

00579

7
2Ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ESTRATEGIA DE ARRANQUE DE LA PLANTA
DE ALQUILACION DE LA REFINERIA
"ING. HECTOR LARA SOSA:
CADEREYTA, N. L.

INFORME DE TRABAJO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN INGENIERIA QUIMICA
PROCESOS DE REFINACION Y PETROQUIMICA
P R E S E N T A :
ING. EUSEBIO L. B. HUERTA LUCERO



DICIEMBRE 1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

269710



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

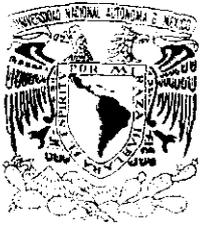
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PASINACION

DISCONTINUA.



FACULTAD DE QUÍMICA
DIRECCIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ
Director General de la Administración Escolar
Presente.

AT'N: Lic. Antonio Díaz García
Jefe de la Unidad de Administración del Posgrado.

Me es grato informarle que el alumno **I.Q. EUSEBIO HUERTA LUCERO** presentará próximamente su examen de conocimientos generales para obtener el grado de Maestría en Ingeniería Química (Procesos) (Clave 479) ante el siguiente jurado:

Presidente:	Dr. Rafael Herrera Nájera
Primer Vocal	Dr. Ricardo Rivero Rodríguez (IMP)
Segundo Vocal	Dr. Javier Audry Sánchez
Tercer Vocal	Dr. Mario Bravo Medina (UIA)
Secretario:	Dr. Carlos Escobar Toledo
Primer Suplente:	M. en C. Manuel Vázquez Islas
Segundo Suplente:	Dr. Sergio Trejo Martínez

Sin otro particular de momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D. F., 12 de noviembre de 1998.

El Director


Dr. Enrique R. Bazúa Rueda

C.c.p. Integrantes del Jurado
C.c.p. Coordinador de Área
C.c.p. Departamento de Control Escolar
C.c.p. Interesado
*ggm.

INDICE

INDICE

PAG.

RESUMEN

A.	INTRODUCCION	A-1
B.	ANTECEDENTES	B-1
C.	DESCRIPCION DE PROCESO.	C-1
C.1	Descripción General del Proceso.	C-1
C.1.1	Sección de Hidrisom.	C-1
C.1.2	Sección de Alimentación de Hidrocarburos.	C-3
C.1.3	Sección de Reacción.	C-3
C.1.4	Sección de Redestilación Acida.	C-4
C.1.5	Sección de Fraccionamiento y Tratamiento de Productos.	C-5
C.2	Balance de Materia.	C-10
C.2.1	Sección de Hidrisom.	C-10
C.2.2.	Sección de Alquilación	C-11
C.2.3	Química del Proceso.	C-12
C.2.3.1	Química de la Sección de Hidrisom.	C-12
C.2.3.2	Química de la Sección de Reacción de Alquilación con HF.	C-13
C.2.4	Variables de Proceso.	C-16
C.2.4.1	Variables de la Sección de Hidrisom.	C-16
C.2.4.2	Variables de la Sección de reacción	C-17
D.	DESCRIPCION DE FLUJO.	D-1
D.1	Descripción General de la Unidad.	D-1
D.1.1	Sección de Hidrisom.	D-1
D.1.2	Sección de Alimentación de Hidrocarburos.	D-10
D.1.3	Sección de Reacción.	D-14
D.1.4	Sección de Regeneración Acida.	D-24
D.1.5	Sección de Fraccionamiento y Tratamiento de Productos.	D-25

	<u>PAG.</u>
E. PRUEBA DE EQUIPO E INSTALACIONES.	E-1
E.1 Inspección Final.	E-1
E.2 Lavado.	E-1
E.3 Prueba Hidrostática de Equipos y Sistemas.	E-2
E.4 Prueba de Continuidad.	E-3
E.5 Prueba de Hermeticidad.	E-3
E.6 Introducción de Servicios.	E-4
E.7 Inspección y Comprobación de Equipo Eléctrico.	E-4
E.7.1 Subestación.	E-4
E.7.2 Transformadores.	E-5
E.7.3 Motores.	E-5
E.7.4 Alimentadores.	E-5
E.7.5 Control.	E-5
E.8 Comprobación de Circuitos de Control e Instrumentos.	E-6
E.9 Corrida de Prueba de Bombas y Compresores.	E-7
E.10 Secado de los Hornos BA-201 y BA-201B.	E-7
E.11 Eliminación de Humedad.	E-8
E.12 Lavado, Prueba y Alineamiento de Tanquería, Tubería y Equipo de Patio.	E-9
E.13 Verificación del Inventario de Materias Primas y Reactivos.	E-9
F. PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE.	F-1
F.1 Verificación de Faltantes.	F-1
F.2 Arranque de la Sección de Hidrisom.	F-3
F.3 Arranque de las Secciones de Preparación de Carga, Reacción y Fraccionamiento de Productos.	F-9
F.3.1 Introducción y Circulación de Hidrocarburos.	F-9
F.4 Producción de Alquilado.	F-19
F.4.1 Carga del Sistema de HF.	F-19
F.4.2 Carga de Alimentación Fresca.	F-21
F.4.3 Ajuste de las Condiciones a las de Operación.	F-23
F.4.4 Arranque de la Columna Regeneradora de Acido DA-202.	F-24
F.4.5 Arranque del Lavador Cáustico FA-204.	F-26
F.5 Puntos de Control de Operación.	F-26

PAG.

F.5.1	Corrección de la Presión de Vapor del Alquilado.	F-26
F.5.2	Remoción de Aceites Ligeros y Agua en la Circulación de Acido.	F-26
F.5.3	Contenido de HF en el Fondo de la Columna de Propano DA-204.	F-27
F.5.4	Nivel de HF en el Fondo del Asentador de Acido DA-201.	F-28
F.6	Operaciones de Rutina.	F-28
G.	PROCEDIMIENTO DE PARO.	G-1
G.1	Procedimiento de Paro de la Sección de Hidrisom.	G-1
G.1.1	Paro Parcial de la Sección.	G-1
G.2	Paro Total de la Sección.	G-2
G.2	Paro de la Sección de la Regeneración de Acido, Preparación de Carga, Reacción, Fraccionamiento y Tratamientos de Productos.	G-4
G.2.1	Recomendaciones.	G-4
G.2.2	Paro de la Sección de Regeneración de Acido.	G-5
G.2.3	Secciones de Preparación de Carga, Reacción, Fraccionamiento, y Tratamiento de Productos.	G-6
H.	CONCLUSIONES	H-1
I.	BIBLIOGRAFIA	I-1

RESUMEN

RESUMEN

En los últimos años se ha incrementado la demanda de gasolina de alto octanaje y se esperan mayores demandas para los años venideros. Actualmente en nuestro país la capacidad potencial de producción total de gasolina por el proceso de alquilación es de 28,762 BPDO (Barriles por Día de Operación). Con la puesta en servicio de la planta de Alquilación en Cadereyta, N.L. con una producción de 5,880 BPDO se tiene una capacidad potencial de 34,842 BPDO reduciendo en forma significativa la importación de gasolina, que actualmente es de 7,000 BPD.

El proceso de alquilación es una unidad muy importante en cualquier refinería, debido a la necesidad actual de producir gasolina reformulada para abatir el problema de la contaminación ambiental.

En la construcción de esta y/o cualquier unidad, tarde o temprano se tiene que contemplar el periodo de arranque de la unidad. Este trabajo esta enfocado a las actividades que se deben llevar a cabo en el arranque de la planta.

En la literatura se han descrito bastantes procedimientos y técnicas para el diseño y construcción de plantas nuevas o remodeladas, pero se tiene poca información respecto al arranque de una planta.

Por otro lado este tipo de plantas, por el tipo de proceso seleccionado el cual utiliza ácido fluorhidrico como catalizador necesita que los procedimientos de operación sean ejecutados adecuadamente para tener un arranque ordenado y seguro.

El presente trabajo es sólo una guía y referencia con el arranque de la unidad: por lo tanto, no cubre todas y cada una de las situaciones que puedan presentarse durante la puesta en servicio de la unidad. No es práctica común cubrir todas las posibles contingencias o emergencias en un documento de información básica, por lo que algunos de los procedimientos de operación aquí establecidos, pueden requerir modificarse para satisfacer condiciones anormales o de emergencia.

Los procedimientos adicionales y más detallados que se requieran, serán establecidos por el personal encargado de la operación, con base en las condiciones específicas que se presenten.

A. INTRODUCCION

CAPITULO A

A. INTRODUCCION

El proceso de alquilación es una unidad muy importante en cualquier refinería, debido a la necesidad actual de producir gasolina reformulada para abatir el problema de la contaminación ambiental.

El alquilado no contribuye a la formación de ozono y debido a su alto octanaje y baja presión de vapor resulta un excelente componente, para mezclar en el "pool" de gasolinas manteniendo las especificaciones de volatilidad (RVP). Los alquilados además permiten usar relaciones altas de compresión en los motores de combustión interna lo que incrementa el rendimiento de kilometraje/litro.

Existen dos únicas opciones para las plantas comerciales de alquilación, el uso del ácido sulfúrico H_2SO_4 o bien el uso de ácido fluorhídrico (HF), como catalizadores de la reacción entre las olefinas y el n-butano.

En los Estados Unidos, aproximadamente el 11% del "pool" de gasolinas de todas las refinerías es producido por la alquilación de olefinas de rango C_3-C_5 . A finales de 1990 la capacidad de alquilación en ese país era de 960 MBPD, mientras que a nivel mundial la capacidad era de 1,150 MBPD.

En México, se cuenta con dos unidades de alquilación de 3,000 BPDO cada una de ellas, localizadas en la refinería de Cd. Madero, Tamps. y en la Ex -Refinería de Azcapotzalco, esta última fuera de operación desde marzo de 1990. Ambas unidades son catalizadas con HF y fueron licenciadas por la compañía Phillips Petroleum Co., en la década de los 50's.

A nivel mundial existen 153 unidades de alquilación y 122 de ellas operan en Estados Unidos. Hasta finales de 1990, el 47% del alquilado en Estados Unidos se obtenía a partir de unidades con HF.

Debido a las altas demandas internas de gasolinas reformuladas, se hace necesario utilizar la unidad de la Ex-Refinería de Azcapotzalco, relocalizándola y a su vez modernizándola; considerando además integrar al esquema original de carga de Unidad de Craqueo Catalítico Fluidizado (FCC) a la Unidad de Alquilación (ALQ), una Unidad de producción de Metil-t-butil eter (MTBE) previa a la alquiladora, pues este arreglo incrementa el potencial de barril-octanos que se agregaran al "pool" de gasolinas con respecto al del alquilado producto del tren original.

B. ANTECEDENTES

CAPITULO B

B ANTECEDENTES.

Debido al gran problema que representa la contaminación ambiental a nivel mundial, cuya trascendencia en todo el mundo industrializado y en nuestro país, cobra poco a poco la atención que merece, las empresas han incrementado las acciones tendientes al mejoramiento de las instalaciones existentes para evitar en lo posible la producción de subproductos contaminantes

De las acciones que se están llevando a cabo es la de modernizar los esquemas de procesamiento de las unidades de desintegración catalítica de lecho fluidizado lo cual aumentara el rendimiento de gasolina y de butanos-butilenos, siendo necesario procesar una mayor cantidad de estos últimos en la unidad de alquilación, adicional a la existente, lo que conllevará a incrementar la producción de alquilado, el cual, recientemente ha adquirido una importancia cada vez mayor a nivel mundial debido a que ha resultado ser un buen integrante en la mezcla de gasolina para producir combustible de mejor calidad y menos contaminantes.

La función de la Unidad es obtener una gasolina de alta pureza llamada alquilado como resultado de la reacción de una mezcla rica de olefinas (butilenos) y parafinas (isobutanos) en presencia de ácido fluorhídrico como catalizador.

El diseño de la Unidad incluye la utilización del equipo aprovechable de la unidad de Alquilación de la Ex-Refinería de Azcapotzalco y cuenta con una capacidad para producir 5,880 BSPD de alquilado producto a partir de la mezcla de una corriente rica en olefinas (4,500 BSPD de refinado de la unidad de MTBE y 3,120 BSPD de una corriente de butanos-butilenos de la unidad FCC) con una corriente de isobutano de reposición .

Para optimizar el proceso de alquilación y dependiendo del tipo de carga, se hace necesario tener un pretratamiento preliminar de los butanos-butilenos, el que consiste en eliminar las diolefinas y los compuestos ligeros oxigenados, así como llevar a cabo la isomerización del 1-buteno a 2-buteno, con lo cual se evitará la formación de productos no deseables (aceite soluble en ácido, ASAS), lo que para su formación consumen ácido fluorhídrico (HF), el cual actúa como catalizador en el proceso de alquilación, teniendo como consecuencia un consumo mínimo de este ácido; así mismo se mejora el rendimiento y la calidad del alquilado.

C. DESCRIPCION DE PROCESO

C. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

C.1 Descripción General del Proceso.

Para la descripción del Proceso se consideran las siguientes secciones:

- Sección de Hidrisom.
- Sección de Alimentación de Hidrocarburos.
- Sección de Reacción.
- Sección de Redestilación Ácida.
- Sección de Fraccionamiento y Tratamiento de Productos.

C.1.1 Sección de Hidrisom (dib. de referencia Diagrama de Flujo).

La finalidad de esta sección es preparar la carga (el refinado) proveniente de la Unidad de MTBE, pasando la corriente, primero, por un reactor en donde se llevan a cabo varias reacciones de las cuales las dos más importantes son: la conversión del butadieno a buteno y la isomerización del 1-buteno a 2-buteno y; segundo eliminándole los hidrocarburos ligeros y el dimetil-eter en una torre agotadora para enviarla finalmente a la sección de reacción en donde se lleva a cabo la reacción de alquilación y se obtienen los productos deseados.

La corriente de refinado proveniente de la Unidad de MTBE entra a Límite de Batería (L.B.) y se recibe en el tanque de alimentación de Hidrisom FA-101, controlando su flujo por medio de un control en cascada nivel-flujo. Del tanque FA-101 el refinado es succionado por la bomba de alimentación GA-101 A/B y enviado a la sección de reacción.

Antes de entrar al reactor, el refinado se precalienta, primero en el intercambiador de fondos/alimentación EA-101 A/F y después, en el calentador EA-102 A/H. La temperatura óptima de entrada al reactor variará de acuerdo a la composición de la carga, la edad del catalizador y a la conversión de reacción deseada. Con catalizador fresco, la alimentación al reactor puede incluso, requerir enfriarse, debido a la alta actividad de éste. A la salida del cambiador EA-101 A/B se inyecta una corriente de hidrógeno. Este hidrógeno es requerido en la reacción para convertir las trazas de butadieno (que trae el refinado), a buteno, así como en la reacción de isomerización de 1-buteno a 2-buteno, aunque en este último caso no se consume el hidrogeno.

La cantidad de hidrógeno adicionada es muy pequeña de acuerdo con la composición de diseño, se requieren aproximadamente 2.5 moles de hidrógeno por cada mol de butadieno. Esta cifra puede variar un poco dependiendo de la

composición. Aunque no exista butadieno en la alimentación es necesario continuar agregando hidrógeno para la reacción de isomerización.

La corriente hidrógeno/rafinado precalentada, pasa al mezclador ME-101 y después al reactor DC-101. La mezcla rafinado, en fase líquida e hidrógeno, en fase vapor, descienden sobre la cama del catalizador (alumina impregnada con paladio).

En el reactor se llevan a cabo varias reacciones, como ya se mencionó las dos más importantes son: La conversión de butadieno a buteno y la isomerización de 1-buteno a 2-buteno. Las reacciones son exotérmicas y la ΔT del reactor es de aproximadamente 11°C.

No todo el hidrógeno que entra al reactor se consume. Los componentes ligeros que entran con el hidrógeno (tales como el nitrógeno y metano) salen del reactor sin reaccionar y deben de removerse de las olefinas antes de enviarse a la sección de alimentación de hidrocarburos, por lo que se envían a la Torre Agotadora de Dimetil-Eter DA-101, así mismo, también se eliminan las trazas de DME que puedan haberse arrastrado. Estos componentes ligeros se separan por el domo del agotador mientras que por el fondo se obtienen las olefinas.

Con el fin de remover el metanol (trazas) que trae esta corriente, a los vapores que salen por el domo de la torre, se le adiciona una corriente de agua tratada para lavarlos y eliminarlos. Tanto el agua como el metanol se colectan en la bota separadora del tanque acumulador de reflujo FA-102 de donde se envían al drenaje.

Los productos ligeros así como el DME, hidrógeno, dejan el acumulador de reflujo para enviarse al cabezal de gas combustible.

Los hidrocarburos recibidos en el acumulador de reflujo, se retornan en su totalidad a la columna como reflujo por medio de la bomba GA-102 A/B.

El calor necesario para efectuar la separación en la torre es proporcionado por el rehervidor EA-104, localizado internamente en la torre agotadora. Por el fondo de la agotadora se obtienen las olefinas producto que se irán como carga a la sección de alimentación de hidrocarburos previo enfriamiento en el intercambiador fondos/alimentación EA-101A/F y en el enfriador EA-106.

C.1.2 Sección de Alimentación de Hidrocarburos (ver dib. Diagrama de Flujo).

En esta sección se mezclan las diferentes corrientes a la Unidad para enviarse a la sección de reacción.

La corriente de olefinas proveniente de la Unidad FCC, entra a Límite de Batería y se recibe en el tanque de balance de alimentación de butilenos FA-201, controlado su flujo por medio de un control en cascada nivel - flujo. De este tanque, los butilenos son succionados por la bomba GA-201 A/B y enviados a los secadores de alimentación FF-201 A/B. Antes de entrar a los secadores se mezclan con una corriente de isobutano fresco proveniente del tanque FA-203, por medio de la bomba GA-203 A/B. El tanque FA-203 recibe el isobutano fresco de L.B. controlando su flujo por medio de un control en cascada nivel - flujo.

En los secadores se absorbe el agua contenida en la mezcla olefinas-isobutano. De los dos secadores, uno opera normalmente mientras el otro se regenera. La regeneración se efectúa cada 24 horas.

A la mezcla seca de olefinas-isobutano fresco que sale de los secadores, se le une la corriente de butenos proveniente de la sección de Hidrisom para entrar al mezclador tipo "T" ME-201, en donde se adiciona perpendicularmente las corrientes de isobutano de recirculación de las columnas desisobutanizadora y despropanizadora, para dirigirse finalmente hacia la sección de reacción.

C.1.3 Sección de Reacción (ver dib. Diagrama de Flujo).

En esta sección se lleva a cabo la reacción de alquilación de la mezcla isobutano - olefina en presencia de HF.

La mezcla de hidrocarburos que sale del mezclador se envía a los Enfriadores de Acido EA-203 A/B en donde se combina con el ácido fluorhídrico proveniente del fondo del asentador de ácido para dirigirse como alimentación al Asentador de Acido DA-201, en donde se separa el ácido de los hidrocarburos reaccionados.

A las líneas de salida del domo de los enfriadores de ácido por las que circula la mezcla hidrocarburos-HF que van al asentador de ácido se les conoce como "tubos verticales ascendentes" o "reactores elevadores" y es en donde se llevan a cabo las reacciones de alquilación (Ver Química del proceso).

El Asentador de Acido es un recipiente vertical el cual se localiza a 15 m. sobre los enfriadores EA-203 A/B. El Asentador de Acido DA-201 recibe la

mezcla de los reactores elevadores entrando a este abajo del plato del fondo. En este equipo se separan del HF los hidrocarburos, productos de la reacción.

Los hidrocarburos se separan dentro del asentador por diferencia de densidades, quedando estos en la parte superior, mientras el HF, por su mayor densidad se acumula en el fondo. Los hidrocarburos, se extraen por la parte lateral del mismo y enviándose a la sección de fraccionamiento por medio de la bomba GA-207 A/B, para su separación.

Al asentador retornan, para reutilizarse, tanto la corriente de ácido de alta pureza proveniente de la columna redestiladora de ácido, como la corriente de ácido recuperado de las piernas separadoras de los tanques acumuladores de reflujo de la columna desisobutanizadora y de la columna despropanizadora.

Del asentador de ácido, el ácido acumulado en el fondo fluye a los enfriadores de ácido EA-203 A/B de donde parte se mezcla con los hidrocarburos para dirigirse a los reactores elevadores y parte se envía para redestilarse (para eliminar las impurezas formadas), en la columna DA-202 vía la bomba GA-204.

C.1.4 Sección de Redestilación ácida (ver dib. Diagrama de Flujo).

El propósito de esta sección es la de mantener el HF con la mayor pureza posible. El ácido con el uso se va degradando formando fluoruros orgánicos y aceites solubles en ácido (ASAS), por lo que es necesario regenerarlo para eliminar estas impurezas. Esto se lleva a cabo en una columna redestiladora DA-202.

Columna Redestiladora de Ácido DA-202

La corriente de fondos de los enfriadores de ácido EA-203 A/B es succionada por la bomba GA-204 y enviada a control de flujo al precalentador EA-204 y de ahí alimentada a la redestiladora de ácido DA-202.

La destilación del ácido se efectúa introduciendo dos corrientes de isobutanos (iC_4 's) provenientes del fondo de la columna depropanizadora. Una de las corrientes entra por el domo en plato No. 3 como reflujo y la otra, previo calentamiento, entra por el fondo de la columna como corriente de agotamiento.

Por el domo de la columna DA-202 sale el ácido concentrado junto con los iC_4 's. para reutilizarse en el asentador de ácido.

Por el fondo de la redestiladora las impurezas (el agua y los aceites solubles en ácido "ASAS") salen para lavarse y neutralizarse cáusticamente, para eliminar el ácido fluorhídrico que pueda arrastrar.

Neutralizadas las ASAS se envían, al tanque de almacenamiento de combustóleo FB-301 para quemarse junto con el combustóleo en el rehervidor de la columna desisobutanizadora BA-201 A/B.

C.1.5 Sección de Fraccionamiento y Tratamiento de Productos (ver Diagrama de Flujo).

La finalidad de esta sección es separar el propano, el butano e isobutano del alquilado producto para enviarlos a almacenamiento. Las corrientes de propano y butano se purifican antes de enviarse como producto.

Columna Desisobutanizadora DA-203.

Los hidrocarburos procedentes del asentador de ácido son succionados por la bomba GA-207 A/B y se envían a precalentarse en el intercambiador de carga/fondos de la desisobutanizadora EA-208 y en el calentador de carga EA-209, para dirigirse a la columna desisobutanizadora DA-203, entrando por el plato No. 40. En esta columna se separa por el domo, el propano e isobutano y por el fondo, el butano y el alquilado producto. Para efectuar la separación se suministra calor tanto por el fondo, por medio de los rehervidores a fuego directo BA-201 A/B, así como por el plato No. 40, por medio del intercalentador de vapor EA-211.

Por el domo de la columna se obtienen los vapores de HF, propano e isobutano, los cuales pasan por el condensador EA-210 A/F y, los líquidos obtenidos se reciben en el acumulador FA-206.

El acumulador FA-206 cuenta con una pierna de separación en donde se separa el ácido fluorhídrico el cual se envía a control de nivel al asentador de ácido para su reutilización.

De los hidrocarburos líquidos separados en el acumulador FA-206, una parte se retorna al plato No. 50 de la columna como reflujo por medio de la bomba GA- 208 A/B; otra parte se envía como alimentación, por medio de la bomba GA-210 A/B y a control de flujo, a la columna despropanizadora y; una última parte, se envía a enfriarse en el EA-217A/C para utilizarse como iC_4 's de recirculación uniéndose con una parte de los hidrocarburos del fondo de la columna despropanizadora.

Del producto del fondo de la torre DA-201, una parte se enfría en el enfriador de la corriente de lavado EA-212 A/C y se envía como sello a la bomba de alimentación a la desisobutanizadora GA-207 A/B y otra parte se envía como alimentación a la columna desbutanizadora por medio de un control en cascada nivel-flujo.

Columna Despropanizadora DA-204.

Una de las corrientes de hidrocarburos del acumulador de reflujo de la columna desisobutanizadora, es succionada por la bomba GA-210 A/B, se precalienta en el intercambiador carga/fondos EA-213A/F y se alimenta al plato No. 11 de la columna despropanizadora DA-204.

Por el domo de la DA-204, se separan el propano y el HF se condensa en el condensador EA-214 y se colectan en el acumulador FA-207.

El HF colectado en el acumulador, se separa en una pierna separadora localizado en el fondo del mismo y se envía a control de nivel al asentador de ácido para reutilizarse.

Los hidrocarburos colectados en el acumulador FA-207 son succionados por la bomba GA-211 A/B y enviados: una parte como reflujo a control cascada temperatura / flujo al domo de la DA-201 y; otra parte se envía al agotador de HF.

Los vapores no condensados recibidos en el FA-207, pasan al absorber de gas de venteo FA-208 en donde se enfrían y condensan para recuperar el propano y el HF Los gases incondensables son periódicamente venteados hacia el neutralizador de ácido DA-207.

Por el fondo de la columna los hidrocarburos pasan al rehervidor de vapor tipo kettle EA-215, en donde una parte de los hidrocarburos, se evapora para retornar al fondo de la columna; y los hidrocarburos pesados, se enfrían primero, en el intercambiador carga/fondos EA-213A/F y después en el enfriador de fondos EA-216A/B para dividirse en 5 corrientes: Una se envía como sello a la bomba de reflujo de la desisobutanizadora GA-208 A/B; otro como sello a la bomba de alimentación a la despropanizadora GA-210 A/B; otra más como iC_4 's de recirculación, uniéndose primero con la corriente de domos de la columna desisobutanizadora; otra se envía como iC_4 's de reflujo a la columna regeneradora de ácido DA-202; una más como iC_4 's agotados a la torre redestiladora de ácido; y la última como sellos a la bomba de alimentación a la regeneradora de ácido GA-204.

Neutralizador de Relevo Ácido DA-207.

La función de este equipo es neutralizar todos los gases de relevo ácidos así como los incondensables ácidos del domo del tanque acumulador de propano FA-207, haciéndolos reaccionar en contracorriente con una solución cáustica.

Los gases no condensados en el absorbedor de gas de venteo FA-208 son venteados periódicamente hacia el neutralizador DA-207 en donde entran por un tubo sumergido en una solución cáustica (aprox. 5% de NaOH).

Los productos provenientes del cabezal de relevo ácido así como del domo del tanque de balance de ASAS FA-205 llegan también al neutralizador, solo que estas corrientes se introducen en una parte más alta que los gases del absorbedor de gas FA-208.

Por el fondo del neutralizador se tiene la bomba GA-216 A/B la cual recircula la solución cáustica del fondo al domo, lavando los gases que ascienden a través de éste, al ponerse en contacto los flujos a contracorriente.

Por el domo del neutralizador salen los gases hacia el tanque de contacto de hidrocarburos FA-301 para finalmente irse al quemador.

Columna Agotadora de HF, DA-205 y Tratamiento de Propano Producto.

El exceso de líquido, principalmente propano con pequeñas cantidades de HF, se envía a control de flujo a la columna agotadora de HF, DA-205.

La función de la agotadora es separar y recuperar la mayor cantidad de HF por el domo de la columna para reutilizarse. Esta columna está empacada con anillos Rasching de carbón de ¾" de diámetro.

Para efectuar la separación en la agotadora se tiene el rehervidor de vapor EA-218 el cual proporciona el calor necesario al fondo de la columna para evaporar el HF. El ácido separado por el domo retorna, a control de presión al tanque acumulador de reflujo de la despropanizadora FA-207.

El propano, con trazas de HF y fluoruros orgánicos, sale por el fondo de la agotadora, dividiéndose en dos corrientes: una que se enfría en él EA-219 A/E y se bifurca enviando una parte como sello a la bomba de reflujo de la despropanizadora GA-211 A/B y otra corriente que se envía a mezclarse con la corriente de recirculación de isobutanos (iC_4 's) provenientes del domo de la desisobutanizadora y del fondo de la despropanizadora.

La otra corriente que sale del fondo de la agotadora se sobrecalienta al pasar primero por el intercambiador carga/efluente de los defluorinadores EA-220 y después por el calentador de carga a defluorinadores EA-221, de ahí pasa al defluorinador primario y secundario FA-209 A/B en flujo descendente en donde se disminuye el contenido a fluoruros orgánicos del propano a valores entre 0-10 ppm. Los defluorinadores están empacados con alumina activada, la cual reacciona con los fluoruros orgánicos descomponiéndolos en olefinas y HF. A su vez, la mayor parte del HF reacciona con la alumina activada para formar fluoruro de aluminio y agua, enviándose éstos por la purga de los defluorinadores a la fosa FE-203.

El efluente de los defluorinadores se enfría al pasar a través del intercambiador fondos/alimentación EA-220 y del condensador EA-222 A/D para dirigirse al tratador de propano FA-210.

El tratador de propano es un recipiente vertical empacado con hojuelas de KOH, en donde la corriente de propano fluye ascendentemente, reaccionando las trazas de HF con el KOH para formar fluoruro de potasio y agua estos productos forman un lodo que debe purgarse periódicamente hacia la fosa FE-203.

El propano libre de fluoruros orgánicos sale por el domo del tratador hacia la bomba GA-212 A/B para ser enviado como producto a L.B. a control de presión.

Columna Debutanizadora DA-206 y Tratamiento de n-Butano.

La corriente principal del fondo de la columna desisobutanizadora DA-203, es enviada a control cascada nivel-flujo como alimentación a la columna debutanizadora DA-206, al plato 25 ó 29.

La finalidad de esta columna es la de separar por el domo los n-butanos y por el fondo obtener el alquilado producto.

Los vapores que salen por el domo se condensan en el condensador EA-223 A/B, recibéndose en el acumulador de reflujo FA-211. El líquido colectado es succionado por la bomba de reflujo GA-213 A/B y enviado una parte como reflujo a la columna; y otra como producto a tratamiento hacia los defluorinadores.

Por el fondo de la columna, la corriente de hidrocarburos fluye hacia el rehervidor tipo Kettle de la debutanizadora EA-224, el cual proporciona por medio de vapor, el calor necesario para efectuar la separación del n-butano del

alquilado. Por el domo de éste salen los hidrocarburos evaporados retornando a la columna y por el fondo del rehervidor se obtiene el alquilado, para enfriarse al pasar primero por el intercambiador carga/fondos de la desisobutanizadora EA-208 y posteriormente en el enfriador del alquilado producto EA-228 A/B. El alquilado frío es tomado por la bomba de alquilado GA-215 A/B para enviarse a tanques de almacenamiento a control de presión.

El n-butano producto procedente del acumulador de reflujo FA-211 es tratado antes de salir de la Unidad, para lo cual se sobrecalienta al pasar primero por el intercambiador carga-efluente a defluorinadores EA-225 y después por el calentador con vapor de carga a defluorinadores EA-226, de ahí pasa por el defluorinador primario y secundario FA-212 A/B en flujo descendente. En donde se reduce el contenido de fluoruros orgánicos a valores entre 0-10 ppm. Los defluorinadores están empacados con alumina activada la cual reacciona con los fluoruros orgánicos, descomponiéndolos en olefinas y HF, a su vez la mayor parte de HF reacciona con la alumina activada para formar fluoruro de aluminio y agua que debe purgarse periódicamente hacia la fosa de neutralización FE-203.

La corriente efluente de los defluorinadores se enfría al pasar a través del intercambiador carga-efluente de los defluorinadores EA-225 y el condensador EA-227 A/B para dirigirse al tratador de butano FA-213.

El tratador de n-butano es un recipiente vertical empacado con hojuelas de Hidróxido de Potasio (KOH) por donde la corriente de n-butano fluye ascendentemente reaccionando las trazas de HF con el KOH para formar fluoruro de potasio y agua. Estos últimos productos se asientan en el fondo del tratador, teniendo que ser purgados periódicamente hacia la fosa de neutralización FE-203.

El n-butano producto libre de fluoruros orgánicos sale por el domo del tratador hacia la bomba GA-214 A/B para ser enviado, a control de presión, como n-butano producto a L.B.

C.2 Balance de Materia

C.2.1 Sección de Hidrisom.

CORRIENTE COMPONENTE	ENTRADA A LA SECCION DE HIDRISOM			SALIDA DE LA SECCION DE HIDRISOM		
	RAFINADO DE MTBE	HIDROGENO	AGUA	BUTILENOS	GAS COMBUSTIBLE	AGUA
Hidrógeno Kg/hr	----	4.1	----	----	0.3	----
Gases (N ₂ , C ₂) Kg/hr	----	2.9	----	----	2.9	----
Etano Kg/hr	----	4.1	----	----	4.1	----
Propileno Kg/hr	316.4	----	----	----	316.2	0.2
Propano Kg/hr	626.9	3.9	----	----	630.6	0.1
Butileno Kg/hr	7502.7	0.7	----	7442.7	11.5	----
Isobutano Kg/hr	6402.8	0.7	----	6307.5	96	----
N-Butano Kg/hr	2786.4	----	----	2865.7	2.6	----
Amilenos Kg/hr	----	----	----	----	----	----
Pentanos Plus Kg/hr	----	1.5	----	1.5	----	----
Agua Kg/hr	10.6	----	453.6	----	3.6	460.6
Flujo Kg mol/hr		2.50	25.18	290.49	24.37	25.57
Flujo Kg/hr	17681.1	17.9	453.6	16617.7	1072.7	462.2
Presión Kg/cm ² abs.	7.0	35.16	16.9	14.6	16.5	16.5
Temperatura °C	38	174.3	40	38	51.2	51.2
Dens. (a PyT) gr/cm ³	0.583	0.195	0.999	0.586	0.517	1.001
Flujo m ³ /dia	727.79	56.0(1)	10.9	680.16	546.24(1)	11.08
Ligeros oxigenados ppmw	349.9	----	----	8.7	4439.9	2747.5
Pesados y oxigenados ppmw	10.0	----	----	10.6	----	----
Butadieno ppmw	1612.9	----	----	----	----	----

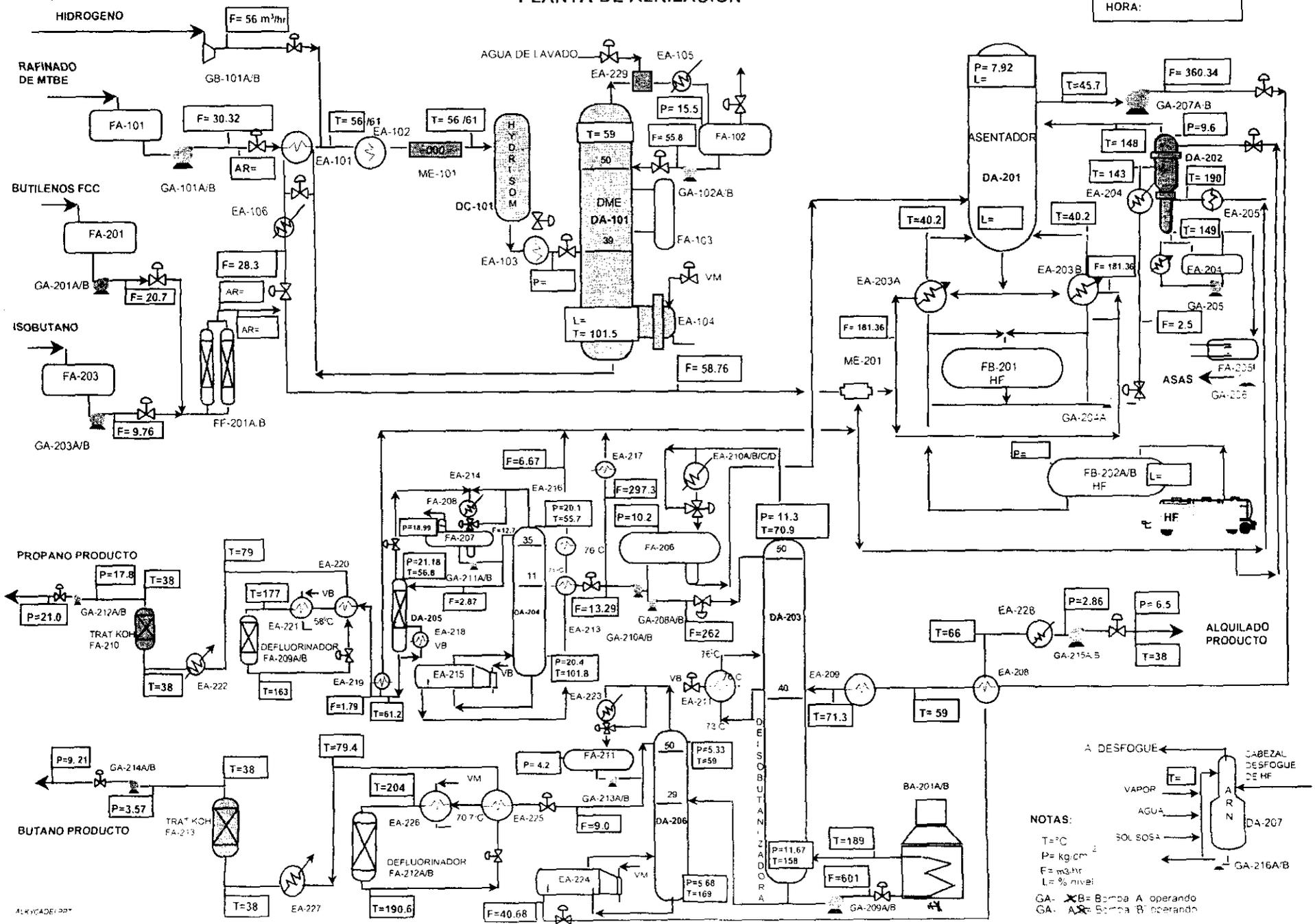
Nota(1).-Fase vapor

C.2.2 Sección de Alquileración.

CORRIENTE COMPONENTE		A LA PLANTA			DE LA PLANTA			
		BUTILENOS DE HIDRISOM	BUTILENOS DE FCC	ISOBUTANO DE U. FRAC DE GASES	PROPANO A L.B.	BUTANO A L.B.	ALQUILADO A L.B.	ASAS
Hidrógeno	Kg/hr	----	----	----	----	----	----	----
Etano	Kg/hr	----	----	----	----	----	----	----
Propileno	Kg/hr	----	173.5	----	----	----	----	----
Propano	Kg/hr	----	333.9	39.7	415.8	----	----	----
Isobutano	Kg/hr	6307.9	3719.2	4723.1	5.9	123.8	----	----
Butilenos	Kg/hr	7442.3	6354.9	----	----	----	----	----
Amilenos	Kg/hr	----	----	----	----	----	----	----
N-Buteno	Kg/hr	2866.7	1529.1	752.3	----	5113.7	34.7	----
Pentanos plus	Kg/hr	2.5	----	----	----	32.7	27243.2	----
Alquilado ligero	Kg/hr	----	----	----	----	----	1245.9	----
ASA	Kg/hr	----	----	----	----	----	----	29.8
Agua	Kg/hr	----	----	----	----	----	----	----
Flujo	Kg/hr	16619.4	12110.6	5515.0	421.7	5269.7	28523.8	29.8
Flujo	Kg mol/hr	290.5	215.27	95.10	9.53	90.56	260.28	0.10
Presión	Kg/m ² abs	14.6	14.4	9.0	22.0	10.2	7.5	10.6
Temperatura	°C	38	38	38	38	38	38	146
Flujo	m ³ /día	680.23	496.04	234.41	19.96	216.87	976.36	0.76
Dens. (a PyT).gr/cm ³		0.586	0.586	0.565	0.507	0.583	0.701	0.943

**REFINERIA ING. HECTOR LARA SOSA
CADEREYTA NVO, LEON.
PLANTA DE ALKILACION**

FECHA: 07-01-98
HORA:



NOTAS:
 T=°C
 P= kg/cm²
 F= m³/hr
 L= % nivel
 GA- X/B= Bomba A operando
 GA- A/X= Bomba B operando

C.2.3 Química del Proceso.

