68.0	1.00	Liquid	146	0.9	68.0	1.00	Liquid
47	0.9	68.0	1.00	Liquid	147	0.9	68.0	1.00	Liquid
48	0.9	68.0	1.00	Liquid	148	0.9	68.0	1.00	Liquid
49	0.9	68.0	1.00	Liquid	149	0.9	68.0	1.00	Liquid
50	0.9	68.0	1.00	Liquid	150	0.9	68.0	1.00	Liquid
51	0.9	68.0	1.00	Liquid	151	0.9	68.0	1.00	Liquid
52	0.9	68.0	1.00	Liquid	152	0.9	68.0	1.00	Liquid
53	0.9	68.0	1.00	Liquid	153	0.9	68.0	1.00	Liquid
54	0.9	68.0	1.00	Liquid	154	0.9	68.0	1.00	Liquid
55	0.9	68.0	1.00	Liquid	155	0.9	68.0	1.00	Liquid
56	0.9	68.0	1.00	Liquid	156	0.9	68.0	1.00	Liquid
57	0.9	68.0	1.00	Liquid	157	0.9	68.0	1.00	Liquid
58	0.9	68.0	1.00	Liquid	158	0.9	68.0	1.00	Liquid
59	0.9	68.0	1.00	Liquid	159	0.9	68.0	1.00	Liquid
60	0.9	68.0	1.00	Liquid	160	0.9	68.0	1.00	Liquid
61	0.9	68.0	1.00	Liquid	161	0.9	68.0	1.00	Liquid
62	0.9	68.0	1.00	Liquid	162	0.9	68.0	1.00	Liquid
63	0.9	68.0	1.00	Liquid	163	0.9	68.0	1.00	Liquid
64	0.9	68.0	1.00	Liquid	164	0.9	68.0	1.00	Liquid
65	0.9	68.0	1.00	Liquid	165	0.9	68.0	1.00	Liquid
66	0.9	68.0	1.00	Liquid	166	0.9	68.0	1.00	Liquid
67	0.9	68.0	1.00	Liquid	167	0.9	68.0	1.00	Liquid
68	0.9	68.0	1.00	Liquid	168	0.9	68.0	1.00	Liquid
69	0.9	68.0	1.00	Liquid	169	0.9	68.0	1.00	Liquid
70	0.9	68.0	1.00	Liquid	170	0.9	68.0	1.00	Liquid
71	0.9	68.0	1.00	Liquid	171	0.9	68.0	1.00	Liquid
72	0.9	68.0	1.00	Liquid	172	0.9	68.0	1.00	Liquid
73	0.9	68.0	1.00	Liquid	173	0.9	68.0	1.00	Liquid
74	0.9	68.0	1.00	Liquid	174	0.9	68.0	1.00	Liquid
75	0.9	68.0	1.00	Liquid	175	0.9	68.0	1.00	Liquid
76	0.9	68.0	1.00	Liquid	176	0.9	68.0	1.00	Liquid
77	0.9	68.0	1.00	Liquid	177	0.9	68.0	1.00	Liquid
78	0.9	68.0	1.00	Liquid	178	0.9	68.0	1.00	Liquid
79	0.9	68.0	1.00	Liquid	179	0.9	68.0	1.00	Liquid
80	0.9	68.0	1.00	Liquid	180	0.9	68.0	1.00	Liquid
81	0.9	68.0	1.00	Liquid	181	0.9	68.0	1.00	Liquid
82	0.9	68.0	1.00	Liquid	182	0.9	68.0	1.00	Liquid
83	0.9	68.0	1.00	Liquid	183	0.9	68.0	1.00	Liquid
84	0.9	68.0	1.00	Liquid	184	0.9	68.0	1.00	Liquid
85	0.9	68.0	1.00	Liquid	185	0.9	68.0	1.00	Liquid
86	0.9	68.0	1.00	Liquid	186	0.9	68.0	1.00	Liquid
87	0.9	68.0	1.00	Liquid	187	0.9	68.0	1.00	Liquid
88	0.9	68.0	1.00	Liquid	188	0.9	68.0	1.00	Liquid
89	0.9	68.0	1.00	Liquid	189	0.9	68.0	1.00	Liquid
90	0.9	68.0	1.00	Liquid	190	0.9	68.0	1.00	Liquid
91	0.9	68.0	1.00	Liquid	191	0.9	68.0	1.00	Liquid
92	0.9	68.0	1.00	Liquid	192	0.9	68.0	1.00	Liquid
93	0.9	68.0	1.00	Liquid	193	0.9	68.0	1.00	Liquid
94	0.9	68.0	1.00	Liquid	194	0.9	68.0	1.00	Liquid
95	0.9	68.0	1.00	Liquid	195	0.9	68.0	1.00	Liquid
96	0.9	68.0	1.00	Liquid	196	0.9	68.0	1.00	Liquid
97	0.9	68.0	1.00	Liquid	197	0.9	68.0	1.00	Liquid
98	0.9	68.0	1.00	Liquid	198	0.9	68.0	1.00	Liquid
99	0.9	68.0	1.00	Liquid	199	0.9	68.0	1.00	Liquid
100	0.9	68.0	1.00	Liquid	200	0.9	68.0	1.00	Liquid

DIAGRAMAS DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN: (7 HOJAS)

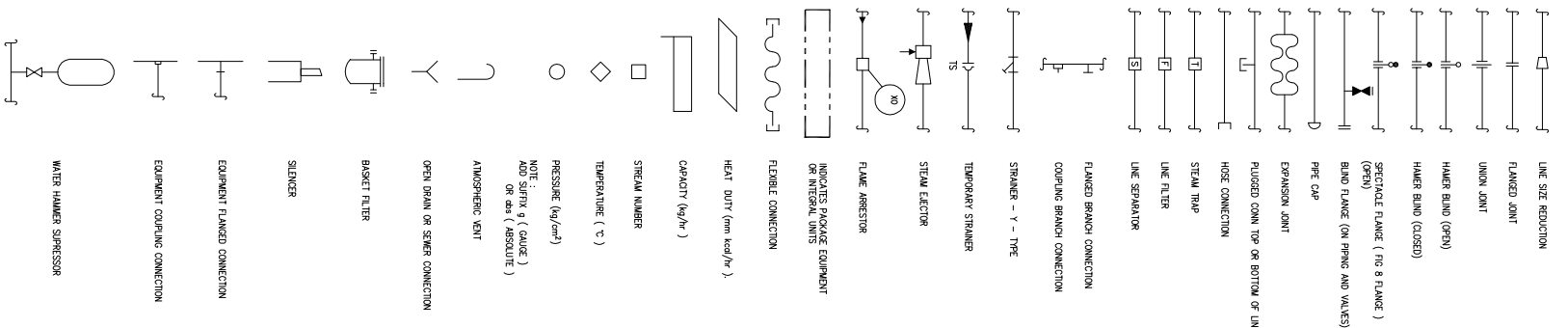
DTI's en su edición Aprobados Para Construcción para el HAZOP.

