

8.2.1. SERVICIOS GENERALES

Los servicios son una parte fundamental de la planta química ya que mantienen el proceso activo constantemente. Por tanto los servicios deben ser fiables, y por ello antes de la puesta en marcha deben someterse a un correcto mantenimiento.

Usualmente los servicios son equipos o sistemas diseñados e instalados por empresas especializadas, por tanto podría resultar adecuado recurrir a su equipo de mantenimiento para asegurar que los servicios quedan en el mejor estado posible.

8.2.2. EQUIPOS DE PROCESO

8.2.2.1. Pruebas hidráulicas y de presión

Las pruebas hidráulicas consisten en la introducción de una mezcla de agua y pigmento por todo el circuito de tuberías de la planta. De esta manera, se consigue localizar con facilidad la presencia de fugas, poros y fallos en las soldaduras de tuberías, uniones, válvulas, bombas equipos y accesorios.

Las pruebas hidráulicas también permiten comprobar que los equipos que han de soportar peso no sufren vibraciones o deformaciones mecánicas durante la operación.

Este procedimiento se realizará una única vez tras la construcción de la planta para comprobar que todo esté correctamente. Esta restricción se explica por la incompatibilidad del agua con el proceso. Por lo tanto, después de realizar esta prueba se debe purgar el agua en su totalidad y secar todo el circuito del proceso con aire.

En las paradas planificadas cada 300 días solo se realizarán pruebas de presión debido a los motivos previamente explicados.

Las pruebas de presión son parecidas a las hidráulicas y consisten en la introducción de un gas para comprobar que los equipos resisten la presión máxima de operación. Con estas pruebas también compruebas la estanqueidad de los equipos y las válvulas, si la presión se mantiene significa que el equipo es estanco.

8.2.2.2. Cebado de las bombas

Las bombas centrifugas, a diferencia de las bombas de desplazamiento positivo, no son autocebantes, por lo tanto se deberá tener especial cuidado en el momento de ponerlas en marcha.

Para encender las bombas centrifugas correctamente estas deberán estar previamente llenas de líquido. Usualmente, si la salida de líquido y la bomba se encuentran por debajo del nivel del líquido este debería fluir naturalmente hasta la bomba y llenarla.

Si la situación previamente mencionada no es posible es posible hacer llegar el líquido hasta la bomba mediante diferencias de presión, bajando la presión después de la bomba y aumentándola antes, donde se encuentra el líquido, se puede conseguir que el líquido fluya hasta la bomba. Esta técnica es posible en la planta de CFC-13 debido a que está preparada para trabajar a presión.

8.3. PUESTA EN MARCHA DESDE CERO

La puesta en marcha desde cero es la primera que hace la planta, que se realiza tras finalizar su construcción. No obstante este protocolo también sirve para la puesta en marcha después de las paradas programadas para mantenimiento, con la diferencia de que algún tanque de almacenamiento puede que estén medio llenos entre otras peculiaridades.

Para llevar a cabo esta tarea se planifica y protocoliza todos los pasos a realizar, empezando por temas generales como la prioridad de encendido de áreas hasta temas más detallados como que válvula abrir en un momento concreto.

En la tabla 8-1 se puede ver que secuencia debe seguirse en la puesta en marcha. En algunos casos hay varias áreas con el mismo número de secuencia, eso significa que ambas áreas deben coordinar su puesta en marcha para que todo funcione correctamente.

Cabe destacar que aunque un área se deba poner en marcha después de otra no significa que no deba estar preparándose mientras se enciende la anterior. En los protocolos de encendido explicados más adelante puede observarse como a menudo un áreas debe estar preparada para recibir el producto de un área anterior aunque aún no se haya puesto en marcha completamente.

Tabla 8-1 Secuencia de prioridad de puesta en marcha, por áreas.