C.2.3.1 Química de la Sección de Hidrisom.

La unidad de Hidrisom trata la corriente compuesta principalmente de una mezcla de butenos y butanos (llamados olefinas) para mejorar la calidad de la corriente de olefinas enviada a la sección de reacción. Las principales reacciones en la sección de hidrisom para mejorar la carga son dos:

- a) Butadieno convertido a buteno: la conversión de butadieno es un beneficio para la unidad de alquilación, ya que el butadieno contribuye a la formación de aceites solubles en ácido (ASAS), los cuales son un producto indeseable.

La conversión de butadieno se completa usando un lecho fijo con catalizador impregnado con paladio en presencia de hidrógeno. La reacción es llevada a cabo en fase líquida a temperaturas poco elevadas (17-40°C). Las ASAS son indeseables porque en su formación consumen ácido fluorhídrico, esto dificulta su disponibilidad y reduce potencialmente el volumen de alquilado. Aproximadamente 128 kg de HF son consumidos por cada metro cúbico de butadieno en la alimentación para la reacción de alquilación. El diseño de la unidad de hidrisom se basa en la concentración de butadieno de 0.5% peso en la alimentación, en la cual virtualmente toda la carga de butadieno es convertida a buteno.

- b) El 1-buteno isomerizado a 2-buteno: Esta reacción también beneficia a la unidad de alquilación porque el 2-buteno produce un alquilado con aproximadamente 3 números de octano más que el 1-buteno. En el reactor hidrisom la cantidad de 1-buteno que es isomerizado a 2-buteno es limitada principalmente por el equilibrio del sistema a las condiciones de diseño, se espera lograr un equilibrio en el efluente del reactor de aproximadamente 6 moles de 2-buteno por cada mol de 1-buteno.

La composición de la carga de diseño para el reactor contiene aproximadamente 1.5 moles de 2-buteno por cada mol de 1-buteno. Bajo estas condiciones, cerca del 60% de 1-buteno debe ser isomerizado.

- c) El 2-buteno es también convertido a n-butano. El reactor deberá ser operado de tal manera que la conversión deseable es llevada a cabo para la saturación parcial del butadieno e isomerizado de 1-buteno a 2-buteno y a una limitada saturación indeseable de 2-buteno a n-butano.

C.2.3.2 Química de la Sección de Reacción de Alquilación con HF.

La reacción química de alquilación se lleva a cabo en forma eficiente cuando el isobutano líquido es mezclado con ácido fluorhídrico y a la emulsión resultante se le agrega butileno con una concentración baja. La reacción se lleva a cabo en la fase ácida, especialmente en la interfase a la cual se alimenta la olefina y el isobutano a una temperatura de 38 °C, temperatura adecuada para que se lleve a cabo la reacción de alquilación y en la que las parafinas normales son inertes. Bajo esta temperatura, sin olefinas, el isobutano no actúa materialmente sobre el HF.

Las olefinas son las que realmente actúan sobre el HF y uno de los objetivos de una buena alquilación, es reducir la formación de polímeros olefínicos, así como la permanencia de fluoruros orgánicos resultantes de dichas reacciones de las olefinas.

El fluoruro de butileno así como otros fluoruros de olefinas simples, que llega a tener un punto de ebullición un poco superior de sus olefinas correspondientes, son solubles en hidrocarburos o en el HF líquido. Estos fluoruros son convertidos en la solución de HF con isobutano presente, son alquilados rápidamente y por lo tanto destruidos. El producto combinado es liberado como HF.

La reacción química principal que se lleva a cabo en la alquilación con HF de la corriente de butano-butileno, es: El isobutano y el butileno reaccionan directamente en presencia de HF para producir iso-octano (pentano plus) compuesto principal del alquilado.

La reacción no es 100% perfecta y se forman también parafinas con puntos de ebullición superiores e inferiores al del iso-octano (pentano plus), las cuales tienen un número menor de octano.

Bajo condiciones anormales, la reacción se lleva a cabo también en forma anormal. En ausencia de isobutano, las olefinas reaccionan directamente con el HF para producir fluoruros orgánicos, los cuales son solubles en hidrocarburos y aún más solubles en HF.

Algunos fluoruros en presencia de HF reaccionan tan fácilmente como las correspondientes olefinas a producir alquilado y liberan el fluoruro como HF.

Reacciones Químicas:

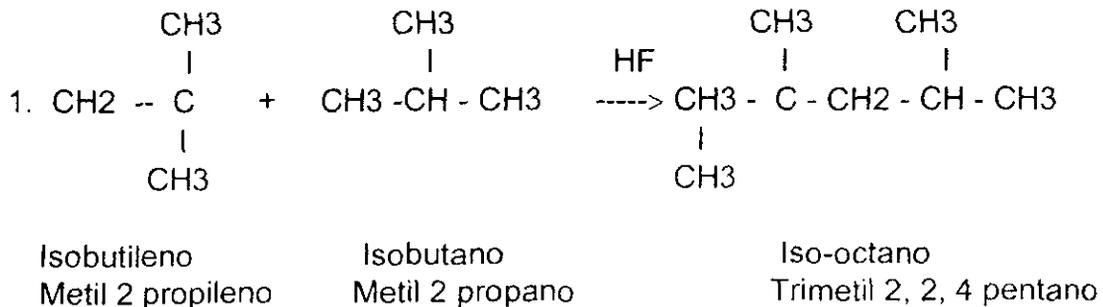
1. Butilenos + HF ----- butil fluoruros.
2. Butilenos + butilfluoruros ----- alquil fluoruros.
3. Butil fluoruros + isobutano ----- iso-octano + HF (pentanos).
4. Alquilfluoruro + isobutano ----- otros alquilados + HF.
5. N-butil fluoruro + isobutano ----- isobutil fluoruro + N-butano.

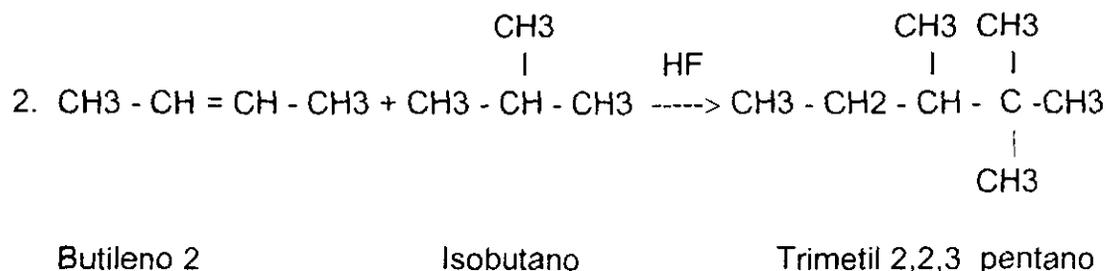
Las reacciones (1) y (3) son las reacciones deseadas, las cuales producen alquilado ligero de alto octano y alquilado pesado, se sabe que la reacción 2 es realmente un grupo de varias reacciones, las cuales hacen variar la posición del grupo alquilo en la cadena, surgiendo modificaciones moleculares, produciendo alquilfluoruros ligeros y pesados. La formación de aceites solubles en HF (ASAS) puede ser agrupada en la reacción (2). La reacción (5) es solo un intercambio de hidrógeno flúor.

Las cinco reacciones han sido expresadas en términos de butilenos, siendo similares para propileno y amilenos y todas ellas tiene lugar en la fase hidrocarburo.

No hay que perder de vista que las reacciones 1 y 2 compiten por el butileno y es la cinética de estas reacciones en competencia la que determina la calidad y cantidad del alquilado. El proceso diseñado para los reactores de alquilación con HF es tal que la reacción 1) se favorece y la reacción 2) se suprime, tal diseño es posible si los factores que influyen en la cinética de las reacciones son convenientemente empleados.

REACCIONES EN ALQUILACION.





La alquilación de isobutano con olefinas es compleja. Está caracterizada por simple adición y por numerosas reacciones secundarias, no todas las reacciones secundarias son malas, ya que ellas hacen posible la formación de iso-octanos (pentanos plus) a partir de las olefinas, propileno y pentileno.

Los productos de la reacción primaria son las parafinas isómeras conteniendo átomos de carbono que son la suma de isobutano y la olefina. Los productos secundarios son más ligeros o más pesados que los productos primarios.

Está generalmente demostrado que la alquilación se efectúa a través de un ion carbonio formado por el isobutano en presencia del catalizador ácido. El ion carbonio reacciona con la olefina para producir una estructura iónica más pesada, la cual, enseguida reacciona con el isobutano para formar el producto de la reacción primaria y un nuevo ion carbonio para continuar la reacción general.

La reacción de alquilación primaria es favorecida por un tiempo de contacto corto, baja temperatura del reactor y alta actividad del catalizador.

La facilidad de la alquilación, aumenta con el incremento del peso molecular de la olefina. La reacción primaria para 2-buteno e isobutano es mostrada en reacciones de alquilación. Las reacciones secundarias de alquilación son favorecidas por alta temperatura, largo tiempo de residencia y poca disponibilidad de isobutano. Cuando la disponibilidad de isobutano es limitado, o el mezclado es pobre, la olefina tiende a reaccionar así misma hasta formar verdaderos polímeros o conjuntos de polímeros. Indudablemente algunos productos de la reacción se obtienen de la reacción de los polímeros con isobutano.

Los productos no saturados de polimerización se encuentran en el alquilado pesado.

Las condiciones de reacción que favorecen las polimerizaciones, también favorecen la formación de complejos de catalizador y ésteres. Los complejos

de catalizador aparecen como un lodo rojizo en la fase del catalizador. Los esteroides están distribuidos entre ambas fases catalizador e hidrocarburos y son removidos de los hidrocarburos antes de ser fraccionados.

Las condiciones señaladas para obtener buena calidad de alquilado inhiben la formación de complejos y esteroides.

C.2.4 Variables del Proceso.

C.2.4.1 Variables de la sección de hidrisom.

Las cuatro variables que afectan la operación del reactor son: temperatura, presión, contenido de hidrógeno y el espacio velocidad LHSV (espacio velocidad por hora del líquido). De estas cuatro, solamente las primeras tres se controlarían diariamente. Incrementando la temperatura de alimentación al reactor y la concentración de hidrógeno, generalmente se incrementan las reacciones deseables e indeseables. Estas variables deben ajustarse necesariamente para poder dar una operación óptima en el reactor.

La conversión del butadieno y la relación de 2-buteno/1 buteno son mejoradas con el incremento de hidrógeno y la disminución de LSHV. Desafortunadamente estas variables también incrementan la cantidad de saturación de buteno a butano. Si se opera la unidad con un LHSV de 9.5, una temperatura de 93°C y una relación hidrógeno/butadieno de 2, se predice que la conversión de butadieno debería ser alrededor de un 94% y el producto contendría 9.56% de butano normal.

Si la temperatura se incrementa al mismo LHSV y a la misma relación de hidrógeno, la conversión de diseño lleva a cabo el incremento en la cantidad de nC_4 . Si la temperatura se mantiene y la relación hidrogeno/butadieno se incrementa, se lleva a cabo la conversión elevando demasiado el nC_4 . Esto muestra, que el aumento de la temperatura en el reactor es más deseable que el incremento en el hidrógeno cuando aumenta severamente en el reactor. Sin embargo, el área superficial en el precalentador de alimentación de olefinas limitará la capacidad para incrementar la temperatura.

Los beneficios en la instalación de la sección hidrisom son dos: la eliminación de butadieno y la isomerización de 1-buteno a 2-buteno. Deteniendo fácilmente la conversión de butadieno en exceso de 90%. La relación de 2-buteno a 1-buteno puede ser incrementada de 2, en la alimentación, a 6 en el producto por una elección adecuada en las condiciones de operación. Para lograr esta relación en la operación, la conversión de butadieno debe ser alrededor de un 95%.

Incrementando la temperatura aumenta la conversión, pero no linealmente, ya que la respuesta es pequeña. Incrementando la relación de hidrógeno a butadieno aumenta la conversión no linealmente pero aquí el beneficio es pequeño a razón de 1.7. La conversión de butadieno disminuye linealmente con un incremento en el espacio velocidad, este decremento depende de la temperatura y la relación de hidrógeno.

La relación 2-buteno a 1-buteno en la respuesta de los productos sigue la misma dirección como en la conversión del butadieno, pero no es lineal para cada una de las variables. La condición para lograr una relación $C_4=2/C_4=1$ de 6 debe de dar necesariamente una conversión de butadieno de 95%.

El grado de hidrogenación de olefinas está estimado por la concentración de n-butano en el producto. Estas variables muestran una respuesta significativa solo para la relación de hidrógeno, las cuales sugieren una reacción relativamente rápido que probablemente controle el equilibrio.

C.2.4.2 Variables de la sección de reacción.

Para operar la sección de reacción de ácido fluorhídrico eficientemente, es necesario tener un conocimiento general de la reacción y las variables de operación que afectan al proceso.

La alquilación con HF es la combinación de una isoparafina, como es el isobutano y una olefina, tal como los propenos (propilenos), butenos (butilenos) y pentenos (amilenos), en presencia de ácido fluorhídrico para producir un material con un rango de ebullición semejante al de la gasolina llamado alquilado. El ácido (HF) actúa como un catalizador y no es consumido en la reacción pero puede captar impurezas semejantes al agua y aceites pesados, que deben ser removidos.

La operación de la columna regeneradora de ácido tiene un gran efecto en el consumo de ácido. La columna debe operar eficientemente para tener un consumo mínimo de ácido. El consumo de isobutano dependerá del volumen y tipo de carga de olefina, además de la relación isobutano olefina. Las pérdidas de isobutano son controladas por la operación de las columnas deisobutanizadora y de la propanizadora.

Las variables que afectan la cantidad y calidad del alquilado y tienen algún efecto en el consumo de ácido son:

- a) Tipo de carga de olefina.
- b) Relación isobutano olefina.

- c) Temperatura de reacción.
- d) Concentración de ácido.
- e) Relación ácido a hidrocarburo en el reactor.
- f) Mezclado en el reactor.
- g) Tiempo de reacción.

1. Tipo de olefinas cargadas.

La carga de olefinas normalmente a una unidad de alquilación son propenos (propilenos), butenos (butilenos), con algo de pentenos (amilenos). Estas olefinas bajo condiciones similares, producen aproximadamente la misma cantidad de alquilado, esto es 1.0 volumen de olefina y 1.0 a 1.3 volúmenes de isobutano combinados para producir de 1.6 a 1.8 volúmenes de alquilado, dependiendo de la relación de isobutano a olefina en la alimentación del reactor. Bajo condiciones similares, los butenos (butilenos) producen alquilado de alta calidad, mientras los propenos (propileno) y pentenos (amilenos) producen alquilado de baja calidad. La carga de olefinas no es usualmente considerada una variable de operación, ya que las cargas son usualmente determinadas por su disponibilidad, lo económico de la operación y las especificaciones del alquilado que se desea producir.

2. Relación isobutano a olefina.

Esta es una relación del volumen de isobutano (respecto al volumen) de olefina en la alimentación del reactor. El volumen de olefina es calculado de el por ciento (%) del volumen líquido total en la olefina cruda alimentada multiplicado por el volumen de alimentación. El volumen de isobutano es la suma de los volúmenes de isobutano en la olefina alimentada, el isobutano alimentado exteriormente (reposición) y el isobutano de recirculación de las corrientes del acumulador de la columna deisobutanizadora y de la columna depropanizadora. Normalmente la relación isobutano a olefina debe ser mantenida de 13.5 a 1. Durante periodos cortos de baja alimentación de olefinas, la relación isobutano a olefinas va exceder las condiciones de diseño de 13.5 a 1 y va ha tener varios efectos deseables. Durante largos periodos de baja alimentación de olefinas (en el orden de semanas a meses) si puede ser económicamente favorable reducir velocidades de flujo la unidad dentro de limites operacionales, de tal manera que se mantenga la menor relación posible entre 13.5 y 1. La relación isobutano a olefina es la más importante variable de la reacción.

Incrementar la relación isobutano a olefina tiene varios efectos:

- a) Se incrementa el volumen de alquilado producto por volumen de olefina cargada.
- b) Se mejora la calidad (octano clasificado) del alquilado.
- c) Se incrementa la formación de isoctanos y consecuentemente decrece los requerimientos del ácido redestilado.

3. Temperatura de reacción.

La reacción de alquilación es exotérmica. Se desarrolla satisfactoriamente dentro de un rango de temperatura de 5 a 45°C, la refrigeración no es necesaria, el enfriamiento con agua es suficiente para mantener la temperatura adecuada y, obtener una buena reacción de alquilación. El aumento de la temperatura de reacción disminuye el índice de octano del alquilado obteniendo favoreciendo la formación de alquilados más ligeros.

Estudios de la alquilación de butenos (butilenos) han demostrado que la calidad del alquilado decrece por un incremento en la temperatura de reacción.

En estudios en la alquilación de propeno (propilenos) se ha encontrado que la calidad del alquilado aumenta por un incremento en la temperatura de reacción.

Incrementando la temperatura de reacción aumenta el consumo de ácido debido al incremento en la producción de ASAS.

4. Concentración del ácido.

La concentración del ácido es considerada como la acidez titulable del ácido que entra en la sección de reacción. El laboratorio lo reporta como % HF en peso.

- a) La concentración de ácido dentro de un rango razonable de 85 a 95% de HF en peso tiene muy poco efecto sobre el volumen de alquilado producido.
- b) El aumento de concentración disminuye el consumo de HF como fluoruros orgánico.

El descenso de la concentración del ácido, es causado por la formación de aceites solubles y la absorción del agua que traen las cargas de hidrocarburos. Con la operación de la columna regeneradora de ácido favorecemos el aumento de concentración del ácido recirculado, Ya que se eliminan las impurezas.

Se ha establecido una relación entre el alquilado total producido y el volumen de ácido recirculado que debe regenerarse para mantener una pureza determinada en el mismo. Para una pureza de 70% en el isobutano de recirculación deberá regenerarse 1 volumen de HF recirculado por cada 5 volúmenes del alquilado total producido. La pureza óptima de ácido fluorhídrico recirculado se encuentra dentro del rango de 88 a 92% de HF en peso.

5. Relación ácido hidrocarburo en el reactor.

Esta es la relación del volumen de ácido a el volumen de hidrocarburo total en la alimentación del reactor. Se han obtenido buenos resultados en relaciones desde 1 a 10 volúmenes de HF por volumen de hidrocarburo alimentado. Esta relación debe ser entre 4 y 5.5 en un reactor moderno y es una función del diseño del reactor.

6. Mezclado en el reactor.

El mezclado no es considerado usualmente como una variable de operación, ya que el operador no tiene control sobre el grado de mezclado en cualquier diseño particular de un reactor. De cualquier modo si es esencial un buen mezclado de los componentes de reacción para producir una alta calidad de alquilado.

En sistemas de diseño moderno (sin agitadores mecánicos), se provee boquillas de esparcido de hidrocarburos para efectuar el mezclado con el ácido. Así mismo, mientras se incrementa el flujo de iC_4 de recirculación se incrementará el mezclado.

7. Tiempo de reacción.

Tiempo de reacción es el tiempo que tarda en el reactor el hidrocarburo alimentado. El tiempo de reacción, varía desde 15 segundos a 15 minutos, no tiene un apreciable efecto en cantidad o calidad en el alquilado producido.

D. DESCRIPCION DE FLUJO

CAPITULO D

D. DESCRIPCIÓN DEL FLUJO.

D.1 Descripción General de la unidad.

Para la descripción general del flujo de esta unidad se consideran las siguientes secciones:

- Sección de Hidrisom.
- Sección de Alimentación de Hidrocarburos.
- Sección de Reacción.
- Sección de Redestilación Acida.
- Sección de Fraccionamiento y tratamiento de productos.
- Sección de Servicios.

El control de esta unidad se realiza por medio de un sistema de control distribuido (S.C.D.). La instrumentación que se menciona en esta descripción, envía su señal al S.C.D. a menos que se aclare que es indicación local de campo.

D.1.1 Sección de Hidrisom. (ver dib. DTI NO-01 y DTI NO-02).

La función principal de esta sección es la de preparar la carga de olefinas, convirtiendo primero, el butadieno en buteno e isomerizando el 1-buteno a 2-buteno y; después eliminándole los ligeros (DME, Hidrógeno, etc.) y el agua que pueda arrastrar.

La descripción de flujo de esta sección es:

La corriente de refinado proveniente de la Unidad MTBE (metil terbutil éter), entra a L.B. a una presión de 6.0 kg/cm², a una temperatura de 38°C y un flujo de 4577 BSPD medidas por el PI-8404, TI-8406 y el FRC-8402, recibándose en el tanque de balance de hidrisom FA-101.

Sobre la misma línea de alimentación de refinado, se tiene el totalizador de flujo FQI-8406 así como una toma de muestra para el análisis de la corriente. El control de esta corriente se efectúa por medio del control en cascada nivel del tanque FA-101/ flujo de alimentación, LRC-8401/FRC-8402, el cual actúa sobre la válvula FV-8402 de alimentación al tanque FA-101.

El tanque de balance FA-101 cuenta con una pierna separadora en donde se colecta el agua que pudiera traer la carga, verificándose el nivel localmente en el LG-8402, enviándose al drenaje aceitoso cada vez que se acumule ésta.

El FA-101 tiene la siguiente instrumentación: el indicador de nivel local LG-8401; el indicador de presión PI-8407 y el indicador controlador de nivel LRC-8401; la válvula PSV-8401 de relevo hacia el cabezal de desfogue; las alarmas por alto y bajo nivel LAH/LAL-8401; y el interruptor por bajo nivel LSL-8401 el cual actúa parando la bomba de alimentación a Hidrisom GA-101 A/B. Esta bomba también sale de operación al actuar el sistema de protección (interlock) de la unidad, pulsando el botón PB-8701.

Sobre la línea de alimentación al FA-101, convergen dos líneas: la 2"P-8412 la cual se utiliza para drenar los hidrocarburos provenientes del reactor cuando se vaya a reactivar el catalizador y; la otra línea, la 3"P-8614 que se utiliza en el arranque o paro de la Unidad para recircular los hidrocarburos al acumulador FA-101 desde el fondo de la columna agotadora DA-101.

Se tiene la línea de N₂, 2" N-8401, con el fin de inertizar el tanque FA-101 durante el arranque, paro o su mantenimiento.

Del tanque de balance, el refinado es succionado por las bomba GA-101 A/B y enviado hacia el intercambiador de carga a Hidrisom / fondos del agotador de DME (dimetil éter), EA-101 A/F a 33.4 kg/cm², controlando su flujo (4577 BSPD) por medio del FRC-8403, el cual actúan sobre la válvula FV-8403B. En el cabezal de descarga de la bomba se cuenta con el PI-8403 y el analizador de olefinas AR-8401.

La señal de flujo FR-8403, que sale del controlador FRC-8403B se dirige tanto a la válvula FV-8403B como al relacionador controlador RC-8403, que también recibe la señal del registrador de flujo FR-8401 de la línea de entrada de hidrógeno para mantener la relación H₂/HC, en 2.5 enviando una señal al FY-8403A para ajustar el flujo de hidrógeno de alimentación, y mantener la relación, por medio de la válvula FV-8403A.

La corriente de olefinas se precalienta en el intercambiador EA-101 A/F al pasar por el lado coraza de éste. La temperatura se controla en 62°C por medio del TRC-8405 localizado a la salida del cambiador, este control actúa sobre la válvula TV-8405 desviando la carga caliente que pasa por los tubos, proveniente del fondo de la columna agotadora de DME.

A la salida del intercambiador se inyecta la corriente de hidrógeno para hacer la mezcla H_2/HC , esta mezcla fluye al precalentador de carga a hidrisom EA-102 A/H.

La corriente de hidrógeno proviene de la Unidad reformadora, entra a L.B. a $37^\circ C$ y 10.0 kg/cm^2 , pasa al tanque separador de hidrógeno FA-214 en donde se eliminan los líquidos que pudiera traer esta corriente, tanto de H_2O como de hidrocarburos al pasar por el demister del mismo tanque. Los líquidos colectados se envían manualmente al drenaje aceitoso.

El tanque FA-214 cuenta con el indicador de nivel LI-8402 y el interruptor por muy alto nivel LSHH-8402, el cual al accionar manda parar al compresor de hidrógeno GB-101 A/B. Este compresor sale también de operación al actuar el sistema de protección de la Unidad, pulsando el botón PB-8701.

Del tanque separador, el gas hidrógeno es succionado por el compresor GB-101 A/B y es enviado a mezclarse con la corriente de olefinas a la salida del intercambiador EA-101 A/F.

A la descarga del compresor se tiene el totalizador de flujo FQI-8405, el indicador de temperatura TI-8401 y el registrador de flujo FR-8401.

La señalización del registrador de flujo de hidrógeno (FR-8401) se dirige hacia el relacionador controlador de flujos (Hidrógeno / Hidrocarburo, H_2/HC), el RC-8403. En general incrementando esta relación, mejorará la conversión en el reactor pero también se incrementará la saturación de butenos a butanos. El relacionador RC-8403 recibe las señales de la corriente de refinado FRC-8403 y de Hidrógeno FR-8401 para mantener la relación H_2/HC en 2.5, la señal resultante se dirige hacia el selector de señal de sobredominio FY-8403, para finalmente ajustar la abertura de la válvula FV-8403A. El selector de sobredominio FY-8403 recibe dos señales, la proveniente del relacionador RC-8403 y la de la alarma por alta diferencial de temperatura de la cama del reactor. El selector de sobredominio compara ambas señales, si la señal de alta diferencial de temperatura no existe, sale la señal de ajuste del relacionador de flujo RC-8403. En caso de que sí exista la señal de alta diferencial de temperatura se detendrá la señal del relacionador y saldrá la señal de alta diferencial de temperatura del reactor (TDSH-8402 el cual esta calibrado a una $\Delta T=15^\circ C$), para mantener a una determinada abertura la válvula FV-8403A, controlando el flujo de hidrógeno y por ende la reacción. La válvula FV-8403A es la que regula el flujo de hidrógeno mientras que la válvula TDV-8402 es una válvula ON/OFF de corte la cual opera normalmente abierta, y cierra cuando recibe la señal del interruptor por

muy alta temperatura diferencial del reactor TDSHH-8402 calibrado a una $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$.

Sobre la línea principal de hidrógeno se tiene además la línea 3"H-8401 que bypassea al compresor GB-101A/B, la cual se emplea cuando el catalizador del reactor vaya a reactivarse. Así mismo, se tiene la línea 1"H-8406, localizada en la descarga del compresor, que se utiliza durante el arranque de la Unidad para presionar el reactor y la columna agotadora de DME (dimetil éter).

A la salida del intercambiador EA-101 A/F se tiene la línea 3" P-8413 la cual se utiliza para bypassear el reactor enviando las olefinas en forma directa a la columna agotadora de DME, así mismo, se tiene la línea de nitrógeno 1"N-8402 la cual se utiliza para inertizar la sección de reacción y poder girar la figura 8" a la salida del intercambiador. Ambas líneas se utilizan cuando se regenera el catalizador o durante el arranque o paro de la unidad.

Bajo condiciones normales el hidrógeno, como es muy poca la cantidad, se disolverá completamente con los hidrocarburos. La mezcla de H_2/HC pasa al precalentador de carga a hidrisom EA-102 A/H y de aquí al mezclador ME-101.

En la salida del precalentador, se tiene el indicador de temperatura TI-8409, sin embargo, el control de temperatura se efectúa a la salida del mezclador, una vez que la mezcla H_2/HC haya sido homogeneizada por medio del TX-8403 el cual envía su señal al selector HS-8403 y de ahí al controlador TRC-8403 para que controle 57°C (inicio de corrida) regulando la cantidad de vapor de baja al precalentador.

Para catalizador nuevo puede que sea necesario utilizar agua de enfriamiento en el precalentador EA-202 para enfriar la alimentación al reactor, por medio del controlador TRC-8404 y el vapor de baja para calentar ligeramente la carga o el vapor de alta se utilizará cuando se reactive el catalizador del reactor, por medio del controlador TRC-8403. El precalentador EA-102A/H puede operar con vapor de alta, vapor de baja o bien con agua de enfriamiento, dependiendo del caso de operación que se tenga.

El mezclador en línea ME-101 asegura una temperatura uniforme en la corriente, este, está colocado entre el indicador de temperatura TI-8409 y el TX-8403. El mezclador ME-101, es un tubo de 3 1/4" de acero al carbón con 4 placas longitudinales giradas 90° entre ellas lo que provoca una alta eficiencia en el mezclado.

La corriente de H_2/HC que sale del mezclador entra al reactor por la parte lateral superior a través de un tubo distribuidor, desciende por el lecho catalítico y sale por el fondo hacia la columna agotadora de DME. La función del reactor es mejorar la calidad de la corriente de olefinas para su alquilación.

El reactor es un tubo de acero al carbón de 0.915 m. de diámetro y 8.91 m. de longitud. El catalizador, constituido por 4378 kgs de bolas de alumina impregnadas de paladio, cubre una altura aproximada de 7.70 m. esta soportado: por la parte superior por una capa de 15.2 cm de bolas de alumina de $\frac{1}{2}$ " de diámetro y una malla de acero inoxidable 204 y; por la parte inferior abajo de la cama de catalizador, se tiene una capa de 7.6 cm de bolas de cerámica de $\frac{1}{8}$ " de \varnothing , seguida por una capa de 7.6 cm de bolas de cerámica de $\frac{1}{4}$ " de \varnothing y, finalmente una tercera cama de 15.2 cm de bolas de cerámica de $\frac{1}{2}$ " de \varnothing y abajo de las capas de bolas de cerámica se tiene una malla de 10 mesh de acero inoxidable.

Es importante hacer notar que la alimentación al reactor es en fase líquida. Si la alimentación fuera parcialmente vaporizada, se localizarían zonas de una muy alta relación de H_2/HC lo que traería como consecuencia una alta saturación de buteno a butano. Si la alimentación al reactor es totalmente líquida, la corriente será líquida al pasar por el reactor porque el hidrógeno (el componente más ligero) se consumirá progresivamente en la reacción.

Algunos compuestos pueden envenenar o desactivar al catalizador. El monóxido de carbono (CO) tenderá a reducir la actividad del catalizador. Una vez que se detenga la fuente de contaminación de CO, el catalizador llegará a estar nuevamente activo. La probable fuente de contaminación con el monóxido de carbón es la alimentación de hidrógeno. La pasivación, por el CO puede compensarse por el incremento en la temperatura del reactor o un incremento en la adición de hidrógeno.

La contaminación con azufre se comporta de la misma manera que el CO. Generalmente, un incremento de 2 a 5°C en la temperatura del reactor será suficiente para compensar la presencia de azufre y CO.

El catalizador del reactor se irá desactivando por la acumulación gradual de compuestos de azufre y carbón sobre su superficie. Cuando se llega a tener una gran cantidad de carbón sobre el catalizador, se debe parar la unidad y enviar el catalizador para que se elimine el carbón. La operación de eliminación del carbón se conoce como Regeneración del Catalizador.

Esta unidad no esta equipada para efectuar la remoción del carbón **in situ**, sin embargo, si se puede eliminar el azufre circulando inversamente una corriente de hidrógeno caliente, siendo necesario sacar de operación el reactor, bypasseandolo, mientras la unidad permanece operando, a esta operación se le conoce como Reactivación del Catalizador.

Esta unidad está diseñada para regenerarse cada dos años y entre seis meses y un año para su reactivación.

Con el fin de detectar rápidamente la caída de presión a través del lecho catalítico se tiene el registrador PDR-8402, además para proteger al catalizador por un incremento súbito de temperatura se tiene el TDI-8402 el cual envía su señal a los interruptores: por alta diferencial de temperatura del lecho, TDSH-8402 y muy alta diferencial del lecho catalítico TDSHH-8402

El TDSH-8402 esta calibrado para que actúe con una $\Delta T=15^{\circ}\text{C}$ alarmando y ajustando la abertura de la válvula de control de flujo de hidrógeno al reactor por medio de la válvula FV-8401. Mientras el TDSHH-8402 esta calibrado a una $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$, enviando su señal para alarmar y cerrar la válvula de corte de suministro de hidrógeno TDV-8402.

El catalizador del reactor se irá desactivando por la acumulación gradual de compuestos de azufre, sin embargo, estos pueden ser eliminados reactivando el catalizador, circulando inversamente una corriente del hidrógeno caliente, siendo necesario sacar de operación el reactor bypasseandolo, mientras la unidad permanece operando.

Puede ser necesario una reactivación más frecuente si el azufre en la alimentación es más alto que lo esperado.

Para llevar a cabo la reactivación del catalizador se tienen las líneas: 3" P-8414; la cual sirve para cambiar el flujo de entrada al reactor de la parte superior a la parte inferior; y la línea que sale lateralmente por el domo del reactor 3"P-8417 que sirve para enviar el hidrógeno de barrido con hidrocarburos al cabezal de desfogue (por la línea 3" FH-8401) o bien enviar el hidrógeno caliente con los compuestos de azufre desprendidos al cabezal de gas combustible (por la línea 3" P8416) controlando la presión a $5.29\text{ kg/cm}^2\text{ man}$.

Ya que la saturación del buteno es una reacción exotérmica y se lleva a cabo rápidamente a altas temperaturas, existe la posibilidad de un descontrol de la reacción. Este descontrol de la reacción puede suceder si existen cantidades considerables de hidrógeno y butenos. En operación normal existe muy poco hidrógeno presente el cual será rápidamente consumido y el descontrol se detendrá inmediatamente. Como la reacción se lleva a cabo en fase líquida, mientras se incrementa la temperatura los hidrocarburos absorberán el calor de reacción vaporizándose, esto tenderá a estabilizar dicho descontrol.

Al suspender el hidrógeno, el hidrógeno que quede en el reactor se consumirá rápidamente y el incremento de temperatura se detendrá. En cambio el flujo de hidrocarburos continuará con el fin de que actúe como quench, enfriando el reactor.

Ya que la operación del reactor sin flujo de hidrogeno reducirá la actividad del catalizador, es mejor no dejar que la temperatura se incremente de manera que active el disparo por alta diferencial. De cualquier manera si esto ocurriera, mucha de la actividad del catalizador puede recuperarse por la reactivación del catalizador.

Para tener un buen control durante la reactivación del catalizador, se tiene la siguiente instrumentación sobre la línea de hidrógeno caliente, que va al cabezal de gas combustible el indicador de temperatura TI-8410 y el controlador de presión PRC-8401 el cual actúa sobre la válvula PV-8401.

La corriente normal del proceso que sale del reactor, a 67°C y 29.3 kg/cm². fluye del calentador de carga al agotador EA-103 en donde se calienta hasta 125°C al pasar por el lado coraza e intercambiar calor con la corriente de vapor de baja que pasa por los tubos. El control de la temperatura se efectúa por medio del TRC-8501, localizado a la salida del calentador, el cual actúa sobre la válvula TV-8501 que regula el flujo de vapor a la entrada del calentador.

Una vez que se ha calentado la corriente se alimenta al plato No. 39 de la columna agotadora de DME, DA-101, controlando previamente su presión de alimentación en 29 kg/cm² , por medio del PRC-8503 que actúa sobre la válvula PV-8503.

Columna Agotadora de DME, DA-101.

El propósito de la columna DA-101 es separar por el domo los ligeros, (hidrógeno, DME y vapor de agua) dejando en el fondo, las olefinas que se alimentarán a la sección de reacción.

La columna está constituida por 50 platos de tipo válvula. El plato No. 39 es un plato chimenea que tiene una extracción lateral por donde se extrae el agua y el DME, colectándose en el tanque de agua del agotador FA-103 el cual cuenta con indicación local de nivel (LG-8503) y remota (LR-8503) esta última, con alarma por alto nivel para avisar cuando se tenga alto nivel para drenar el tanque manualmente.

Las condiciones de operación de la columna son: 59°C y 15.8 kg/cm² , en el domo y; 101°C y 16.2 kg/cm² , por el fondo.

A la corriente gaseosa sale por el domo, se le inyecta una corriente de agua tratada con el fin de lavar y absorber la mayor cantidad de DME que sea posible.

El agua tratada que se inyecta proviene de L.B., las condiciones a las que entra son: 100°C y 35.0 kg/cm² , cuenta con el totalizador de flujo FQI-8504 y el indicador de presión PI-8504. El agua de lavado se hace pasar a través del enfriador de agua de proceso EA-229A/B, en donde se enfría hasta 40°C para finalmente introducirse al proceso control de flujo (453.16 kg/hr) por medio del FRC-8501, el cual controla la válvula FV-8501.

La corriente de gases que sale del domo de la columna junto con el agua de lavado, pasa al condensador EA-105, enfriándose hasta 51°C indicado por el TI-8506, el condensado se colecta en el acumulador de la columna agotadora FA-102. La presión en este acumulador,(15.5 kg/cm² m), se controla por medio del PRC-8501, el cual actúa sobre la válvula PV-8501 enviando el exceso de incondensables (hidrógeno, DME, etc.) al cabezal de gas combustible.

El tanque acumulador FA-102 cuenta con las líneas: 2"P-8415, la cual sirve para presionar con H₂ el tanque acumulador y la columna durante el arranque; y la 2"N-8501 de N₂ para inertizar esta parte de la sección.

El nivel del acumulador FA-102 se controla por medio del LRC-8501 el cual actúa en cascada con el control de flujo del reflujo FRC-8502 (29,371 kg/hr), a la columna agotadora.

Para separar el agua de lavado junto con el DME, el FA-102 tiene una bota separadora, controlándose el nivel en esta por medio del control LR-8502 el cual actúa sobre la válvula automática LV-8502 (on/off) enviando el exceso de líquido acumulado al drenaje.

La bota cuenta con las alarmas por alto y bajo nivel LAH/LAC-8502.

Todo los hidrocarburos condensados colectados en el acumulador son retornados a la columna como reflujo por medio de la bomba GA-102 A/B controlando el flujo por medio del control en cascada LRC-8501/FRC-8502.

El calor necesario para efectuar la separación en la columna, es proporcionado por el rehervidor interno EA-104 cuyo haz de tubos está inmerso en la columna.

El control de temperatura de la columna se efectúa controlando la temperatura del plato No. 5 por medio del TRC-8503 el cual actúa en cascada con el FRC-8503 de flujo de vapor de baja al rehervidor EA-104.

Con el fin de tener un mejor control en el perfil de temperatura de la columna, se cuenta con los indicadores: TI-8504 abajo del plato No. 1; TI-8502 en el plato No. 45 y; TI-8507 localizado en el domo a la salida de vapores de la columna.

Por el fondo de la columna, sale la corriente de olefinas a 101°C y 16.2 kg/cm^2 , y se dirige hacia el intercambiador alimentación/fondos, EA-101 A/F, pasa por el lado tubos y se enfría hasta 89°C . El control de temperatura en este intercambiador se efectúa sobre la salida de la corriente de alimentación al reactor (lado coraza) por el TRC-8405 el cual actúa sobre la válvula TV-8405 que bypassea la corriente de olefinas (por el lado tubos) del cambiador. La temperatura de salida de olefinas se conoce por el indicador TI-8407.

Después del EA-101 A/F, la corriente fluye al enfriador EA-106 A/B (por el lado coraza), el flujo a éste se controla a la salida del mismo por medio del FIC-8404 el cual actúa en cascada con el nivel de la columna agotadora LRC-8504, se enfría hasta 37°C (TI-8406) y se dirige a la sección de alimentación de hidrocarburos.