Numero	Descripción	Rev.
A-548-P-BD-0001	ENGINEERING FLOW DIAGRAM LEGEND & SYMBOLS	4
A-548-P-BD-0002	ENGINEERING FLOW DIAGRAM INSTRUMENTATION LEGEND & SYMBOLS	3
A-548-P-BD-0025	ENGINEERING FLOW DIAGRAM SAMPLE STATION AND SEAL OIL DETAILS	3
A-548-P-BD-0049	ENGINEERING FLOW DIAGRAM UNIT 600-DIRECT CHLORINATION HTDC REACTOR	4
A-548-P-BD-0050	ENGINEERING FLOW DIAGRAM UNIT 600-DIRECT CHLORINATION HTDC OVHD & EDC START-UP VAPORIZER	2
A-548-P-BD-0051	ENGINEERING FLOW DIAGRAM UNIT 600-DIRECT CHLORINATION WASH TRAIN	3
A-548-R-BD-0003	DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE ENFRIAMIENTO	2

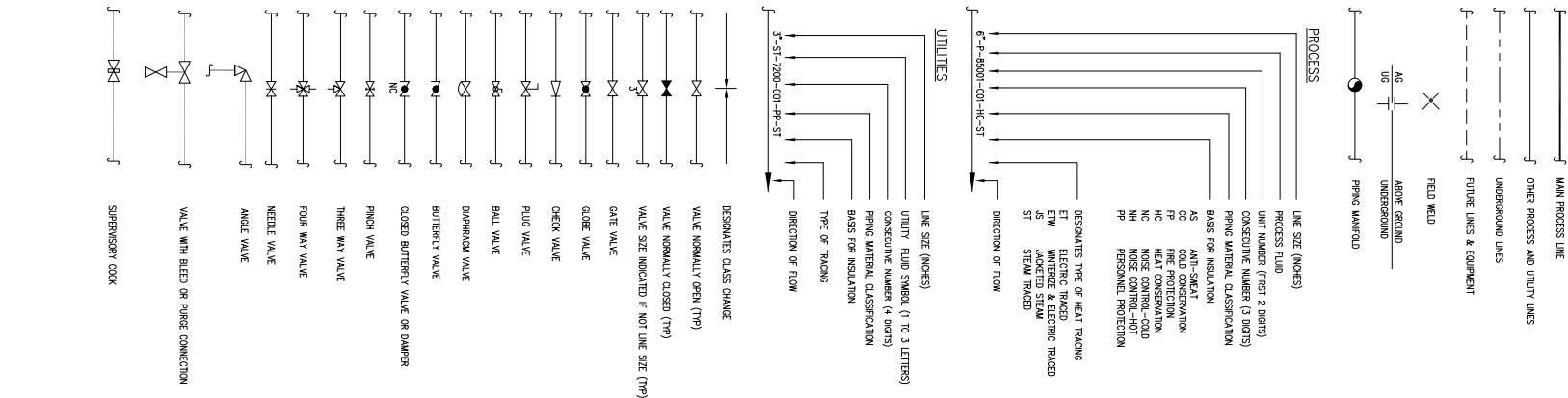
ABBREVIATIONS

Table with 2 columns: Abbreviation (e.g., A205, B1, B2) and Description (e.g., A205 SEWER, B1 MAIN PROCESS LINE).

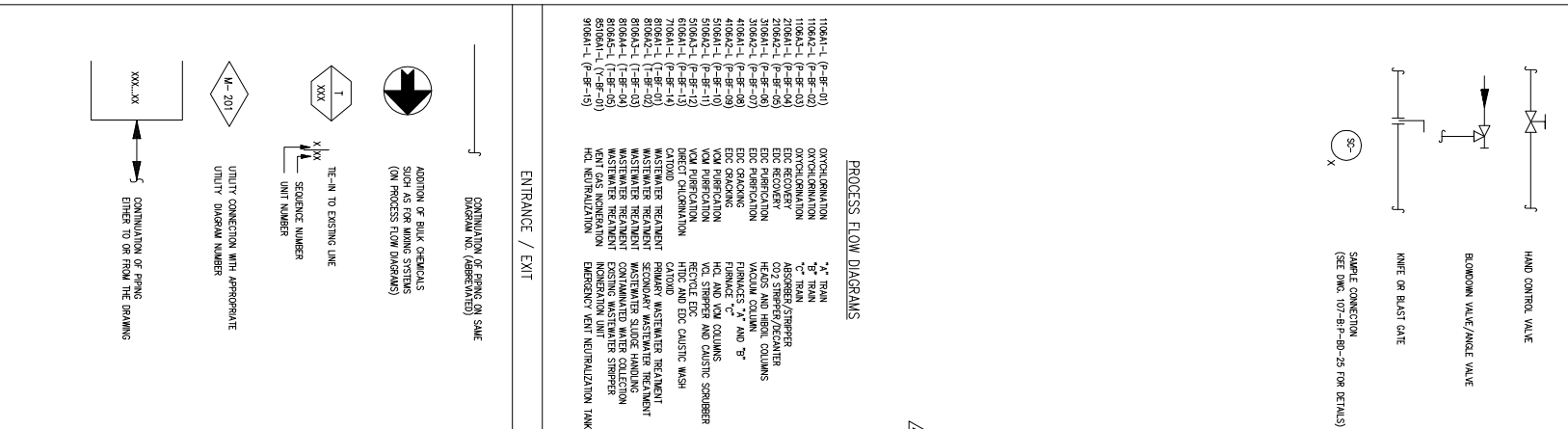
SYMBOLS



PIPING



ENGINEERING FLOW DIAGRAMS



GENERAL NOTES

- List of general notes regarding valve types, piping arrangements, and equipment specifications.

SYMBOLOLOGY



Table with 4 columns: No., Rev., Fecha, and Descripción.

Table with 4 columns: No., Rev., Fecha, and Descripción.

Table with 4 columns: No., Rev., Fecha, and Descripción.

Table with 4 columns: No., Rev., Fecha, and Descripción.

Table with 4 columns: No., Rev., Fecha, and Descripción.

Table with 4 columns: No., Rev., Fecha, and Descripción.

Table with 4 columns: No., Rev., Fecha, and Descripción.

INSTRUMENT IDENTIFICATION

LETTER CODES FOR THE IDENTIFICATION OF INSTRUMENTS

FIRST LETTER	MODIFIER	READING OR PASSIVE FUNCTION	OUTPUT FUNCTION	MODIFIER
A ANALYSIS	COMBUSTION	ALARM	CONTROL	ALARM
B BURNER	OTHER	SENSOR PRIMARY ELEMENT	CONTROL STATION	ALARM
C CONDUCTIVITY	RATIO (FRACTION)	CLASS MEASURING DEVICE	LOW	ALARM
D DENSITY OR SPEC. GRAVITY	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
E VOLUME	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
F FLOW RATE	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
G GROSS	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
H HEAD	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
I INSTRUMENT COMPONENT	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
J JUMP	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
K TIME, TIME SCHEDULE	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
L LEVEL	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
M MOISTURE OR HUMIDITY	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
N UNCLASSIFIED	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
O PRESSURE, VACUUM	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
P PRESSURE, VACUUM	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
Q QUANTITY	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
R RADIATION	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
S SPEED	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
T TEMPERATURE	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
U MULTIVARIABLE	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
V VIBRATION, MECH. ANALYSIS	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
W WEIGHT, FORCE	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
X UNCLASSIFIED	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
Y EVENT/STATE OR PRESSE	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM
Z POSITION, DIMENSION	ALARM	INDICATE	CONTROL STATION	ALARM