Secuencia	Descripción	Área	Tipo
1	Electricidad	600	Servicio
2	Aire comprimido	600 H7	Servicio
3	Agua contra incendios	600	Servicio
4	Agua de red	600	Servicio
5	Gas natural	600	Servicio
6	Nitrógeno	600 H5	Servicio
7	Purgas	800 H2 y H3	Medio ambiente
8	Almacenamiento CCl_4	100 H2	Almacenamiento
9	Scrubbers	800 H1 y H4	Medio ambiente
10	Almacenamiento de HF	100 H1	Almacenamiento
11	Almacenamiento de SbCl_5	100 H3	Almacenamiento
12	Agua desionizada	600 H6	Servicio
13	Aceite térmico (-20°C)	600 H1	Servicio
14	Aceite térmico (35°C)	600 H3	Servicio
15	Aceite térmico (200°C)	600 H2	Servicio
16	Agua de torre (35°C)	600 H4	Servicio
17	Reactor 1	200 H1	Proceso
18	Columna 1	200 H2	Proceso
19	Columna 2	200 H3	Proceso
20	Distribución de AHCl	400 H1	Proceso
20	Reactor 2	200 H4	Proceso
21	Almacenamiento de AHCl	500 H1	Proceso
21	Absorción de HCl	400 H2	Almacenamiento
21	Columna 3	200 H5	Proceso
22	Almacenamiento de HCl 36%	500 H2	Almacenamiento
22	Columna 4	300 H1	Proceso
23	Almacenamiento de CFC-13	500 H3	Almacenamiento

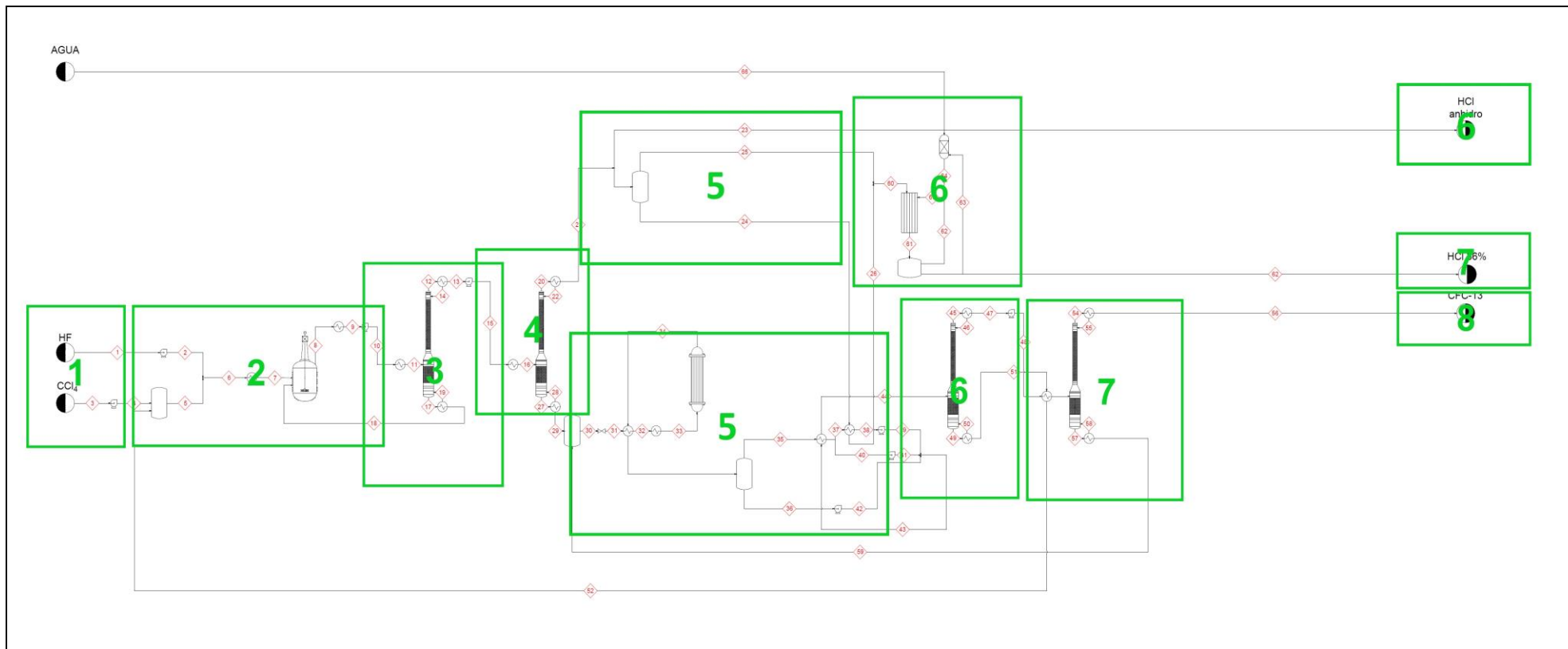


Figura 8-1 Diagrama de proceso con el orden de puesta en marcha de área.