DME STRIPPER FEED HEATER
 $Q_{DES} = 3.042 \text{ MMBTU/H}$

PROCESS WATER COOLER
 $Q_{DES} = 0.108 \text{ MMBTU/H}$

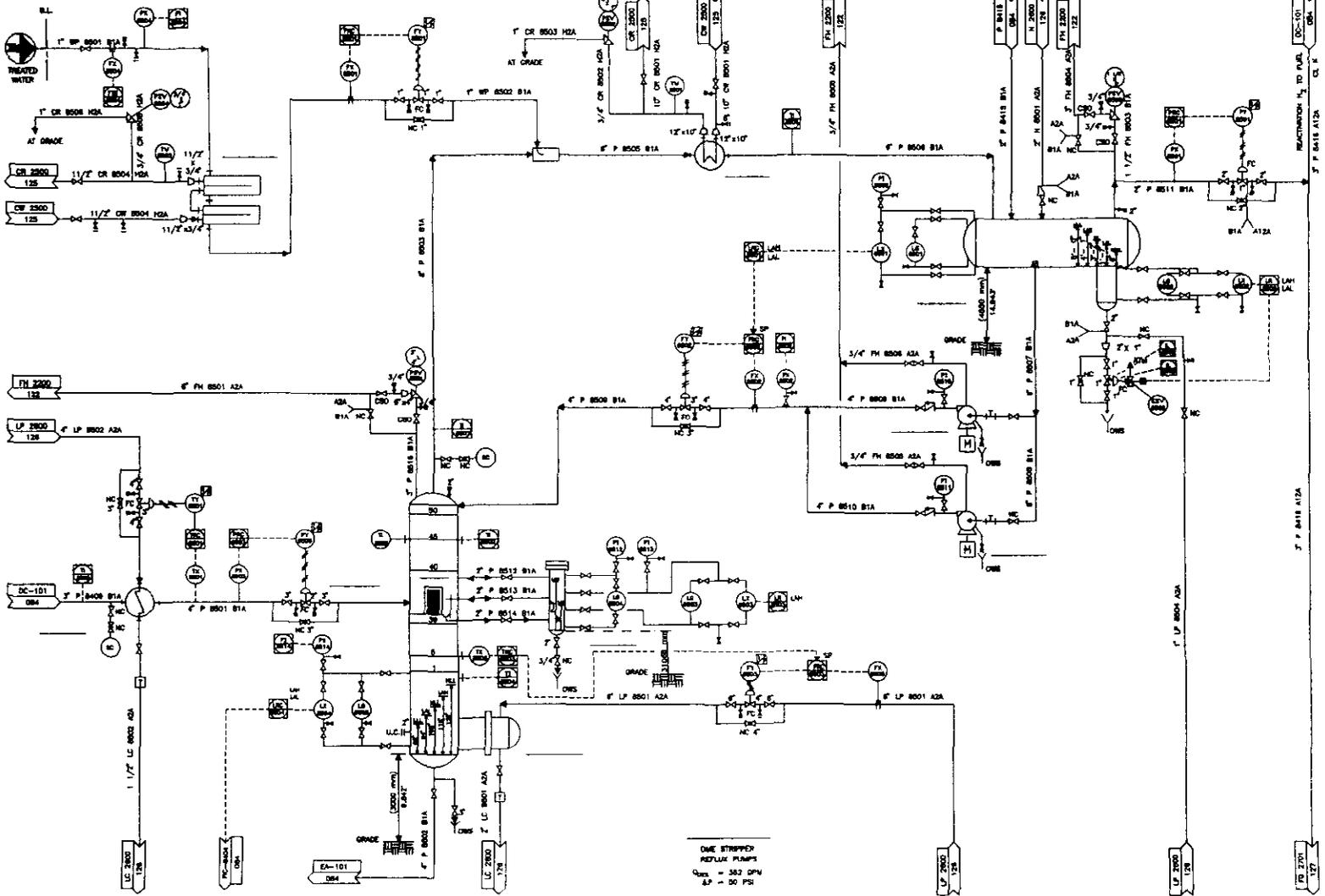
DME STRIPPER
 LD = 9'-0" (2743 mm)
 T-T = 120'-0" (36576 mm)

DME STRIPPER WASH KID
 LD = 0'-10" (284 mm)
 T-T = 4'-0" (1219 mm)

DME STRIPPER ACCUMULATOR
 LD = 0'-0" (284 mm)
 T-T = 3'-0" (914 mm)

DME STRIPPER REHEATER
 $Q_{DES} = 7.426 \text{ MMBTU/H}$

DME STRIPPER CONDENSER
 $Q_{DES} = 6.285 \text{ MMBTU/H}$



DME STRIPPER REFLEX PUMPS
 100 = 100 GPM
 50 = 50 GPM
 25 = 25 GPM

PLANTA DE ALBURACION
DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
TORRE AGOTADORA DE DME
DIBUJO NO 02

Sobre la línea de salida de producto de la sección al igual que en la línea de salida de vapores del domo de la columna se cuenta con tomas de muestra para poder analizar las corrientes y verificar que en el fondo de la columna, la concentración de oxigenantes orgánicos no sea mayor de 35 ppm.

La columna cuenta además con el indicador local de nivel LG-8505 y el indicador con señal local y remoto de presión PI-8514.

D.1.2 Sección de alimentación de hidrocarburos (Ver Dib. DTI N0.-03)

La finalidad de esta sección es mezclar y eliminar la humedad a las diferentes corrientes de alimentación para enviarlas a la sección de reacción de alquilación.

Aquí convergen las dos corrientes principales de alimentación de olefinas y la de isobutanos de reposición. Una de las corrientes de olefina, la que proviene de la Unidad MTBE pasa primero a la sección de hidrisom para isomerizarse y eliminarle los componentes ligeros que puede traer; la otra corriente que proviene de la Unidad FCC, esta corriente de FCC se une con la corriente de isobutano de reposición, ambas corrientes se secan y se mezclan con la corriente isomerizada de MTBE proveniente de la sección de hidrisom y con la corriente de recirculación de iC_4 para dirigirse a la sección de reacción.

La carga proveniente de la Unidad FCC entra a L.B., a 38°C y 13.4 kg/cm², su flujo (496.04 m³ std) se controla por medio del FRC-8603, sus condiciones de entrada se conocen por lo siguiente instrumentación; el TI-8609; el PI-8606; y el totalizador de flujo FQI-8608. Controlada la carga, fluye hacia el tanque de balance de alimentación de butilenos FA-201.

También se cuenta con una toma de muestra en la línea de alimentación dentro de L.B. con el fin de analizar la carga de FCC,

El tanque FA-201 cuenta con una bota separadora, para separar parte del agua que trae la corriente de FCC, drenando manualmente el agua que se acumule, verificando el nivel localmente en el LG-8604.

El nivel de hidrocarburos del tanque se controla por medio del LRC-8602 el cual opera en cascada con el controlador de flujo FRC-8603 de alimentación al mismo tanque.

El tanque cuenta además con la siguiente instrumentación para su mayor control: los indicadores de presión tanto local como remoto PI-8609 y PI-8603 respectivamente; el indicador local de nivel LG-8603, y la válvula de relevo PSV-8607.

Las condiciones de operación del tanque FA-201 son 38°C y 3.8 kg/cm².

Las olefinas del tanque de balance son tomadas por la bomba de alimentación de butílenos GA-201 A/B y enviadas, a 38°C y 16.8 kg/cm², a control de flujo por medio del FRC-8604 (496 m³ std) hacia el secador de carga olefínica FF-201 A/B, previo mezclado con el isobutano de reposición.

La bomba GA-201A/B está unida al sistema de protección de esta planta, saliendo de operación al actuarse el interlock de paro. Además en el cabezal de descarga de éstas, cuenta con un indicador de presión PI-8604.

El isobutano de reposición proveniente de la Unidad Fraccionadora de Gases, entra a L.B. a 38°C y 7.6 kg/cm², se controla su flujo (234 m³ std) por medio del FRC-8601 y se envía al tanque de balance de alimentación de isobutano FA-203. Las condiciones en L.B. de esta corriente se conocen por el TI-8608; el PI-8605; el totalizador de flujo FQI-8607 y el controlador de flujo FRC-8601.

También se cuenta con una toma de muestra en la línea de alimentación dentro de L.B. con el fin de analizar la carga fresca de isobutanos.

Las condiciones de operación del tanque FA-203 son 38°C y 3.9 kg/cm².

Este tanque cuenta con una bota separadora en el fondo del mismo, para separar parte del agua que trae esta corriente. El agua acumulada es drenada manualmente verificando el nivel en el indicador local de la bota LG-8602.

El nivel del tanque FA-203 se controla por medio del controlador C-8601, el cual opera en cascada con el controlador de flujo de alimentación al mismo FRC-8601.

El tanque cuenta además con la siguiente instrumentación complementando su control: el indicador local de nivel LG-8601, los indicadores de presión local y remoto PI-8606 y PI-8601, respectivamente; y la válvula de relevo PSV-8601.

Sobre la línea (2"-P-8601), de alimentación al tanque FA-203, converge la línea 2"P-9228 la cual se utilizará para recircular el isobutano en el arranque. Además sobre el tanque se cuenta con la línea de N₂, 2"-N-8602 para inertizar este equipo durante el arranque o paro de la Unidad.

El isobutano es tomado por la bomba de alimentación de isobutano GA-203 A/B y enviado a 38°C y 16.8 kg/cm²., a control de flujo (234 m³ std) por medio del FRC-8602, al secador de carga olefínica FF-201 A/B previo mezclado con la corriente de butilenos proveniente de la Unidad FCC.

La bomba GA-203 A/B esta enlazada al sistema de protección, saliendo de operación al pulsarse el botón PB-8701.

La mezcla de butilenos-isobutano entra al secador de carga olefínica FF-201 A/B por la parte inferior y fluye ascendentemente saliendo por la parte lateral superior del secador.

Secador FF-201 A/B.

Se tienen dos secadores: el FF-201A y el FF-201B. De los secadores, uno opera mientras el otro se regenera, o permanece en espera de entrar en operación. Cada ciclo de operación es de 24 horas.

Cada secador absorbe aproximadamente 72.6 kg de agua antes de regenerarse.

Cada secador contiene una cama de 4724 mm. de alumina activada (4252.2 kg aprox) de 3/16" de ø, soportada tanto en la parte superior como inferior por bolas de alumina de 13 mm. de ø.

Por cada cama de 152 mm. de alumina, los secadores cuentan con los indicadores de presión diferencial PDI-8608 y PDI-8609.

La regeneración de cada secador se efectúa por medio de un sistema cerrado de circulación de olefinas-iC₄. En el proceso de regeneración la carga se calienta antes de fluir en forma descendente por la cama de alúmina activada, haciendo que esta desabsorba la humedad. en forma descendente por el lecho de alumina. La corriente que sale del secador se enfría y se recircula de nueva cuenta hacia los secadores para continuar la regeneración.

El sistema de regeneración de los secadores consta del tanque coalescedor de carga olefínica de regeneración FA-202, el cual se llena con la misma carga que va a los secadores, por medio de la línea 3"P-8633, hasta su nivel normal de operación. Este tanque opera a 3.8 kg/cm² , y 38°C.

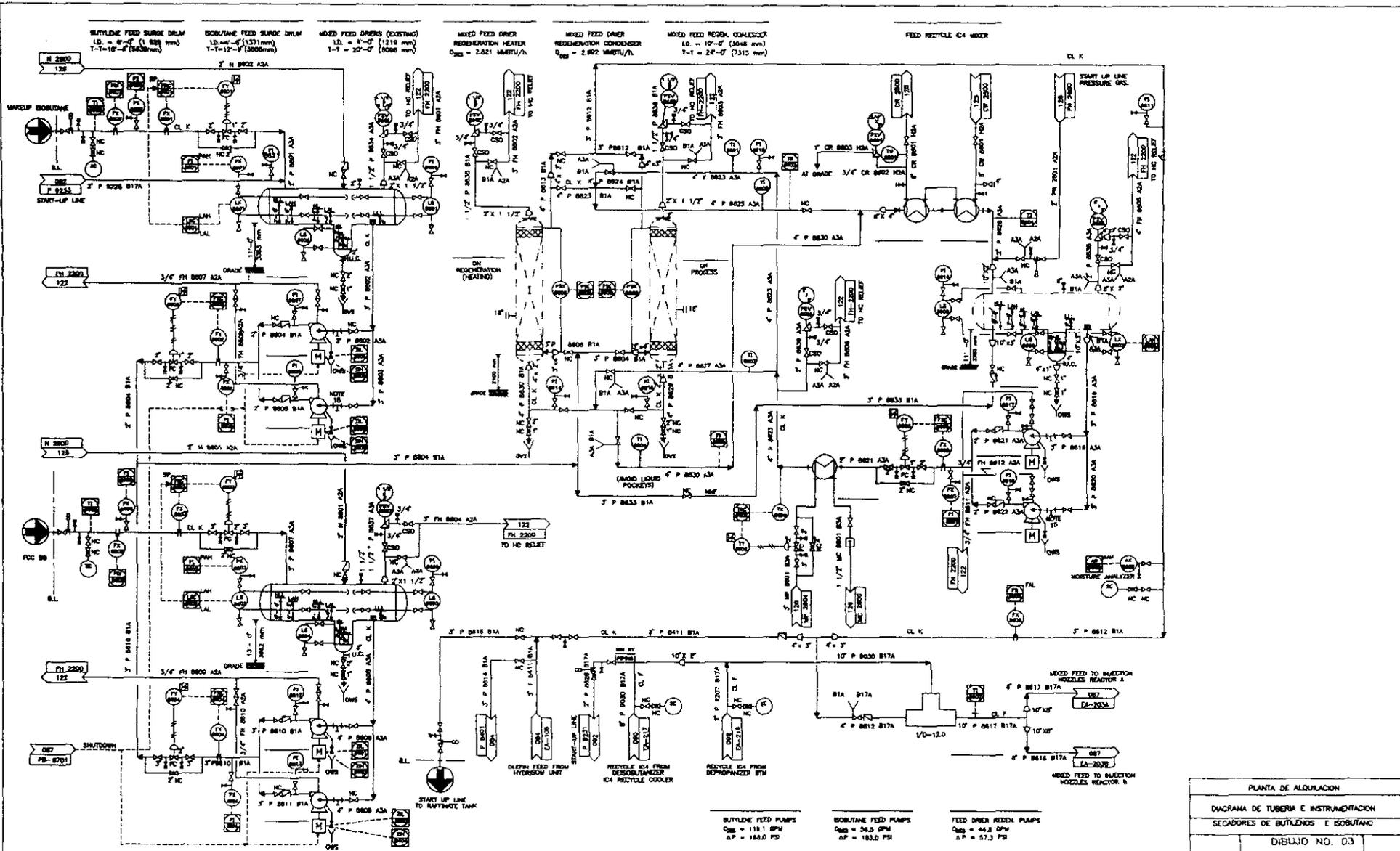
La mezcla olefínica es succionada del tanque FA-202 por la bomba GA-202 A/B, en la descarga se controla su flujo (7.73 m³ std/hr) por medio del controlador FRC-8605 el cual actúa sobre la válvula FV-8605, después fluye hacia el calentador de carga olefínica de regeneración EA-201 en donde se calienta hasta 190°C, por medio una corriente de vapor de media. El control de temperatura se efectúa a la salida del calentador (del lado coraza de la mezcla) por medio del TRC-8606 el cual acciona la válvula TV-8606 regulando el suministro de vapor de media a la entrada, por el lado tubos del calentador.

La mezcla caliente se dirige al secador a regenerar por la parte superior de este, pasa por el lecho y sale por la parte inferior, para enfriarse en el condensador de carga olefínica de regeneración EA-202 A/B hasta 38 °C, para finalmente retornar al tanque FA-202.

Este tanque tiene una pierna separadora en donde se acumula el agua desprendida durante la regeneración la cual se drena manualmente. La pierna cuenta con la alarma por alto nivel LAH-8603 para avisar al personal y efectúe el drenado manualmente. Para la etapa de enfriamiento en la regeneración se tiene la versatilidad el poderlo efectuar ya sea en forma descendente (circuito normal de regeneración) o bien en forma ascendente utilizando las líneas 4"P-8627 y 4"P-8625.

Una vez que el secador que ha sido regenerado, entrará en operación una vez que se haya enfriado el lecho de alumina.

Continuando con el proceso, la mezcla de olefinas-isobutano entra por la parte inferior al secador que está operando o que ha sido regenerado, la alumina activada absorbe la humedad que trae la mezcla de hidrocarburos, finalmente la mezcla sale por la parte superior de los secadores y pasa por un filtro tipo "Y" para eliminar cualquier basura o partícula de alumina que se haya generado por la atricción. A la salida del filtro, se tiene el analizador de humedad AR-8602 el cual determina la humedad que tiene la mezcla a la salida de los secadores y con lo cual se puede decidir si es necesario cambiar y regenerar el secador que esta operando. Así mismo, se cuenta con una toma de muestra para analizar las corrientes y poder corroborar el dato con el que proporcione el analizador en línea.



Después de pasar por el analizador, la corriente es cuantificada por el FR-8606 (30.4 m³ std/hr) antes de unirse con la corriente de olefinas provenientes de la sección de hidrisom. Una vez que se une con la corriente de hidrisom, la corriente resultante fluye al mezclador de isobutano de reciclo ME-201, en donde las dos corrientes se unen a una tercera corriente, formada por los iC₄ de recirculación provenientes de las columnas desisobutanizadora y depropanizadora.

La mezcla de iC₄'s (isobutanos) y C₄'s (olefinas) sale del mezclador a 38°C y 12 kg/cm² m., dividiéndose en dos para entrar finalmente a la sección de reacción.

D.1.3 Sección de Reacción (Ver dib. DTI N0-04/05).

En esta sección se lleva a cabo la reacción alquilación de la mezcla de isobutanos-butilenos en presencia de H.F.

La sección de reacción comprende el enfriador de ácido EA-203 A/B, las líneas de levantamiento o "tubos reactores" y el asentador de ácido DA-201.

En la alimentación de hidrocarburos totales a los reactores, la relación de volumen de isobutano respecto a las olefinas es de 12: 1 (iC₄'s/C₄'s).

A las dos corrientes de hidrocarburos que se dividen a la salida del mezclador ME-201 se les ajusta su flujo (4352 m³ std por c/u) manualmente por medio de unas válvulas de globo que están sobre la línea, verificando dicho flujo en los FI-8701 y FI-8702, para que fluyan a los enfriadores de ácido EA-203 A/B. Antes de la entrada a los enfriadores se tiene las válvulas operadas por motor eléctrico aire POV-8706 y POV-8711 de corte de suministro de hidrocarburos, las cuales cierran al actuar el sistema de protección que tiene implementada esta unidad.

Los hidrocarburos entran por el lado coraza de los enfriadores EA-203 A/B, mientras que el agua de enfriamiento fluye por el lado tubos.

La función del enfriador EA-203 A/B es eliminar el calor generado en la reacción. Ya que el ácido se recircula del asentador a los enfriadores. El enfriador es de dos pasos de tubos en "U". El envoltorio se extiende más allá de los tubos en "U" para permitir la instalación interna de un haz de 22 tubos ascendentes en donde se mezclan los hidrocarburos con el ácido fluorhídrico para que la mezcla fluye hacia los tubos reactores.

Con el fin de tener un mejor control de la temperatura en estos enfriadores se tiene indicación tanto a la entrada como a la salida en el lado tubos (agua de enfriamiento), así como en la salida del lado coraza y en la misma coraza.

El agua de enfriamiento de retorno que sale de los enfriadores EA-203 A/B se utiliza en otros equipos como agua de enfriamiento. Para prevenir algún peligro en caso de una fuga interna en los enfriadores a la salida del lado tubos (agua de retorno), en cada enfriador se tiene una toma de muestra para verificar con "Papel Tornasol" que no exista fuga de ácido de la coraza hacia los tubos, ésta verificación debe efectuarse cada 4 horas. En caso de que se detecte la presencia de ácido, la Unidad debe parar tan pronto como sea posible y reparar el enfriador de ácido para prevenir mayores consecuencias.

La diferencia de temperatura entre la tubería elevada o tubos reactores antes de entrar al asentador (TI-8702 y TI-8703) y el enfriador (en la coraza TI-8709 y TI-8706) debe ser de 4 a 5°C y la diferencia de temperatura de los hidrocarburos en el asentador será de 7 °C más alta que la temperatura del ácido debido al calor removido por la condensación de los vapores de la columna agotadora de ácido.

Por el extremo superior del lado coraza de cada cambiador, sale una línea de 28" de \varnothing , la cual tiene una longitud de 9144 mm. y se extiende de la salida del enfriador hasta la entrada del asentador, cada una de estas líneas es un reactor, conocido como tubo reactor, ya que a lo largo de ellos se efectúan las reacciones de alquilación, siendo reacciones instantáneas. El tiempo de residencia de los hidrocarburos en el reactor es de aproximadamente 20 seg.

Los hidrocarburos con el HF entran al asentador de ácido DA-201 a 40°C y 8.5 kg/cm².

Entrando al asentador, la mezcla de hidrocarburos/HF, se separa en dos fases: la fase pesada, constituida por el HF, se asientan en el fondo regresando a los enfriadores de ácido EA-203 A/B, a través de dos líneas de 20" de diámetro en donde se remueve el calor generado en la reacción, este HF se recircula y es lo que se utiliza como catalizador. La función del HF es la de fungir como catalizador en la reacción. La circulación de ácido a través de enfriadores EA-203 A/B, los tubos reactores y el asentador es causada por la diferencia en la densidad del ácido entre la tubería de salida del fondo del asentador y los tubos reactores.

La gravedad específica del ácido en la tubería de salida del fondo es de aproximadamente 0.95, mientras que la mezcla de ácido-hidrocarburos en los tubos reactores es de cerca de 0.88 lo cual es una diferencia suficiente para inducir una circulación de ácido de 4 veces el flujo total de hidrocarburos hacia el reactor, por lo tanto, la relación volumétrica líquida ácida/hidrocarburos es de 4 a 1.

Asentador de Acido DA-201.

El asentador de ácido es un recipiente vertical de 13.411 m. de altura, el cual está elevado a unos 8 m. sobre los dos enfriadores de ácido EA-203 A/B.

Esta equipado con tres platos tipo tamices. Los platos tamiz reducen el contenido de fluoruros orgánicos de la corriente de hidrocarburos ascendentes, debido a la mayor área de contacto, además del contacto adicional que proporciona la corriente de ácido regenerado que retorna al asentador arriba del plato No. 2. Esta corriente de ácido regenerado proviene de la columna regeneradora de ácido y entra al asentador a 148°C y 9.5 kg/cm², con un flujo de 2388.82 m³ std/día (en fase vapor).

Antes de que entre al agotador se controla su presión por medio del PRC-8702 el cual actúa sobre la válvula PV-8702, junto a la válvula PV-8702 corriente arriba se tiene la válvula de protección POV-8702 de corte de suministro la cual cierra debido al accionamiento del interlock de protección de la unidad. El material, tanto de las válvulas como la tubería (6"P-8801) es de monel, resistente al HF.

Por otro lado, al asentador entra, arriba del plato tamiz No. 3, una corriente de ácido de alta pureza proveniente de las botas separadoras de ácido de los tanques de reflujo de las columnas desisobutanizadora y agotadora de propano. Sus condiciones de entrada al asentador son: 43°C, 8.3 kg/cm² con un flujo de 2.42 m³ std/día.

La fase ligera separada en el asentador, constituida por los hidrocarburos productos, sale normalmente por la boquilla superior del asentador, es succionada por la bomba GA-207A/B y es enviada como alimentación a la columna desisobutanizadora DA-203. En caso de una emergencia, los hidrocarburos saldrán por la boquilla inferior abajo del plato No. 1 del asentador y debido a la abertura de la válvula POV-8703 la cual actuará por accionamiento del interlock de protección de la unidad.

El nivel de la fase de hidrocarburos se conoce por el registrador LR-8701, en campo, adicionalmente se cuenta con un manifold de válvulas (16 válvulas

trycock a diferentes alturas igualmente espaciadas a 457 mm. entre cada una para determinar el nivel). El nivel normal de hidrocarburos debe estar alrededor de la 12a. válvula trycock. Como medida de protección se tiene el interruptor por bajo nivel LSL-8705 cuya señal después de 3 min. sale para parar la bomba GA-207 A/B que este operando, suspendiendo la salida de hidrocarburos del asentador. (Para que la bomba GA-207A/B pare automáticamente, es necesario que exista además de la señal de bajo nivel LSL-8705, la señal del botón de accionamiento de interlock de vaciado de HF. dumplogic).

El registrador de nivel LR-8701 cuenta con las alarmas por alto y bajo nivel LAH/LAL-8701. Como protección y por seguridad de un alto nivel, se tiene localizado, por otro lado el detector nuclear con la alarma por muy alto nivel LAHH-8702.

El nivel de la fase pesada, constituida por HF, es monitoreado por el registrador LR-8703, localmente por un manifold de válvulas (7 válvulas trycocks) a diferentes alturas. El nivel normal de HF debe estar entre la 5a. y la 6a. válvula trycock.

Los niveles de ambas fases se deben de verificar en campo (por medio de los manifold de válvulas trycock) por lo menos 2 veces por turno.

El asentador cuenta además con la instrumentación complementaria para la buena operación y seguridad de este equipo, esta es: los indicadores de presión locales para el domo y fondo PI-8708 PI-8709 respectivamente, e indicación remota del domo PR-8701 así como las válvulas de seguridad PSV-8701A Y PSV-8701B de relevo hacia el cabezal de relevo ácido.

El nivel de ácido es prácticamente constante pero presenta pérdidas con el tiempo, por lo que el nivel debe reponerse cuando el ácido esté abajo de la 4a. válvula trycock, reponiendo de los tanques de carga de ácido FB-202 A/B hasta que el nivel se encuentre entre la 5a. y 6a. válvula. El volumen entre cada una de las válvulas trycocks corresponde a 1880 kg o 1.86 m³. La estimación de ácido requerido es de 537.5 kg/día.

Por el fondo de los enfriadores de ácido, aproximadamente a la mitad de la coraza, sale una parte de ácido para regenerarse, a la salida de estos, se tienen las válvulas de corte, POV-8708 y POV-8710 para el EA-203A y B respectivamente, las cuales cierran en caso de emergencia debido al accionamiento del botón de interlock de vaciado de HF.

El ácido que sale de los enfriadores fluye hacia la bomba GA-204 para enviarlo hacia la columna regeneradora de ácido DA-202.

Normalmente una de las dos válvulas a la salida del ácido a regeneración (la POV-8708 ó POV-8710) permanece abierta mientras la otra permanece cerrada y la bomba GA-204 succiona de un solo lado, cada semana se debe de cambiar la succión de una a otra válvula.

Sistema de Interlock de la Sección de Reacción.

Esta sección cuenta con un sistema de protección para el caso de una fuga u otra emergencia, el cual actúa vaciando todo el ácido de reacción y los hidrocarburos del asentador hacia el tanque del almacenamiento de ácido FB-201.

El sistema de protección o interlock actúa al accionar en el S.C.D. el botón de del sistema de vaciado PB-8701 desencadenando las siguientes acciones:

1. Cierra las válvulas de suministro de hidrocarburos al reactor POV-8706 y POV-8711.
2. Abre la válvula POV-8703 de la salida inferior de hidrocarburos del asentador hacia la bomba GA-207 A/B.
3. Abre las válvulas de transferencia de ácido POV-8707 y POV-8709 a la salida de los enfriadores EA-203 A/B.
4. Abre la válvula POV-8705 de entrada al tanque de almacenamiento de ácido FB-201. Como condición para que esta válvula abra, no debe existir alto nivel en el tanque FB-201 (LAH-8704).
5. Para la bomba GA-204 de alimentación de ácido hacia la columna regeneradora de ácido DA-202.
6. Cierra las válvulas de suministro de ácido POV-8708 ó POV-8710 (la que este abierta) hacia la bomba GA-204.
7. Abre la válvula POV-8704, corriente abajo del control de presión PRC-8704 del FB-201.
8. Cierra la válvula POV-8701 de ácido colectado en las botas separadoras de los acumuladores de C₃ e iC₄, FA-207 y FA-206, respectivamente.

9. Cierra la válvula POV-8702 de ácido regenerado proveniente de la torre DA-202.
10. Para la bomba GA-207A/B. Esta bomba tiene como condición para que pare que exista la señal del botón de paro PB-8701 así como la señal proveniente del retardador de tiempo de 3 minutos del bajo nivel LSL-8705 de hidrocarburos al asentador.

Los puntos anteriores son sobre los que actúa para esta sección, sin embargo también actúa sobre otros equipos que no son de la sección como son:

11. Para el compresor de hidrógeno GB-101 A/B.
12. Para la bomba de alimentación a hidrisom GA-101 A/B.
13. Para la bomba GA-201 A/B de alimentación de butilenos.
14. Para la bomba de alimentación de isobutanos GA-203 A/B.
15. Cierra la válvula FV-9001 de iC_4 de recirculación del tanque FA-206 al mezclador ME-201.
16. Cierra la válvula FV-9203 de iC_4 de recirculación de la columna DA-204 al mezclador ME-201.
17. Cierra la válvula POV-8801 de corte de reflujo a la columna regeneradora de ácido DA-202.
18. Cierra la válvula POV-8802 de corte de suministro de isobutano de agotamiento a la columna regeneradora de ácido DA-202.

Para restablecer la operación de la unidad se tiene el interruptor de reposición HSS-8701, el cual retorna a posición normal todas las válvulas y permite que las bombas y compresores puedan ponerse en operación.

Las válvulas POV-8702, POV-8703, POV-8704, POV-8705, POV-8706, POV-8708, POV-8710, POV-8711, POV-8801 y POV-8802, cuentan además con botoneras de apertura y cierre para accionarse independientemente al sistema de vaciado de protección, sin embargo, no interfieren con el sistema de protección, pues el sistema de protección tiene predominio sobre las válvulas.

Las razones por las cuales estas válvulas cuentan con botoneras independientes son:

- La válvula POV-8703 es necesario abrirla y cerrarla durante el arranque y paro de la Unidad.
- Las válvulas POV-8708 y POV-8710 se deben alternar cada 8 días aproximadamente para que no se peguen. Normalmente una es la que alimenta a la bomba GA-204.
- Las válvulas POV-8702, POV-8708, POV-8710, POV-8801 y POV-8802 son necesarios cerrarlas cuando la columna regeneradora de ácido salga de operación y abrirlas cuando sea necesario para volverla a ponerla en operación la columna.
- La válvula POV-8704 hay que cerrarla ya que cuando actúe el sistema de protección, ésta abrirá pero una vez que el FB-201 sé depresione hay que cerrarla.
- Es necesario cerrar la válvula POV-8705 si solo se quiere vaciar el HF del asentador sin hidrocarburos.
- Las válvulas POV-8706 y POV-8711 es necesario cerrarla en un paro donde no haya sido necesario vaciar el asentador.

Las POV's anteriores además de las botoneras de abertura y cierre, cuentan con indicaciones luminosas de su posición, listándose a continuación:

VALVULA	BOTON DE ABERTURA	BOTON DE CIERRE	INDICACION LUMINOSA DE POSICION	
			ABERTURA (VERDE)	CIERRE (ROJO)
POV-8701	-----	-----	IL-8702	IL-8701
POV-8702	HST-8706	HSS-8706	IL-8704	IL-8703
POV-8703	HST-8704	HSS-8704	IL-8706	IL-8705
POV-8704	HST-8707	HSS-8707	IL-8718	IL-8707
POV-8705	HST-8705	HSS-8705	IL-8710	IL-8709
POV-8706	HST-8708	HSS-8708	IL-8712	IL-8711
POV-8707	-----	-----	IL-8714	IL-8713
POV-8708	HST-8702	HSS-8702	IL-8716	IL-8715
POV-8709	-----	-----	IL-8718	IL-8717
POV-8710	HST-8703	HSS-8703	IL-8720	IL-8719
POV-8711	HST-8709	HSS-8709	IL-8722	IL-8721
POV-8801	HST-8801	HSS-8801	IL-8802	IL-8801
POV-8802	HST-8802	HSS-8802	IL-8804	IL-8803

Para reponer el nivel de ácido en el asentador, es necesario parar la bomba GA-204, cerrar su válvula de succión (válvula POV-8708) y sacar de operación el vaporizador EA-204.

El ácido fresco de reposición se introduce por la línea 2" HF-8904 conectándose con la línea de 2"P-8715 y se repondrá ácido introduciéndolo en sentido inverso por la línea 2"P-8715 o por la línea 2"P-8716 en sentido inverso hacia los enfriadores EA-203A/B.

La bomba GA-204 tiene un sistema de flushing a base de iC_4 de reciclo proveniente del fondo de la columna depropanizadora, este flushing (aprox. $0.95 \text{ m}^3 \text{ std}$) se introduce controlando una presión ($15.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ m}$) por medio del PIC-8705.

Sobre la línea de vaciado de HF, 8" P-8722 hacia el tanque de almacenamiento de ácido FB-201 se tiene el medidor de densidad DT-8701, el cual se utiliza cuando el ácido es vaciado del asentador, verificando cuando cambia la densidad, señal que todo el ácido se ha vaciado y lo que queda son solo los hidrocarburos. Sobre esta misma línea, se tiene la válvula de corte POV-8705.

El tanque FB-201 (este tanque normalmente opera sin nivel y ligeramente presionado), cuenta con la siguiente instrumentación para su buena operación: el indicador local y remoto de presión PI-8703; el controlador de presión PRC-8704 el cual actúa sobre la válvula PV-8704 para enviar el exceso de vapores al cabezal de gas ácido; la válvula POV-8704 del sistema de protección; el indicador de nivel remoto LI-8704; y la válvula de relevo PSV-8705 la cual desfoga hacia el cabezal de desfogue ácido. Así mismo con el fin de detectar el nivel localmente, se tiene un manifold de válvulas (16 válvulas) trycocks. El indicador de nivel LI-8704 es un medidor nuclear y cuenta con un interruptor por alto nivel LSH-8704 el cual envía su señal para cerrar la válvula de corte POV-8705 de entrada al tanque FB-201.

Para presionar, llenar o reponer ácido hacia el asentador, el tanque FB-201 cuenta con la línea 2"PN-8702 de N₂ de alta presión (17.3 kg/cm²) localizada en el domo del tanque para desplazar el ácido. Así mismo este tanque cuenta con la línea 2"P-8717 ubicada en el fondo por donde fluye el ácido para reposición o llenado del asentador, injertándose con la línea de succión de la bomba GA-204.

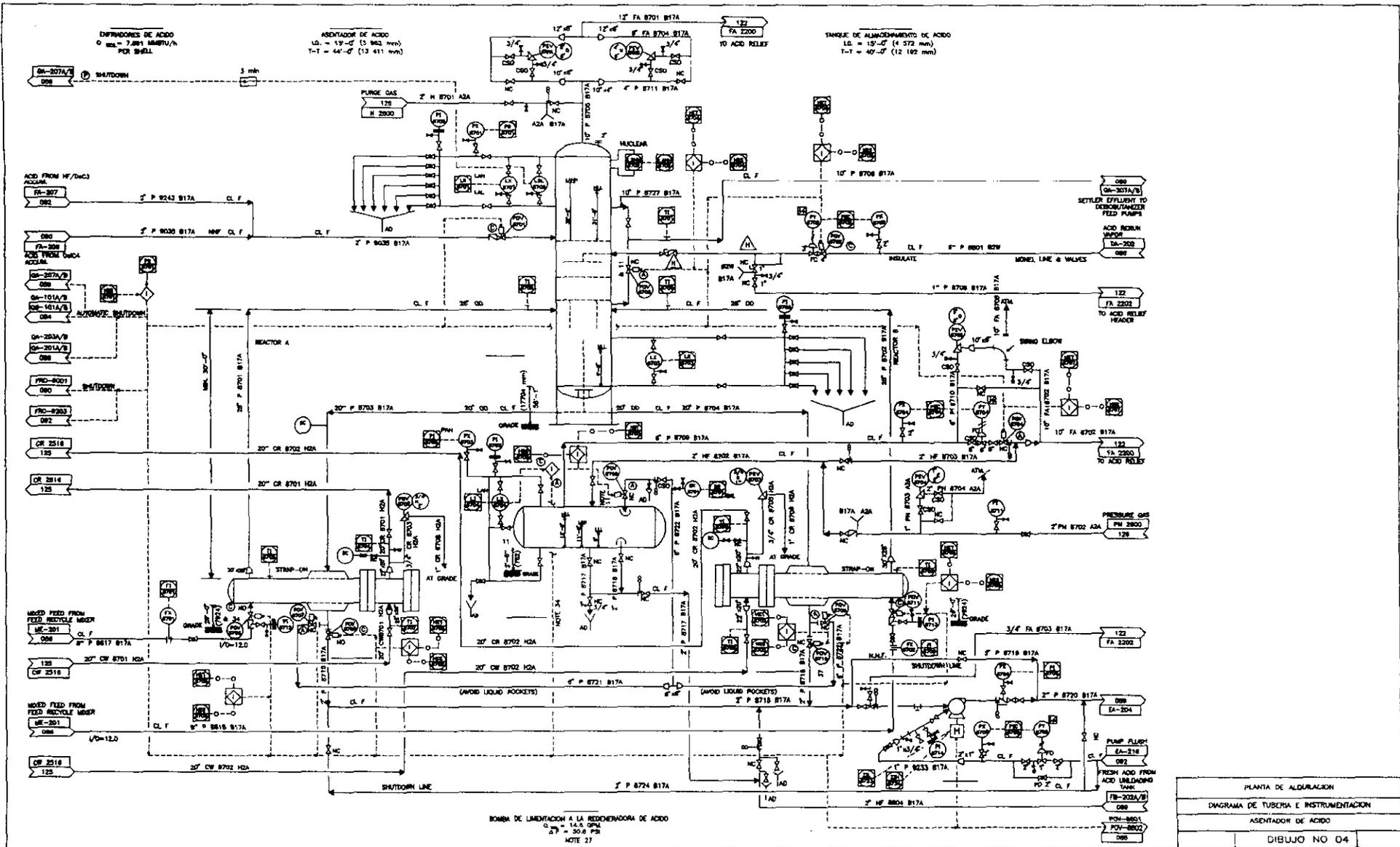
Tanque de descarga de ácido FB-202 A/B.