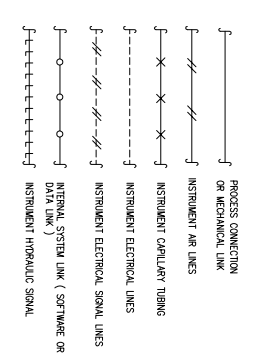
IDENTIFICATION

PROCESS VARIABLE	PRIMARY ELEMENT	TRANSMIT	SCANNER	INDICATE	RECORD	CONTROLLER	INDICATING CONTROLLER	RECORDING CONTROLLER	ABNORMAL PROCESS FIRST STATE	ABNORMAL PROCESS SECOND STATE	ABNORMAL PROCESS FIRST STATE	ABNORMAL PROCESS SECOND STATE	VIEWING DEVICE, CLASS WELL (W) OR PROBE (P)	SELF ACTUATED CONTROL VALVES SOLENOIDS, RELAYS, CONTACTORS, ETC.	FINAL ELEMENT
A ANALYSIS	AE AT AU	AI	AG	AC	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG
B BURNER	BE BT BU	BI	BB	BC	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB
C CONDUCTIVITY	CE CT CU	CI	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC
D DENSITY OR SPEC. GRAVITY	DE DT DU	DI	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD
E VOLUME	EE ET EU	EI	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE
F FLOW RATE	FE FT FU	FI	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
G GROSS	GE GT GU	GI	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG
H HEAD	HE HT HU	HI	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH
I INSTRUMENT COMPONENT	IE IT IU	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
J JUMP	JE JT JU	JI	JJ	JJ	JJ	JJ	JJ	JJ	JJ	JJ	JJ	JJ	JJ	JJ	JJ
K TIME	KE KT KU	KI	KK	KK	KK	KK	KK	KK	KK	KK	KK	KK	KK	KK	KK
L LEVEL	LE LT LU	LI	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
M MOISTURE OR HUMIDITY	ME MT MU	MI	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM
N UNCLASSIFIED	NE NT NU	NI	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN
O PRESSURE	OE OT OU	OI	OO	OO	OO	OO	OO	OO	OO	OO	OO	OO	OO	OO	OO
P PRESSURE	PE PT PU	PI	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP
Q QUANTITY	QE QT QU	QI	QQ	QQ	QQ	QQ	QQ	QQ	QQ	QQ	QQ	QQ	QQ	QQ	QQ
R RADIATION	RE RT RU	RI	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR
S SPEED	SE ST SU	SI	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS
T TEMPERATURE	TE TT TU	TI	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TT
U MULTIVARIABLE	UE UT UU	UI	UU	UU	UU	UU	UU	UU	UU	UU	UU	UU	UU	UU	UU
V VIBRATION	VE VT VU	VI	VV	VV	VV	VV	VV	VV	VV	VV	VV	VV	VV	VV	VV
W WEIGHT	WE WT WU	WI	WW	WW	WW	WW	WW	WW	WW	WW	WW	WW	WW	WW	WW
X UNCLASSIFIED	XE XT XU	XI	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Y EVENT/STATE OR PRESSE	YE YT YU	YI	YY	YY	YY	YY	YY	YY	YY	YY	YY	YY	YY	YY	YY
Z POSITION	ZE ZT ZU	ZI	ZZ	ZZ	ZZ	ZZ	ZZ	ZZ	ZZ	ZZ	ZZ	ZZ	ZZ	ZZ	ZZ

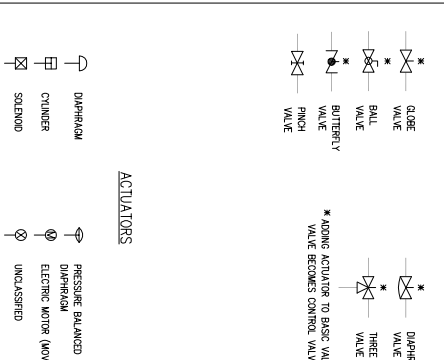
FUNCTION BLOCKS - RELAY DESIGNATION

FUNCTION	SYMBOL	FUNCTION	SYMBOL	FUNCTION	SYMBOL
ALARMING	Σ	INDICATING	+	LOW SELECTION	<
DIFFERENTIAL	Δ	EXHAUSTION	X	LOW LIMITING	<
PROPORTIONAL	∝	NON LINEAR OR UNSPECIFIED FUNCTION	()	REFRESH PROPORTIONAL	K ⁻¹
INTEGRAL	∫	THESE FUNCTIONS	∫	VELOCITY LIMITER	∫
DERIVATIVE	d/dt	HIGH SELECTOR	>	TIME COMPENSATION	±
MULTIVARIABLE	x				