8.3.1. PUESTA EN MARCHA DE LOS SERVICIOS

Los servicios son por lo general de diseño simple, por lo tanto su puesta en marcha no suele ser compleja. El principal requisito previo a su puesta en marcha es su llenado:

- Llenar con aceite térmico DOWNTHERM J el circuito de chiller, torre de refrigeración y caldera.
- Llenar con agua de red el sumidero de las dos torres de refrigeración.
- Llenar con agua desionizada el circuito de la torre de refrigeración.
- Llenar de refrigerante el circuito de compresión del chiller.
- Llenar de resina el equipo de intercambio iónico.
- Llenar la balsa de reserva de agua contra incendios.
- Llenar el tranque criogénico con nitrógeno líquido.

Otro requisito principal es la conexión de los equipos con el suministro externo que requiera:

- Conexión de la caldera y el grupo electrógeno con la red de gas natural.
- Conexión de los equipos con la red eléctrica.
- Conexión del sistema de deionización con el agua de red.
- Conexión del sistema antiincendios con la red de agua para incendios.

Una vez efectuado el llenado y las conexiones en la mayoría de los casos solo queda encender el equipo y esperar a que llegue al estado estacionario. Finalmente los servicios ya estarán preparados para satisfacer las demandas del proceso.

8.3.2. PUESTA EN MARCHA DE LOS TANQUES DE ALMACENAJE DE REACTIVOS

8.3.2.1. Área 100: HF

Objetivo: Presurizar, llenar y dejar preparados para el servicio los tanques de almacenamiento de fluoruro de hidrógeno.

Estado final: Control de presión y venteo partido activo, tanques presurizados, tanques llenos de HF.

Puesta en marcha del área 100, hoja 1: Almacenamiento de fluoruro de hidrógeno.

1. Inicio con todas las válvulas i equipos cerrados.
2. Abrir las válvulas de venteo partido.
3. Activar el control de presión.
4. Presurizar los tanques con nitrógeno de servicio.
5. Conectar la manguera de HF líquido al camión cisterna.
6. Conectar la manguera de retorno de gases al camión cisterna.
7. Abrir la válvula previa y posterior a la bomba de llenado.
8. Encender la bomba de llenado.
9. Abrir la válvula de llenado y la válvula de retorno de vapores de un único tanque.
10. La operación termina cuando el camión cisterna se queda sin materia prima.
11. Cerrar la válvula de llenado y la válvula de retorno de vapores.
12. Cerrar la válvula previa y posterior a la bomba de llenado.
13. Apagar la bomba.
14. Desconectar la manguera de retorno de gases al camión cisterna.
15. Desconectar la manguera de HF líquido al camión cisterna.
16. Repetir pasos del 5 a 15 hasta llenar uno de los tanques.
17. Repetir instrucción 16 para llenar todos los tanques que lo requieran.

8.3.2.2. Área 100: CCl_4

Objetivo: Llenar y dejar preparados para el servicio los tanques de almacenamiento de tetracloruro de carbono.

Estado final: Tanques llenos de CCl_4 .

Puesta en marcha del área 100, hoja 2: Almacenamiento de tetracloruro de carbono.

1. Inicio con todas las válvulas cerradas.
2. Conectar la manguera de CCl_4 líquido al camión cisterna.
3. Conectar la manguera de retorno de gases al camión cisterna.
4. Abrir la válvula previa y posterior a la bomba de llenado.
5. Encender la bomba de llenado.
6. Abrir la válvula de llenado y la válvula de retorno de vapores de un único tanque.
7. La operación termina cuando el camión cisterna se queda sin materia prima.
8. Cerrar la válvula de llenado y la válvula de retorno de vapores.
9. Cerrar la válvula previa y posterior a la bomba de llenado.
10. Apagar la bomba.
11. Desconectar la manguera de retorno de gases al camión cisterna.
12. Desconectar la manguera de CCl_4 líquido al camión cisterna.
13. Repetir pasos del 2 a 12 hasta llenar uno de los tanques.
14. Repetir instrucción 13 para llenar todos los tanques que lo requieran.

8.3.2.3. Área 100: SbCl_5

Objetivo: Llenar y dejar preparado para el servicio el tanque de almacenamiento de cloruro de antimonio (V).

Estado final: Tanque con la cantidad de SbCl_5 necesaria para el proceso.

Puesta en marcha del área 100, hoja 3: Almacenamiento de cloruro de antimonio (V).