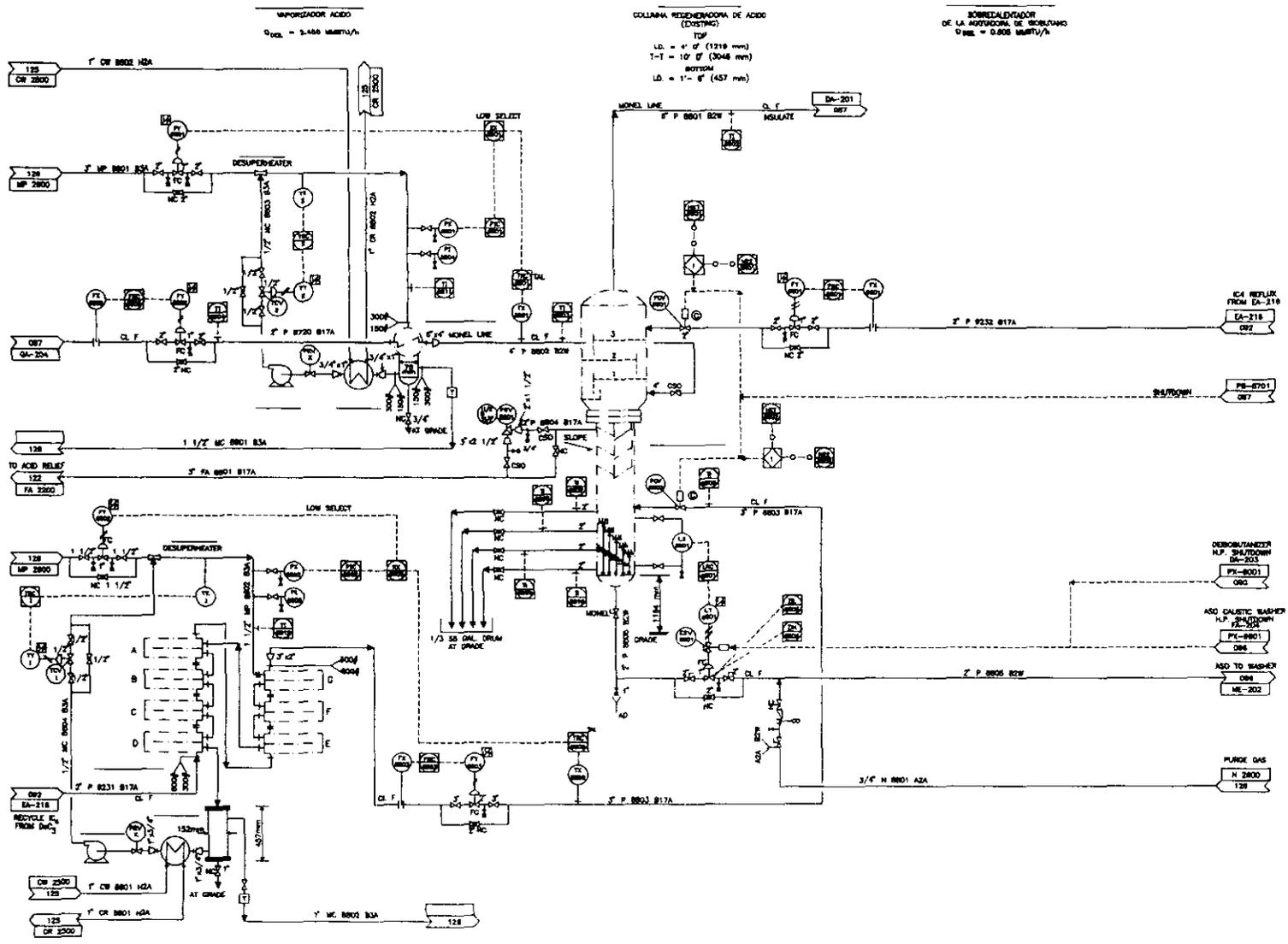
Con el fin de reponer el ácido a la sección de reacción, se cuenta con los tanques de ácido FB-202 A/B.

El ácido fluorhídrico fresco proveniente de los carrotanques se descarga a los tanques FB-202A ó FB-202B ó a ambos ya que se tiene los arreglos de tubería necesarios con bridas o juntas ciegas para aislar uno u otro y recibir en uno mientras el otro está en mantenimiento. Cada tanque cuenta con una capacidad de 53 m³ (al 90% de su volumen).

En la línea de descarga del carrotanque hacia los tanques FB-202A/B se cuenta con el totalizador de flujo FQI-8902.

Los tanques cuentan con la instrumentación necesaria para su buena operación, esta es: los indicadores de presión local (PI-8908A/PI-8908B) y remoto (PI-8901A/PI-8901B); los interruptores nucleares por alto nivel, con LSH-8901A/LSH-8901B; y las válvulas de relevo PSV-8903/PSV-8904 los cuales relevan al cabezal de desfogue ácido. Además, para detectar el nivel localmente, se tiene un manifold de válvulas (trycocks) separadas a iguales distancias.





PLANTA DE ALQUILACION
DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
COLUMNA REGENERADORA DE ACIDO
DIBUJO NO 05

Por el domo de cada tanque se tiene una conexión de N₂ de alta presión líneas 2"PN-8901 y 2"PN-8904, para presionar y traspasar el HF hacia la sección de reacción. Para el caso de que estos tanques salgan de operación se ocupa el N₂ para barrer la mayor cantidad de ácido. Sobre esta misma línea de N₂ se tienen unos codos giratorios para introducir amoniaco, lavar y neutralizar estos tanques (líneas 2"NH-8901 y 2"NH-8902).

D.1.4 Sección de Regeneración de Acido.(Ver Dib. DTI N0-06).

Columna Regeneradora de Acido DA-202.

La sección de redestilación ácida comprende la columna regeneradora de ácido DA-202, así como las líneas, equipos e instrumentación, que conllevan las corrientes que convergen a esta misma columna.

La función de la columna regeneradora DA-202 es mantener el HF lo más puro que sea posible, eliminando principalmente los aceites solubles en ácido (ASAS) y el agua.

El HF con impurezas que sale del fondo del enfriador EA-203 A/B, es succionado por la bomba GA-204, enviándose a la columna regeneradora DA-202 previo calentamiento, controlando su flujo, (2.5 m³std/hr), por medio del controlador FRC-8802 el cual actúa sobre la válvula FV-8802. Las condiciones del ácido antes de calentarse en el vaporizador de ácido EA-204 son 10.23 Kg/cm² y 38°C, medidos en el PI-8706 y TI-8804.

El ácido pasa por el lado tubos del vaporizador en donde se calienta hasta 143°C, esta temperatura se controla por medio del control de sobredominio por baja señal RX-8801, el cual selecciona la señal más baja entre la señal de la temperatura de proceso a la salida del evaporador TRC-8801 y la señal del control de presión del vapor de media PIC-8801. La señal más baja seleccionada sale hacia la válvula PV-8801 para regular la cantidad de vapor de media presión al vaporizador.

Con el objeto de prevenir una corrosión acelerada en los tubos de monel del EA-204, es importante que la temperatura del vapor en la coraza se mantenga a/o abajo de 166°C. El esquema empleado en el vaporizador EA-204, no permite suministrar una presión que exceda la presión del lado proceso. Por lo que en caso de existir alguna fuga esta será del lado proceso hacia el lado vapor. Una parte del condensado de la bota del EA-204 es succionado por el eductor (eductor de condensado) y mezclado con el vapor de media para atemperar , la corriente de sobrecalentamiento que fluye al vaporizador

BH-303. A la salida de condensado del vaporizador debe verificarse dos veces al día con papel tornasol que no exista fuga de ácido.

Una vez caliente el HF con impurezas, fluye a la columna regeneradora, alimentándose abajo del plato No. 1 de la sección superior.

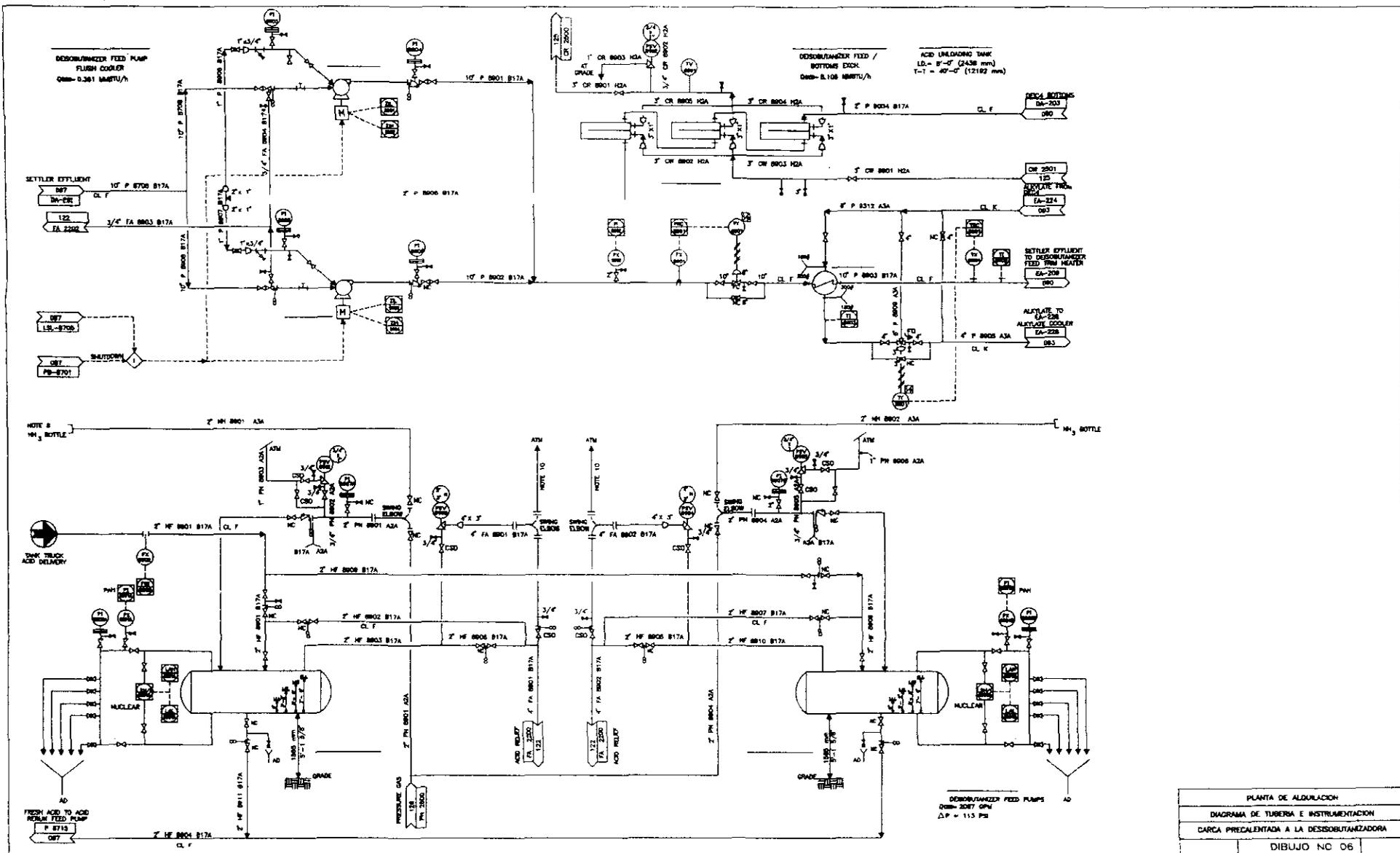
La columna opera a 148°C y 9.5 kg/cm².

El material tanto de la línea de entrada como de la columna son de monel. La columna es un recipiente que tiene forma de botella invertida, ensamblada en dos secciones, la parte inferior tiene un diámetro de 457 mm. y una longitud de 3,200 mm.; y la parte superior tiene un diámetro de 1219 mm. y una longitud de 3,048 mm. En la parte inferior tiene 6 deflectores igualmente espaciados, los deflectores tienen un ángulo de 15° con respecto a la horizontal y sirven como platos de agotamiento. En la sección superior se tiene 3 platos tipo válvula.

Por el domo de ésta, salen los gases de HF junto con los iC₄'s que se alimentan como corriente de reflujo como de agotamiento, retornando al asentador de ácido DA-201. Sobre esta línea de domos se tiene el indicador de temperatura TI-8802. Arriba del plato No. 3 entra una corriente de iC₄'s proveniente del fondo de la columna depropanizadora previo enfriamiento. A esta corriente se le controla su flujo (0.47 m³ std/hr) por medio del FRC-8801 el cual actúa sobre la válvula FV-8801. Como protección se tiene la válvula de corte POV-8801 la cual cierra al accionar el botón de vaciado PB-8701, accionando el interlock de emergencia.

En la sección inferior, a la altura de la placa deflectora del fondo, se tiene la válvula de relevo PSV-8801, la cual releva al cabezal de desfogue ácido. La válvula de relevo esta ubicada abajo, con el fin de disminuir la cantidad de ácido relevado ya que la mayor parte esta constituida por hidrocarburos y ASAS.

Abajo de las placas deflectoras se tiene la entrada de otra corriente de iC₄'s proveniente también del fondo de la columna depropanizadora, previo enfriamiento. Esta corriente se utiliza como corriente de agotamiento de fondos. Antes de que entre a la columna, esta corriente se calienta con vapor de media al pasar por el lado coraza del sobrecalentador del agotador de isobutano EA-205 A/G. A la salida del sobrecalentador se tiene el controlador de flujo FRC-8803 el cual actúan sobre la válvula FV-8803 regulando el flujo (21.38 m³ std/hr fase vapor) a la columna. El control de temperatura de esta corriente se efectúa por medio del control de sobredominio por baja señal RX-8806, el cual selecciona la señal más baja al comparar la señal del control



de temperatura TRC-8806, localizado después del controlador de flujo, y la señal proveniente del controlador de presión PIC-8802 del vapor de media presión a la entrada del sobrecalentador. La señal más baja sale hacia la válvula automática PV-8802 para regular el flujo de vapor de media presión al sobrecalentador EA-205 A/G. El esquema empleado en este vaporizador no permite suministrar una presión que exceda la presión del lado del proceso. Por lo que en caso de existir alguna fuga, esta será del lado proceso al del vapor. Una parte del condensado de la bota del EA-205A/G es succionado por el eductor de condensado y mezclado con vapor de media para atemperar la corriente de sobrecalentamiento que fluye al vaporizador. Una vez que se ha controlado el flujo y la temperatura de estos iC_4 's de agotamiento, fluyen al interior de la columna de regeneración. Como protección, antes de la entrada de iC_4 's de agotamiento a la columna se tiene la válvula de corte POV-8802, la cual cierra al actuar el botón de vaciado PB-8701, en una emergencia, accionando el interlock.

Finalmente por el fondo de la columna salen los aceites solubles en ácido (ASAS) controlándose esta corriente por medio del control de nivel de la columna, LRC-8801, el cual actúa sobre la válvula LV-8801 regulando la cantidad de ASAS que va hacia el lavador cáustico de ASAS FA-204 (31.6 lt/hr). La válvula LV-8801 cuenta con una válvula solenoide la cual manda cerrar la válvula cuando recibe la señal de alta presión en el domo de la DA-203 y FA-204 (PX-9001/PX9601, respectivamente).

Con el fin de verificar el nivel de la columna en el campo, se tienen 4 tomas de nivel a diferentes alturas con su respectiva válvula trycock. Sobre cada línea de toma de nivel se tiene un indicador de temperatura (TI-8808, TI-8809, TI-8810 y TI-8811). Estos nos indicarán si se esta haciendo la toma de nivel en campo o si alguna de las válvulas se ha quedado abierta o se esta pasando y existe flujo.

Cuando se acciona el sistema de protección de vaciado, por medio del botón PB-8701 todas las válvulas de entrada a la columna Regeneradora de Acido cierran.

D.1.5 Sección de Fraccionamiento y tratamiento de productos (ver dibujos DTI N0.06/07/08/09/10/11/12/13/14/15)

En esta sección se obtienen el propano, butano y el alquilado producto por medio del fraccionamiento de la corriente de hidrocarburos que sale del asentador de ácido, primero con alúmina activada y después tratando con KOH las corrientes de propano y butano para eliminar los residuos de ácido que haya sido arrastrado.

La descripción de flujo es la siguiente:

La corriente de hidrocarburos efluente del asentador es succionada por la bomba GA-207A/B. A la descarga se controla su flujo (54396 BSPD) por medio del FRC-8901, el cual actúa sobre la válvula FV-8901, fluyendo hacia el lado tubos del intercambiador carga/fondos de la debutanizadora EA-208, en donde se precalienta hasta 59°C. Esta temperatura se controla por medio del TRC-8901 el cual actúa sobre la válvula de 3 vías que bypassea a este mismo cambiador por el lado coraza, cuya corriente proviene del fondo de la columna debutanizadora.

La bomba GA-207A/B cuenta con una corriente de iC_4 de flushing a los sellos, proveniente del fondo de la columna desisobutanizadora. Dicha corriente se enfría, al pasar por el enfriador EA-212 A/C, hasta 30°C.

Esta bomba (GA-207A/B), está unida al sistema de protección de la Unidad, parando cuando sea accionado el botón PB-8701 y se tenga bajo nivel de hidrocarburos en el asentador de ácido DA-201.

La corriente efluente del cambiador EA-208 pasa al calentador de carga de la columna desisobutanizadora EA-209, por el lado tubos, calentándose hasta 71°C al intercambiar calor con vapor de baja presión, el cual pasa por el lado coraza. La temperatura se controla por medio del TRC-9001, y la válvula TV-9001 de suministro de vapor de baja al calentador. La corriente que sale del EA-209 entra a la columna desisobutanizadora DA-203.

La bomba GA-207A/B cuenta con una corriente de iC_4 de flushing a los sellos, proveniente del fondo de la columna desisobutanizadora. Dicha corriente se enfría, al pasar por el enfriador EA-212 A/C, hasta 30°C.

Esta bomba (GA-207A/B), está unida al sistema de protección de la Unidad, parando cuando sea accionado el botón PB-8701 y se tenga bajo nivel de hidrocarburos en el asentador de ácido DA-201.

Columna Desisobutanizadora DA-203.

La corriente efluente del calentador EA-209 se alimenta a la columna DA-203, entrando al plato chimenea No. 40 a 71°C y 11.5 kg/cm².

La columna cuenta con 50 platos tipo rejilla en "V", instalados de la siguiente manera: del 1 al 38 son de 4 pasos, del 41 al 50 son de 2 pasos y los platos 39 y 40 son tipo chimenea.

Una vez establecido el flujo de alimentación a ésta columna no se debe variar, ya que de esta manera se controla el nivel en el asentador de ácido, variando pues el flujo se rompe el equilibrio en las recirculaciones internas por el desequilibrio en las columnas desisobutanizadoras DA-203 y depropanizadora DA-204, lo cual requerirá de 12 a 24 horas para volver a estabilizar el sistema.

En esencia la velocidad de alimentación a la desisobutanizadora , ajusta la relación de isobutano/olefina en el reactor ya que del 80 a 85% de esta alimentación es isobutano de reciclo.

Es conveniente ajustar la velocidad de alimentación a la columna a la de diseño y nunca cambiarla. Esto permitirá variar la relación isobutano/olefina mientras varíe la cantidad de olefinas de alimentación siempre en la dirección que se desea, esto es mientras disminuya la alimentación de olefinas, la relación se incrementara, y mientras la alimentación se incrementa, la relación se disminuirá a la relación optima limitada por el tamaño del equipo de fraccionamiento. Recordar que esta unidad ha sido diseñada para mantener una relación de isobutano/olefina de 12:1.

La columna desisobutanizadora opera a 71°C y 11.3 kg/cm², por el domo y; 158°C y 11.6 kg/cm² , por el fondo.

Los vapores que salen por el domo de la columna se condensan en los condensadores EA-210 A/F. Los hidrocarburos condensados se colectan en el tanque acumulador de reflujo de la desisobutanizadora FA-206.

En la línea de salida de vapores del domo de la columna, se tiene el indicador e interruptor por alta presión PI-9001/PSH-9001. Este interruptor esta calibrado de tal manera que cuando aumenta la presión se desencadenan las siguientes acciones: Cierre de la válvula controladora de nivel LIC-8801, de salida de ASAS hacia lavado, del fondo de la torre Regeneradora DA-202; así mismo cierra la válvula de corte de gas combustible o combustóleo a los rehervidores de la desisobutanizadora BA-201 A/B.

El control de presión de la columna se efectúa por medio del PRC-9002 localizado en el acumulador de reflujo FA-206. Este control actúa sobre la válvula de 3 vías PV-9002 la cual al existir baja presión, bypassea los condensadores EA-210 A/F haciendo que los vapores no se condensen y entren al acumulador para presionarlo. En caso contrario de existir una alta presión, la válvula PV-9002 desviará el flujo de vapores de tal manera que pasen a través de los condensadores EA-210A/F, haciendo que disminuya la presión del sistema.

Acumulador de reflujo a la columna desisobutanizadora FA-206

El acumulador FA-206 cuenta con una bota colectora y separadora de HF, el cual se envía a control de nivel (LRC-9005) como retorno al asentador de ácido DA-201.

El tanque cuenta con la indicación de nivel LR-9003 con su respectiva alarma por alto nivel LAH-9003. Como protección para el caso de que la bota colectora de ácido se inunde y el nivel de ácido siga subiendo, 15.2 cm arriba del fondo del tanque se tiene la alarma por muy alto nivel LAHH-9002 la cual sirve como respaldo de la alarma LAH-9003 (estas alarmas no activan ningún interruptor). En campo se tiene un manifold con una serie de válvulas trycock para determinar el nivel tanto del tanque como de la bota. También se cuenta con un indicador de temperatura TI-9012 en la corriente de hidrocarburos condensados.

Como protección del acumulador por alta presión se tiene la válvula de relevo PSV-9004 y; para inertizar tanto el tanque como la columna se tiene la línea de nitrógeno, 2" PN-9002 y 2" PN-9001.

Del acumulador FA-206 parte de los hidrocarburos es succionada por la bomba GA-208 A/B y enviados como reflujo a la columna, cuyo flujo (261.8 m³/hr) se controla por medio del FRC-9004 el cual acciona la válvula FV-9004. La otra parte de los hidrocarburos del acumulador son succionados por la bomba GA-210 A/B y enviados a dos destinos: uno como alimentación a la columna depropanizadora DA-204 y la otra como iC₄'s de recicló. La corriente de iC₄ de recicló (297.3 m³/hr) se controla por medio del controlador FRC-9001 el cual acciona la válvula FV-9001 controlado el flujo, que pasa al enfriador EA-217 A/C y de ahí se va al mezclador ME-201.

Tanto la bomba GA-208 A/B como la bomba GA-210 A/B cuentan con un flushing de iC₄'s proveniente del fondo de la columna depropanizadora.

Una parte del calor necesario para efectuar la separación de hidrocarburos en esta columna se proporciona por medio del intercalentador lateral de vapor EA-211, el cual extrae producto del plato chimenea No. 39, calentándolo de 73°C a 76°C y retornándolo al mismo plato 39. Este intercambiador utiliza, por el lado tubos, vapor de baja para calentar los hidrocarburos, controlando el flujo de vapor por medio del controlador FRC-9003 el cual ajusta la abertura de la válvula automática FV-9003.

Por el fondo de la columna desisobutanizadora, la línea de salida se divide en tres corrientes: una va al rehervidor BA-201 A/B; otra va como alimentación a

la columna Debutanizadora DA-206; y una última que se utiliza como flushing para la bomba de alimentación a la desisobutanizadora GA-207 A/B.

La corriente que va al rehervidor BA-201 A/B (90 725 BSPD) es succionada por la bomba GA-209 A/B (la bomba de relevo GA-209B es tipo turbina). La corriente de descarga se divide en 8 serpentines antes de la entrada al rehervidor.

Rehervidor BA-201A/B

El rehervidor proporciona la otra parte del calor necesario para efectuar la separación necesaria en la columna. (98. 914 MM BTU/hr absorbidos de diseño), La corriente de hidrocarburos incrementa su temperatura de 159°C a 189°C a la salida.

El BA-201 A/B esta compuesto por dos celdas independientes, con 4 serpentines que corresponden a la celda "A" y 4 para la celda "B".

El flujo (11,341.9 BSPD), a cada serpentín se controla por los controladores de flujo abajo indicados, los cuales cuentan con las alarmas por bajo flujo (FAL's) e interruptores por muy bajo flujo (FSSL's). Estos últimos actúan como protección de los serpentines enviando su señal de corte de gas combustible ó combustóleo.

Los serpentines entran por la zona de convección de las celdas y salen por la zona de radiación. A la salida cada serpentín cuenta con indicación de temperatura al S.C.D., a la salida de cada celda los serpentines se unen en un cabezal por celda y finalmente estos cabezales se unen en un cabezal común para retornar a la columna.

El rehervidor BA-201 A/B es un calentador a fuego directo el cual puede operar quemando gas combustible o combustóleo, dependiendo cual combustible se haya seleccionado para su operación con los selectores HS-9104A/9104B para la celda "A" ó celda "B" respectivamente.

El control de temperatura de la columna se efectúa detectando la temperatura del fondo de la misma por medio del TX-9104 el cual envía su señal a los controladores TRC-9104A y TRC-9104B de cada celda, enviando su señal al combustible que haya sido seleccionado para quemarse. Si es gas combustible, el TRC-9104A / TRC-9104B actúa en cascada con el controlador de presión PRC-9105A / PRC-9105B para que salga una señal y ajuste la válvula automática PV-9105A / PV-9105B. En caso de ser combustóleo el

combustible seleccionado el controlador de temperatura, el TRC-9104A / TRC-9104B actúa en cascada con el controlador de flujo de combustóleo FQC-9103A / FQC-/9103B de donde sale una señal para ajustar la válvula automática FV-9103A / FV-9103B.

Cada celda cuenta con la instrumentación necesaria para su buen control y operación como es:

INSTRUMENTO	CELDA "A"	CELDA "B"
Indicación de temperatura zona radiación	TI-9110 ^a	TI-9110B
Indicación de temperatura zona radiación	TI-9111A	TI-9111B
Indicador de presión zona radiación (local)	PI-9112A PI-9113A	PI-9112B PI-9113B
Indicación de presión zona convección	PI-9109A	PI-9109B
Indicación de temperatura zona convección	TI-9102A	TI-9102B
Indicación de presión zona convección (local)	PI-9111A	PI-9111B
Interruptor por alta presión en el hogar	PSH-9110A	PSH-9110B
Indicador de presión tiro (local)	PI-9110A	PI-9110B
Indicación de temperatura tiro	TI-9103A	TI-9103B

Además se tiene una toma de muestras para analizar los gases de combustión y ajustar las condiciones para su buena operación.

El rehervidor tiene un interlock para su protección en caso de una emergencia suspendiendo el suministro de combustibles al horno parándolo totalmente de la siguiente forma:

Se cortará el suministro total de combustibles al horno, cerrando las válvulas:

- PV-9106A/PV-9106B de gas combustible a quemadores.
- PV-9107A/PV-9107B de combustóleo a quemadores.
- PV-9103A/PV-PV-9103B de gas combustible a pilotos.

Por las siguientes acciones:

- Alta presión en el domo de la torre desisobutanizadora DA-203 (PX-9001).
- Accionamiento del botón total de paro de cada celda BS-9102A/BS-9102B.
- Alta presión de los gases de combustión de cada celda PSH-9110A/ PSH-9110B.

- Bajo flujo de carga al serpentín No. 1, FSLL-9101A1/FSLL-9101B1.
- Bajo flujo de carga al serpentín No. 2, FSLL-9101A2/FSLL-9101B2.
- Bajo flujo de carga al serpentín No. 3, FSLL-9101A3/FSLL-9101B3.
- Bajo flujo de carga al serpentín No. 4, FSLL-9101A4/FSLL-9101B4.

Regresando al proceso otra de las corrientes del fondo de la columna DA-203 (1.91 m³ std/h) se envía como flushing a la bomba GA-207 A/B, previo enfriamiento en el EA-212.

La última de las corrientes del fondo de la columna desisobutanizadora se envía como alimentación a la columna debutanizadora DA-206, controlando su flujo (33,793.5 kg/hr) por medio del controlador FRC-9005 el cual opera en cascada con el controlador de nivel de la columna desisobutanizadora LRC-9001.

Con el fin de tener un buen control del perfil de temperatura de la columna, se tienen los siguientes indicadores en el S.C.D.

INDICADOR	LOCALIZACION
TI-9002	Salida de vapores de la columna
TI-9007	Plato No. 40
TI-9008	Plato No. 30
TI-9009	Plato No. 20
TI-9010	Plato No. 10
TI-9011	Fondo de la columna
TI-9004	Salida de fondo

La columna cuenta además con la siguiente instrumentación para su mejor operación: el indicador de presión del fondo PI-9003; el indicador local de presión del fondo PI-9008; el indicador local de nivel LG-9001 (este cuenta con una chaqueta de enfriamiento para mantenerlo a 170°C), el controlador de nivel, LRC-9001 el cual opera en cascada con el flujo de carga de alimentación a la columna debutanizadora FRC9001; y la válvula de relevo PSV-9002 localizada abajo del plato No. 1 de la columna.

Columna Depropanizadora DA-204.

Una de las corrientes de descarga de la bomba GA-210 A/B se envía al cambiador alimentación/fondos de alimentación a la depropanizadora EA-213A/F. Antes de entrar a este, se le controla su flujo (2006 BPD) por medio del FRC-9002, el cual actúa sobre la válvula FV-9002.

En el cambiador se incrementa su temperatura, al intercambiar calor con el producto del fondo de esta misma columna, de 43°C a 71°C. La corriente que sale de EA-213A/F fluye para entrar en el plato No. 13 de la columna depropanizadora DA-204.

La columna DA-204 cuenta con 35 platos tipo válvula de un paso, sus condiciones de operación son: 56°C y 20 kg/cm², por el domo y 102°C y 20.5 kg/cm², por el fondo.

Por el domo de la columna, salen los vapores generados cuyos principales componentes son propano (95%) y HF (3%), pasan a través del condensador EA-214 y, el efluente condensado fluye al acumulador de reflujo FA-207.

El FA-207 opera a 43°C y 18.9 kg/cm², la presión en el acumulador se controla por medio del controlador PRC-9201 el cual envía su señal a la válvula de tres vías PV-9201. En caso de existir una alta presión en el sistema, esta válvula cierra el puerto del bypass del condensador y abre el puerto del paso a través de este, para condensar la mayor cantidad de vapores y disminuir la presión; en caso de baja presión, la válvula cierra el puerto del paso de condensado y abre el puerto del bypass para presionar al sistema.

Los incondensables colectados en el FA-207 son venteados periódicamente, en forma manual hacia el neutralizador de ácido DA-207, utilizando las válvulas de globo y compuerta de 2"Ø de la línea 2"FA-9203. Antes de ser enviados al neutralizador, los gases incondensables pasan al absorbedor de gas de venteo FA-208, localizado en el domo del acumulador.

Este absorbedor FA-208 tiene un serpentín de enfriamiento por el cual se hace pasar un refrigerante a lo largo del mismo, para condensar y recuperar la mayor cantidad de propano y HF.

El absorbedor es un recipiente vertical de 3 m. de altura y esta empacado con anillos rasching de carbón de ½" de diámetro (la altura de la cama empacada es de 2.44 m.).

El acumulador FA-207 también cuenta con una pierna separadora de HF, de donde el ácido colectado se envía a control de nivel, por medio del LRC-9203, como ácido de retorno al asentador de ácido DA-201.

El propano del FA-207 es succionado por la bomba GA-211A/B y enviado: una parte (1914.9 BSPD) como reflujo a control en cascada temperatura del plato 31/flujo de reflujo, TRC-9204/FRC-9201; y la otra como carga al agotador de ácido DA-205, controlando su flujo (432.8 BSPD) por medio del FRC-9205. El acumulador cuenta con la siguiente instrumentación para su mejor control y operación : el indicador de nivel LR-9202 con sus respectiva alarma por alto y bajo nivel LAH-9202 y LAL-9202; el indicador controlador, del nivel de la bota separadora LRC-9203, con alarma por alto nivel; el interruptor de la bota separadora LS-9201 el cual acciona las alarmas por alto y bajo nivel de la misma, este interruptor sólo es un respaldo de las alarmas por alto nivel del controlador LRC-9203; la válvula de seguridad PSV-9206 la que releva al cabezal de desfogue en caso de un sobrepresionamiento. Además con el fin de determinar el nivel en el campo se tiene un manifold con una serie de válvulas (trycocks) a diferentes alturas del nivel. Sobre la línea donde está localizada la válvula de relevo PSV-9206 se injertan las líneas: de propano de arranque 2" P-9411 y la línea 2" PN-9202 para presionar con N₂.

Las bombas de reflujo de la depropanizadora GA-211A/B cuentan con una línea de flushing a los sellos, esta línea es de propano proveniente del fondo de la columna agotadora de HF, DA-205.

La misma línea de propano que proporciona el flushing a las bombas se divide para, llegar a la succión de estas mismas bombas sirviendo como propano recirculado, controlando su flujo por medio del control en cascada nivel del agotador de ácido/flujo de propano de recirculación, LRC-9205/FRC-9204.

Sobre la línea de salida de vapores del domo de la depropanizadora se injerta la línea de salida de vapores de la columna agotadora de ácido DA-205.

Por otro lado, por el fondo de la columna DA-204, la corriente de hidrocarburos pesados compuesto por iC₄ principalmente, fluye al rehervidor tipo Kettle de la depropanizadora EA-215. Del rehervidor los vapores retornan a la columna y el líquido sale como producto a 102°C. La corriente de líquido producto intercambia calor con la corriente de alimentación a esta misma columna, al pasar por el lado coraza del intercambiador carga/efluente EA/213 A/F. La temperatura se controla por medio del TRC-9201 localizado a la salida del lado tubos de la corriente de alimentación a esta misma columna. Este control envía su señal a la válvula de 3 vías TV-9201 para ajustar su abertura, abriendo o cerrando el bypass lado coraza del intercambiador EA-213 A/F.

La corriente de propano que sale del EA-213 A/F a 77°C fluye al enfriador de fondos de la depropanizadora EA-216 A/B enfriándose, al pasar por el lado coraza, hasta 38°C. Esta corriente ya fría se dirige a los siguientes lugares:

- A las bombas de reflujo de la $DeiC_4$ y alimentación a la DiC_3 , GA-208 A/B y GA-210 A/B respectivamente, para alimentarse como flushing al sello.
- A la torre regeneradora de ácido DA-202 como reflujo de iC_4 's.
- A la torre regeneradora de ácido DA-202 como iC_4 's de agotamiento.
- A la bomba de alimentación a la regeneradora de ácido GA-204 como flushing al sello.
- Al tanque de balance de isobutano FA-203 como línea de recirculación de iC_4 , durante el arranque.
- Al mezclador de iC_4 de reciclo ME-201, como recirculación de iC_4 a reacción.
- Al tratador de butano producto con KOH FA-213, (Línea 2"P-9234), la cual se utiliza durante el paro o arranque.

El flujo de la corriente de iC_4 de reciclo (1008 BSPD) que va al mezclador ME-201 se controla por medio del control en cascada flujo de iC_4 de reciclo /nivel del rehervidor a la depropanizadora EA-215, FRC-9203/LRC-9204.

El calor requerido en el rehervidor EA-215 es proporcionado por una corriente de vapor de baja, controlando su flujo por medio del controlador FRC-9202 el cual ajusta la abertura de la válvula automática FV-9202. Con el fin de conocer el perfil de temperatura de la columna se tienen los siguientes indicadores al S.C.D.

INDICADOR	LOCALIZACION
TI-9203	Línea de salida de vapores del domo
TI-9205	Plato No. 31
TI-9215	Plato No. 30
TI-9216	Plato No. 20
TI-9217	Plato No. 10
TI-9218	Fondo la torre
TI-9213	Línea de salida hacia rehervidor EA-215

En caso de un sobrepresionamiento, se tiene la válvula de relevo PSV-9202 localizada abajo del plato No. 1, con el fin de que en caso de relevar, ésta envíe hidrocarburos al cabezal del desfogue.

A la línea del fondo de la columna se le injerta la línea 2"PN-9201 de N₂ de alta presión, la cual se utiliza durante el paro o arranque de la Unidad.

Columna Agotadora de Acido DA-205.

La corriente excedente de propano del acumulador de reflujo de la torre depropanizadora FA-207 se envía a la columna agotadora de ácido DA-205, controlando el flujo (432.8 BSPD) por medio del FRC-9205.

Esta corriente entra a la DA-205 a 43°C y 23 kg/cm², por la parte lateral superior.

La columna agotadora tiene una cama de 8.54 m. empacada con anillos Kynar de ¾" de diametro.

Por el domo de la columna salen los vapores, principalmente HF y propano, enviándose a control de presión, por medio del PRC-9202 (21.12 kg/cm²), para unirse con los vapores del domo de la columna depropanizadora DA-204.

El calor necesario para efectuar la separación de ligeros, es suministrado por el rehervidor de la agotadora de ácido EA-218, el cual utiliza vapor de baja presión que fluye por el lado tubos. El flujo de vapor se controla por medio del control FRC-9206 y la válvula FV-9206.

Por el fondo de la columna el propano, libre de ácido, sale dividiéndose en dos corrientes; una que se utiliza como recirculación y sellos; y la otra que se sigue purificando para obtener el propano producto puro.

La columna cuenta con la siguiente instrumentación para su control y buena operación:

El Indicador de temperatura en el domo TI-9210; el registrador de temperatura en el lecho empacado con anillos (TR-9211); el registrador de temperatura en el fondo de la columna (TR-9214); la alarma por alta diferencial de temperatura entre la parte superior de la cama y el fondo de la columna (TDH-9212 ajustada a 1.8°C); el indicador local de nivel LG-9202; el controlador de nivel LRC-9205 el cual actúa en cascada con el control de flujo del propano de recirculación FRC-9204. Además la señal del controlador de nivel envía su señal para operar también en cascada, según la corriente que se seleccione

con el HS-9205, ya sea con el flujo de la corriente de propano a los defluorinadores por medio del FRC-9208 o bien con el flujo de la corriente de propano de reciclo al mezclador ME-201, el FRC-9207; se cuenta también con la válvula de relevo PSV-9203, localizada abajo del lecho empacado, el cual en caso de un sobrepresionamiento envía el exceso de gases al cabezal de desfogue.

La corriente del fondo de la columna que se envía como recirculación y sello (0.83 m³std/hr) pasa al enfriador de la corriente de lavado EA-219 A/E en donde se enfría de 61°C a 38°C. Ya fría la corriente, se envía una parte como flushing a la bomba de reflujo de propano GA-211 A/B; otra como propano de recirculación, inyectándose a la línea de succión de la bomba de reflujo de la depropanizadora GA-211 A/B controlando su flujo por medio del FRC-9204 que actúa sobre la válvula FV-9204 y una última corriente, mezclándose con el isobutano del fondo de la columna depropanizadora para dirigirse al mezclador ME-201, controlando su flujo con el FRC-9207 por medio de la válvula FV-9207.

La corriente del fondo de la columna que sale para continuar purificándose y enviarse como producto, se controla por medio del FRC-9208 y la válvula FV-9208, fluyendo hacia los defluorinadores de propano.

Defluorinadores de propano FA-209 A/B.

La función de los defluorinadores es reducir el contenido de fluoruros orgánicos en el propano producto, a niveles entre 0-10 ppm.

La corriente de propano de exceso que sale del fondo de la DA-205 para purificarse, después de haberse controlado su flujo, se vaporiza parcialmente al pasar por el lado coraza del intercambiador carga/efluente del defluorinador de propano EA-220, fluyendo y vaporizándose casi totalmente al pasar por el lado coraza e intercambiar calor con una corriente de vapor de media en el calentador de carga al defluorinador de propano EA-221.

El controlador de temperatura TRC-9401 localizado a la salida del lado coraza, del EA-221, ajusta la abertura de la válvula TV-9401 de vapor de media al intercambiador para controlar una temperatura de 177°C.

El propano sobrecalentado fluye a través de los defluorinadores en serie FA-209 A/B, entrando por el domo y saliendo por el fondo. El primer defluorinador que recibe se toma como el defluorinador primario y el segundo será el secundario. Lo anterior es por el hecho de que ambos defluorinadores pueden operar tanto como primario o secundario ya que cuentan con el arreglo

en la tubería para llevar a cabo estas funciones, además de que como los defluorinadores están empacados con alúmina, la cual será necesario cambiarla cuando los fluoruros orgánicos en la corriente que sale del defluorinador que en ese momento se encuentra como defluorinador primario alcancen entre 35 y 50 ppm. Cuando esto sucede el defluorinador primario saldrá de operación y el secundario pasará a ser el primario una vez que el que salió de operación para su cambio de alumina entre como secundario.

La alúmina activada es el agente defluorinador. Cuando la corriente caliente de propano entre a los defluorinadores, los fluoruros orgánicos son descompuestos a olefinas y ácido fluorhídrico. El HC reacciona con la alúmina activada para formar fluoruro de aluminio y agua (en forma de vapor). La reacción de defluorinación se lleva a cabo en el defluorinador primario. El defluorinador secundario actúa solo como una guarda, preparado para cuando el defluorinador primario salga de operación para su cambio de alúmina

La cantidad de HF junto con los fluoruros orgánicos (expresado como HF) que se eliminaran en los defluorinadores será arriba del 40% en peso de la cantidad de alúmina activada cargada.