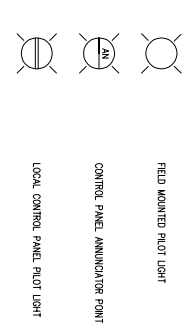
INSTRUMENT LINE SYMBOLS



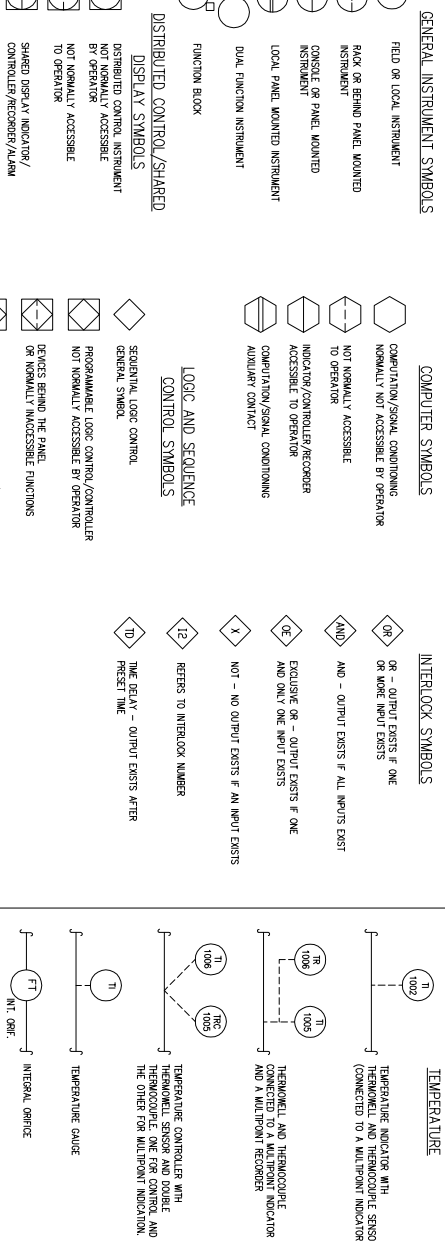
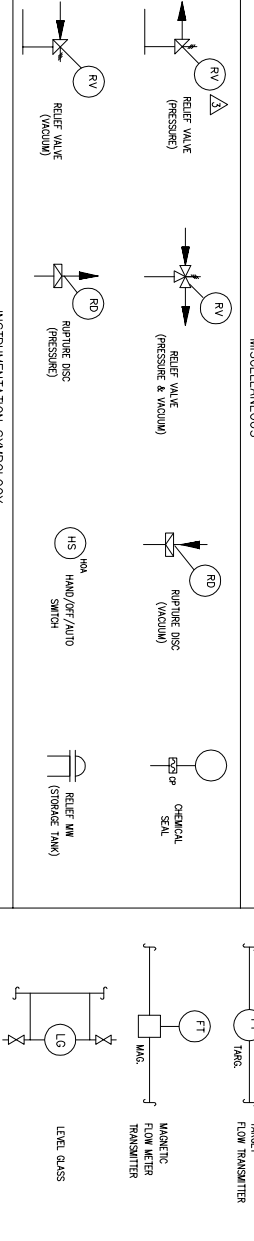
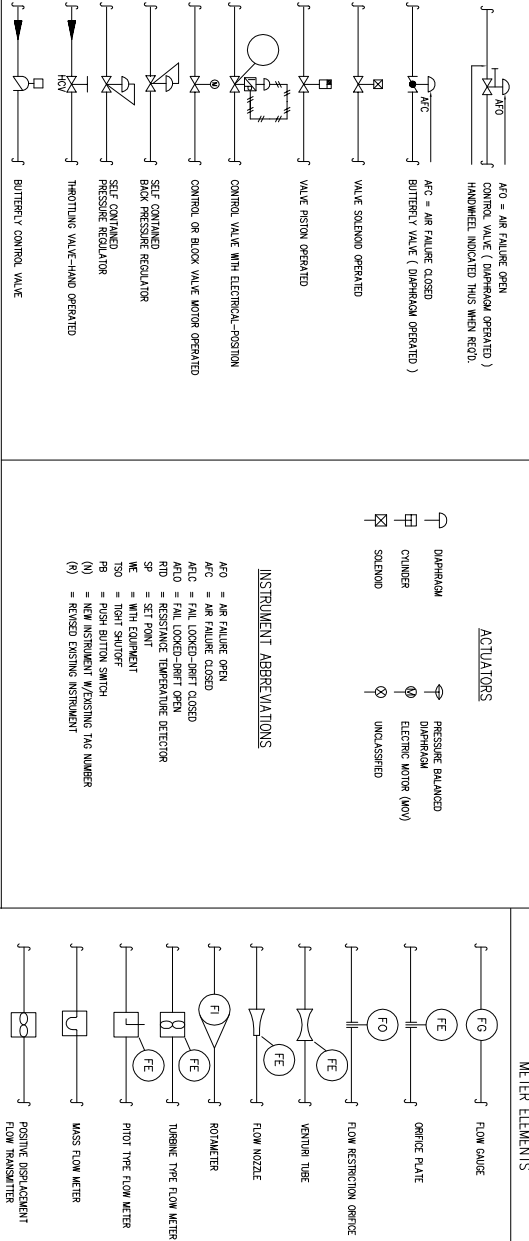
BASIC VALVES



MISCELLANEOUS INDICATOR LIGHTS



GENERAL NOTES



REVISIONES

NO.	FECHA	NO. DE	NO. DE	REVISIONES
1	17/09/02	1	1	REVISIONES DE DISEÑO
2	17/09/02	2	2	REVISIONES DE DISEÑO
3	17/09/02	3	3	REVISIONES DE DISEÑO

SIEMPRE SE REFERENCIA

NO.	FECHA	NO. DE	NO. DE	REVISIONES
1	17/09/02	1	1	REVISIONES DE DISEÑO
2	17/09/02	2	2	REVISIONES DE DISEÑO
3	17/09/02	3	3	REVISIONES DE DISEÑO

ACTUACION

NO.	FECHA	NO. DE	NO. DE	REVISIONES
1	17/09/02	1	1	REVISIONES DE DISEÑO
2	17/09/02	2	2	REVISIONES DE DISEÑO
3	17/09/02	3	3	REVISIONES DE DISEÑO