1. Inicio con todas las válvulas cerradas.

2. Conectar la manguera de SbCl_5 líquido al camión cisterna.
3. Conectar la manguera de retorno de gases al camión cisterna.
4. Seleccionar el sentido del flujo camión-tanque en la válvula de cuatro vías.
5. Abrir la válvula previa y posterior a la bomba de llenado.
6. Encender la bomba de llenado.
7. Abrir la válvula de retorno de vapores.
8. La operación termina cuando el camión cisterna se queda sin materia prima.
9. Cerrar la válvula de retorno de vapores.
10. Cerrar la válvula previa y posterior a la bomba de llenado.
11. Apagar la bomba.
12. Desconectar la manguera de retorno de gases al camión cisterna.
13. Desconectar la manguera de SbCl_5 líquido al camión cisterna.
14. Repetir pasos del 2 a 11 hasta alcanzar la cantidad de SbCl_5 requerida.

8.3.3. PUESTA EN MARCHA DE CADA ÁREA

8.3.3.1. Área 100, hoja 1

Descripción: Almacenamiento de HF.

Objetivo: Alimentar el proceso.

Requisitos previos: Los tanques están llenos y presurizados.

Observaciones: Este procedimiento se llevará a cabo momentos antes de poner en marcha el área 200 hoja 1, cuando el reactor 1 necesite materia prima. El momento de llevar a cabo este procedimiento se describe en los pasos de la puesta en marcha del área 200 hoja 1.

Estado final: Control de presión y venteo partido activo, tanques presurizados, tanques llenos de HF, circulación de HF desde uno de los tanques hacia el proceso.

1. Inicio con las válvulas en la posición final descrita en el apartado 8.2.2.1.
2. Abrir válvula de salida de un tanque.

3. Abrir la válvula previa y posterior de una de las bombas que alimentan el proceso.
4. Encender la bomba.

8.3.3.2. Área 100, hoja 2

Descripción: Almacenamiento de CCl_4 .

Objetivo: Alimentar el proceso y el primer scrubber.

Requisitos previos: Los tanques están llenos.

Observaciones: Este procedimiento se llevará a cabo momentos antes de poner en marcha el área 800 hoja 4, cuando el scrubber 1 necesite CCl_4 . El momento de llevar a cabo este procedimiento se describe en los pasos de la puesta en marcha del área 800 hoja 4.

Estado final: Tanques llenos de CCl_4 , circulación de CCl_4 desde uno de los tanques hacia el proceso o hacia el área de scrubbers.

1. Inicio con las válvulas en la posición final descrita en el apartado 8.3.2.2.
2. Abrir válvula de salida de un tanque.
3. Abrir la válvula previa y posterior de una de las bombas que alimentan el proceso.
4. Encender la bomba.

8.3.3.3. Área 100, hoja 3

Descripción: Almacenamiento de SbCl_5 .

Objetivo: Enviar el catalizador al área de reacción.

Requisitos previos: El tanque de SbCl_5 tiene la cantidad suficiente de catalizador.

Observaciones: Este procedimiento se llevara a cabo durante la puesta en marcha del área 200 hoja 1, cuando el área ya este presurizada. El momento de llevar

a cabo este procedimiento de describe en los pasos de la puesta en marcha del área 200 hoja 1.

Estado final: Tanque de almacenamiento de SbCl_5 prácticamente vacío, área 200 hoja 1 lleno con la cantidad de catalizador necesaria para el proceso.

1. Inicio con las válvulas en la posición final descrita en el apartado 8.3.2.3.
2. Seleccionar el sentido del flujo tanque-área 200 en la válvula de cuatro vías.
3. Abrir la válvula de salida del tanque.
4. Encender la bomba.
5. Abrir la válvula posterior a la bomba.
6. La operación termina cuando se ha bombeado la cantidad necesaria de SbCl_5 .
7. Cerrar la válvula posterior a la bomba.
8. Apagar la bomba.
9. Cerrar la válvula de salida del tanque.

8.3.3.4. Área 200, hoja 1

Descripción: Zona del primer reactor.

Objetivo: Iniciar reacción y producir CFC-12.

Requisitos previos: Área 100 lista y en espera. Motores de los agitadores lubricados.

Observaciones: La puesta en marcha de esta área se coordinará con la puesta en marcha del área 100 hoja 1 y 100 hoja 3.

Estado final: Controles de presión y venteo partido activos, controles de temperatura activos, controles de nivel activos, área presurizada, control de caudal activo pero con un set point menor al de operación normal.