El muestreo y análisis de la corriente de salida del defluorinador primario debe realizarse dos veces a la semana para verificar el contenido de HF y fluoruros orgánicos.

Los defluorinadores cuentan con los indicadores de presión diferencial a través del lecho empacado PDI-9403 y PDI-9404 con indicación al S.C.D., así también se tiene la alarma por alta temperatura TAH-9402 en la línea de transfer del defluorinador primario del secundario, la cual debe estar calibrada para actuar 5°C arriba de la temperatura de entrada al defluorinador primario. Sobre la misma línea de transfer se tiene una toma de muestra para analizar el producto de salida del defluorinador primario y poder decidir cuando cambiar la alumina de éste.

La corriente efluente del segundo defluorinador fluye a 163°C y 18.4 kg/cm², hacia el intercambiador carga/efluentes EA-220, disminuyendo su temperatura hasta 79°C y pasando después al condensador de propano EA-222 A/D para enfriarse hasta 38°C.

Tratador de Propano con KOH FA-210

Una vez que la corriente de propano, este fría circula hacia al tratador de propano con KOH, FA-210. Antes de entrar al tratador. En la línea de entrada al tratador se tiene el indicador registrador de temperatura TR-9405, la válvula de corte de carga TDV-9406 y una toma de muestra para el análisis de la corriente.

La función del tratador es remover las trazas de HF presentes en la corriente. El tratador es un recipiente vertical empacado con 392.25 kg de hojuelas de KOH.

La corriente de propano entra por la parte lateral del fondo asciende a través de las hojuelas de KOH y sale por el domo. Mientras el HF reacciona con el KOH formando el fluoruro de potasio y agua. El agua disuelve el KOH y al fluoruro de potasio, formando un lodo delgado que se asienta en el fondo del tratador. Este lodo debe ser drenado para prevenir el taponamiento de la purga del tratador.

El tratador cuenta con 4 indicaciones de temperatura a lo largo de la cama de KOH, los: TI-9403-1/TI-9403-2/TI-9403-3 y TI-9403-4.

A la salida del tratador se tiene: el indicador de temperatura TI-9404, una toma de muestra para analizar la corriente, y la toma de presión para el controlador PIC-9401 el cual acciona la válvula PV-9401, localizada a la descarga de la bomba GA-212 A/B.

La corriente de propano producto limpio (125.5 BSPD), sale del tratador y fluye hacia la bomba de propano producto GA-212 A/B para enviarse a L.B. como propano producto a 21.0 kg/cm² m. y 38°C.

En la descarga de la GA-212 A/B se tiene: el analizador continuo de propano AR-9401; la válvula de control de presión PV-9401; el totalizador de flujo FQI-9401; el indicador de presión PI-9402; la línea de arranque 2"P-9422, que bypassea la bomba GA-212 A/B para introducir en sentido inverso el propano; y la línea de arranque 2"P-9411 para hacer nivel en el tanque acumulador de reflujo de la depropanizadora FA-207.

Como sistema de protección del tratador de KOH se tiene el disparo de la bomba GA-212 A/B y el cierre de la válvula de corte TV-9406 por accionamiento de la alta diferencial de temperatura TDAH-9406 (la cual debe ser ajustada a 5°C) lo cual indicará que existe una cantidad considerable de HF y está reaccionando con el KOH en el tratador.

La alarma e interruptor por alta diferencial de temperatura se efectúa al comparar la señal RX-9403 (la más alta de las cuatro señalizaciones de la cama de hojuelas de KOH en el tratador (TI-9403-1/TI-9403-2/TI-9403-3 y TI-9403-4) con la señal de temperatura de entrada al tratador (TX-9405).

Cuando suceda este evento, la unidad podrá seguir operando recirculando el propano de la salida del agotador de ácido, hacia el mezclador ME-201 sacando de operación el control y la válvula de flujo, FRC-9208 y FV-9208, respectivamente, así como la bomba GA-212 A/B y enviando esta corriente a través del controlador FRC-9207 y la válvula FV-9207.

Columna Debutanizadora DA-206.

La corriente de fondos proveniente de la columna desisobutanizadora DA-203 (7505 BSPD, compuesta por alquilado y butanos principalmente) entra a 139°C y 5.24 kg/cm², al plato No. 29 o al plato No. 25 de la columna debutanizadora DA-206.

La DA-206, opera a: 59°C y 5.3 kg/cm² m. en el domo y 169°C y 5.65 Kg/cm² , en el fondo. Contiene 50 platos tipo rejilla en "V" de un solo paso.

Por el domo de la columna, salen los vapores de n-butano, fluyendo hacia el condensador EA-223 A/B, condensando todo los n-butanos los que se colectan en el acumulador de reflujo de la debutanizadora FA-211.

El control de presión de la columna se efectúa por medio del PRC-9301, cuya toma esta localizada en la línea de entrada de líquido condensado al acumulador de reflujo.

Los n-butanos líquidos del FA-211 son succionados por la bomba de reflujo GA-213 A/B enviándose una parte como reflujo y la otra a tratamiento para producto.

La parte que se va como reflujo, 24.77 m³std/hr, se controla por medio del FRC-9301 por medio de la válvula FV-9301, regresando a la columna arriba del plato No. 50. La otra parte, 9.04 m³std/hr, se envía a los defluorinadores de butano, controlando el flujo por medio del control en cascada del nivel del tanque acumulador de reflujo/flujo de butano al tratador de KOH, LRC-9301/FRC-9303.

Por el fondo de la columna se suministra al calor necesario para efectuar la separación del butano ($Q=6.003$ MMBTU/hr) por medio del rehervidor tipo Kettle EA-224, el cual utiliza vapor de media presión a través de los tubos mantener la temperatura de los hidrocarburos en el fondo a 169°C verificando estas temperaturas con los indicadores TI-9305 y TI-9304 respectivamente.

Los hidrocarburos ligeros evaporados en el rehervidor retornan a la columna y los líquidos pesados rebosan por una mampara de derrame saliendo como alquilado producto, controlando el flujo (6140 BSPD) por medio del control en cascada nivel ehervidor/flujo de alquilado a enfriamiento LRC-9302/FRC-9304.

El alquilado, pasa a intercambiar calor con la alimentación a la columna DA-206 fluyendo por el lado coraza del EA-208, en donde su temperatura desciende de 162°C a 66°C , pasa por la válvula de 3 vías TV-8901 y después al enfriador de alquilado EA-228 A/B enfriándose hasta 38°C .

El alquilado frío pasa a la bomba GA-215 A/B y se envía a almacenamiento a control de presión por medio del PRC-9302, por medio de la válvula PV-3202, localizada en la descarga de la misma bomba.

En la línea de alquilado producto a almacenamiento se cuenta con la instrumentación necesaria para su control como es: el analizador continuo de producto AR-9301; el indicador de presión PI-9303; el totalizador másico de alquilado FQI-9305, y una toma de muestra para que se pueda hacer el análisis por laboratorio. Sobre esta misma línea se tienen las siguientes líneas para arranque: la línea con conexión para introducir alquilado o reformado (por medio de una pipa o carrotanque); la línea 4"P-9325 que bypassea a la bomba GA-215A/B, para introducir en sentido inverso el alquilado de arranque; y la línea 4"P-9313, localizada a la entrada del enfriador EA-228A/B que va al fondo de la columna debutanizadora DA-205.

Con el fin de tener un mejor control en el perfil de temperaturas en la columna, se tienen los siguientes indicadores al S.C.D.

INDICADOR	LOCALIZACION
TI-9301	Salida de vapores por el domo
TI-9309	Plato No. 49
TI-9310	Plato No. 44
TI-9311	Plato No. 40
TI-9312	Plato No. 37
TI-9313	Plato No. 33
TI-9314	Plato No. 29
TI-9315	Plato No. 25
TI-9316	Plato No. 21
TI-9317	Plato No. 18
TI-9318	Plato No. 14
TI-9319	Plato No. 9
TI-9320	Plato No. 5
TI-9321	Plato No. 3
TI-9322	Plato No. 1
TI-9323	Fondo de la columna

El control de temperatura de la columna se efectúa controlando el fondo por medio del TRC-9303 el cual actúa en cascada con el control de flujo FRC-9302, del vapor de media al rehervidor EA-224.

Como protección por un sobrepresionamiento se tiene la válvula de relevo PSV-9301, localizada abajo del plato No. 1.

Como líneas adicionales se tienen: la línea de N₂ de alta presión 2"PN-2602 injertándose a la entrada del rehervidor EA-224, y la línea 6"P-9320 la cual bypassea ésta columna.

Defluorinador de Butano FA-212 A/B.

La función de los defluorinadores es disminuir el contenido de fluoruros orgánicos en la corriente de n-butano producto a niveles entre 0 - 10 ppm.

La corriente de n-butanos proveniente del acumulador de reflujo de la columna debutanizadora FA-211 se vaporiza parcialmente al pasar por el lado coraza del intercambiador carga/efluente del defluorinador de butano EA-225 y, vaporizándose casi totalmente al pasar por el calentador de alimentación al defluorinador EA-226.

El control de temperatura en el calentador EA-226 se efectúa por medio del TRC-9501, localizado a la salida del lado coraza del calentador, y ajusta la abertura de la válvula TV-9501, del suministro de vapor de media a este equipo para controlar la temperatura en 204°C.

El butano caliente pasa a través de los defluorinadores en serie FA-212 A/B entrando por la parte lateral superior y saliendo por el fondo. El defluorinador que recibe primero el flujo de butano se toma como el defluorinador primario y el segundo es el secundario, esto obedece al hecho que se intercambiarán ambos defluorinadores, ya que cuentan con el arreglo de tuberías para hacerlo, de tal manera que al agotarse la alúmina, con la que están empacados, sea necesario sacar el defluorinador primario de operación para su cambio de alúmina y el secundario pasará a ser el defluorinador primario.

La alúmina activada es el agente defluorinador. Cuando la corriente caliente de butano entra a los defluorinadores, los fluoruros orgánicos son descompuestos a olefinas y ácido fluorhídrico. El HC reacciona con la alúmina activada para formar fluoruro de aluminio y agua (en forma de vapor). La reacción de defluorinación se lleva a cabo en el defluorinador primario. El defluorinador secundario actúa solo como una guarda, preparado para cuando el defluorinador primario salga de operación para su cambio de alúmina.

La cantidad de HF junto con los fluoruros orgánicos (expresado como HF) que se eliminarán en los defluorinadores será arriba del 40% en peso de la cantidad de alúmina activada cargada.

El muestreo y análisis de la corriente de salida del defluorinador primario debe realizarse dos veces a la semana para verificar el contenido de HF y fluoruros orgánicos.

El defluorinador primario saldrá de operación cuando los niveles de fluoruros orgánicos a la salida de este alcancen niveles entre 35 a 50 ppm, siendo necesario cambiar la alúmina, reponiéndola con nueva.

La instrumentación con la que cuentan los defluorinadores para su buena operación es: las indicaciones de presión diferencial a través de la cama de alúmina PDI-9503 y PDI-9504; la indicación por alta temperatura a la salida del defluorinador primario TAH-9502 la cual debe ser ajustada 5°C arriba de la temperatura de entrada (204°C), la indicación de presión a la salida del defluorinador secundario PI-9505. Además se tiene una toma de muestra para poder analizar la corriente de salida del defluorinador primario.

La corriente efluente del defluorinador secundario, pasa, por el lado tubos, del intercambiador carga/efluente EA-225 a 191°C y 6.0 kg/cm² m., en donde disminuye su temperatura hasta 79°C, fluyendo al condensador de butano EA-227 A/B, en donde se enfría hasta 38°C.

NOTA .El vapor de agua y el HF producido en los defluorinadores (HF diluido) es extremadamente corrosivo, por esta razón es muy importante que la temperatura a la salida del EA-230 se mantenga como mínimo en 38°C.

Una vez fría la corriente de butano, circula hacia el tratador de butano con KOH, FA-213. Antes de entrar al tratador, cuenta con el indicador registrador de temperatura TR-9505, la válvula de corte TDV-9506 y una toma de muestra para analizar esta corriente.

Tratador de Butano con KOH FA-213

El tratador es un recipiente vertical empacado con 5334.5 kg de hojuelas KOH y su función es remover las trazas de HF presente.

La corriente de butano entra por la parte lateral del fondo del tratador, asciende a través de las hojuelas de KOH y sale por la parte lateral superior del mismo. Mientras reacciona el HF con el KOH se forma fluoruro de potasio y agua. El agua disuelve al KOH y al fluoruro de potasio, formando un lodo delgado que se asienta en el fondo del recipiente, este lodo debe ser removido y drenando dos veces por turno para evitar el taponamiento del drene del tratador.

El tratador cuenta con 4 indicaciones de temperatura a lo largo de la cama de KOH, los cuales son: TI-9503-1/TI-9503-2/TI-9503-3 y TI-9503-4.

A la salida del tratador se tiene: el indicador de temperatura TI-9504; una toma de muestra para analizar la corriente y; la toma de presión para el controlador PRC-9501 el cual acciona la válvula PV-9501, localizada a la descarga de la bomba GA-214 A/B.

La corriente de butano limpio (1364 BSPD) sale del tratador y fluye hacia la bomba de butano producto GA-214 A/B para enviarse a L.B. como butano producto a 38°C y 9.2 kg/cm² m.

En la descarga de la bomba GA-214 A/B se tiene: el analizador continuo de butano AR-9501; la válvula de control de presión PV-9501; el totalizador de flujo FQI-9501; y el indicador de presión PI-9502.

Como sistema de protección del tratador de butano con KOH se tiene el disparo de la bomba GA-214 A/B y el cierre de la válvula de corte TDV-9506 por accionamiento del interruptor y alarma por alta diferencial de temperatura TDAH-9506 (ajustada a 5°C) la cual indicará que existe una cantidad considerable de HF que se ha pasado y que está reaccionando con el KOH.

La alarma e interruptor por alta diferencial de temperatura actúa al comparar la señal más alta, de los indicadores de la cama de KOH (TI-9503-1, TI-9503-2, TI-9503-3 y TI-9503-4) seleccionada por el selector de alta RX-9503, con la señal de temperatura de entrada al tratador (TX-9505).

En caso de que suceda este evento es necesario, ajustar las temperaturas en las columnas debutanizadora DA-203 y debutanizadora DA-206, suspendiendo la alimentación hasta que se normalice la operación.

Neutralizador de Relevo Acido DA-207.

Este equipo tiene como función principal neutralizar las corrientes de venteo y relevo ácido de la unidad.

Los gases incondensables que se ventean eventualmente del FA-208 se reciben en el neutralizador de ácido DA-207.

El neutralizador opera a 0.977 Kg/cm² m., y 43°C es un recipiente en forma de botella vertical y está constituido por 6 baffles en la parte superior.

En el fondo del neutralizador se tiene un nivel de solución de NaOH al 5%, la cual se recircula por medio de una bomba hacia el domo del mismo.

La solución de sosa neutraliza el HF de las corrientes de venteo y relevo convirtiéndolo en fluoruro de sodio y agua. Esta solución debe ser utilizada mientras su concentración no disminuya de 0.5-0.2% de sosa, cuando esta disminuya debe cambiarse.

La corriente de venteo del FA-208, llega al neutralizador por un tubo sumergido en la solución de NaOH. Otras corrientes son recibidas en el DA-207 además de la de incondensables del FA-208, estas son: la corriente de purga continúa del tanque de asas FA-205 y la del cabezal de relevo ácido, dichas corrientes entran por otra tubería al neutralizador, localizada abajo de las mamparas.

Como protección por un sobrepresionamiento, la columna cuenta con 4 discos de ruptura, dos en el cabezal de relevo (los PSE-9601, PSE-9602,) y dos en el cabezal de venteo del FA-208 (PSE-9603 y PSE-9604) por los extremos de cada par de discos se tiene una inyección constante de nitrógeno, regulada por los rotámetros FI-9601 y FI-9603 de un lado y FI-9604 y FI-9606 por el otro, esto es con el fin de que no exista contacto del ácido con los discos de ruptura. Se tiene otra purga de N₂ entre cada par de discos, la cual sólo entrará en operación si uno de los discos se rompe o perfora, indicando con una alarma que existe flujo de nitrógeno (FSH-9602 y FSH-9605).

El nitrógeno total de purga se regula por medio de la válvula autorregulada de presión PCV-9601 ajustada a 1.02 Kg/cm² (15 lb/plg²).

Por el fondo del neutralizador, la solución de NaOH al 5% fluye hacia la bomba GA-216 A/B de donde se envía al mezclador vapor-agua-solución cáustica ME-203 para después retornar al domo del neutralizador

En el mezclador ME-203 se lleva a cabo la mezcla cuando se prepara la solución, agregando: la sosa de reposición por la línea 4"SO-9706; el condensado por la línea 3"LC-9608 y; el vapor de calentamiento (línea LP-9604), para eliminar las sales de fluoruro formados.

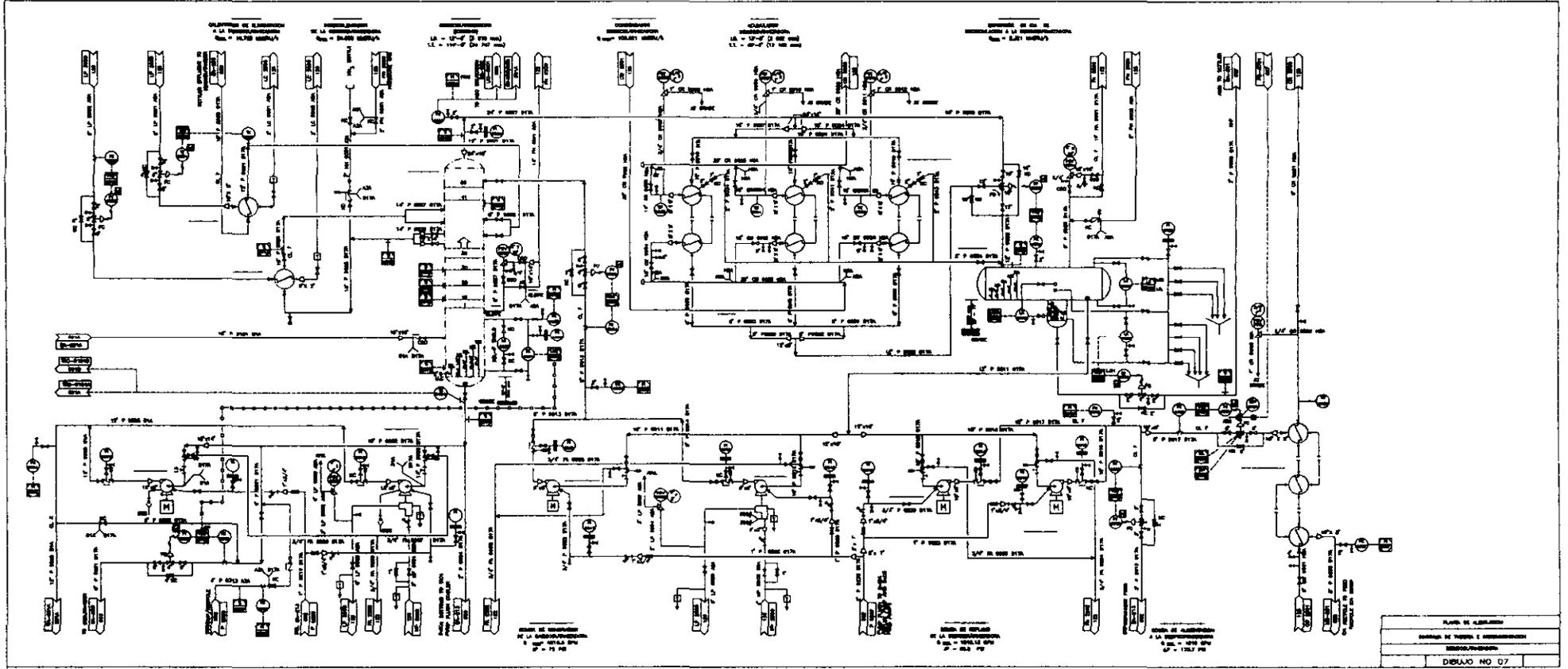
En la descarga de la bomba y antes del mezclador se tiene la línea 4"SO-9605 por la cual se drena intermitentemente a sosa gastada hacia la fosa de soluciones cáusticas gastadas FE-201. Cuando la concentración baja entre 0.5 y 0.2%.

La columna neutralizadora cuenta con el indicador de temperatura TI-9601, localizado abajo de las mamparas. Esta indicación servirá para detectar en caso de que existan pequeñas descargas de ácido provenientes de alguna fuga en las válvulas de relevo. Un rápido incremento en esta temperatura comparada con la temperatura de recirculación de sosa indicará una cantidad excesiva de HF relevado, por lo que será necesario efectuar una verificación en las válvulas de relevo ácido y reparar la fuga.

Para conocer el nivel en la columna DA-207 se tiene una serie de válvulas trycocks localizadas a diferentes alturas en el fondo del neutralizador para conocer el nivel del mismo en el campo.

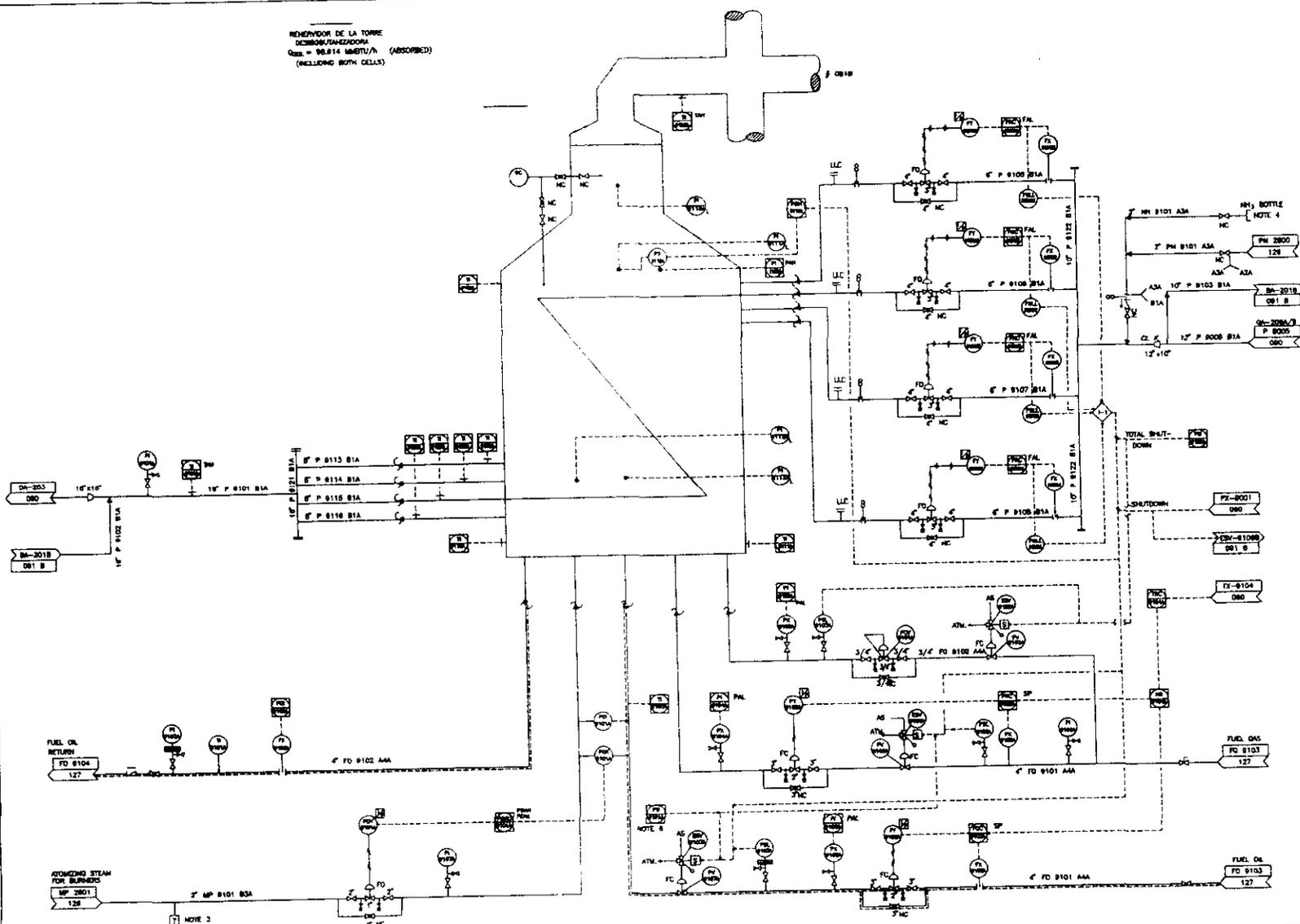
A la salida del mezclador ME-203 se tiene la indicación con alarma de baja temperatura TI-9602, el cual nos indicará cuando exista un relevo de hidrocarburos ligeros y la solución se comience a enfriar (alarma TAL-9602 actúa a 20°C).

Por el domo del neutralizador salen los gases lavados hacia el cabezal del desfogue para ir al tanque separador de hidrocarburos FA-301 y finalmente al quemador.



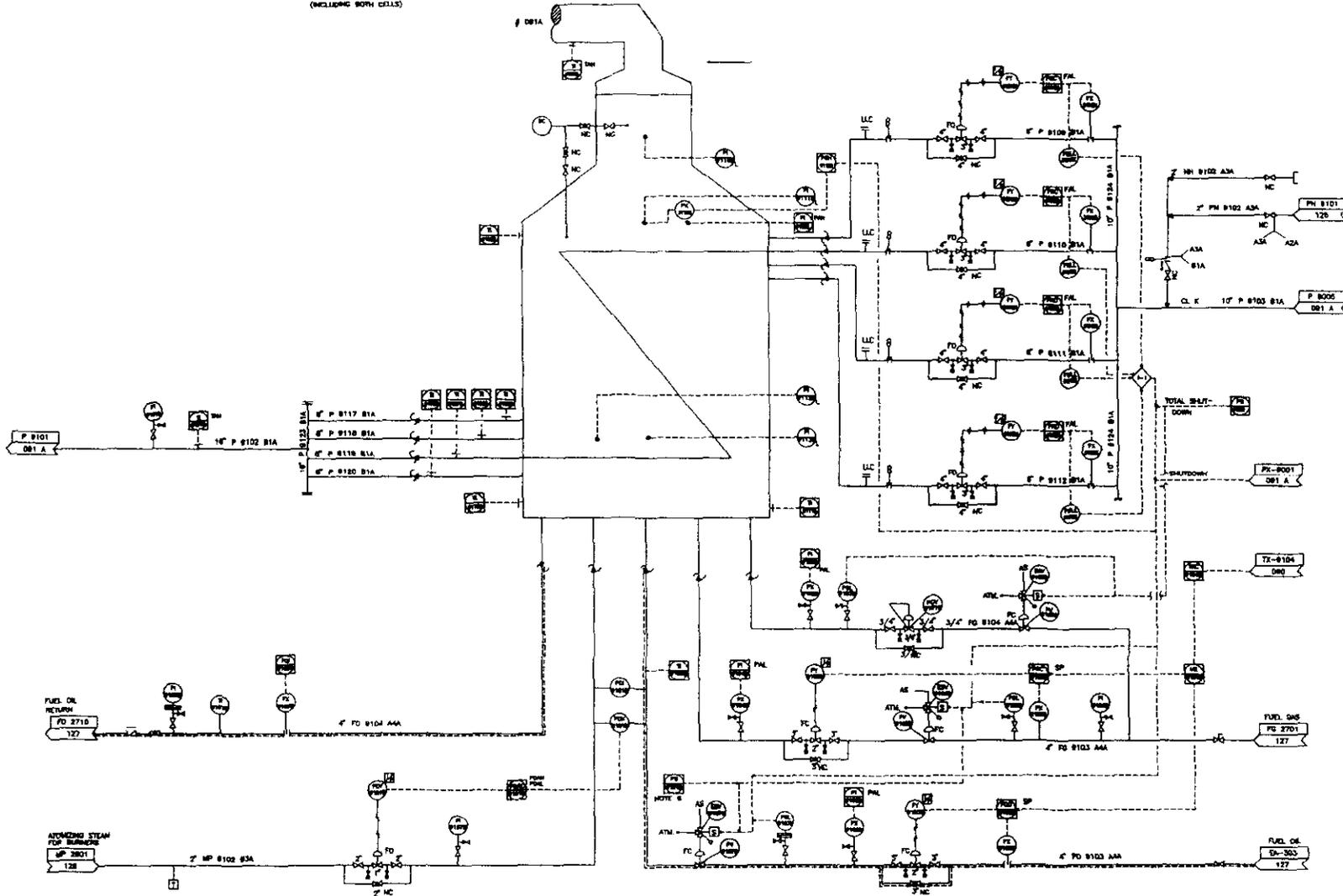
PLANO Nº 07
DEPARTAMENTO DE PROJETO E INSTALAÇÃO
INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO Nº 07

REMOVIOUR DE LA TORRE
 DESUBSANTANZADORA
 Ques = 95.814 MMSTU/A (ABSORBED)
 (INCLUDING BOTH CELLS)

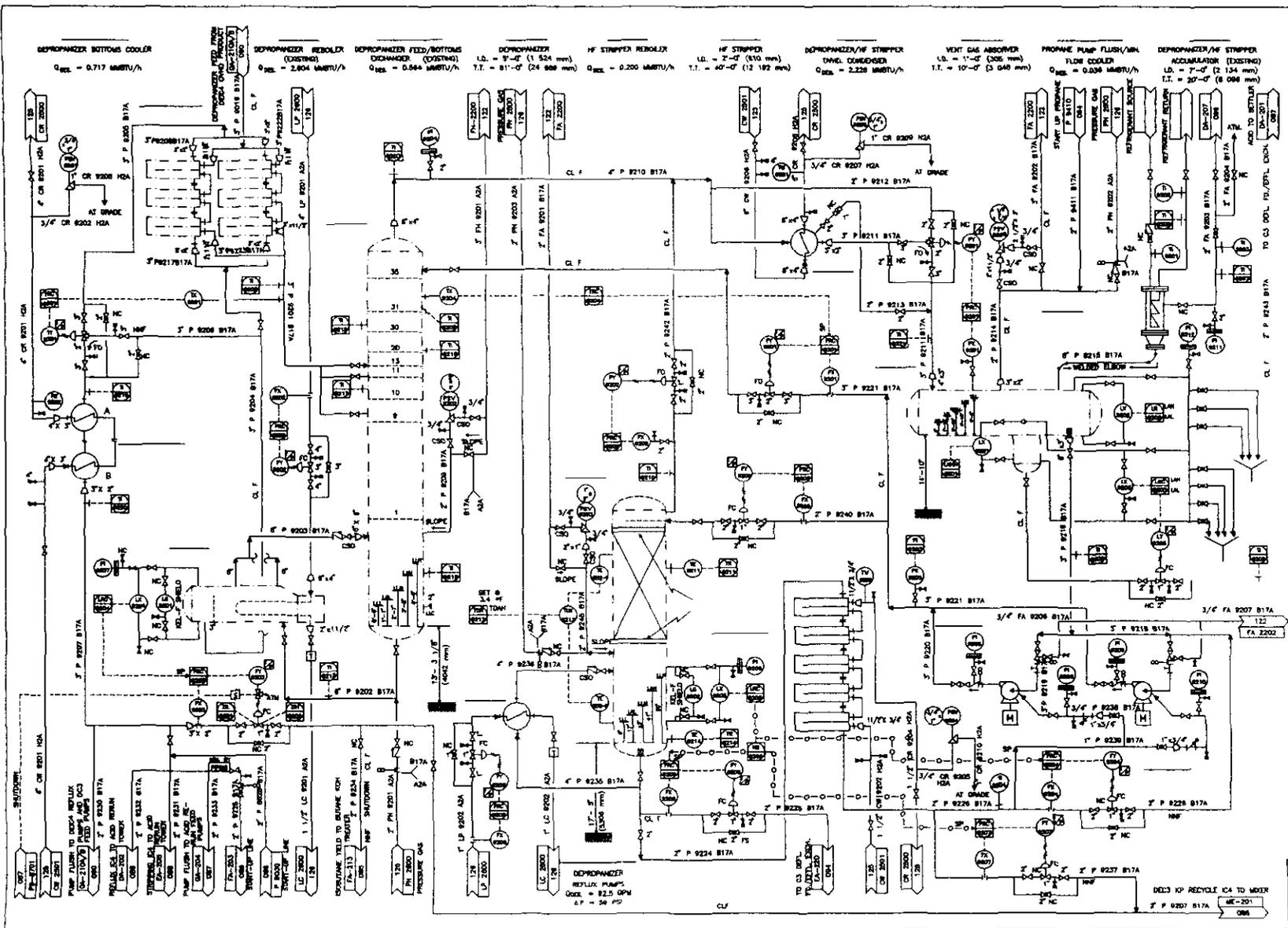


PLANTA DE ALMACEN	
REMOVIOUR DE CARBONE DESUBSANTANZADORA	
REMOVIOUR DE LA TORRE DESUBSANTANZADORA	
DIBUJO NO. 08	

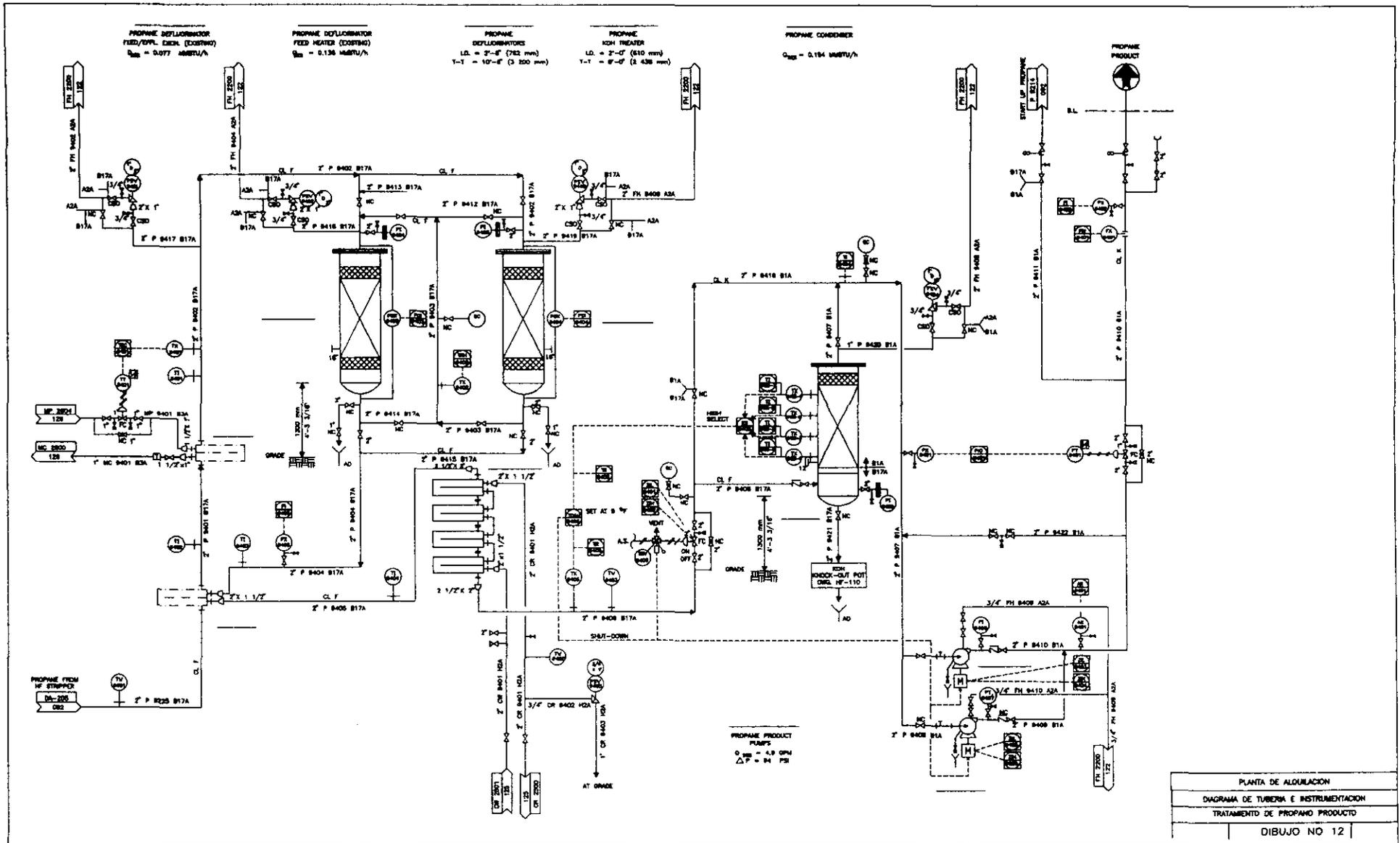
REHECTOR DE LA TORRE
DESISOLANTADORA
Caudal = 86.814 M3/DIA (ASORBED)
(INCLUDING BOTH CELLS)

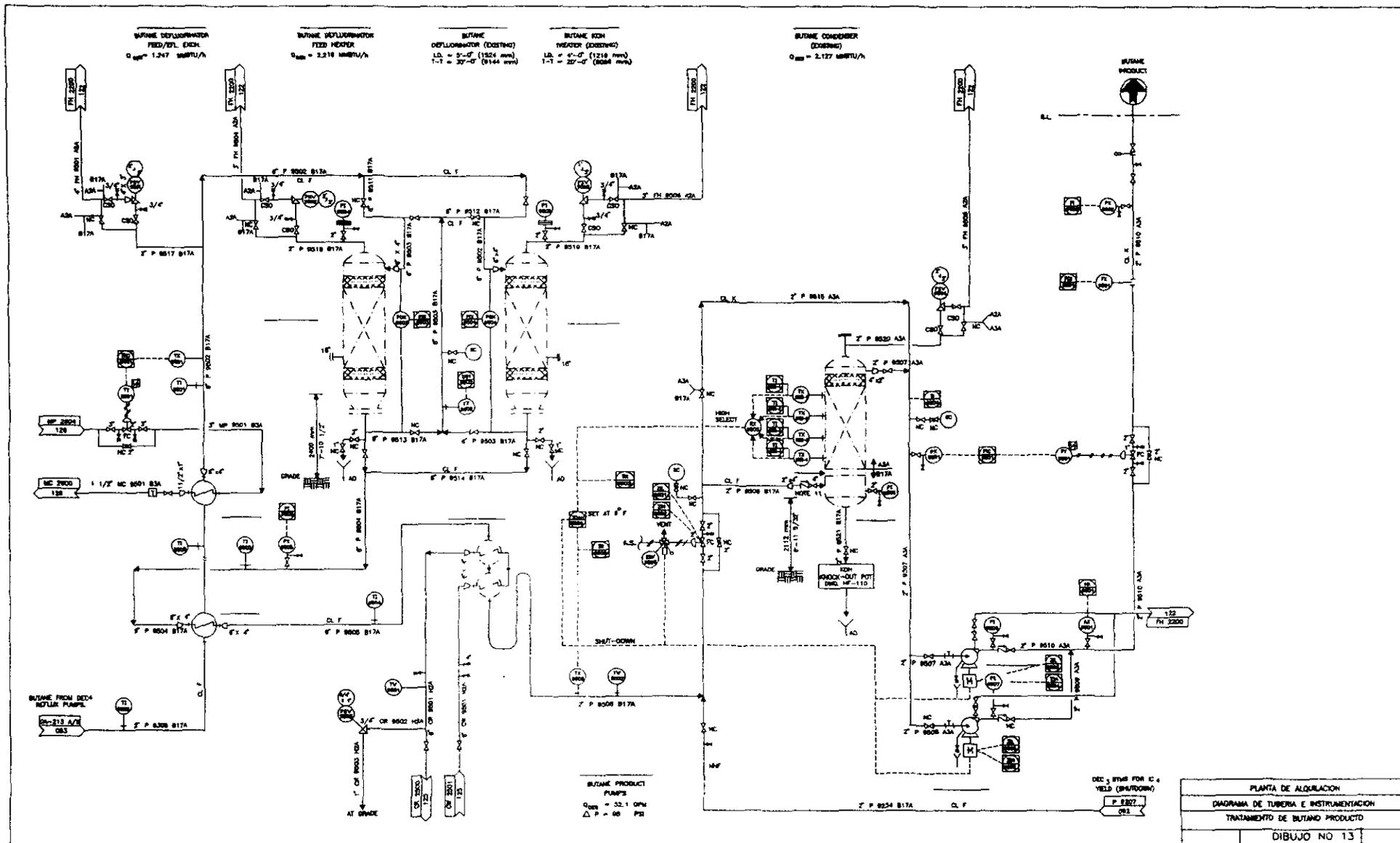


PLANTA DE ALQUILACION	
DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION	
REHECTOR DE LA TORRE DESISOLANTADORA	
DIBUJO NO. 09	