APROBADO PARA CONSTRUCCION

Responsable: J. A. Landa

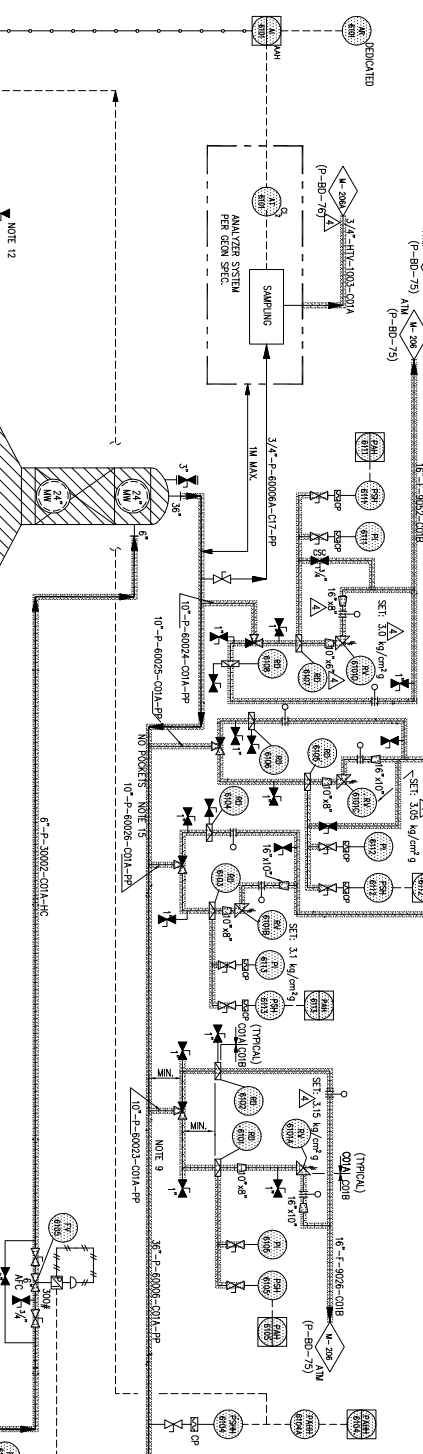
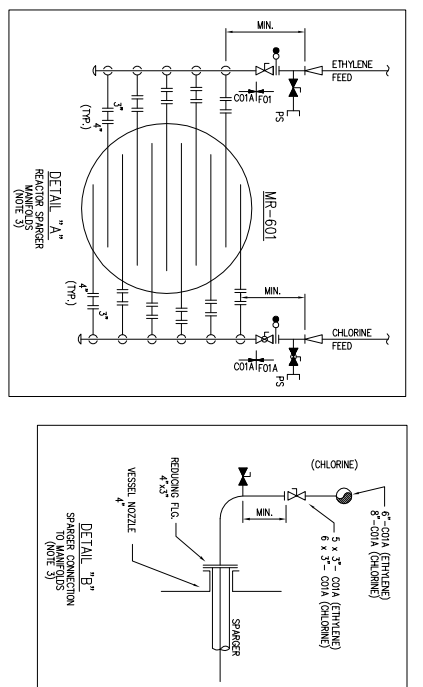
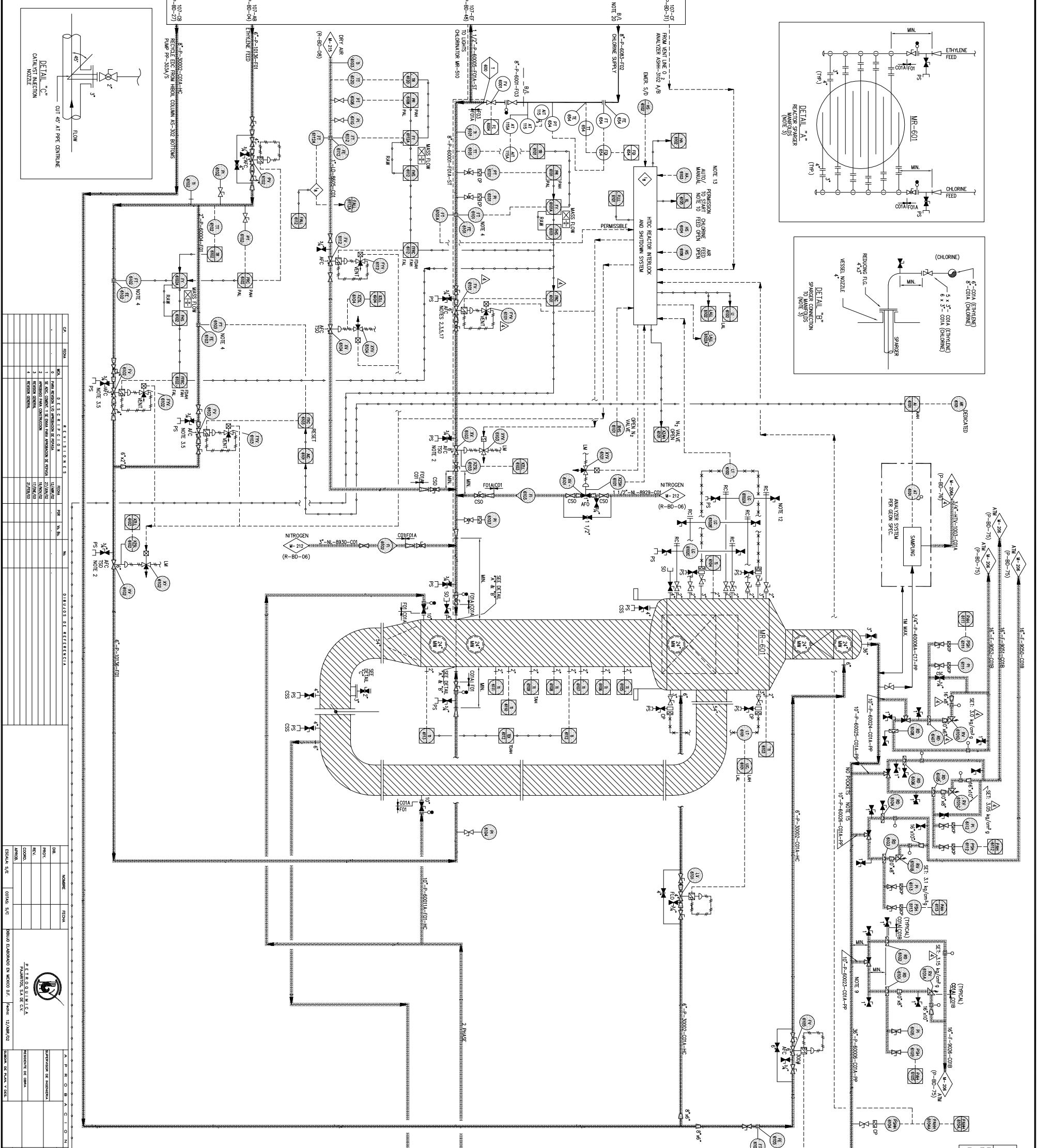
RESPONSABLES DE MODIFICACION BASICA

NO.	FECHA	NO. DE	NO. DE	REVISIONES
1	17/09/02	1	1	REVISIONES DE DISEÑO
2	17/09/02	2	2	REVISIONES DE DISEÑO
3	17/09/02	3	3	REVISIONES DE DISEÑO

SYMBOLOLOGY

SYMBOL	DESCRIPTION
[Pattern]	NEW EQUIPMENT
[Pattern]	REPLACED EQUIPMENT
[Pattern]	RECONSTRUCTED EQUIPMENT
[Pattern]	WORN EQUIPMENT
[Pattern]	REMOVED EQUIPMENT

VCM III MODERNIZATION/EXPANSION PROJECT
ENGINEERING FLOW DIAGRAM
INSTRUMENTATION LEGEND & SYMBOLS



TAG NO.	DESCRIPTION
MR-601 (P-BD-75)	HIGH TEMPERATURE DIRECT CHLORINATION REACTOR
15/STV # 177 (P-BD-75)	3/4\"/>
1789-107-2 (P-BD-75)	1\"/>

- NOTES:
- FOR LEAKS, SAMPLES & MEASUREMENTS SEE UNITS 7789-107-10N, 7789-107-2 (P-BD-75), 7789-107-3 (P-BD-75), 7789-107-4 (P-BD-75), 7789-107-5 (P-BD-75), 7789-107-6 (P-BD-75), 7789-107-7 (P-BD-75), 7789-107-8 (P-BD-75), 7789-107-9 (P-BD-75), 7789-107-10 (P-BD-75), 7789-107-11 (P-BD-75), 7789-107-12 (P-BD-75), 7789-107-13 (P-BD-75), 7789-107-14 (P-BD-75), 7789-107-15 (P-BD-75), 7789-107-16 (P-BD-75), 7789-107-17 (P-BD-75), 7789-107-18 (P-BD-75), 7789-107-19 (P-BD-75), 7789-107-20 (P-BD-75), 7789-107-21 (P-BD-75), 7789-107-22 (P-BD-75), 7789-107-23 (P-BD-75), 7789-107-24 (P-BD-75), 7789-107-25 (P-BD-75), 7789-107-26 (P-BD-75), 7789-107-27 (P-BD-75), 7789-107-28 (P-BD-75), 7789-107-29 (P-BD-75), 7789-107-30 (P-BD-75), 7789-107-31 (P-BD-75), 7789-107-32 (P-BD-75), 7789-107-33 (P-BD-75), 7789-107-34 (P-BD-75), 7789-107-35 (P-BD-75), 7789-107-36 (P-BD-75), 7789-107-37 (P-BD-75), 7789-107-38 (P-BD-75), 7789-107-39 (P-BD-75), 7789-107-40 (P-BD-75), 7789-107-41 (P-BD-75), 7789-107-42 (P-BD-75), 7789-107-43 (P-BD-75), 7789-107-44 (P-BD-75), 7789-107-45 (P-BD-75), 7789-107-46 (P-BD-75), 7789-107-47 (P-BD-75), 7789-107-48 (P-BD-75), 7789-107-49 (P-BD-75), 7789-107-50 (P-BD-75), 7789-107-51 (P-BD-75), 7789-107-52 (P-BD-75), 7789-107-53 (P-BD-75), 7789-107-54 (P-BD-75), 7789-107-55 (P-BD-75), 7789-107-56 (P-BD-75), 7789-107-57 (P-BD-75), 7789-107-58 (P-BD-75), 7789-107-59 (P-BD-75), 7789-107-60 (P-BD-75), 7789-107-61 (P-BD-75), 7789-107-62 (P-BD-75), 7789-107-63 (P-BD-75), 7789-107-64 (P-BD-75), 7789-107-65 (P-BD-75), 7789-107-66 (P-BD-75), 7789-107-67 (P-BD-75), 7789-107-68 (P-BD-75), 7789-107-69 (P-BD-75), 7789-107-70 (P-BD-75), 7789-107-71 (P-BD-75), 7789-107-72 (P-BD-75), 7789-107-73 (P-BD-75), 7789-107-74 (P-BD-75), 7789-107-75 (P-BD-75), 7789-107-76 (P-BD-75), 7789-107-77 (P-BD-75), 7789-107-78 (P-BD-75), 7789-107-79 (P-BD-75), 7789-107-80 (P-BD-75), 7789-107-81 (P-BD-75), 7789-107-82 (P-BD-75), 7789-107-83 (P-BD-75), 7789-107-84 (P-BD-75), 7789-107-85 (P-BD-75), 7789-107-86 (P-BD-75), 7789-107-87 (P-BD-75), 7789-107-88 (P-BD-75), 7789-107-89 (P-BD-75), 7789-107-90 (P-BD-75), 7789-107-91 (P-BD-75), 7789-107-92 (P-BD-75), 7789-107-93 (P-BD-75), 7789-107-94 (P-BD-75), 7789-107-95 (P-BD-75), 7789-107-96 (P-BD-75), 7789-107-97 (P-BD-75), 7789-107-98 (P-BD-75), 7789-107-99 (P-BD-75), 7789-107-100 (P-BD-75).

CD	FECHA	REVISIONES	NO. DE	NO. DE
1	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	1	1
2	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	2	2
3	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	3	3
4	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	4	4

CD	FECHA	REVISIONES	NO. DE	NO. DE
1	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	1	1
2	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	2	2
3	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	3	3
4	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	4	4

CD	FECHA	REVISIONES	NO. DE	NO. DE
1	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	1	1
2	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	2	2
3	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	3	3
4	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	4	4

CD	FECHA	REVISIONES	NO. DE	NO. DE
1	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	1	1
2	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	2	2
3	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	3	3
4	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	4	4

CD	FECHA	REVISIONES	NO. DE	NO. DE
1	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	1	1
2	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	2	2
3	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	3	3
4	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	4	4

APROBADO PARA CONSTRUCCION

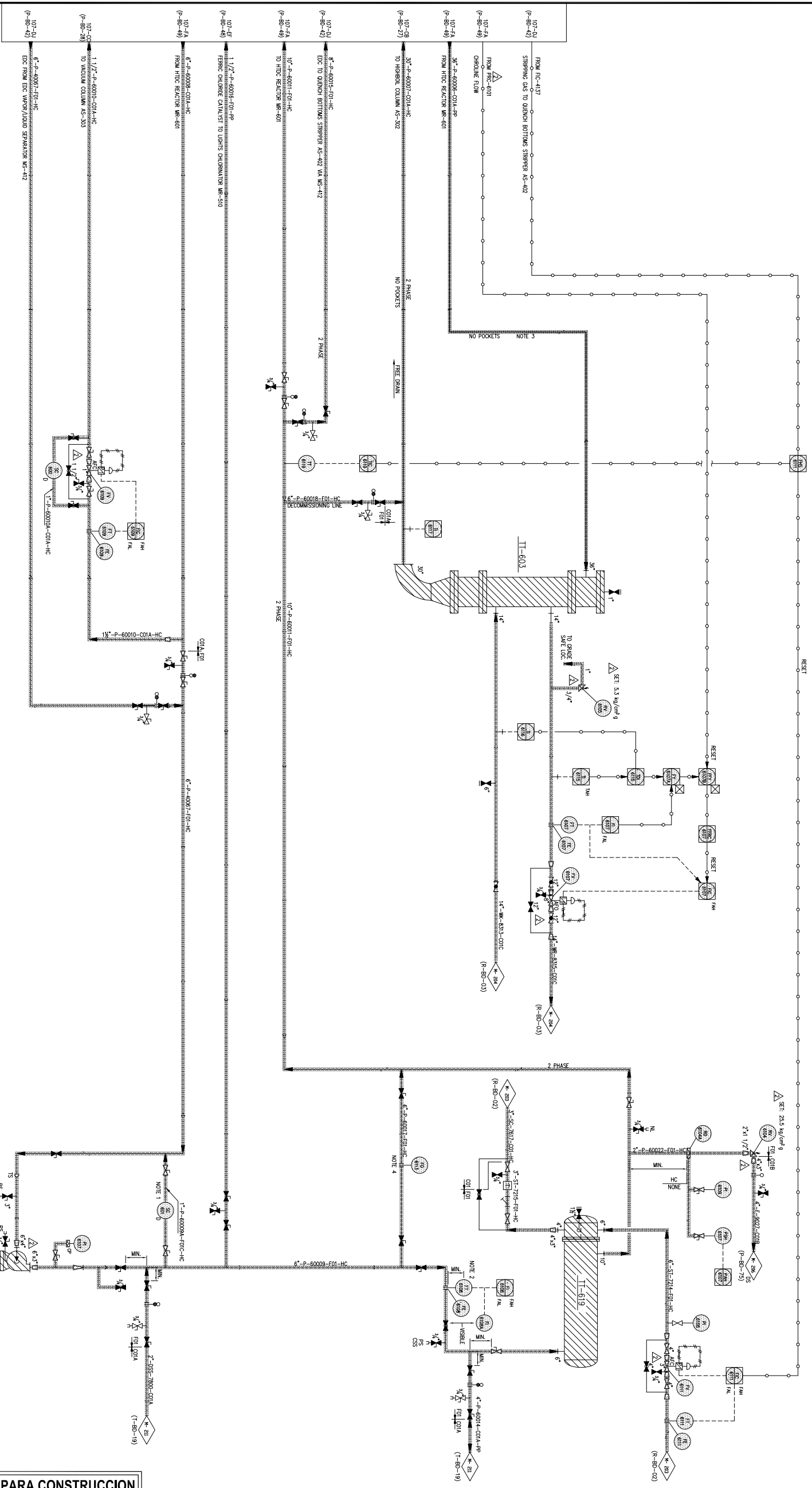
Fecha: _____
 Responsable: J. A. Lewis

CD	FECHA	REVISIONES	NO. DE	NO. DE
1	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	1	1
2	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	2	2
3	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	3	3
4	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	4	4

CD	FECHA	REVISIONES	NO. DE	NO. DE
1	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	1	1
2	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	2	2
3	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	3	3
4	15/02/03	REVISIÓN DE DISEÑO	4	4

TAG NO. DESCRIPTION HEAT EXCHANGER DESIGN P/T SHELL kg/cm ² /g DESIGN P/T TUBES kg/cm ² /g SHELL/TUBE MATERIAL SURFACE mm m ²	TI-603 HTD PRECONDENSER 5354.900 5.3/170 3.5/150 A-308-Ti/A-308-Ti 410 SM 152
TAG NO. DESCRIPTION EDC START-UP VAPORIZER 480000 25.5/170 20/150 A-308-Ti/A-308-Ti 410 SM 152	TI-619 HTD START-UP VAPORIZER 480000 25.5/170 20/150 A-308-Ti/A-308-Ti 410 SM 152