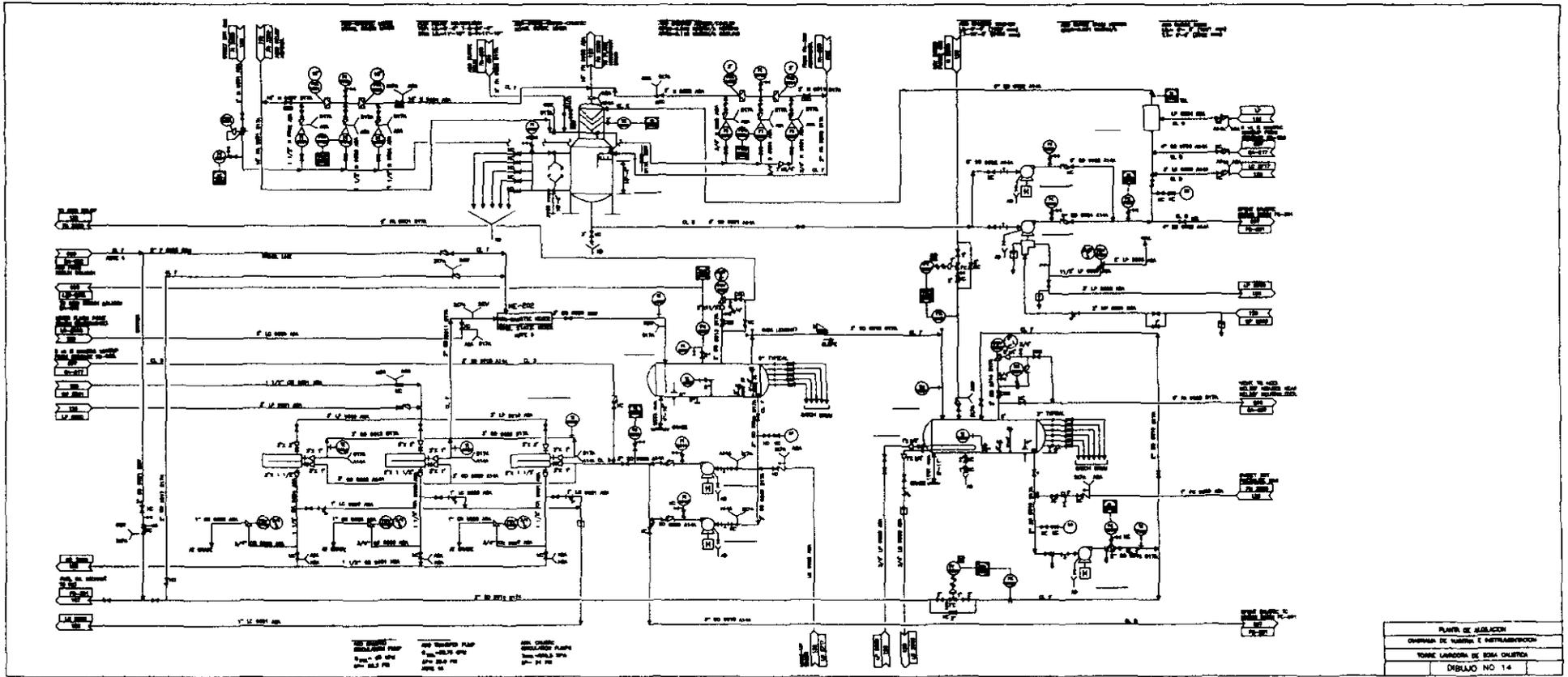


PLANTA DE ALQUILACION
 DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
 TORRE AGOTADORA DE ACIDO
 DIBUJO NO 10

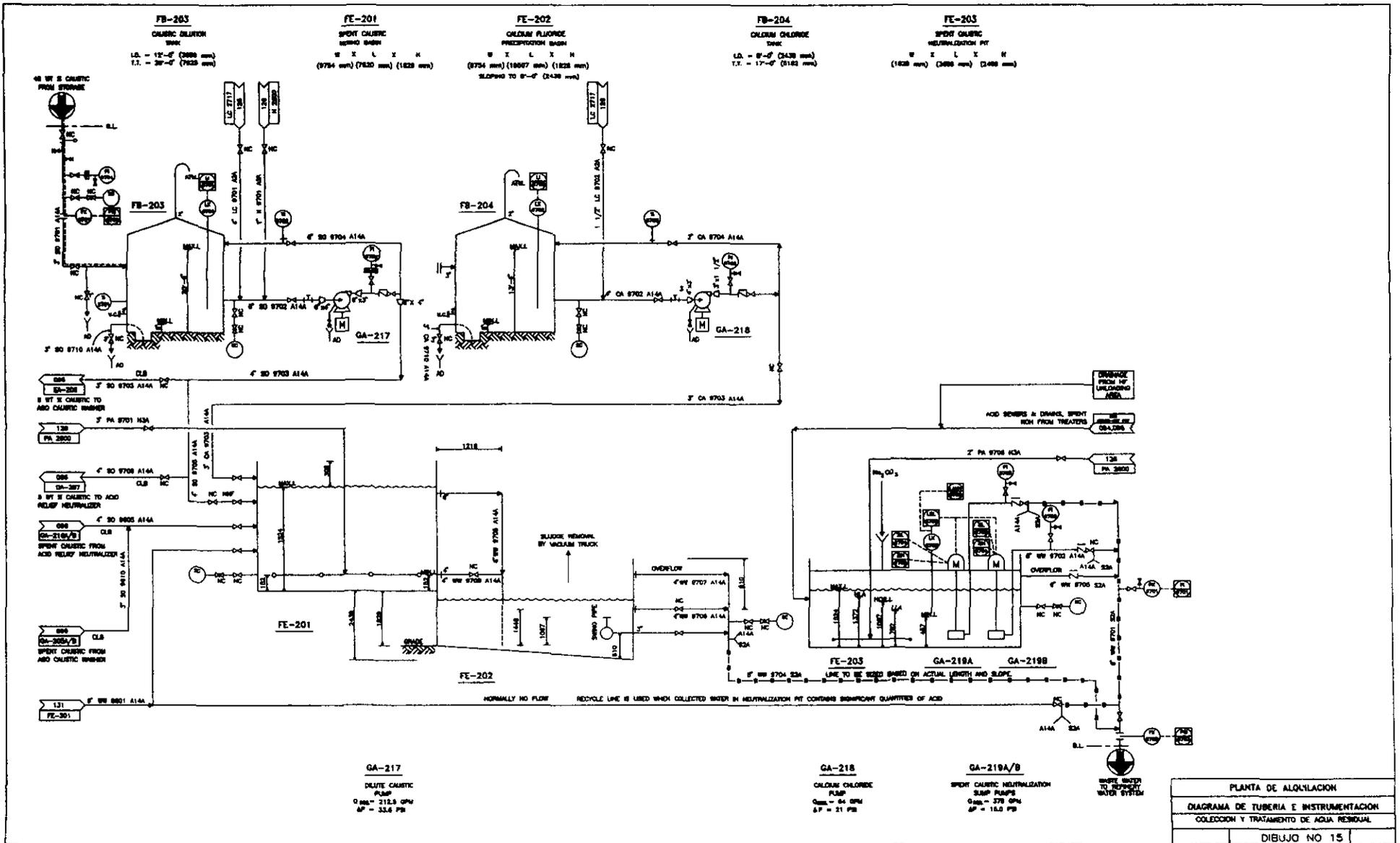




PLANTA DE ALCOHILACION
DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
TANTAMENTO DE BUTANO PRODUCTO
DIBUJO NO 13



PLANTA DE ABASTECIMIENTO
DIRECCION DE OBRAS E INFRASURTIENDAS
TRONCALIA LABORAL DE BOSA CALIENTE
DIBUJO NO 14



FB-203
CALCIUM CHLORIDE
TANK
L.D. - 12'-0" (3658 mm)
I.T. - 20'-0" (7620 mm)

FE-201
SPENT CALCIUM
SULFATE
BASIN
W X L X H
(974 mm) (7430 mm) (1828 mm)

FE-202
CALCIUM FLUORIDE
PRECIPITATION
BASIN
W X L X H
(974 mm) (1807 mm) (1828 mm)
SLOPED TO 0'-0" (2438 mm)

FB-204
CALCIUM CHLORIDE
TANK
L.D. - 9'-0" (2438 mm)
I.T. - 17'-0" (5182 mm)

FE-203
SPENT CALCIUM
NEUTRALIZATION
PIT
W X L X H
(1828 mm) (3688 mm) (2488 mm)

GA-217
DILUTE CALCIUM
PUMP
Q max = 215.0 GPM
HP = 33.6 PS

GA-218
CALCIUM CHLORIDE
PUMP
Q max = 84 GPM
HP = 21 PS

GA-219A/B
SPENT CALCIUM NEUTRALIZATION
SLURRY PUMPS
Q max = 378 GPM
HP = 15.0 PS

PLANTA DE ALQUILACION
DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
COLECCION Y TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
DIBUJO NO 15

E. PRUEBA DE EQUIPO E INSTALACIONES

CAPITULO E

E. PRUEBA DE EQUIPO E INSTALACIONES.

E.1 Inspección final.

Tendrá como objetivo comprobar que la planta esté totalmente terminada y que en su construcción se haya cumplido con todas las especificaciones del proyecto.

Se verificará que también se hayan llevado a cabo los cambios y modificaciones acordados y que no haya equipo, líneas, elementos de equipo o sistemas faltantes.

E.2 Lavado.

El lavado se efectuará dividiendo la planta en circuitos. Se introducirá agua con presión suficiente por los puntos altos y se drenará por los puntos bajos con bridas suficientemente separadas o válvulas totalmente abiertas.

Todas las líneas y recipientes deberán lavarse con agua para eliminar toda la suciedad, residuos metálicos de la construcción, restos de soldadura y otros materiales extraños. Antes del lavado deberán abrirse los venteos del domo de las torres y recipientes y desconectar las líneas de succión de todas las bombas, cubriendo sus boquillas de entrada y salida con piezas de lámina o juntas ciegas para evitar que entren a ellas materiales extraños.

Todas las placas de orificio deberán quitarse de las tuberías.

Las válvulas de control deberán quitarse o bien, desembridarse del lado de la tubería que se va a lavar, cubriendo su propia brida con una pieza de lámina. Cuando se haya comprobado que la tubería antes de la válvula automática ya está perfectamente limpia, conectar nuevamente la válvula y proseguir el lavado corriente abajo de ésta. Igual procedimiento deberá seguirse para cambiadores de calor.

Para llevar a cabo el lavado, también pueden llenarse las columnas y recipientes con agua y lavar con ella las tuberías conectadas a tales equipos. Todas las líneas que no puedan lavarse por drenado de los recipientes deberán lavarse con agua contraincendio o soplarse con vapor, incluyendo las líneas de entrada y salida de tanques.

Antes de iniciar el lavado deberán colocarse juntas ciegas en cabezales de succión y descarga del compresor GB-101 A/B.

Siempre que sea posible, utilizar las bombas de la propia planta para mover el agua de lavado, teniendo la precaución de haber lavado previamente las líneas de succión y de haber colocado en éstas, coladeras de malla fina para detener en ellas los materiales extraños. Antes de efectuar el drenado, verificar que estén abiertos los venteos de recipientes y torres para evitar su colapso.

Después de efectuar el lavado total de la planta, debe drenarse perfectamente todo el equipo, eliminar las coladeras de malla fina y colocar las especificadas, así como reinstalar las placas de orificio, termopares, válvulas de control y demás aditamentos de tubería.

E.3 Prueba hidrostática de equipos y sistemas.

La prueba hidrostática se efectúa dividiendo la planta en circuitos con condiciones de operación y prueba hidrostática semejantes. Se puede aprovechar el agua limpia contenida en el equipo después del lavado para realizar inmediatamente esta prueba.

Para el efecto, aislar los equipos y sistemas que tengan presiones de pruebas diferentes. Deberán bloquearse los manómetros donde la presión de prueba sea superior a su rango. Deberán colocarse juntas ciegas donde existan válvulas de seguridad, las que deberán revisarse y calibrarse antes de su instalación final. Todos los equipos bajo prueba de presión deberán ventearse al llenarse con agua.

Todos los elementos de un circuito que sean capaces de soportar la presión de prueba del equipo principal, deberán quedar sujetos a esta prueba. De la misma manera aquellos que no sean capaces de soportar la prueba, deberán aislarse. Un sistema lleno con agua nunca deberá drenarse sin el venteo apropiado. En tuberías de acero al carbón, la prueba hidrostática nunca deberá llevarse a cabo con agua a menos de 15°C.

La presión de prueba mínima para las tuberías será de 1.5 veces la presión de trabajo a temperatura ambiente. Si la temperatura es superior a 343°C (650°F) la presión mínima de prueba será:

$$P_p = 1.5 P_d \frac{S_p}{S_d} \quad \text{donde:}$$

P_p = Presión hidrostática mínima de prueba, (kg/cm²).

P_d = Presión de diseño, (kg/cm²).

S_p = Esfuerzo permisible a 343°C, (kg/cm²).

S_d = Esfuerzo permisible a la temperatura de diseño, (kg/cm²).

Para torres y recipientes, la presión de prueba será la especificada por el fabricante. Para los sistemas de agua de enfriamiento, agua de servicios, aire, vapor condensado y gas inerte, las pruebas deben efectuarse con los fluidos de trabajo normal, teniendo cuidado en el caso de vapor, de evitar que las trampas se pongan en servicio inicialmente para evitar que se obstruyan con óxido o restos de suciedad. Estas se pondrán en operación cuando el condensado que vayan a separar ya se encuentre limpio.

E.4 Prueba de Continuidad.

La continuidad en tuberías, equipos y sistemas puede comprobarse con un flujo de aire seco y limpio para evitar que se queden juntas ciegas olvidadas que impidan el flujo normal de operación.

E.5 Prueba de hermeticidad.

La finalidad de esta prueba es la de verificar el apriete adecuado de todas las bridas que no estuvieron sujetas a la prueba hidrostática, en virtud de haber servido como elementos iniciales o finales de un circuito de prueba determinado. Deberán comprobarse también los estoperos de válvulas automáticas y convencionales, las conexiones de manómetros que fueron bloqueadas durante las pruebas y las bridas de asiento de las válvulas de seguridad.

El momento más apropiado para llevar a cabo las pruebas de hermeticidad, es durante las primeras etapas del arranque, por ejemplo, cuando se establece la circulación del arranque en frío, teniendo en cuenta aquellos elementos que no estuvieron sujetos a las pruebas para poder constatar su hermeticidad. Es necesario verificar repetidamente la hermeticidad durante el proceso de calentamiento de la planta.

Durante el represionamiento de la planta en las secciones en que se maneja gas, las pérdidas de presión deben ser menores de 0.2 kg/cm^2 por hora, durante seis horas. Para este caso se puede hacer uso de cinta adhesiva y espuma de jabón.

E.6 Introducción de servicios.

Todos los servicios auxiliares a la planta deberán introducirse a ésta tan pronto como estén disponibles y sea posible y conveniente hacerlo, ya que ello permitirá realizar las pruebas de los circuitos neumáticos y eléctricos de control y protección, la verificación de instrumentos y válvulas automáticas y la corrida de prueba para bombas, compresores, equipo mecánico y unidades paquete.

En el caso de los sistemas de vapor, deberá procurarse un calentamiento gradual de los mismos para evitar daños por golpes de ariete.

Antes de poner en servicio las trampas, soplar la tubería con vapor hacia el exterior para eliminarle los depósitos que puedan afectar su funcionamiento.

E.7 Inspección y comprobación de equipo eléctrico.

Verificar que todos los interruptores estén abiertos. Proceder a una inspección final de los transformadores, interruptores, motores, arrancadores y sistemas de control de la planta, verificando que todos sus elementos se encuentren en condiciones de operar satisfactoriamente de acuerdo a los requerimientos específicos de cada uno de ellos.

E.7.1 Subestación.

1. Prueba de aislamiento al bus.
2. Revisión de conexiones de barras.
3. Revisión de alambrado.
4. Revisión y pruebas de interruptores.
5. Revisión de elementos térmicos.
6. Prueba de control de motores.
7. Revisión, prueba y calibración de relevadores.

E.7.2 Transformadores.

1. Prueba de tensión de ruptura del aceite del transformador.
2. Determinación del factor de potencia del aceite.
3. Prueba de tensión interfásial.
4. Prueba de aislamiento en los devanados de alta y baja tensión.
5. Determinación del factor de potencia del transformador en los devanados de alta y baja tensión.
6. Prueba de relación de transformación.
7. Revisión de derivaciones del transformador para la tensión de trabajo.

E.7.3 Motores.

1. Prueba de aislamiento en el devanado.
2. Revisión de la conexión del motor de acuerdo con la tensión de trabajo.
3. Prueba de vacío del motor para checar calentamiento, vibración, etc.

E.7.4 Alimentadores.

1. Prueba de aislamiento a cables alimentadores de baja y alta presión.
2. Prueba del sistema de alumbrado.

E.7.5 Control.

1. Prueba de sistemas de control de unidades paquete.
2. Prueba de válvulas operadas eléctricamente.
3. Comprobación de circuitos eléctricos de alarmas y disparos.

E.8 Comprobación de circuitos de control e instrumentos.

Antes del arranque de la unidad, es necesario una revisión final de todos los circuitos de control. Todos los elementos de un circuito de control deben haber sido calibrados; las alarmas y disparos del sistema de protección (interlock) ajustados, así como todos los elementos restantes del circuito para estar seguros de su correcto funcionamiento cuando se requiera.

La revisión final de un circuito implica:

- Que todos los elementos estén instalados, calibrados y probados para una función adecuada.
- Que todas las escalas estén instaladas y con los rangos apropiados.
- Que todos los dispositivos de alarmas y disparos estén ajustados a los valores requeridos para lograr la debida protección de equipos y sistemas.
- Que todos los lazos de control hayan sido debidamente configurados en el sistema de control distribuido y que todos los gráficos de proceso y asociados a estos, contengan toda la información requerida.
- Que todos los instrumentos y controles configurados tengan los rangos apropiados y estén activados.
- Que el ajuste de los controladores en sus modos de control (banda proporcional, reset o reajuste y relación) esté en valores adecuados.
- Que la acción del controlador (directa o inversa) corresponde a la hoja de especificaciones.
- Que la acción de la válvula de control a falla de aire sea la especificada.
- Que los registradores, indicadores, controladores, alarmas y disparos estén adecuadamente identificados por su número de instrumento, localización y servicio.
- Que las conexiones al proceso estén completas. Esto incluye bulbos de temperatura o termocoples, placas de orificio, líneas de instrumentos de presión diferencial, etc.

- Que se verifique la continuidad de los circuitos de control, del cuarto de control al campo, así como en sentido inverso.
- Que se verifiquen los movimientos de las válvulas por sus controladores y de éstos por sus elementos sensores.

E.9 Corrida de prueba de bombas y compresores.

Las bombas y sus accionadores deben correrse inicialmente con el máximo de cuidados. Generalmente, la primera corrida se hace manejando agua con ellas. Durante esta etapa, las coladeras de la succión pueden causar restricción del flujo debido a todos los materiales extraños que se retienen en ellas. En este caso se debe limitar el flujo de las bombas centrífugas estrangulando la descarga de las mismas, pero no en una forma exagerada, para evitar que una recirculación interna excesiva genere demasiado calor que pueda dañar las bombas, normalmente manejan materiales más ligeros que el agua que se circula durante el arranque inicial. El accionador de la bomba está dimensionado para el fluido normal; consecuentemente al bombear agua, los motores generalmente se sobrecargan. Para evitar esta situación, el flujo por la bomba debe restringirse por estrangulamiento de la válvula de descarga.

En general, deberán seguirse las instrucciones del fabricante.

Por lo que toca a los compresores, siendo equipos más delicados resulta superfluo indicar o establecer normas generales de manejo por lo que se recomienda seguir estrictamente las instrucciones del fabricante.

E.10 Secado de los hornos BA-201A y BA-201B.

Antes de poner en servicio normal los hornos BA-201A y BA-201B o después de haber efectuado reparaciones a la capa de refractario, se deberá llevar a cabo el secado del mismo siguiendo las instrucciones del fabricante de los hornos.

El secado se realiza bajo condiciones controladas con objeto de eliminar la humedad remanente sin causar la vaporización repentina del agua a temperaturas elevadas, lo cual produciría agrietamiento y desprendimiento del refractario. De no existir las instrucciones del fabricante, puede utilizarse el siguiente procedimiento:

Durante el secado del refractario como medida de seguridad, se recomienda, si es posible circular vapor ó aire a través de los serpentines del horno.

Abrir todas las mirillas y mamparas de las cajas de vientos, así como la mampara del tiro natural para permitir la entrada de la máxima cantidad de aire posible, encender todos los pilotos para verificar su operabilidad. Encender quemadores en el número necesario para elevar la temperatura de los gases de combustión a razón de 25° por hora hasta alcanzar 150°C, temperatura indicada por TI-9103A y TI-9103B para los hornos BA-201A y BA-201B, respectivamente. Encender en forma alternada todos los quemadores hasta haber probado cada uno de ellos. Mantener estas condiciones durante 8 horas.

Cerrar mirillas, ajustar mamparas y encender quemadores para incrementar la temperatura de los gases de combustión 25°C por hora hasta alcanzar 200°C. Mantener estas condiciones por un mínimo de 24 a 36 horas, posteriormente descender la temperatura a razón de 25°C por hora hasta tener 150°C. Apagar el horno y suspender el vapor ó aire, en caso de que sí este circulando a los serpentines. Con las mirillas cerradas y las mamparas muy poco abiertas, permitir que el horno se enfríe en forma natural.

La eliminación de agua, que debe efectuarse en la etapa de calentamiento a 150°C en los gases de combustión, ocasiona que la temperatura exterior de la pared del horno alcance una temperatura del orden de 100°C . Una disminución rápida de esta temperatura será indicio de la total eliminación de la humedad del refractario, por lo tanto, esta etapa podrá prolongarse el tiempo necesario para lograr dicha eliminación.

E.11 Eliminación de humedad.

Consiste en eliminar toda el agua líquida que ha quedado atrapada en la tubería y equipo después del lavado y la prueba hidrostática, para evitar problemas de corrosión debido principalmente al contacto del HF con el hierro y a la vaporización súbita, debido al calentamiento de los mismos durante la etapa de arranque de la unidad.

Por lo anterior, se deberán drenar las tuberías y equipos en sus puntos bajos. Para esto, es necesario soplar con gas inerte N₂ toda el área de ácido, torres, acumuladores, cambiadores, bombas, niveles, válvulas de bloqueo y control automático y líneas en general.

Es muy importante revisar previamente que todas las purgas estén libres de taponamiento.

Se empleará un tiempo considerable para purgar el aire de todas las líneas y recipientes, utilizando gas inerte del sistema de gas de purga.

Se cuenta con un sistema de conexiones de gas de purga en la mayor parte del equipo y con las purgas existentes es posible eliminar todo el aire del sistema.

E.12 Lavado, prueba y alineamiento de tanquería, tuberías y equipo de patio.

Se deberán llevar acabo con la debida anticipación, todas las actividades necesarias para tener listas las instalaciones de almacenamiento, con el fin de evitar retrasos en el programa de arranque.

E.13 Verificación del inventario de materias primas y reactivos.

Todos los requerimientos de materias primas, reactivos, catalizadores, lubricantes, gas inerte, etc., deberán estar disponibles en cantidades suficientes.

F. PROCEDIMIENTOS DE ARRANQUE

CAPITULO F

F. PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE.

El siguiente procedimiento es aplicable para un arranque completo normal, un arranque inicial o un arranque después de un paro programado. El equipo debe estar listo para su operación (de acuerdo con el capítulo "Prueba de Equipo e Instalaciones") y el catalizador cargado en el reactor de Hidrisom. Para otros casos pueden omitirse algunos pasos o alterar el orden de su ejecución, lo cual quedará a juicio del ingeniero de la planta.

Antes de iniciar el arranque, informar al jefe del sector de servicios auxiliares del arranque de la Unidad, para que exista coordinación en el momento en el cual se requiera utilizar algunos de los servicios. Asimismo, informar a los ingenieros de las Unidades relacionadas con la operación de ésta (MTBE, Reformadora y FCC).

El área de almacenamiento, tanto de materias primas como de productos finales, debe estar lista para entrar en operación con la cantidad necesaria de producto requerido para el arranque (propano, n-butano, isobutano y alquilado o reformado).

F.1 Verificación de faltantes .

Antes que la unidad arranque, verificar la lista de faltantes considerando los siguientes puntos:

- a) Que todos los equipos y tuberías estén para entrar en servicio de acuerdo con los procedimientos preliminares. Que todos los filtros temporales hayan sido colocados en la succión de las bombas y que las juntas ciegas o "comales" hayan sido retiradas. Mantener una lista de las juntas ciegas que se han quitado y aquellas que faltan de retirar.
- b) Que todo el equipo mecánico haya sido probado de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- c) Que los servicios auxiliares estén disponibles y operando (vapor, condensado, agua de enfriamiento, agua de servicio, aire de instrumentos, gas combustible, combustóleo, nitrógeno, electricidad, etc.).
- d) Que los sistemas auxiliares estén listos para su operación (flushing, tratamiento de efluentes, tanques de recuperado, etc.).

- e) Que los sistemas de seguridad, hayan sido probados y estén listos para su operación (quemadores, sistemas de relevo, válvulas de emergencia, extintores de fuego, sistemas de detección, etc.).
- f) Accionar el botón de restablecimiento de emergencia HSS-8701, para que todas las válvulas POV's tomen su posición normal de operación, las válvulas FV's pueden ser accionadas, y las bombas y compresores pueden ser operados.

Verificar que éste al restablecer el botón HSS-8701 las POV's, FV's y equipos queden en la siguiente posición:

EQUIPOS	POSICION AL ACCIONAR EL BOTÓN DE RESET HSS-8701
Válvula POV-8701	Abierta
Válvula POV-8702	Abierta
Válvula POV-8703	Cerrada
Válvula POV-8704	Cerrada
Válvula POV-8705	Cerrada
Válvula POV-8706	Abierta
Válvula POV-8707	Cerrada
Válvula POV-8708	Abierta (nota 1)
Válvula POV-8709	Cerrada
Válvula POV-8710	Abierta (nota 1)
Válvula POV-8711	Abierta
Válvula POV-8801	Abierta
Válvula POV-8802	Abierta
Válvula FV-9001	Abierta
Válvula FV-9205	Abierta
Bomba GA-101A/B	Lista para operar
Compresor GB-101 A/B	Listo para operar
Bomba GA-201A/B	Lista para operar
Bomba GA-203A/B	Lista para operar
Bomba GA-204	Lista para operar
Bomba GA-207A/B	Lista para operar

Nota 1: Las válvulas POV-8708 y POV-8710 operan una abierta y otra cerrada, alternando su posición cada semana.

- g) Que las válvulas de seguridad, las válvulas de control, las placas de orificio y los instrumentos estén colocados en su lugar y hayan sido verificados y probados. Verificar también que las válvulas hayan sido instaladas en la dirección apropiada, que corran libremente, que los empaques del prensa-estopa estén bien apretados para minimizar fugas.
- h) Que todas las líneas que operan a temperaturas elevadas estén libres para expandirse.
- i) Que el sistema de control distribuido (SCD) esté operando y listo para la operación del proceso.
- j) Cerrar los venteos y purgas en todas las líneas y equipos, así como las válvulas de bypass de las válvulas de relevo.

F.2 Arranque de la Sección de Hidrisom.

El arranque de esta sección considera la sección de reacción de Alquilación esta lista para recibir olefinas.

a) Purga y Prueba de presión.

1. Después de que se ha cargado el catalizador y antes de retirar las juntas ciegas de L.B., purgar el reactor para eliminar el oxígeno utilizando nitrógeno.
2. Introducir N₂ por el fondo del reactor a través de la línea 1"N-8402 localizada en la salida del enfriador EA-101A/F alineando la línea del bypass del reactor 3"P-8414 (pasando por los equipos EA-102A/H y ME-101) y purgar el reactor a la atmósfera por su venteo superior hasta que la concentración de oxígeno sea < 0.2%. Aislado la válvula de relevo PSV-8402 del reactor.
3. Presionar el reactor con nitrógeno hasta 3.5 Kg/cm², y depresionar a la atmósfera a una velocidad moderada para no levantar la cama de catalizador del reactor.

Repetir dos veces más el punto No. 3 y verificar que la concentración de oxígeno sea < 0.2%. En caso contrario, repetir la acción tantas veces como sean necesarias hasta tener la concentración deseada.

4. Una vez que se haya eliminado el oxígeno, depresionar y retirar las juntas ciegas de L.B., tanto de alimentaciones como de productos, manteniendo la purga de nitrógeno. No proceder a efectuar el cambio de juntas hasta que el oxígeno sea $< 0.2\%$. Purgar por los puntos bajos si es necesario.

Instalar los tapones al venteo, en el domo y en el dren del reactor antes de proceder a cambiar las juntas.

5. Poner en servicio la válvula de relevo PSV-8402 abriendo sus válvulas laterales de bloqueo.
6. Cerrar las válvulas de: la línea de alimentación de olefinas al reactor (3"P-8406); la de nitrógeno 1"N-8402; así como las de la línea de reactivación del reactor 3"P-8414 y abrir la válvula de purga localizada corriente abajo de la línea de N_2 . Depresionar las líneas girar la figura "8", a la salida del EA-101A/F, hacia el lado ciego.
7. Abrir la válvula de la línea de reactivación del reactor e introducir N_2 para presionarlo hasta 5.0 kg/cm^2 , y verificar el circuito por probables fugas, colocando cinta adhesiva alrededor de las bridas, haciendo una pequeña perforación sobre la cinta y poniendo jabonadura. Cerrar la entrada de nitrógeno y mantener la prueba durante 30 minutos. En caso de fugas, depresionar, eliminar las fugas y repetir la prueba.
8. Eliminar el oxígeno de la línea de hidrógeno desde L.B. hasta la entrada al EA-102A/H presionando y depresionando con N_2 hasta tener una concentración $< 0.2\%$. Introducir el N_2 a través de la línea 3/4" N-8404.
9. Eliminado el oxígeno por medio del nitrógeno asegurarse de que esté cerrada la entrada de N_2 e inmediatamente introducir H_2 de L.B. hasta el reactor, utilizando la línea de H_2 para reactivación (bypass de los compresores) 3"H-8401.
10. Presionar el reactor con H_2 hasta 3.5 kg/cm^2 , y verificar por posibles fugas, manteniéndolo presionado durante 30 minutos. En caso de aparecer fugas, depresionar, eliminarlas y repetir la prueba.
11. Aumentar la presión con H_2 en el reactor hasta 7.0 kg/cm^2 , verificar por posibles fugas, manteniendo la prueba durante 30 minutos. En caso de que aparezcan fugas, depresionar, eliminar dicha fuga y repetir la prueba.

12. Presionar hasta 24 kg/cm^2 , con H_2 y verificar por posibles fugas, manteniendo la prueba durante 30 minutos. En caso de fugas depresionar, eliminar dichas fugas y repetir la prueba.
13. Eliminar el oxígeno de la sección restante de la sección de hidrisom: FA-101, GA-101A/B, EA-101 A/F(lado coraza), línea 3"P-8413, EA-103 (lado coraza), DA-101, EA-105 (lado coraza), FA-102, GA-102 A/B, FA-103, EA-104, EA-101 A/F (lado tubos) y EA-106 (lado coraza); hasta tener una concentración $< 0.2\%$, introduciendo N_2 por las líneas 2"N-8401, localizada en el domo del tanque FA-101 y la 2" N-8501, localizada en el domo del tanque FA-102. Dejar presionado con N_2 esta parte de la sección a 3.5 kg/cm^2 .

b) Reducción del Catalizador y Arranque.

1. Alinear el agua de enfriamiento a los siguientes equipos: EA-105, EA-106 y EA-229A/B.
2. Alinear el control de presión PRC-8501 de la columna agotadora de DME hacia el cabezal de gas combustible.
3. Notificar del arranque a todo el personal y a los sectores relacionados con esta unidad, así mismo, avisar sobre el consumo de hidrógeno e introducir éste. Estableciendo un pequeño flujo abriendo la válvula de globo de la línea de reactivación 3"H-8401 y midiéndolo en el FRC-8401 y, lentamente, subir a $249.4 \text{ m}^3 \text{ std/hr}$. Ventear el H_2 del reactor al cabezal de gas combustible utilizando la línea de reactivación " P-8416, controlando la presión en éste a 29.9 kg/cm^2 , por medio del control PRC-8401.
4. Presionar la columna agotadora de DME utilizando H_2 a través de las líneas de arranque 2"P-8415, conectada al domo del acumulador FA-102.

Ajustar el controlador PRC-8501 del FA-102 a 15.5 kg/cm^2 , y ventear el hidrógeno hacia el cabezal de gas combustible.

5. Incrementar la temperatura de entrada al reactor a 14°C a razón de 15 minutos. poniendo en operación el controlador TRC-8403, de suministro de vapor de baja al EA-102A/H.
6. Una vez que el flujo de hidrógeno a través del reactor se haya establecido en $249.4 \text{ m}^3 \text{ std/hr}$, alinear las olefinas de L.B., al tanque FA-101, y llevarlo al nivel normal de operación.

Cuando se tenga el nivel normal de operación en el FA-101, alinear el circuito para enviar las olefinas a la columna agotadora de DME de la siguiente forma:

FA-101 → GA-101A/B → EA-101 A/F (lado coraza) → línea de "bypass" del reactor 3"P-8413 → EA-103 (lado coraza) → DA-101.

Poner en operación toda la instrumentación de la columna DA-101.

7. Introducir el refinado (olefinas), a un flujo mínimo por medio del controlador FRC-8403B, controlando la presión de entrada a la columna DA-101 en 16.2 kg/cm^2 , con el controlador PRC-8503.
8. Establecido el nivel normal en el fondo de la columna DA-101, iniciar su calentamiento poniendo en operación el controlador de flujo FRC-8503, de suministro de vapor de baja al rehervidor EA-104. En caso de que el nivel en la columna se incremente del normal, alinear la olefina hacia L.B. a través de la línea de arranque 3"P-8615 poniendo en servicio el control en cascada de nivel LRC-8504/FRC-8404.
9. Conforme se vayan evaporando los ligeros, se irá estableciendo un nivel en el acumulador FA-102. Cuando se tenga el nivel normal en éste, iniciar el reflujo poniendo en operación la bomba GA-102 A/B, así como el controlador en cascada nivel/flujo LRC-8401/FRC-8502.
10. Mantener el nivel en la columna reponiéndolo cuando se requiera y ponerla a reflujo total, tratando de alcanzar sus condiciones normales de operación (domo 59.4°C y 15.5 kg/cm^2 y; fondo 101°C y 16.2 kg/cm^2).

Verificar que la instrumentación de la columna DME esté operando adecuadamente y poner especial cuidado en purgar (manualmente) el agua acumulada en la bota separadora de acumulador FA-102.

Verificar el agua en la bota separadora del FA-102 y drenar si es necesario cada 30 min. o cuando se requiera.

11. Cuando se tengan las condiciones normales de operación en la columna, **y una vez que ya no se detecte humedad**, introducir lentamente un flujo continuo de olefinas a la columna, a razón de 50 BPH, ($7.9 \text{ m}^3 \text{ std/hr}$) hasta alcanzar su flujo normal. Al mismo tiempo poner en operación el calentador de carga a la columna de DME, EA-103, por medio del control TRC-8501 de suministro de vapor de baja al calentador y alinear la salida de olefinas del fondo de la columna hacia la sección de reacción de Alquilación.

12. Con el flujo de H₂ estable en 249.4 m³/hr al reactor y la operación normal en la columna agotadora de DME, incrementar la temperatura de entrada al reactor a 121°C a una velocidad de 14°C cada 15 min. Monitorear muy de cerca la temperatura en el reactor por posibles puntos calientes. En caso de que existan estos, bajar la temperatura.
13. Mantener un flujo de H₂ de 249.4 m³/hr a 121°C, por lo menos durante 5 horas hasta completar la reducción del catalizador.
14. Después de las 5 horas de calentamiento del reactor, enfriar el reactor hasta 48°C, bajando la temperatura a razón de 14°C cada 15 min.

No exceder la diferencial de temperatura de la cama catalítica de la establecida en el diseño (20°C).

15. Notificar a la Unidad Reformadora que suministra el hidrógeno, que se reducirá lentamente el consumo hasta suspenderlo totalmente.

Cortar el suministro de vapor de baja al EA-102A/H, bloqueando la válvula de entrada TV-8403, y la salida de condensado.

16. Aislar el reactor y purgar el hidrógeno, depresionando hacia el cabezal de desfogue y bloqueando la salida hacia el cabezal de gas combustible.
17. Bloquear la válvula de H₂ a la entrada del EA-102 e introducir N₂ por la línea 1"N-8402, para barrer el H₂ hacia el cabezal de desfogue (pasando por los siguientes equipos: EA-102A/H, ME-101, la línea de bypass del reactor 3"P-8414 y el DC-101), mantener esta operación durante 1 hora.
18. Terminado el barrido, presionar el reactor a 3.0 kg/cm² y aislarlo, cerrando la línea de bypass 3" P-8414 y la salida al desfogue.
19. Depresionar la línea de entrada al EA-102A/H y al ME-201 y, girar la figura "8" a la salida del EA-101 A/F, hacia el lado libre. De esta forma queda lista la entrada de olefinas.
20. Alinear el circuito para introducir la olefina al reactor por la parte inferior del mismo (línea 3"P-8414), desplazando el N₂ hacia el cabezal de desfogue, mantener bloqueada la válvula de salida del reactor.

Introducir un pequeño flujo de olefina para presionar el reactor, poniendo en operación el controlador FRC-8403 y la válvula FV-8403A

Una vez que el reactor se encuentre presionado con la olefina, cerrar las válvulas de reactivación de la entrada inferior y abrir la válvula de entrada normal.