TAG NO. DESCRIPTION CAPACITY HEAD CASING MATERIAL IMPELLER MATERIAL DRIVER TAG	PP-619 HTD START-UP PUMP 83 47.5 CARBON STEEL (A-216 @ WCB) CR-304/316 (A-F-304) 400 IM-419
--	--



APROBADO PARA CONSTRUCCION

Fecha: _____ Responsible: **J. A. Lorda**

- NOTES:**
- FOR LEGENDS, SYMBOLS & ABBREVIATIONS SEE DWG. 77693-107A
 - FOR LEGENDS, SYMBOLS & ABBREVIATIONS SEE DWG. 77693-107A
 - FOR LEGENDS, SYMBOLS & ABBREVIATIONS SEE DWG. 77693-107A
 - FOR LEGENDS, SYMBOLS & ABBREVIATIONS SEE DWG. 77693-107A
 - FOR LEGENDS, SYMBOLS & ABBREVIATIONS SEE DWG. 77693-107A
 - FOR LEGENDS, SYMBOLS & ABBREVIATIONS SEE DWG. 77693-107A
 - FOR LEGENDS, SYMBOLS & ABBREVIATIONS SEE DWG. 77693-107A
 - FOR LEGENDS, SYMBOLS & ABBREVIATIONS SEE DWG. 77693-107A

SYMBOLOLOGY

- NEW EQUIPMENT
- REPLACED EQUIPMENT
- RELOCATED EQUIPMENT
- WOKED EQUIPMENT
- INSTRUMENTO NUEVO
- INSTRUMENTO O EQUIPO RECONSTRUIDO EN CAMPO NO MONICHO EN U.A. INGENIERIA BASICA
- LINEA NUEVA

RESPONSABLES DE MODIFICACION BASICA

NO. DE MODIFICACION	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	REVISADO	APROBADO

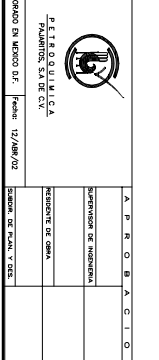
VCM III MODERNIZATION/EXPANSION PROJECT

ENGINEERING FLOW DIAGRAM
 UNIT 600-DIRECT CHLORINATION
 HTDC OVHD & EDC START-UP VAPORIZER

PETROQUIMICA PALMARTOS S.A. DE C.V.
 INGENIERIA DE FLOW DIAGRAM Y CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE REFINOS CLORINOS A 20000 T/A. A-548-1-107-FB
ENGINEERING FLOW DIAGRAM
 HTDC OVHD & EDC START-UP VAPORIZER
 40/107-1-548
 PROCESO
 A-548-1-107-FB
 77693-1-107-FB

CD	FECHA	REVISIONES	NO. DE	REVISIONES DE REFERENCIA

NO.	FECHA	REVISIONES



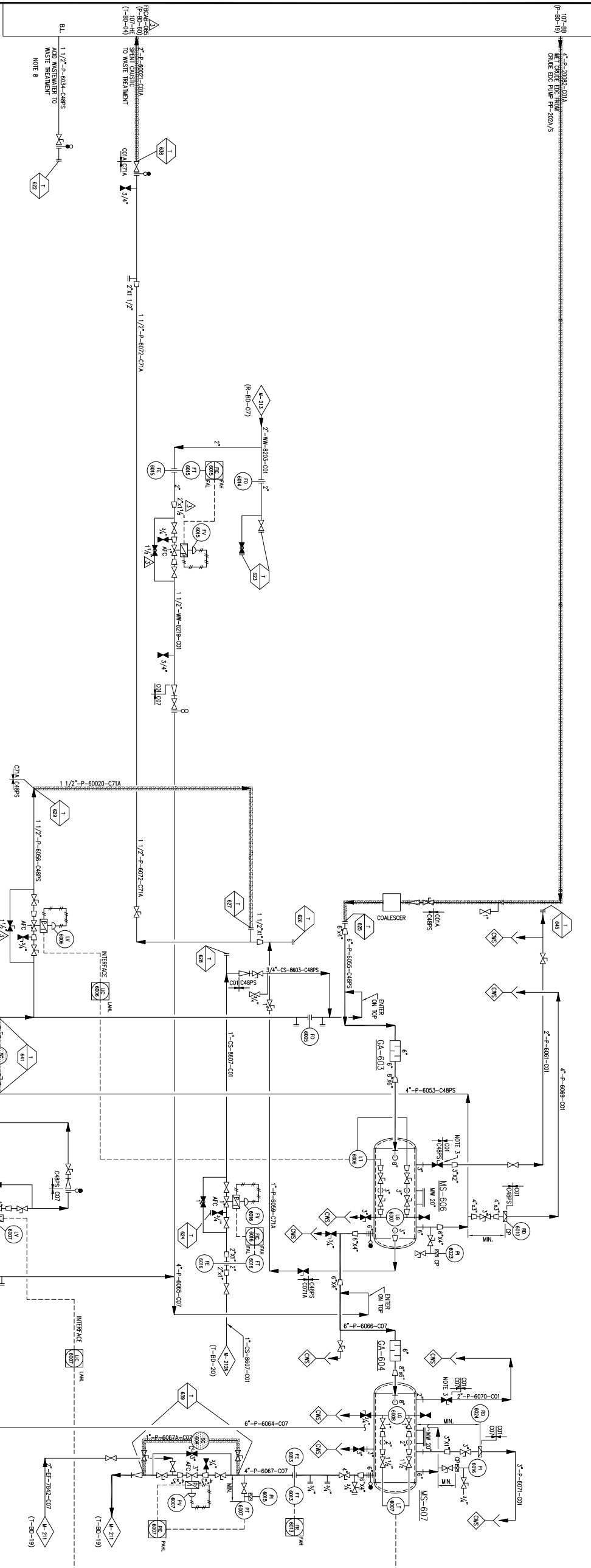
NO.	FECHA	REVISIONES

TAG No.	DESCRIPTION	SIZE	UNIT
PP-6054/S	WATER WASH CIRCULATING PUMPS	340	m ³ /hr
PP-6064/S	SECOND STAGE CAUSTIC CIRCULATING PUMPS	12.7	m ³ /hr

TAG No.	DESCRIPTION	SIZE	UNIT
GA-603	SECOND STAGE CAUSTIC WASH IN-LINE MIXER	152.4 x 4 x 698	mm
GA-604	WATER WASH IN-LINE MIXER	152.4 x 4 x 598	mm

TAG No.	DESCRIPTION	SIZE	UNIT
MS-606	SECOND STAGE CAUSTIC TANK	10,219 x 610 T-L	mm
MS-607	WATER WASH TANK	10,219 x 610 T-L	mm

- NOTES
- FOR LEGENDS, SYMBOLS & ABBREVIATIONS SEE DWGS. 77693-107A-P-600-01 & 77693-107B-P-600-01 FOR EXACT AND FOR ALL DRUMS, DOME-TOP NOZZLE WILL BE LOCATED AS FAR AS POSSIBLE FROM INLET.
 - LOCALITE TANK VENTS AT ACCESSIBLE POINTS.
 - DIMETERS SHOWN ON DRUMS ARE NOMINAL SIZE FLANGES.
 - FOR DRUM DETAILS AND DISTRIBUTION SEE DWG. E-P-6040-FRABER-W-208 (P-60-79) & M-209 (P-60-80).
 - ALL UTILITY SYMBOLS <S> REFER TO IUP M-200 SERIES DWG. NUMBERS.
 - DELETED.
 - ABANDONED LINE IN PLANT.