21. Abrir la válvula de salida del reactor y al mismo tiempo ir cerrando la válvula de la línea de bypass 3" P-8413.
22. Mantener la presión en el reactor en 16 kg/cm² por medio del control PRC-8503.
23. Ya que todo el flujo de olefinas se encuentra alineado al reactor, establecer el flujo de hidrógeno para mantener la relación 1:1. El hidrógeno se introducirá por la línea normal de operación 3"H-8405, así mismo poner en operación el controlador de flujo FR-8401, las válvulas automáticas FV-8403A y TDV-8402 y el relacionador de flujo RC-8403. Monitorear la temperatura en el reactor por posibles puntos calientes. Suspender el flujo de hidrógeno si la diferencial de temperatura alcanza los 16°C.

Poner en operación los interruptores de ajuste por alta diferencial de temperatura TDSH-8402 y de corte por muy alta diferencial de temperatura TDSHH-8402.

24. Ajustar la temperatura de entrada al reactor hasta 57°C a razón de 14°C cada 15 minutos alineando el vapor de baja presión al calentador /enfriador de alimentación de hidrisom.
25. Cuando se tenga la temperatura de 57°C incrementar la relación de H₂/HC a 2.5 : 1 y monitorear la temperatura del reactor por posibles puntos calientes.
26. Ajustar la presión del reactor a 29.9 kg/cm² por medio del PRC-8401.
27. Todas las válvulas de control automático deberán ser operadas en forma manual, hasta que se establezcan las condiciones normales de operación podrán ser operadas en automático.

F.3 Arranque de las Secciones de preparación de carga, reacción y fraccionamiento de productos.

La siguiente descripción supone que éstas secciones deben de estar listas antes de que arranque la sección de hidrisom.

a) Purgado y verificación.

Establecer la circulación de agua de enfriamiento a través de todos los enfriadores de la Unidad, venteando el aire de cada equipo.

Una vez que se hayan verificado que todos los equipos y la Unidad esté lista, eliminar el oxígeno con nitrógeno hasta tener $< 0.2\%$ de O_2 .

Verificar que se cuenta con una buena cantidad de alquilado, propano e isobutano para arranque.

b) Establecimiento de circulación de hidrocarburos.

Una vez que se ha eliminado todo el aire de la Unidad, alinear cuidadosamente el sistema con todas las válvulas de acuerdo a su flujo normal. Verificar que las válvulas de descarga de las bombas, así como las válvulas de bypass de equipos e instrumentos estén cerradas. Verificar que todos los controles estén en su modo de operación manual, con las válvulas de control en su posición cerrada, excepto para las válvulas de 3 vías las cuales deben estar ajustadas a un 50% de salida PV-9002 en el FA-206, PV-9201 en el FA-207, TV-9201 en la salida de fondos de la DA-204, TV-8901 en la descarga de la bomba GA-207 y, PV-9301 en el domo de FA-211.

F.3.1 Introducción y Circulación de Hidrocarburos.

Establecer nivel de hidrocarburos en el fondo de la columna DA-203. Estos hidrocarburos pueden ser: alquilado producto o hidrocarburos no olefínicos, tales como la alimentación a reformación o el mismo reformado, con un punto final de ebullición entre 187 a 232°C.

La alimentación de hidrocarburos se efectuará de la siguiente manera:

- 1) Girar la figura "8" hacia su Lado libre en la línea de salida de alquilado producto en L.B.

- 2) El alquilado se recibirá en sentido inverso de, ya sea de almacenamiento o bien por la conexión especial que se tiene en L.B. para descarga de autotanques.

El circuito inverso quedará de la siguiente forma:

Línea de alquilado producto 4"P-9316 → bypass de válvula PV-9302 → bypass de bombas GA-215A/B (3"P-9325) → enfriador EA-228A/B → línea de arranque 4"P-9313 → línea de succión de GA-209 A/B → columna DA-203.

- 3) Hacer nivel en el fondo de la columna DA-203 hasta el 90%, y poner en operación la bomba GA-209 A/B, para empacar el rehervidor y retornar a la columna, reponer el nivel en la columna conforme sea necesario. Ventear el N₂ por el domo de la misma.

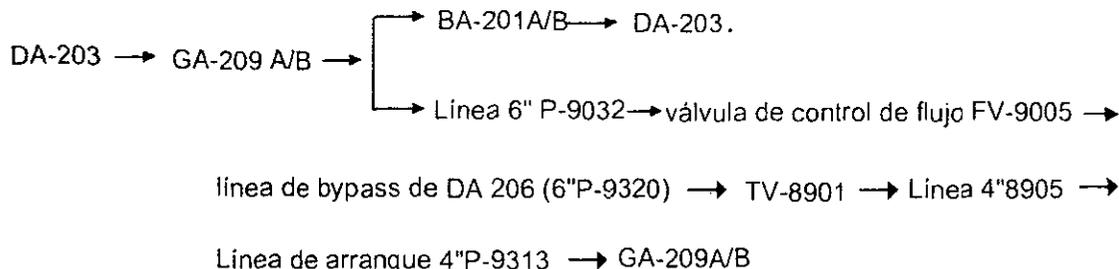
Estabilizado el nivel en la columna, ajustar los flujos normales de operación al rehervidor BA-201A/B, o en caso de que el amperaje de los motores no lo permita por sobrecarga de los mismos ya que la columna no ha alcanzado las condiciones de operación, ajustar los flujos hasta donde operen de una manera segura.

- 4) Una vez que se haya hecho nivel en la DA-203 y se tenga recirculando a través del rehervidor BA-201A/B, iniciar el llenado de la columna DA-206 así como de su rehervidor EA-224, a través de la línea de arranque 6"P-9032 y de la válvula de control de flujo FV-9005. El circuito quedara de la siguiente forma:

Fondo DA-203 → GA-209A/B → línea de arranque 12"P-9005 → línea de arranque 6"P-9032 → FV-9005 → Línea 8"P-9031 → columna DA-206.

- 5) Alcanzado el 90% de nivel en la DA-206 abrir la válvula de la línea de bypass de esta columna (6"P-9320) y cerrar la válvula de entrada a la misma.
- 6) Alinear el cambiador EA-208, cerrar la válvula de entrada a los enfriadores EA-228A/B y utilizar la línea de arranque. 4"P-9313 para recircular hacia la succión de la bomba GA-209A/B. La columna DA-203 estará presionada a 11.3 kg/cm²

El circuito quedará de la siguiente forma:



- 7) Todas las válvulas de control automático deberán ser operadas en manual hasta que se establezcan las condiciones normales de operación podrán ser operadas en automático.
- 8) Establecido el circuito anterior, introducir isobutano para llevar a cabo el secado de la unidad. Verificar que la figuras "8" en la entrada en L.B. esté colocada del lado libre.
- 9) Hacer nivel de isobutano en el tanque FA-203, introduciendo por la entrada normal en L.B., poniendo en operación toda su instrumentación venteando, el N₂ por el bypass de la válvula de relevo.
- 10) Una vez que se haya alcanzado el nivel normal en FA-203 alinear: la bomba GA-203A/B; la válvula de control de flujo FV-8602; la entrada de ambos secadores de carga olefínica FF-201A/B; las válvulas de venteo corriente arriba de las válvulas de relevo PSV-8602 y PSV-8603 para ventear los gases de N₂ desplazado por los hidrocarburos; alinear el asentador de ácido DA-201 y abrir también las válvulas de venteo corriente arriba de las PSV-8701A y PSV-8701B.
- 11) Alineados los secadores, poner en operación la bomba GA-203A/B, abrir la válvula FV-8602 y proceder al llenado.

Una vez que se hayan llenado los secadores, cerrar los venteos de las válvulas PSV's.

El asentador de ácido deberá llenarse hasta que la medida de las válvulas trycocks de hidrocarburos indique 60% de nivel, verificar que todas las demás válvulas de entrada y salida del asentador estén cerradas.

- 12) Una vez que se haya hecho nivel en el asentador de ácido, suspender el suministro de isobutano a la unidad y parar la bomba GA-203A/B.

13) Drenar todos los puntos bajos para eliminar el agua acumulada.

Nota: Si es necesario regenerar los secadores FF-201 A/B. Llenar el sistema de regeneración de los secadores con isobutano, en caso de no haber isobutano, no llenar el sistema de secado con olefinas.

El llenado del circuito de regeneración será de la siguiente manera:

Línea 2"P-8601 → FA-203 → GA-203A/B → Línea 3"P-8604 → FF-201 A/B.

14) Introducir propano producto en sentido inverso, venteando el N₂ necesario.

--Verificar que la figura "8" en la línea de propano producto a L.B., esté girada del lado libre.

--Verificar que exista circulación de agua de enfriamiento a través de los enfriadores y condensadores EA-214, EA-216A/B, EA-219A/E y EA-222A/D

--Alinear el siguiente circuito:

Línea de propano producto en L.B. 2"P-9410 → línea de arranque 2"P-9411 → línea 2"P-9214 → FA-207 → GA-211A/B → válvula de control de flujo FV-9205 (hacia DA-205) → DA 205 → válvula FV-9208 (salida por fondo DA-205) → EA-220 (lado coraza) → calentador EA-221 (lado coraza) → uno de los 2 defluorinadores de propano FA-209A ó FA-209B → EA-220 (lado tubos) → condensador de propano EA-222A/D → válvula TV-9406 → línea de bypass de los tratadores de propano con KOH FA-210 (2"P-9416) → Línea 2"P-9422. → Línea 2"P-9410.

En caso de que no se disponga de propano de tanques se tiene la facilidad de introducir propano por medio de un carro-tanque existiendo las conexiones necesarias en L.B.

Otra forma de introducir propano es:

Línea de propano producto en L.B. 2"P-9410 → bypass de PV-9401 → línea 2"P-9422 que bypassea a la bomba GA-212A/B → Línea de bypass de KOH (2"P-9416) → válvula TDV-9406 → EA-222A/D (lado coraza) → EA-220 (lado tubos) → uno de los 2 defluorinadores de propano FA-209A ó FA-209B → EA-221 (lado coraza) → EA 220 (lado coraza) válvula FV-9208 → agotador de ácido DA-205.

El llenado del acumulador FA-207 se lleva a cabo, de L.B., y por la línea de arranque hacia el domo de este tanque (2" P-9411), hasta su nivel normal.

- 15) Una vez que se haya hecho nivel con propano y llenado todo el circuito anterior, llenar también los siguientes equipos:

EA-218 (lado coraza); EA-219 (lado coraza); líneas de sellos a las bombas GA-211A/B (1" P-9239).

- 16) Iniciar el calentamiento en la columna DA-203, por medio del rehervidor BA-201A/B, verificar que primero se haya barrido con vapor por lo menos durante 15 minutos, abriendo totalmente el damper de la chimenea para eliminar la probabilidad de que exista alguna mezcla explosiva antes de encenderlo. Verificar que todas las válvulas de suministro tanto de gas combustible como combustóleo al horno, hayan estado cerradas.

Preparar el rehervidor y ajustar la abertura del damper. comenzar con el calentamiento encendiendo quemadores en forma alternada. Incrementar lentamente la temperatura hasta alcanzar 189°C a la salida del rehervidor, esto corresponderá a 158°C en el fondo de la columna DA-203 (llevar a cabo estos incrementos a razón de 20°C/hr).

- 17) Una vez que se haya hecho nivel en el asentador a un 50% de su nivel normal de hidrocarburos, abrir la válvula inferior POV-8703 (hacia la succión de la bomba GA-207 A/B), y arrancar la bomba GA-207 A/B para alimentar isobutano a la columna DA-203, reponiendo nivel en el asentador DA-201 conforme se requiera. Recordar inyectar la corriente de sellos a la GA-207 A/B.

Al alinear isobutano a la columna DA-203, se evaporará y se colectará en el acumulador FA-206, ya que se tenga un nivel normal en éste. Iniciar el refluo poniendo en operación la bomba GA-208A/B. Recordar inyectar la corriente de sellos a esta bomba.

El exceso de isobutano en el acumulador FA-206 se enviará a la columna DA-204, poniendo en operación la bomba GA-210A/B. Recordar inyectar la corriente de sellos a esta bomba.

- 18) Iniciar el llenado de la columna DA-204 con isobutano. Cerrar las válvulas de entrada la carga a los enfriadores EA-203A/B (POV-8706 y POV-8711) y del mezclador ME-201 (línea 4" P8612) de acuerdo al siguiente circuito.

FA-206 →GA-210A/B →Línea 8" P9030 →Línea de arranque 2" P-8628
→Línea 3" P-9209 (en sentido inverso) →EA-216A/B →EA-213A/B →
EA-215 → DA-204.

- 19) Incrementar temperatura en el fondo de la columna depropanizadora DA-204 (hasta 102°C) admitiendo vapor de baja al rehervidor EA-215 por medio de la válvula FV-9202 (a razón de 20°C/hr). Así mismo en la DA-205 (a 61°C) admitiendo vapor de baja presión al rehervidor EA-218 por medio del controlador FRC-9206.

Iniciar también el calentamiento en el fondo de la columna debutanizadora DA-206 hasta alcanzar 169°C, admitiendo vapor de baja presión por medio del controlador FRC-9302.

- 20) Reponer niveles en los fondos de las columnas DA-203, DA-204, DA-205 y DA-206 conforme se requiera, ya que se irá evaporando debido al calentamiento.

- 21) Una vez que se tengan las temperaturas deseadas en la DA-204 y DA-205, poner a reflujo total la DA-204, poniendo en operación la bomba GA-211 A/B (recordar alimentar la corriente de sellos a esta bomba). Purgar todos los puntos bajos en especial las botas de los tanques FA-206 y FA-207.

Ya que se encuentre a reflujo total la columna DA-204, alimentar carga a la DA-205 (por medio del FRC-9205) para presionar con propano el asentador de ácido DA-201, por la línea de isobutano al mezclador ME-201, controlando el flujo con el FRC-9207. Recordar abrir las válvulas de entrada al enfriador EA-203 A/B (POV-8706 y POV-8711 así como las válvulas de globo anteriores).

- 22) Cuando la columna DA-204 esté a reflujo total y recibiendo el isobutano, exceso de la DA-203, hacer nivel con isobutano en el FA-211 (tanque acumulador de reflujo de la DA-206) de la siguiente manera:

Línea de paro 2" P-9234 de la salida de producto del fondo de la DA-204 de isobutano producto al tratador de butano con KOH, FA 213 localizada después de la válvula FV-9203, llenar en sentido inverso el condensador de butano EA-227A/B (lado coraza) .→ el cambiador EA-225 (lado tubos); → uno de los dos defluorinadores FA-212 A ó FA-212B → calentador EA-226 (lado coraza) →EA-225 (lado coraza), válvula de control FV-9303.→ válvula de control FV-9301→ columna DA-206.

23) Como la columna DA-206 se encuentra a 169°C al momento de recibir el isobutano, este se evaporara, condensando y colectando en el acumulador FA-211. Una vez que se tenga un nivel normal en el FA-211 y la columna DA-206 se encuentre a reflujo total, suspender el suministro de isobutano. Hasta este momento se tienen a reflujo total las columnas DA-203, DA-204 DA-205 y DA-206. Purgar todos los puntos bajos para eliminar el agua estancada en los acumuladores de reflujo.

Alinear la unidad y alimentar iC₄'s en su sentido normal de flujo de manera que quede enlazada de la siguiente manera:

iC₄'s de L.B → FA-203 → GA-203A/B → FV-8602 → FF-2021 o FF-201B → ME-201 → EA-203A/B → DA-201 → GA-207 A/B → FV-8901 → EA-208 (lado tubos) → EA-209 (lado tubos) → DA-203 (plato No. 38) → EA-210A/E (lado coraza) → PV-9002 → FA-206 → GA-210A/B → ①
 ↓
 ②

① → EA-217A/C(lado coraza) → ME-201

② → EA-213A/F(lado tubos) → DA-204 → EA-215(lado coraza) → EA-213A/F (lado coraza) → TV-9201 → EA-216A/B(lado coraza) → Línea de arranque 2"P9228 → FA-203

Nota: Poner en servicio la corriente de sellos a las bombas GA-206A, GA-207 A/B, y GA-210 A/B cuando se requiera.

24) Iniciar la operación del sistema de regeneración de los secadores FF-202A y FF-202B, en caso que no se haya hecho (inciso No.8).

Desisobutanizadora DA-203.

Con la alimentación continua de iC₄'s del asentador de ácido a la columna DA-203 verificar que:

- El control de temperatura, TRC-9001, de alimentación a esta columna esté operando satisfactoriamente (controlando 71°C).
- Que se haya venteado el N₂ y que el controlador de presión PRC-9002 esté operando bien (controlando 10.1 kg/cm²).
- Que se purgue continuamente la bota del acumulador FA-206 permaneciendo bloqueada la válvula controladora de nivel LV-9005. Barrer con hidrocarburos (intermitentemente), la línea de ácido 2"P-9035 de la

bota del FA-207 hacia el asentador, abriendo manualmente la válvula de control de nivel LV-9005 y la válvula POV-8701.

- Que el controlador de flujo de vapor de media al intercalentador de vapor EA-211, esté operando normalmente (FRC-9003).
- Que la bomba de reflujo GA-208 A/B así como el control de flujo FRC-9004 estén operando normalmente.
- Que el controlador de temperatura del fondo de la columna TRC-9104A/TRC-9104B, así como los controladores de flujo al horno estén ajustados a sus condiciones normales (158°C y 75.0 m³std/hr/serpentin).
- Que la bomba tanto de domos (GA-208 A/B), como de fondos GA-209A/B tenga flujo a los sellos.

Depropanizadora DA-204.

- Que la bomba de alimentación GA-210A/B, opere en forma normal con su inyección de sellos.
- Que el control de flujo de alimentación FRC-9002 esté operando correctamente.
- Que el control de temperatura de alimentación TRC-9201 esté operando en forma normal (controlando 77°C).
- Que se haya eliminado todo el N₂ de la columna, venteando por todos los puntos altos así como por el absorbedor de gas FA-208 hacia el neutralizador de ácido de relevo DA-207.
- Que el control de presión de la columna PRC-9201 este ajustado y controlando 18.96 kg/cm².
- Que se drene constantemente la bota del acumulador FA-207.
- Que la línea de ácido de la bota del acumulador hacia el asentador (2"P-9243) se barra intermitentemente hacia el asentador abriendo las válvulas LV-9203 y POV-8701.
- Que en el reflujo, tanto la bomba GA-211A/B como el controlador de flujo FRC-9201 opere satisfactoriamente.

- Que el controlador de flujo FRC-9202 de alimentación a la columna DA-205 esté operando correctamente.
- Que el controlador de suministro de vapor de baja al rehervidor EA-215, FRC-9202 opere correctamente
- Que el controlador de presión PRC-9201 de la columna DA-205, opere correctamente, controlando 21.1 kg/cm².

Establecer el siguiente circuito de propano:

FA-207 →GA-211A/B →FV-9205 →DA-205 →FV-9208 →EA-220(lado coraza) →EA-221(lado coraza) →FA-209A o FA-209B →EA-220(lado tubos) →EA-222A/D(lado coraza) →TDV-9406 →Línea del bypass del FA-210 (2"P-416) →GA-212A/D →PV-9401 →Línea de arranque 2"P-9411 →FA-207

Debutanizadora DA-206

Esta columna queda a reflujo total, sin sacar producto verificando lo siguiente.

- Que se haya eliminado todo el N₂ del sistema.
- Que el controlador de presión PRC-9301 del domo opere correctamente controlando 4.17kg/cm².
- Que se purgue contantemente el acumulador FA-211 y puntos bajos del domo.
- Que las bombas de reflujo GA-213A/B así como el controlador de reflujo FRC-9301, operen sin problemas.
- Que el control de flujo de vapor de media al rehervidor EA-224, FRC-9203, opere en cascada en forma normal con el control de temperatura del fondo TRC-9303 (controlando 169°C).

Columna Regeneradora DA-202.

Mantener los circuitos anteriores para secar la sección hasta que se considere eliminada el agua (de 20 a 30 ppm de H₂O).

Mientras se alcanzan esta condición, secar la columna regeneradora de ácido DA-202 de la siguiente forma:

1. Una vez que se hayan establecido los circuitos de isobutano, alquilado y propano y que el nivel de hidrocarburos en el asentador se mantenga al 60%, proceder con el secado de la columna regeneradora de ácido.
2. Alinear la línea de 2" P-9232 de reflujo de la columna DA-202, hasta la válvula de bloqueo corriente abajo de la válvula de control FV-8801, manteniendo cerrada la válvula de bloqueo mientras la válvula de control se encuentra abierta, y purgar el isobutano por la purga de la válvula FV--8801. Dejar la válvula cerrada hasta que se requiera el reflujo
3. Alinear la línea de isobutano de agotamiento al fondo de la columna DA-202, hasta la válvula FV-8803, mantenerla cerrada, de manera que solo falte abrir esta válvula para introducir isobutano del fondo.

Verificar que la válvula de control de presión PV-8702, del fondo de la DA-202 este cerrada así como la POV-8702.

4. Introducir isobutano de agotamiento a un bajo flujo aproximadamente 35% del normal (25 BSPH). Al mismo tiempo comenzar a alinear el vapor de media al sobrecalentador EA-205, por medio del controlador PIC-8802, y poner en servicio su eductor y la salida de condensado.
5. Tan pronto como la presión en la columna DA-202 alcance la presión del asentador, poner en operación el controlador de presión PRC-8702, controlando 8.5 kg/cm², al mismo tiempo abrir la POV-8702.

Cuando se haya alcanzado la presión de operación de la columna DA-202, incrementar el flujo de isobutano de agotamiento lentamente hasta alcanzar su flujo normal. Al mismo tiempo ajustar el vapor para controlar la temperatura en 191°C.

6. Preparar la bomba de alimentación a la columna regeneradora GA-204 e iniciar su inyección de sellos.

Alinear la alimentación de carga a la bomba GA-204 abriendo la válvula POV-8708 ó POV-8710; así como la línea de descarga a la DA-202, con la válvula FV-8802, preparar también el vaporizador de ácido EA-204 (válvula PV-8801).

7. Poner en operación la bomba GA-204 e iniciar la alimentación a la DA-202, controlando un flujo aproximado de 10 BSPH.

Calentar esta corriente hasta su temperatura normal (140°C) poniendo en operación el control TRC-8801/PIC-8801, y el control de presión a 7.0 kg/cm².

8. Intermitente, lavar la línea de reflujo de la columna, abriendo las válvulas FV-8801 y POV-8801 y, finalmente, dejar ambas válvulas cerradas.

Calentar y purgar toda la sección el tiempo suficiente hasta eliminar toda la humedad.

F.4 Producción de Alquilado.

F.4.1 Carga del sistema de HF.

- a) Antes de efectuar el cargado de HF, verificar lo siguiente:

Continuar periódicamente purgando los puntos bajos para eliminar el agua remanente. Purgar bombas, abrir bypass de las válvulas de control, y todo punto en donde se considere se pudo acumular agua.

Mantener la operación de recirculación hasta secar la sección.

Poner en operación los secadores, así como su sistema de regeneración

Seguir con la operación de secado de la sección hasta que se considere completamente seca. Los últimos puntos para secarse serán los puntos de purga en los condensadores de la columna desisobutanizadora EA-210 A/F y en la "bota" del tanque acumulador FA-206, los condensadores de la columna depropanizadora EA-214 y la bota del tanque acumulador FA-207.

- b) Una vez que toda la sección esté seca, que todos los instrumentos, bombas y otros equipos estén operando apropiadamente y que los filtros temporales en las succiones de las bombas hayan sido retirados, el sistema estará listo para recibir HF del tanque de almacenamiento de ácido FB-201 (tomando en cuenta todas las precauciones para evitar posibles fugas).

- c) Poner en operación el neutralizador de relevo ácido DA-207, haciendo nivel de sosa al 5% en peso y arrancando la bomba de circulación GA-216 A/B.

Así mismo poner en operación el sistema de lavado cáustico de ASAS, haciendo nivel en el tanque FA-204 y arrancando la bomba de circulación GA-205A/B.

- d) Verificar que el tanque de ácido FB-202 tenga suficiente nivel y presionarlo con N_2 a 11.0 kg/cm^2 .
- e) Verificar el nivel en el asentador de ácido ya que al introducir el HF el nivel aumentará, por lo que será necesario sacar del sistema la cantidad de isobutano equivalente a la cantidad de ácido que vaya a introducir al sistema, enviándolo a almacenamiento por el fondo de la columna DA-204, vía la línea 2" P-9234, hacia el tratador de butanos con KOH, FA-213.

Si la pureza del isobutano de reciclo es menor de 75% volumen, se debe de sacar algo de n-butano hacia almacenamiento y determinar después la concentración.

Mantener el nivel de isobutano en el asentador, de tal manera que se pueda cerrar la válvula inferior de hidrocarburos POV-8703 y, el iC_4 salga por la boquilla superior hacia la bomba GA-207 A/B.

Estar pendiente con el nivel del HF en el asentador y verificar que cuando el nivel de ácido sea detectado por la 1a. válvula trycock de la sección inferior del asentador, la válvula POV-8703 esté cerrada.

- f) Verificar que esté cerrada la válvula de succión de la bomba GA-204, así como las válvulas de emergencia hacia el tanque FB-201, POV-8707 y POV-8709; que las válvulas de emergencia POV-8708 y POV-8710 de salida del fondo de los enfriadores EA-203 A/B estén abiertas; y que la figura "8" de la línea 2" HF-8904 o la figura "8" de la línea 2" HF-8911 de alimentación de ácido, esté girada por el lado libre y las válvulas de globo y compuerta de esta misma línea estén abiertas.
- g) Las figuras "8" de las líneas de arranque se giran quedando por su lado ciego y cerradas ambas válvulas de compuerta en la línea 2" P-9228 y 2" P-8628.

Iniciar la transferencia de ácido desde el tanque FB-202A o FB-202B, hacia los enfriadores EA-203 A/B por la línea 2"HF-8904 y en sentido inverso por las líneas 2"P-8715 y 2"P-8716.

Verificar constantemente el nivel tanto en el tanque FB-202 A o B como en el asentador DA-201 por medio de las válvulas trycocks, y cuando se tengan 5 válvulas trycocks de nivel en el asentador de ácido, suspender la transferencia.

F.4.2 Carga de alimentación fresca.

- a) Establecido el nivel de ácido en el asentador, la sección está lista para alimentar las olefinas. Continuar con la recirculación de isobutanos si no se han alcanzado las especificaciones de las olefinas que se introducirán a la sección.
- b) Hacer nivel de olefinas en el tanque de alimentación de olefinas FA-201 alineando en L.B. y poniendo en operación su instrumentación.
- c) Iniciar la alimentación de olefinas procedentes de la sección de hidrisom, abriendo las válvulas de compuerta localizadas en la línea 3"P-8411 y cerrar las válvulas en la línea de arranque de olefinas hacia el tanque de refinado 3" P-8615.
- d) Al introducir la olefina a reacción se comenzará a producir el alquilado, por lo que se consumirá el isobutano, teniendo que alimentar isobutano de reposición para mantener la relación de iC_4 's/olefinas.

Verificar que el controlador de nivel de la pierna separadora del acumulador FA-206 y FA-207, LRC-9005 y LRC-9203 respectivamente estén operando.

- e) Una vez que se tenga el nivel de hidrocarburos en el fondo del asentador de ácido, este se enviará a la columna desisobutanizadora DA-203 teniendo que ajustar las condiciones de esta columna ya que aumentara el nivel del fondo, el cual se tendrá que alinear la válvula de control FV-9005 hacia la torre debutanizadora DA-206, cerrando la válvula de la línea de bypass 6"P9320, y alineando hacia la columna, cerrando la línea de arranque 4"9313 y línea 6"P-9032 y alineando línea 6"P9031.
- f) Ajustar las condiciones de operación en la columna DA-206 ya que se encontraba a reflujo total y en el momento de enlazarla con la columna DA-203 cambiarán sus condiciones.

Una vez que aumente el nivel en el fondo de la DA-206; alinear la salida de alquilado producto, mediante el control LRC-9302, poniendo en operación el controlador de presión PRC-9302 y la bomba GA-215A/B abriendo las válvulas en L.B., y cerrando la válvula de la línea de arranque de recirculación 4"P-9325 en la succión de la bomba GA-215A/B. Poner en operación toda la instrumentación del alquilado producto.

- e) Alinear el n-butano producto hacia L.B., poniendo en operación: el intercambiador de calor EA-225, el calentador de carga a los defluorinadores EA-226, los defluorinadores FA-212A/B (en serie) el condensador EA-227A/B; el tratador de KOH, FA-213; la bomba GA-214A/B; el controlador de presión PIC-9501 y abrir en L.B. las válvulas de compuerta. Poner también en operación el analizador AR-9501 así como toda la instrumentación de esta línea.
- f) Ajustar también las condiciones de operación de la columna depropanizadora DA-204. Alinear el propano producto a L.B., poniendo en operación: el intercambiador de calor EA-220, el calentador de carga a los defluorinadores EA-221, los defluorinadores FA-211 A/B (en serie); el condensador EA-222A/D, el tratador de KOH, FA-210, las bombas GA-212A/B y el controlador de presión PIC-9401, el analizador AR-9401 y abrir en L.B., las válvulas de compuerta. Verificar que la válvula de la línea de recirculación de arranque 2"P-9411, pegada al acumulador FA-207, esté cerrada.

Ventear los incondensables en el absorbedor de gas FA-208, poniendo en operación su sistema de refrigeración. Una vez que se deje de ventear, suspender el sistema de refrigeración.

- g) Subir la carga lentamente (10%/hr) desde el 60% que se tiene hasta alcanzar el flujo normal de operación de la planta, introduciendo la olefina de FCC.

Poner en operación la bomba GA-201A/B así como el controlador de flujo FRC-8604. Mantener la relación iC_4 's/olefinas. Al mismo tiempo, ajustar todas las condiciones en las demás secciones.

Analizar todas las corrientes para hacer los ajustes necesarios, corroborando los valores con los analizadores en línea que se tienen.

El análisis de ácido servirá para indicar en que momento será necesario poner en operación la columna regeneradora de ácido DA-202.

F.4.3 Ajuste de las condiciones a las de operación.

A continuación se describen las condiciones normales de operación, sirviendo como guía después de que la unidad ha sido arrancada con olefinas e isobutano para producir el alquilado deseado.

AGOTADORA DE DME DA-101			Plato No. 5	Acumulador de
	DOMO	FONDO	TRC-8503	Reflujo FA-102
Temperatura °C	59.4	101.4	101.6°C	49
Presión Kg/cm ² m.	15.9	16.2	-----	15.5

ASENTADOR DE ACIDO DA-201		
	NORMAL	MINIMA
Temperatura °C	46	32.2
Presión Kg/cm ² m.	7.9	5.2

COLUMNA REGENERADORA DE ACIDO DA-202		
	DOMO	FONDO
Temperatura °C	148	149
Presión Kg/cm ² m.	9.52	9.54

COLUMNA DESISOBUTANIZADORA DA-203			Acumulador de
	DOMO	FONDO	Reflujo FA-206
Temperatura °C	71	158.4	43.3
Presión Kg/cm ² m	11.3	11.6	10.2

COLUMNA DEPROPANIZADORA DA-204			Acumulador de
	DOMO	FONDO	Reflujo FA-207
Temperatura °C	55.6	101.8	43.3
Presión Kg/cm ² m	20.1	20.3	18.96

COLUMNA AGOTADORA DE HF DA-205		
	DOMO	FONDO
Temperatura °C	56.7	61.2
Presión Kg/cm ² m	21.1	21.3

COLUMNA DEBUTANIZADORA DA-206			Acumulador de
	DOMO	FONDO	Reflujo FA-211
Temperatura °C	58.8	168.8	43
Presión Kg/cm ² m	5.3	5.7	4.2

F.4.4 Arranque de la columna Regeneradora de ácido DA-202.

Antes de introducir el ácido, la columna regeneradora de ácido se encuentra recirculando el iC₄.

Para introducir el ácido, seguir los siguientes pasos:

1. Antes de introducir el ácido a la columna, bajar la presión de ésta a 7.5 kg/cm², por medio del PRC-8702. Esto evitará que al introducir el ácido releve la válvula PSV-8801 debido a la vaporización súbita del ácido.
2. Alinear la bomba GA-204, verificar que una de las válvulas POV-8708 ó POV-8710 esté abierta, alinear también el controlador de flujo FRC-8802

junto con la válvula FV-8802, así como el suministro de vapor de media (PV-8801) hacia el vaporizador EA-204 y toda la instrumentación adyacente.

3. Poner en operación la bomba GA-204, y verificar que su sistema de sellos esté operando (PIC-8705 y PV-8705).
4. Cuando se haya normalizado el flujo de ácido, aumentar la presión de la unidad a 9.5 kg/cm².
5. La columna operará con un reflujo de 0.47 m³/hr de isobutano; con un flujo de isobutano de agotamiento de 2.34 m³std/hr y con un flujo de alimentación de ácido de 2.51 m³std/hr incluyendo 0.95 m³/hr de iC₄'s de sellos de la bomba. La producción de ASAS será de aproximadamente 4.59 bls/día.
6. Las ASAS producidas deberán enviarse al tanque lavador cáustico de ASAS, FA-204, poniendo en operación el controlador de nivel LRC-8801. El nivel de ASAS en el fondo de la columna DA-202 se puede determinar por 3 formas:
 - a) Por medio del controlador registrador de nivel LRC-8801.
 - b) Por la medición y purga de las válvulas trycock's.
 - c) Por la disminución en la indicación de la temperatura en el momento de tomar la muestra, por medio de las válvulas trycock's (TI 8807, TI-8808, TI-8809 y TI-8810).

Una vez que se haya introducido el ácido al asentador, se deberá de tomar muestras del HF dos veces al día para determinar la cantidad de agua y otras impurezas que pueda traer. El agua contenida en el ácido se puede deberá:

- Un mal purgado y lavado de los equipos antes del arranque.
- La reacción del HF anhídrico con los iones de óxido o
- Herrumbre en la tubería y recipientes para formar el ion-fluoruro y agua.

Cualquier exceso de agua que se presente en el sistema debe ser removido en los productos del fondo de la columna regeneradora junto con las ASAS.

En cualquier arranque de la columna regeneradora es importante que la columna esté caliente y recirculando con isobutano de reciclo antes de alinearla con el HF. Esto asegura que el HF líquido no se quede en el fondo de la columna donde es difícil vaporizarlo y recuperarlo.

F.4.5 Arranque del lavador cáustico FA-204.

Ya que la sosa cáustica se esté recirculando al FA-204 por medio de la bomba, GA-205 A/B, alinear el vapor de baja presión al calentador/enfriador EA-206A/C y bloquear su entrada y salida de agua de enfriamiento a éste. Calentar la solución cáustica a 65°C, verificando la temperatura a la salida del calentador por medio del indicador de temperatura local (TI-9603, TI-9607 y TI-9608).

Comenzar a enviar las ASAS del fondo de la DA-202 hacia el tanque FA-204 controlando la temperatura a 65°C. Cuando el tanque lavador de **asas** esté inundado de líquido, las **asas** fluirán hacia el tanque de asas, FA-205 en donde se mantendrá a 65°C por medio del calentador de serpentín EA-207.

Una vez que el nivel en el tanque FA-205 alcance el 50%, analizar las **asas** y si no contienen HF, enviarlas, por medio de la bomba GA-206 y el control de flujo FRC-9601, hacia el tanque de combustoleo FB-301, y en caso de que se detecte la presencia de HF, recircular hacia el tanque FA-204 a través de la línea 2"SO-9617 para su reprocesamiento.

F.5 Puntos de control de la Operación.

F.5.1 Corrección de la presión de vapor del alquilado.

Para cambiar la presión de vapor del alquilado en el fondo de la columna fraccionadora principal DA-206, se deberá cambiar su perfil de temperatura, iniciando por el fondo de la misma.

Un incremento de temperatura en el fondo de la columna, hará descender la presión de vapor de alquilado producto. Por otro lado, un decremento de temperatura en el fondo de la columna, aumentará la presión de vapor del alquilado producto.

Al incrementar o decretar la temperatura del fondo, hará que varíe la cantidad de butano en el alquilado, por lo que será necesario tener cuidado al efectuar estos cambios ya que variará también la producción de butano.

F.5.2 Remoción de aceites ligeros y agua en la circulación de ácido.

Si el análisis de laboratorio indica un alto contenido en la concentración de agua y aceites ligeros en la corriente ácida, disminuir la temperatura de alimentación de ácido a la columna en incrementos de 2°C hasta que se incremente la producción de ASAS. Verificada la producción por la abertura de

la válvula controladora de nivel LV-8801 así como por las válvulas trycocks. Efectuar continuos análisis de laboratorio del ácido recirculado hasta que la pureza del ácido se encuentre entre 87-91% y entonces regresar la temperatura hasta su temperatura normal de operación.

Verificar continuamente la concentración de la sosa en el tanque de lavado cáustico FA-204, cuando se haya disminuido la temperatura de la alimentación a la columna regeneradora, cambiar la solución si es necesario.

F.5.3 Contenido de HF en el fondo de la columna de propano, DA-204.

Con el fin de evitar que el HF descienda al fondo de la columna se debe proporcionar un buen calentamiento, tanto en el fondo por medio del rehervidor EA-218, como en el domo por medio del reflujo, se debe mantener tanto una temperatura adecuada en el fondo como una buena velocidad en los vapores que salen por el domo de la misma.

Una disminución en la velocidad de salida de vapores traerá como consecuencia un mal fraccionamiento, ocasionando que el HF caiga al fondo de la columna. Normalmente, cerca de 25 a 35% del total de la alimentación a la columna se extrae por la parte superior como vapores.

La causa más frecuente de pérdida de ácido es que se tenga una baja temperatura en el agotador de ácido y éste se vaya junto con el propano producto. Otra causa puede ser un alto nivel en el fondo del agotador.

Una diferencial de temperatura entre el domo y el fondo, de igual o menos de 2 °C (indicada en el TDR-9212) puede indicarnos una buena eficiencia en la columna. Una gran diferencia puede significar una pérdida de ácido. Únicamente la indicación de temperatura del fondo no siempre puede utilizarse como una indicación de la eficiencia del agotador, ya que un cambio en la composición de la alimentación puede afectar a la temperatura más que las trazas de ácido que puedan estar presentes.

Una verificación rápida del contenido de ácido en el fondo del agotador se realiza humedeciendo una tira de papel tornasol azul. Si ésta vira a rosa, cambiar rápidamente el sistema de tratamiento de propano y recircularlo hacia el mezclador ME-201, par lo cual se cambiara el control de flujo FRC-9108, con el selector HS-9205, hacia el controlador FRC-9207, desviando dicha recirculación a través de la línea de arranque 2"P-9237. Localizar y corregir inmediatamente la causa del problema.

F.5.4 Nivel de HF en el fondo del asentador de ácido DA-201.

Nota: ¡Este nivel es muy importante!

Cuando el nivel ácido en el fondo del asentador DA-201 sea muy bajo, el ácido no circulará a través de los enfriadores de ácido EA-203 A/B, la sección de reacción y los tubos bajantes. Cuando no exista circulación de ácido y se continúe introduciendo alimentación de olefinas e isobutano, la reacción no se efectuará por completo. Se llevará a cabo una reacción formando polímeros pesados, en presencia de pequeñas cantidades de HF, en los tubos reactores y el sistema de reacción. La coloración de alquilado producto, estará fuera de especificación y el punto final de ebullición será muy alto. El butano y propano producto tendrá un alto contenido de HF. Los defluorinadores y tratadores de KOH se gastarán rápidamente. Por lo que será necesario recargar los tratadores con hojuelas de KOH y los defluorinadores con alúmina nueva.

Para que lo anterior no suceda, se debe verificar el nivel en el asentador por medio de las válvulas trycock cada 4 horas y llevar un registro continuo del comportamiento del nivel.

F.6 Operaciones de Rutina.

La siguiente es una lista de puntos de rutina que se deben de verificar para que se tenga una operación satisfactoria de esta unidad. Esta lista es una adición al programa de muestreo de rutina, bitácoras y chequeo de fugas de ácido que debe existir en la planta.