RESPONSABLES DE INGENIERIA BASICA

NO. DE DISEÑO	FECHA	DESCRIPCION	ESTADO
1	15/07/2010	PROYECTO DE MODERNIZACION Y EXPANSION DE LA UNIDAD 600-DIRECT CHLORINATION WASH TRAIN	PROYECTO
2	15/07/2010	REVISION DE DISEÑO	PROYECTO
3	15/07/2010	REVISION DE DISEÑO	PROYECTO

CD	FECHA	REVISIONES	NO. DE	DESCRIPCION
1	15/07/2010	1	1	PROYECTO DE MODERNIZACION Y EXPANSION DE LA UNIDAD 600-DIRECT CHLORINATION WASH TRAIN
2	15/07/2010	2	2	REVISION DE DISEÑO
3	15/07/2010	3	3	REVISION DE DISEÑO

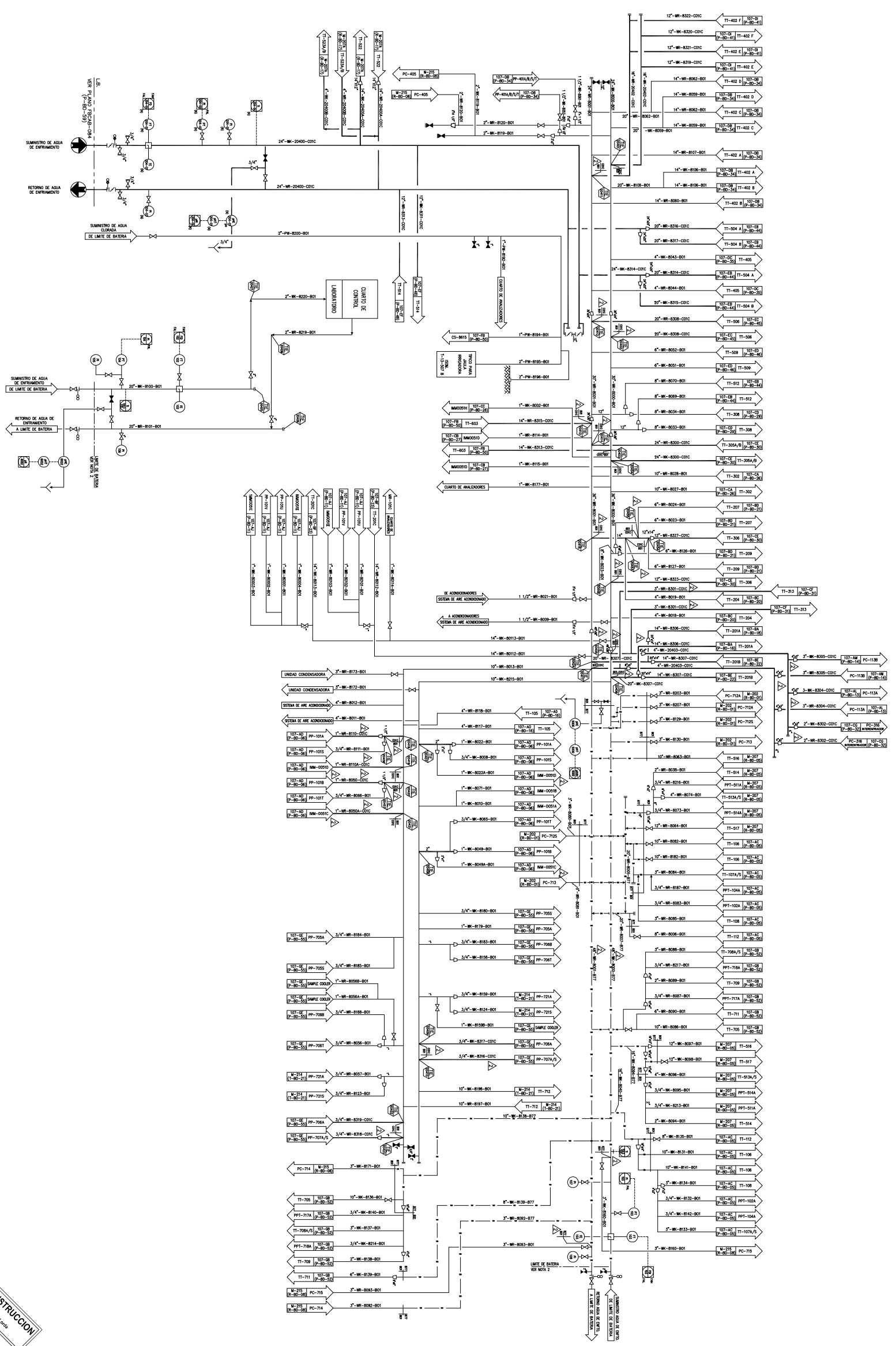
APROBADO PARA CONSTRUCCION

Responsible: J. A. Lewis

PEOPLE

INGENIERIA BASICA

CONSTRUCCION



NO.	DESCRIPCION	FECHA	REALIZADO POR	REVISADO POR
1	ELABORACION DEL DISEÑO	20/07/2010	J. A. LUNA	J. A. LUNA
2	REVISION DE DISEÑO	20/07/2010	J. A. LUNA	J. A. LUNA

NO.	DESCRIPCION	FECHA	REALIZADO POR	REVISADO POR
1	ELABORACION DEL DISEÑO	20/07/2010	J. A. LUNA	J. A. LUNA
2	REVISION DE DISEÑO	20/07/2010	J. A. LUNA	J. A. LUNA

NO.	DESCRIPCION	FECHA	REALIZADO POR	REVISADO POR
1	ELABORACION DEL DISEÑO	20/07/2010	J. A. LUNA	J. A. LUNA
2	REVISION DE DISEÑO	20/07/2010	J. A. LUNA	J. A. LUNA

NO.	DESCRIPCION	FECHA	REALIZADO POR	REVISADO POR
1	ELABORACION DEL DISEÑO	20/07/2010	J. A. LUNA	J. A. LUNA
2	REVISION DE DISEÑO	20/07/2010	J. A. LUNA	J. A. LUNA

APROBADO PARA CONSTRUCCION
Responsable: J. A. Luna

INGENIERIA DE PROYECTO DE DISTRIBUCION DE AGUA DE ENFRAMIENTO DE LA
PETROQUIMICA PALMARTOS S.A. DE C.V.
DISTRIBUCION DE AGUA DE ENFRAMIENTO
AUTORIZACIONES: VER NOTAS 1 Y 2
INTERSECCION: 42107 - 548
FECHA: 20/07/2010
NO. DE CANTONAMIENTO: 00000
2

NOTAS
1- PARA MAYOR DETALLE DE LOS EQUIPOS DE ENFRAMIENTO, CONSULTAR EL ANEXO 100-00-0000-0-204-02300-01.
2- CONSULTAR LA LISTA DE EQUIPOS DE ENFRAMIENTO EN EL ANEXO 100-00-0000-0-204-02300-02.
3- REVISIONES VER NOTAS 1 Y 2.