Siempre que la unidad haya salido de operación, y se haya abierto algún equipo con servicio de ácido, revisar muy bien este equipo antes de meterlo a operar nuevamente.

Cada 4 horas.

a) Verificar con papel tornasol a la salida del agua de enfriamiento de los siguientes enfriadores. En caso de que el papel tornasol vire a rosa o rojo, será indicio de fuga y requerirá inmediato de su reparación:

1. Enfriador de ácido EA-203 A/B.
2. Calentador/enfriador cáustico de ASAS, EA-206A/C.
3. Condensador del domo de la desisobutanizadora EA-210 A/F.

4. Condensador del domo de la depropanizadora EA-214.
 5. Enfriador de iC_4 's de reciclo de la desisobutanizadora, EA-217 A/C.
 6. Condensador de propano, EA-222A/D.
 7. Condensador de butano, EA-227A/B.
- b) Verificar con papel tornasol la salida de condensado de los siguientes equipos:
1. Vaporizador de ácido, EA-204.
 2. Enfriador/calentador cáustico de ASAS, EA-206A/C.
 3. Intercalentador de vapor a desisobutanizadora EA-211.
 4. Rehervidor del agotador de ácido EA-218.
 5. Calentador de la alimentación a desisobutanizadora EA-209.
- c) Verificar con papel tornasol la salida de alquilado del intercambiador alimentación /fondos de la desisobutanizadora EA-208.
- d) Verificar con papel tornasol la salida del neutralizador DA-207 de sosa gastada hacia la fosa FE-201. En caso de que el papel vire a rosa o rojo, añadir a la fosa un costal de sosa y verificar de nuevo con papel tornasol.
- e) Verificar los niveles de los recipientes y equipos tanto por su indicador de nivel local como por medio de las válvulas trycocks y compararlos con los del cuarto de control, cualquier variación o discrepancia reportarla y verificar su causa.
- f) Verificar la bota separadora en el coalescedor de regeneración FA-202 y drenar en caso de que exista acumulación de agua.
- g) Verificar y drenar el secador de alimentación FF-201 A/B que esté en servicio por posibles acumulaciones de agua.
- h) Drenar los tratadores con KOH de propano y butano hacia la fosa FE-203.

La reacción del HF con el KOH forma sales las cuales se deben drenar intermitentemente.



Cada 24 horas.

- a) Verificar la concentración de la sosa en el neutralizador de relevo ácido DA-207, cuando la concentración descienda al 0.5% ó menor, cambiar la solución.
- b) Cambiar y regenerar los secadores de alimentación FF-201A/B.

Otros:

- a) Cada vez que sea posible, una vez por semana abrir y cerrar todas las válvulas manuales cuyo servicio sea con ácido para evitar que se peguen.
- b) Mantener todas las bombas de relevo de servicio ácido listas para operarse con su válvula de descarga cerrada, la válvula de succión abierta y con la alimentación a los sellos operando. (excepto la bomba de alimentación a la regeneradora GA-204).

Cuando la bomba GA-204 ó la sección de regeneración de ácido salga a mantenimiento, lavar la bomba con iC_4 's y cerrar su succión y descarga y bloquear la inyección a los sellos.

- c) Mantener engrasados los bujes de las válvulas y bien apretadas sus tuercas de empaque en todas las válvulas con servicio ácido para evitar fugas.
- d) Cambiar y rodar una vez por semana las bombas con servicio ácido para evitar que se peguen. En la bomba que salga de operación cerrar su válvula de descarga dejando abierta su válvula de succión, manteniendo el flushing a los sellos.
- e) Cambiar la salida de los enfriadores de ácido, EA-203 A/B que alimentan hacia la bomba GA-204 operando las válvulas POV-8708 y POV-8710, cada semana.

G. PROCEDIMIENTO DE PARO

CAPITULO G

G. PROCEDIMIENTO DE PARO.

El procedimiento de paro que a continuación se describe, corresponde a un paro ordenado de la unidad, tal como el que se requiere para una inspección o mantenimiento.

Antes de efectuar el paro, se debe de preparar un programa de actividades a realizar para asegurar un mínimo en las pérdidas de producción. El programa debe contemplar las herramientas, materiales y partes de repuesto. Debe establecerse una buena comunicación entre el coordinador y todo el personal relacionado con el paro y mantenimiento de la unidad, de igual manera con el personal de las plantas MTBE, FCC, Reformadora y áreas relacionadas con los servicios auxiliares.

Cuando se efectúa el paro y se vacían los equipos, los movimientos deberán efectuarse paso a paso para no dañarlos por un depresionamiento súbito o un cambio térmico muy rápido, ocasionando una expansión o contracción de los mismos. Se deben seguir cuidadosamente los procedimientos de lavado, drenado, purgado, depresionado, y vaporizado de los equipos antes de que el personal entre a los mismos.

G.1. Procedimiento de Paro de la sección Hidrisom.

G.1.1 Paro Parcial de la Sección.

Algunas veces es necesario sacar de operación solo el reactor sin parar la columna fraccionadora de DME. Esto sucede por ejemplo cuando es necesario cambiar o reactivar el catalizador. A continuación, se describe este primer caso:

1. Disminuir la temperatura del reactor a razón de 14°C cada 15 minutos (TRC-8404).
2. Cuando la temperatura de salida del reactor baje a 52°C abrir la válvula de la línea 3" P-8413 para by passear el reactor.
3. Cerrar la válvula de la salida del cambiador EA-101 A/F (línea 3" P-8406).
4. Barrer los hidrocarburos del reactor con hidrógeno.

5. Verificar que la columna de DME esté operando en forma estable con la nueva temperatura de alimentación ya que disminuirá al bypassear el reactor y el calentador/enfriador EA-102 A/H y cuidar que no se inunde, ya que por un momento tendrá la cantidad de hidrocarburo normales más los que se desplacen del reactor con el hidrógeno de barrido. El reflujo tenderá a disminuir, incluso, caer a cero, si es necesario, parar la bomba de reflujo GA-102 A/B.
6. Si se va a abrir el reactor, todo los hidrocarburos se tendrán que eliminar del reactor, por lo que será necesario incrementar el flujo de hidrógeno a 249.4 m³std/hr, continuar el barrido por lo menos durante una hora.
7. Parar el flujo de hidrógeno al reactor.
- 8.- Bloquear la válvula de compuerta en la línea 2" H-8405 de hidrógeno a la entrada del cambiador EA-102 A/H, así como la válvula de globo de la línea de hidrógeno de reactivación 3" H 8401 y depresionar el hidrógeno, venteando al cabezal de desfogue. Ya que se ha depresionado, barrer con N₂ bloquear la línea de by-pass del reactor 3" P-8414 y girar la figura "8" a su lado ciego.
9. Para mantener la presión en la columna de DME, abrir la válvula de las líneas de hidrógeno de arranque al acumulador FA-102, 1"H-8406 y 2"P-8415 y cerrar la válvula de la línea de suministro de hidrógeno 3"H-8405 localizada en la entrada del EA-102 A/H.
10. Cerrar las válvulas de salida del reactor, e inertizar con nitrógeno. Es preferible que se reactive el catalizador para remover los compuestos de azufre antes de abrir el reactor.

G.1.2 Paro total de la Sección.

Si se desea parar la sección completa de Hidrisom tanto el reactor DC-101 como la columna agotadora de DME, DA-101, proceder con los pasos del inciso "H.1.1" y continuar con los siguientes pasos:

1. Disminuir poco a poco el flujo de vapor al rehervidor EA-104 para bajar la temperatura de la columna DA-101 hasta cerrar completamente la válvula de suministro de vapor de baja FV-8503.
2. Suspender el suministro de agua tratada al domo de la columna DA-101, cerrando la válvula de control de flujo FV-8501.

3. Continuar el reflujo hasta que el nivel en el acumulador de reflujo FA-102 sea el mínimo y la bomba GA-102 A/B pierda presión de succión, en este momento parar la bomba.
4. Mantener presionada la columna DA-101 (con nitrógeno si es necesario), hasta que todos los hidrocarburos se hayan desplazado hacia el tanque de almacenamiento de refinado, en este momento, cerrar la válvula de control de flujo FV-8404.
5. Depresionar lentamente el sistema hacia el cabezal de gas combustible por medio del control de presión de la columna PRC-8501, hasta que se tenga 1.0 kg/cm².
6. Drenar todo los equipos, bombas y puntos bajos para sacar los hidrocarburos presentes.
7. Depresionar ahora todo el sistema hacia el cabezal de desfogue.
8. Barrer el tiempo que sea necesario con N₂ toda la sección, hasta que se hayan eliminado completamente todos los hidrocarburos.
9. Analizar la atmósfera en diferentes puntos de la sección para detectar cualquier presencia de hidrocarburos, en caso de detectarse, continuar barriendo hasta eliminarlos.

Continuar drenando los puntos bajos.

10. Cuando ya no se drene nada de líquido y no se detecte presencia de hidrocarburos, ventear y entregar a mantenimiento.

Nota.- El paro total de la sección de hidrisom ocasionará el paro completo de la unidad de alquilación, ya que la alimentación de olefinas de FCC no cubre los requerimientos de diseño de la unidad.

G.2 Paro de las secciones de regeneración de ácido, preparación de carga, reacción, fraccionamiento y tratamiento de productos.

G.2.1 Recomendaciones.

Seguir las siguientes recomendaciones cuidadosamente durante y después de un paro.

- No bloquear el agua de enfriamiento a ningún cambiador hasta que todos los hidrocarburos líquidos hayan sido drenados. El efecto de "enfriamiento" por la vaporización de hidrocarburos puede ser peligroso para los tubos de los cambiadores por el congelamiento del agua al no fluir.
- Verificar periódicamente los puntos bajos de purga mientras se lleva a cabo el purgado de la sección. Abrir totalmente las válvulas para drenar cualquier cantidad de ácido que se haya quedado atrapada en los puntos bajos. Es muy importante que todo el líquido sea removido de la Unidad antes que se introduzca el "amoníaco". La reacción del amoníaco con el HF formará una sal que causa taponamiento en purgas, cambiadores y tuberías. Esta sal puede causar problemas en la operación durante las próximas corridas si ésta no se elimina totalmente.
- Bloquear todos los manómetros, transmisores de flujo, presión e instrumentos que se puedan dañar, antes de efectuar el lavado amoniacal.
- No se debe utilizar agua ni vapor en equipos y líneas que estén cargadas con ácido.
- No utilizar herramientas de golpe en las cabezas de los cambiadores, y bridas, los últimos 4 espárragos (en arreglo de 90°'s) deberán ser quitados manualmente para evitar ser salpicados por ácido atrapado al abrirse la brida súbitamente.
- Utilizar ropa de protección clase "C" para trabajar durante la operación inicial de abertura de los equipos, tales como cabeza de cambiadores y haz de tubos, abertura de entradas hombre a las columnas y equipos y bridas de servicio ácido.
- Antes del paro verificar el contenido de iC_4 's ya que éste debe ser alto con un mínimo contenido de propano y n-butano, para poder reutilizarse en el arranque posterior.

G.2.2 Paro del sistema de regeneración de ácido.

- a) Suspender la alimentación de ácido de los enfriadores EA-203A o EA-203B hacia la succión de la bomba GA-204, cerrando la válvula POV-8708 ó POV-8710 (la que se encuentre abierta), abrir la válvula de la línea 2"P-8724 de iC_4 's de reciclo que alimenta a la succión de esta bomba para lavar la bomba y sus líneas periféricas y el vaporizador EA-204. Mantener el flushing a los sellos de la GA-204. Una vez que se considere lavada la bomba y la línea, parar la bomba, cerrar la válvula de la línea 2"P-8724, cerrar la válvula de succión y mantener el flushing a los sellos. Lavados los sellos, cerrar la descarga de la bomba y suspender el flujo a los sellos.

Continuar lavando con iC_4 's la línea de descarga de la bomba GA-204 abriendo la válvula de la línea 2"P-8714, hacia el vaporizador y la columna regeneradora.

- b) Manteniendo la presión en la regeneradora, enviar la mayor cantidad de ASAS que se pueda, (hasta que se tenga nivel mínimo) hacia el tanque de lavado cáustico de ASAS, FA-204.
- c) Cuando el sistema de regeneración de ácido se ha lavado totalmente con iC_4 's de reciclo (mínimo por cuatro horas), bloquear el iC_4 's de reciclo a la descarga de la bomba de ácido GA-204 (línea 2"P-8714).

Suspender el calentamiento al vaporizador de ácido EA-204 cerrando la válvula PV-8801 y dejar que la columna se depresione hasta igualar la presión del asentador DA-201.

No permitir que la presión de la regeneradora sea menor que la del asentador, ya que se puede tener un flujo inverso. En el momento que se igualen las presiones de la columna y asentador, suspender calentamiento al sobre-calentador EA-205, cerrar la válvula de control de presión PV-8702 así como la válvula POV-8702 y la válvula de compuerta a la entrada del asentador.

Suspender la inyección de iC_4 's de agotamiento a la columna regeneradora cerrando la válvula de la línea 2" P-9231, así mismo sacar de operación el control de temperatura del sobrecalentador de iC_4 's de agotamiento TRC-8806 y las válvulas de control PV-8802, FV-8803 y POV-8802.

- d) Mantener presionada la regeneradora de ácido, ya que en caso de ser necesario la columna puede utilizarse después en el paro del asentador para vaporizar cualquier remanente de hidrocarburo que haya quedado en los enfriadores de ácido EA-203 A/B una vez que se han vaciado el ácido y los hidrocarburos al tanque de almacenamiento de ácido FB-201.
- e) Una vez de que se ha determinado que la columna de regeneración no se utilizará más, bloquear el sistema de regeneración y después depresionar hacia el cabezal de desfogue ácido. Bloquear la válvula de la línea 2" P-8005 de salida de asas del fondo de la regeneradora, localizada corriente abajo de la válvula LV-8801.
- f) Introducir N₂ por la línea ¾" N-8801 hacia la DA-202, abriendo tanto la válvula LV-8801 como su bypass y barrer todo los hidrocarburos remanentes por el bypass de la PSV-8801 hacia la neutralizadora DA-207. Cuando se consideren eliminados los hidrocarburos y trazas de ácido, suspender el barrido y cerrar la válvula LV-8801 y su by-pass.
- g) Verificar todas las purgas con el fin de comprobar que se ha vaciado todo el ácido e hidrocarburos del sistema. Alimentar vapores de amoniaco al sistema de regeneración de ácido. Tan pronto como se detecten vapor de amonia en todos los puntos bajos de purga, presionar el sistema con amoniaco a 0.5 kg/cm² y dejar remojar el sistema de 8 a 12 hrs.
- h) Una vez que el periodo de lavado con amoniaco ha terminado, depresionar el sistema hacia el desfogue e instalar las juntas ciegas necesarias para darle mantenimiento a la Unidad.

G.2.3 Paro de la sección de preparación de carga, reacción, fraccionamiento y tratamiento de productos.

1. Disminuir lentamente la alimentación de olefinas de la sección de hidrisom a la sección de preparación de carga hasta que se corte completamente. Esto se lleva a cabo alineando la válvula de la línea de hidrisom al tanque de almacenamiento de refinado 3"P-8615 y cerrando las válvulas de la línea 3"P-8411 hacia el mezclador ME-201.

Al mismo tiempo que se va disminuyendo la carga de hidrisom, ir ajustando las condiciones para mantener las condiciones en la Unidad.

2. Ya que se ha cortado la alimentación de hidrisom, suspender la alimentación de FCC hacia el acumulador FA-201, cerrando la válvula FV-8603. Consumir la olefina del tanque FA-201 hasta que pierda succión

la bomba GA-201 A/B, en este momento parar la bomba. Continuar introduciendo isobutano de almacenamiento para mantener un nivel mínimo de hidrocarburo en el asentador DA-201.

3. Continuar recirculando el iC_4 hasta que las válvulas controladoras de nivel de los fondos de las torres DA-203 y DA-206, (FV-9005 y FV-9304 respectivamente), cierren completamente controlando el nivel en las columnas, indicando que todo el alquilado ha sido desplazado de las columnas hacia almacenamiento. En este momento suspender la alimentación al tanque FA-203. Consumir el isobutano hasta que la bomba GA-203 A/B pierda succión, en este momento sacarla de operación.
4. Bloquear la válvula de compuerta a la entrada de carga al mezclador ME-201 en la línea 4"P-8612, para evitar un flujo inverso, (aunque se tenga la válvula check).
5. Mantener libre de ácido ambas botas de los acumuladores de la columna desisobutanizadora y depropanizadora FA-206 y FA-207, mientras se suspenden las operaciones de recirculación.
6. Abrir la válvula POV-8703 de nivel inferior de hidrocarburos del asentador de ácido, hacia la succión de la bomba GA-207 A/B.
7. Tan pronto como la producción de alquilado descienda, sacar de operación los controladores TRC-9104A y TRC-9104B de temperatura del fondo de la columna desisobutanizadora DA-203 y dejarlos en su modo de operación manual. Mantener el nivel normal en el fondo de la DA-203 ajustando la temperatura en el rehervidor BA-201 A/B ajustando, ya sea la presión del gas combustible o por el flujo del combustóleo (PRC-9105 A/B y FQI-9103 A/B respectivamente). Al bajar la carga a la columna debutanizadora, la producción de n-butano y alquilado por consecuencia disminuirá también, bajar el nivel del tanque FA-211 hasta el mínimo, sacándolo como butano producto.

Ya que se tenga el nivel mínimo en el FA-211, disminuir la temperatura del fondo de la DA-206, hasta 120°C controlando esta con la válvula automática FV-9302 de suministro de vapor de media al rehervidor EA-224.

Cuando la bomba de reflujo GA-213 A/B de la columna DA-206, pierdan succión, sacarlas de operación y cerrar las válvulas automática FV-9303 de n-butano hacia los defluorinadores y FV-9301 de reflujo.

8. Al disminuir la producción n-butano, será necesario sacar de operación el calentador de carga a defluorinadores EA-226, cerrando la válvula de admisión de vapor de media TV-9501. Ya que se haya suspendido el calentamiento, suspender la producción n-butano parando la bomba GA-214 A/B y cerrar la válvula de salida PV-9501.
9. Reducir lentamente la temperatura del fondo de la columna DA-203 hasta 108°C.
10. Continuar la alimentación a la depropanizadora y una vez que la presión en la DA-203 comience a descender, ajustar el reflujo para mantener el control de la presión.
11. Mantener la producción de propano hasta que lo permita los niveles de las columnas y acumuladores.
12. Conforme va descendiendo la temperatura y la presión en la columna DA-203, suspender el iC_4 's de reciclo que retorna al asentador DA-201, cerrando la válvula FV-9001 localizada a la entrada de los enfriadores EA-217 A/C. Suspender la corriente de iC_4 de reciclo al mezclador ME-201, cerrando la válvula de compuerta en la línea 2"P-9207, localizada corriente abajo del manifold de la válvula FV-9203.

Al mismo tiempo, cerrar las válvulas de globo localizadas a la entrada de carga a los enfriadores EA-203 A/B (líneas 8"P-8617 y 8"P-8618).

Nota: De esta forma, se suspende la circulación de iC_4 's que retorna al asentador y evita un flujo inverso de posibles vapores entrampados de ácido hacia las líneas de alimentación, pasando a través de las válvulas check y de ahí hacia el mezclador tipo "T" ME-201.

13. Tan pronto como la recirculación de iC_4 's se haya suspendido y las válvulas de las líneas de alimentación a los enfriadores se hayan cerrado, el nivel de hidrocarburos en el asentador descenderá rápidamente, cuando la bomba de alimentación a la desisobutanizadora GA-207 A/B pierdan succión, sacarla de operación.
14. Suspender el calentamiento del rehervidor BA-201A/B apagando todos los quemadores y pilotos cerrar todas las válvulas de bloqueo.
15. Verificar el nivel de hidrocarburos en el asentador y en caso de que por el escurrimiento el nivel haya subido, bombear el líquido hacia la columna DA-203 por medio de la bomba GA-207A/B.

En los líquidos de retorno de las botas de los acumuladores FA-206 y FA-207 se llevan trazas de ácido e hidrocarburos, continuar enviándolo al asentador hasta que se determine que todo el ácido ha sido retornado.

16. El nivel del acumulador de la DA-203 descenderá rápidamente por lo que será necesario parar la bomba de reflujo GA-208 A/B, cualquier remanente de nivel en el acumulador FA-206, se enviará como carga a la columna DA-204 por medio de la bomba GA-210 A/B, al perder succión sacarla de operación.

Continuar alimentando propano al agotador de ácido DA-205 hasta que la bomba GA-211 A/B pierda succión. En este momento parar la bomba y bloquear la válvula de sellos FV-9204. Al mismo tiempo, cortar el suministro de vapor de baja al rehervidor EA-215, cerrando la válvula FV-9202 del fondo de la columna DA-204.

17. Cerrar la válvula de alimentación al agotador DA-205, FV-9205.

Desplazar el propano que se tiene en el fondo del agotadora DA-205 hasta su nivel mínimo, enviándolo a los defluorinadores de propano.

18. Abrir la válvula controladora de presión del domo de la agotadora de ácido PV-9202 y vaporizar cualquier líquido remanente del fondo del mismo. Cerrar la alimentación de vapor de baja (válvula FV-9602) al rehervidor EA-218.

19. Cerrar la válvula FV-9208 de salida del fondo de la DA-205 a los defluorinadores y bloquear el vapor al calentador de alimentación a los defluorinadores EA-221, cerrando la válvula TV-9401.

20. Cuando las bombas de propano producto GA-212A/B, pierdan succión, sacarlas de operación y cerrar las válvulas de control de presión PV-9401.

21. Presionar con N_2 , por la línea 2"PN-9202, el domo del acumulador FA-207 y vaciar el líquido remanente a través de la línea de salida del fondo de la bota hacia el asentador DA-201.

22. Alinear los fondos de la depropanizadora hacia el tratador de n-butanos con KOH, FA-213, a través de la línea 2"P-9234 y enviarlos a los tanques de almacenamiento, poniendo en operación, momentáneamente, la bomba GA-214 A/B y el control de presión PIC-9501.

Suspender el vapor al rehervidor EA-224 y vaciar el acumulador FA-211 hacia el tratador de KOH. Cuando se vacie parar las bombas GA-213 A/B y GA-214 A/B, y cerrar la válvula PV-9501.

23. Presionar con N₂ el acumulador de reflujo FA-206, a través de la línea 2" PN-9002 y enviar el líquido remanente por la línea de salida del fondo de la bota hacia el asentador DA-201.
24. Verificar el nivel de hidrocarburos en el asentador y si éste se encuentra arriba de la línea de succión inferior (con la válvula POV-8703 abierta) de la bomba GA-207 A/B, enviar el líquido remanente hacia la columna desisobutanizadora.

Cuando la bomba GA-207 A/B pierda presión de succión, sacarla de operación y bloquear su inyección a los sellos. Cerrar la válvula de control de flujo FV-8901 en la descarga de la misma.

25. Parar las bombas de alimentación al rehervidor BA-201 A/B y enviar los fondos de la DA-203 hacia la columna debutanizadora (la mayor cantidad que se pueda).
26. Vaciar la columna DA-206 hacia L.B., hasta que la bomba GA-215 A/B pierda succión. Parar la bomba y cerrar la válvula PV-9302 localizada en la descarga de la misma.
27. Alinear el sistema de transferencia de ácido del fondo del asentador DA-201 y los enfriadores de ácido EA-203 A/B hacia el tanque de almacenamiento de ácido FB-201. Abriendo las válvulas POV-8707, POV-8709 y POV-8705. Verificar que la presión en el asentador sea mayor que la del tanque de almacenamiento de ácido.
28. Desplazar el ácido y los hidrocarburos remanentes en el asentador hacia el FB-201 y verificar que todo se haya transferido, abriendo la válvula de purga de la línea 8" P-8722, localizada antes de la POV-8705, y verificando que salga gas en este punto.

Si es necesario ventear el tanque FB-201 para disminuir su presión abriendo las válvulas POV-8704 y controlando con la válvula PV-8704, enviando el exceso de gases hacia el cabezal de desfogue ácido.

29. Cuando se considere que el ácido e hidrocarburos remanentes se han transferido totalmente el tanque FB-201, cerrar las válvulas POV-8707,

POV-8709 y POV-8705, así como la válvula de compuerta anterior a la POV-8705.

Girar la figura "8" colocada entre, corriente arriba de la POV-8705, y la válvula de compuerta, hacia su lado ciego. **La figura "8" debe girarse del lado ciego antes de depresionar la sección.**

30. Depresionar la sección ácida completamente, hacia el neutralizador de ácido DA-207.

Drenar todo el líquido remanente de las líneas, bombas, cambiadores y demás equipos hacia el drenaje ácido y lavar las copas del drenaje hacia la fosa FE-203.

Mantener un chequeo cuidadoso y constante de la concentración de la sosa del neutralizador de ácido DA-207 y cambiar la sosa cuando se requiera.

31. Continuar purgando en todos los puntos bajos del sistema de ácido.
32. Inertizar la unidad cerrando previamente todas las purgas y los "bypasses" de las válvulas de relevo. Iniciar el inertizado con N_2 en la descarga de las bombas GA-209 A/B hacia el rehervidor BA-201 A/B, a través de las líneas 2"PN-9201 y 2"P-9102 purgando el rehervidor hasta la columna DA-203. Este barrido se puede efectuar calentando si se desea, hasta 100°C.

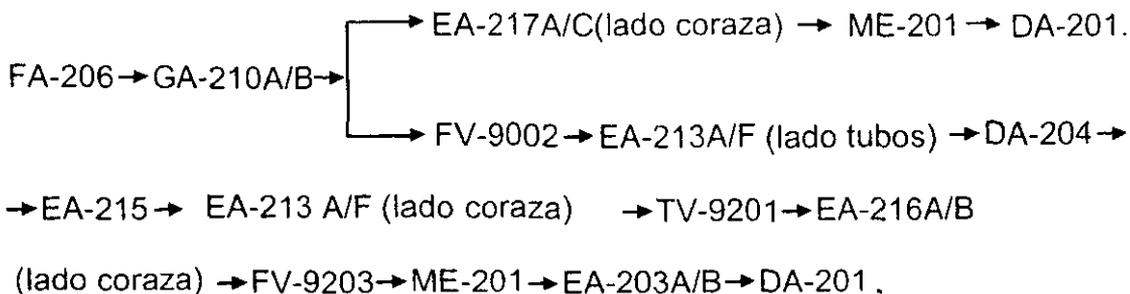
Nota: Cuando se efectúe el barrido a través de cualquier válvula de control de flujo de los serpentines del rehervidor BA-201 A/B, abrir su "bypass" para barrerlo también.

Barrer también el siguiente circuito.

DA-203 (fondos) -----> EA-212 A/C (lado coraza) -----> sellos de bombas GA-207 A/B -----> FV-8901 -----> EA-208 (lado tubos) -----> EA-209 (lado tubos) -----> DA-203.

Purgar uno por uno los serpentines de cada celda del rehervidor hacia la columna DA-203 y de ahí al cabezal de desfogue, por la válvula de bypass de relevo PSV-9002 del fondo de la misma. Una vez que se han purgado los serpentines, cerrar la válvula de bypass y comenzar el barrido del domo hacia el acumulador FA-206, en donde se purgará hacia el desfogue ácido a través del bypass de la válvula de relevo PSV-9004.

Barrido el acumulador, continuar a través del siguiente circuito:

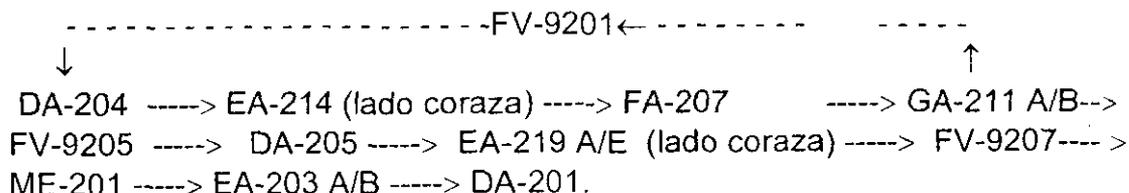


Nota: Alinear las válvulas de globo a la entrada a los enfriadores EA-203 A/B (líneas 8"P-8617 y 8"P-8618).

En el asentador de ácido, abrir las válvulas de "bypass" de las válvulas de relevo PSV-8701A y PSV-8701B y barrer hacia el neutralizador de relevo ácido DA-207 y de ahí al quemador.

Nota: Cuando se purgue este circuito, purgar todas las líneas adyacentes así como las líneas de sellos a las bombas GA-208 A/B y GA-210 A/B.

33. Cerrar la válvula de salida del fondo de la columna DA-204. Purgar hacia el siguiente circuito:



Cuando se purgue este circuito, purgar también la línea de sello a las bombas GA-211 A/B así como todas las demás líneas adyacentes.

34. Purgar la línea de alimentación del asentador hasta la succión de la bomba GA-207 A/B y de ahí enviar hacia la neutralizadora DA-207 (a través de las líneas ¾" FA-8903 y ¾"FA-8904).

35. Por otro lado, en el tanque de lavado cáustico FA-204, subir el nivel de la sosa hasta inundarlo totalmente y desplazar todos los hidrocarburos y ASAS hacia el FA-205.

Una vez que todas las ASAS se encuentren en el FA-205, drenar la sosa de este tanque y enviar las ASAS hacia el tanque de combustóleo poniendo en operación la bomba GA- 206 hasta que pierda presión de succión (en este momento parar la bomba).

Ya que se haya vaciado el tanque FA-205, suspender la entrada de vapor al serpentín de calentamiento EA-207.

Cerrar la válvula de salida del fondo del FA-205 e introducir nitrógeno en la succión de la bomba GA-206 por la línea 1"PN-9609 y barrer hacia el tanque de combustóleo. Al mismo tiempo barrer el tanque FA-205 hacia el neutralizador.

Cerrar el suministro de vapor de baja al calentador/enfriador cáustico de ASAS EA-206 A/C. Vaciar, lavar y drenar el tanque FA-204.

36. Drenar y purgar toda los demás equipos junto con sus líneas adyacentes las cuales no manejan ácido (solo hidrocarburos) desde la sección de hidrisom hasta la sección de alquilación, barriendo los siguientes circuitos:

a) Circuito de carga de olefinas de MTBE.

MTBE de L.B. ----> FA-101 ----> GA-101A ----> EA-101 A/F (lado coraza) ----> línea de by pass 3"P-8413 ----> EA-103 (lado coraza) ----> columna

DA-101 → { FA-102 ----> GA-102 A/B ----> DA-101 ----> FA-103 ---->
DA-101.

EA-101 A/F (lado tubos) ----> EA-106 A/B (lado coraza) ----> línea línea arranque 3"P-8614 ----> FA-101.

b) Barrer independientemente el circuito de H₂ con nitrógeno.

H₂ de L.B. → FA-214 → GB-101A/B → { Línea de arranque 1"H-8406 → FA-102.
Línea 3"H-8405 (Ventear por la purga).

c) Circuito de carga de FCC e isobutano de reposición



Al mismo tiempo sacar de operación, depresionar, drenar y barrer el circuito de regeneración de los secadores FF-201A/B.

FA-202 -----> GA-202 A/B -----> EA-201 (lado coraza) -----> FF-201 A/B
-----> EA-202 A/B -----> FA-202.

37. Purgar todos los sistemas de sellos de las bombas, éste purgado debe hacerse del sistema de sellos hacia las bombas y no de las bombas hacia los sistemas de sellos.

Cambiar periódicamente los puntos de purga de los sistemas venteando y purgando todos los puntos bajos, medidores de presión y flujo, las piernas de nivel y demás instrumentos. Al abrir las válvulas de purga, hacerlo lentamente hasta que el líquido sea drenado y entonces abrir totalmente para eliminar todas las trazas de ácido.

38. El purgado de la unidad deberá ser por un tiempo mínimo de 16 horas ó hasta que esté libre de ácido.
39. Cuando ya no aparezca hidrocarburos líquidos en los condensadores, y enfriadores, suspender el suministro de agua de enfriamiento.
40. Verificar todas las purgas cada dos horas mientras se efectúa el purgado. Asegurarse de que todos los puntos bajos están limpios y libres de "olor ácido". En caso de que algunas purgas estén tapadas, destaparlas o remplazarlas. **Estas purgas son la clave para tener un paro limpio y seguro.**
41. Ya que toda la sección de alquilación se ha purgado satisfactoriamente, cerrar todas las purgas de N₂ y depresionar el sistema.

42. Después de que se ha depresionado los sistemas que manejan ácido, iniciar la introducción de vapores de amoniaco siguiendo el mismo procedimiento que cuando se introdujo el N_2 . Dejar que los gases "empapen" o humedezcan las paredes de todo los equipos y tuberías durante 8 a 12 hrs.
- 43 Cuando se haya terminado el tiempo de "empapado" o humedecido con vapores de amoniaco, depresionar todos los equipos y líneas hacia el cabezal de desfogue.
- 44 Girar los codos para el relevo a la atmósfera de las válvulas PSV-8705, PSV-8901 y PSV-8905 de los tanques FB-201, FB-202A y FB-202B, respectivamente.
- 45 Sacar de operación la neutralizadora de relevo ácido DA-207 y transferir su contenido a la fosa de sosa cáustica gastada FE-201 por medio de la bomba GA-216 A/B y a través de la línea 4"SO-9605 hasta que las bombas pierdan presión de succión, momento en que deben de pararse.
- 46 Al abrir los equipos, en donde se pueda, proceder primero abrir sus entradas hombres por el domo de los mismos y después abrir las entradas hombre del fondo. Instalar mangueras con aire para tener una corriente de aire fresco a través del equipo.
- 47 Una vez que se haya barrido con aire el amoniaco presente en los equipos, se deben de checar por posible presencia de HF, si no existe trazas, el equipo esta listo para su inspección. En caso de existir, será necesario más tratamiento con amoniacal.
48. Instalar todos los comales y girar las figuras "8" hacia su lado ciego en todas las entradas y salidas de la unidad y en los puntos donde se considere.

H. CONCLUSIONES

CAPITULO H

CONCLUSIONES.

Una vez que la construcción de la planta ha sido completada y la unidad ha sido entregada al equipo de operación, uno de los aspectos fundamentales en la puesta en servicio de la Unidad de Alquiler, son las actividades de acondicionamiento y acondicionamiento, donde se inspecciona que el equipo y los materiales sean los especificados en la ingeniería, se protege el equipo y materiales del deterioro o daño desde que llega al sitio hasta la operación final, actividades que se llevan a cabo con la participación de los departamentos de ingeniería y el equipo de operación de la planta. Del buen desarrollo de las actividades de acondicionamiento y acondicionamiento se tendrán las facilidades para operar la unidad de una forma segura y confiable. Estas actividades ocurren entre la complementación mecánica de la planta y la simulación del arranque.

Aunque miles de detalles sean verificados antes de la operación inicial de la unidad otros pueden pasar por alto, por lo que se recomienda efectuar un recorrido final para la inspección final de faltantes (check list). Esta inspección final la debe realizar personal con amplia experiencia operacional y de mantenimiento.

En el arranque de una planta se cuenta con tres tipos de recursos: Materiales (dinero, maquinaria, equipo, etc.), Técnicos (instructivos, manuales, procedimientos, etc.), Humano (experiencia, habilidades, motivación, comunicación etc.) y el éxito de este depende de conjugarlos para lograr el objetivo de una manera eficiente.

El grupo de arranque deberá estar de acuerdo en todos los detalles inesperados que pueden surgir durante la etapa inicial de arranque, debido a que las situaciones pueden cambiar rápidamente, generándose nueva información que debe hacerse del conocimiento de todos los integrantes de dicho grupo.

Se contará con un programa de operación para el arranque de la unidad el cual debe ser seguido paso a paso. Así mismo se contará con el apoyo de un equipo de diferentes especialistas como son: instrumentistas, electricistas, mecánicos, y representantes de los fabricantes de equipos críticos utilizados en la unidad.

La simulación del procedimiento de arranque de la planta debe llevarse a cabo con la tripulación de operación para verificar el grado de capacidad de los mismos y el buen funcionamiento del equipo.

Antes de arrancar se deben tener conferencias o una serie de sesiones con el ingeniero coordinador del arranque y todo el equipo de operación y mantenimiento para reafirmar el procedimiento de arranque de la unidad

La experiencia obtenida durante la etapa de arranque como los datos pertinentes de operación, deficiencias mecánicas, consideraciones sobre la distribución del equipo, modificaciones en campo etc., deberán tomarse en cuenta para su aplicación en diseños futuros.

El primer intento para introducir la alimentación a la unidad con el propósito de convertir la alimentación en el producto final esperado se logra llevando a cabo todos los pasos del proceso de una manera ordenada y segura.

I. BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

I. BIBLIOGRAFIA.

1. Manual de operación de la Planta de Alquilación de la Refinería "Antonio M. Amor" de Salamanca, Gto.
2. Manual de operación de la Planta de Alquilación de la Refinería "Hector Lara Sosa" de Cadereyta, N.L.
3. HF Alkilation Operating Manual; Petróleos Mexicanos Cadereyta Refinery Phillips Petroleum Company.
4. Process Plant Start-Up; Professional Seminars International. Bill Tillman's
5. Estimate Alkil Yield and Quality. Hyd Proc oct 65-68.
6. Simultaneous Mass Transfer and Reaction Rate Butylene Alkylation. CEP 61(11), 94-9. Jernigan E.C., Gwyn J.E and Claridge E.L.
7. Reaction Mechanisms for Hydrofluoric Acid Alkylation. Symp on Recent Adv in Alkylation. ACS. Div of Pet. Chem. Inc New Orleans Meeting March 20-25.
8. Finding the properties of Hydrofluoric Acid. Gómez J.V. Chem. Eng Feb 152.
9. Simultaneous Absortion and Chemical Reaction of Butenes. IEC Proc Des Dev, 13(1), 14-19. Shaffer D.L., Jones J.H. and Daubert T.E.
10. Modeling Complex Chemical Reaction Systems IEC Proc. Dev. 13(1), 1-6. April G.C and Pike R.W.
11. Construction Quality Assurance Packet; Professional Seminars International. Bill Tillman's.
12. Construction/Commissioning Interface Management; Professional Seminars International. Bill Tillman's.
13. In Plant Presentations of "Process Plant Start-Up; Professional Seminars International. Bill Tillman's.
14. Separation Processes. Sec. Ed. McGraw-Hill Book Company. Judson King.
15. The Role of Alkilate in Cleaner Burning Gasoline. By Anne Jezak. The Second Symposium and Exhibition on "Industry, Energy and Environment" May, 18, 1994.

16. HF Alkilation Laboratory Manual. Phillips Petroleum Company.
17. Safety Manual. Phillips Hydrofluoric Acid Alkilation Unit. July, 1993.
18. Safe Hydrofluoric Acid Alkilation Units. API RECOMMENDED PRACTICE 751. June, 1992.
19. Corrosion-Free HF Alkilation. D.P. Thornton, Jr. Universal Oil Products Co. July 13 1970/ Chemical Engineering
20. Hydrofluoric Acid Alkilation. Phillips Petroleum Company Publications
21. Building the Plant G.M. Miller The Badger Co. Chemical Engineering Progress (Vol. 68) February-1972
22. Evaluating Construction Progress C.B. Tatum Stanford University. Project Management Journal Special Summer Issue.
23. Construction Schedules Improve Work John W. Hackney Chemical Engineering April 1971.
24. Is your Control Ready to Start-Up Frederick A. Meier Chemical Engineering February, 1982
25. How to Prepare for Plant Start-Up In The Chemical Industries. J.E Troyan Chemical Engineering September 1960.