1. Inicio con las válvulas cerradas.
2. Abrir todas las válvulas entre el primer tanque (T-201) y los tres reactores.

3. Abrir válvulas todo o nada del venteo partido del primer y segundo tanque (T-201 i T-202).
4. Presurizar con nitrógeno de servicio desde el primer tanque (T-201).
5. Activar control de presión y venteo partido del primer tanque (T-201).
6. Cerrar las válvulas abiertas en el paso 2.
7. Presurizar con nitrógeno de servicio el segundo tanque (T-202).
8. Activar control de presión y venteo partido del segundo tanque (T-202).
9. Activar control de nivel del primer tanque (T-201).
10. Abrir válvulas todo o nada de las purgas de los dos tanques y de los reactores.
11. Abrir válvulas todo o nada de la línea entrante desde el almacenamiento de CCl_4 .
12. Esperar a que el primer tanque (T-201) este al nivel correcto de operación.
13. Abrir válvulas todo o nada de la entrada de aceite térmico a los intercambiadores (E-201 i E-202).
14. Activar control de temperatura de los dos intercambiadores (E-201 i E-202).
15. Activar control de presión de los reactores.
16. Abrir válvulas todo o nada de las bombas posteriores al segundo intercambiador (E-202).
17. [Abrir válvulas todo o nada, presurizar, activar control de presión i venteo partido del tanque T-203, área 200 hoja 2].
18. Abrir válvulas todo o nada de la entrada de aceite térmico a los reactores.
19. Activar control de temperatura de los reactores.
20. Abrir todas las válvulas de la línea de recirculación a los reactores desde el segundo tanque (T-202).
21. [Puesta en marcha área 100 hoja 3, apartado 8.2.3.3].
22. Llenar con SbCl_5 el segundo tanque y los reactores con la cantidad necesaria de catalizador.
23. Activar control de caudal de la recirculación a los reactores.
24. Encender agitación de los reactores.
25. [Puesta en marcha área 100 hoja 1, apartado 8.3.3.1].
26. Abrir de las válvulas todo o nada de la línea entrante de almacenamiento de HF, de la salida del primer tanque (T-201) y de la entrada de materia prima a los reactores.

27. Activar del control de caudal de HF i CCl_4 hacia el mezclador.
28. Activar control de caudal de entrada a los reactores (set point por debajo del de operación normal).
29. Esperar a que el segundo intercambiador (E-202) empiece a condensar producto.
30. Activar bombas de circulación hacia el área 200 hoja 2.
31. [Aumentar poco a poco el set point del control de caudal de entrada a los reactores a medida que se haga la puesta en marcha de la planta].
32. [Activar control de nivel de los reactores y del segundo tanque en cuando el área 200 hoja 2 se acerque al estado estacionario].

8.3.3.5. Área 200, hoja 2

Descripción: Zona de la primera columna de fraccionamiento (C-201).

Objetivo: Que la columna alcance un régimen de operación cercano al estacionario.

Requisitos previos: El primer tanque (T-203) ya está operativo y recibiendo fluido de proceso.

Observaciones: La puesta en marcha de esta área se hará a un caudal de operación menor al normal, que se irá incrementando a medida que se haga la puesta en marcha del resto de áreas.

Estado final: Área presurizada, controles de presión y venteo partido activos, controles de temperatura activos, controles de nivel activos, líneas auxiliares de puesta en marcha cerradas, control de caudal de reflujo activo, control de caudal de entrada a la columna activo pero con un set point menor al normal.

1. Inicio con las válvulas cerradas (a excepción del venteo partido del tanque T-203, tal y como se describe en el paso 17 del apartado 8.3.3.4, puesta en marcha del área 200 hoja 1).
2. Abrir válvulas todo o nada de la línea de purgas del tanque T-203.
3. Activar control de nivel del tanque T-203.
4. Abrir todas las válvulas de líneas de proceso desde el tanque T-203 (a excepción de las cuatro válvulas que aíslan el tanque) hasta las dos válvulas de salida de destilado y residuo de las líneas que se dirigen al

- área 200 hoja 3 y 200 hoja 2 respectivamente (estas dos válvulas permanecerán cerradas).
5. Abrir válvulas todo o nada del venteo partido del tanque T-204.
 6. Presurizar todo el circuito a través de la entrada de nitrógeno del tanque T-204.
 7. Activar control de presión del tanque T-204.
 8. Cerrar todas las válvulas abiertas en el paso 4.
 9. Activar control de temperatura del intercambiador E-203.
 10. Abrir válvulas todo o nada del control de caudal de alimento a la columna.
 11. Abrir válvula de control de caudal de aliento a la columna.
 12. Abrir las tres válvulas de salida de líquido del sumidero de la columna.
 13. Activar control de temperatura del intercambiador E-205.
 14. Abrir válvula todo o nada de la salida superior de vapor de la columna.
 15. Activar control de temperatura del intercambiador E-204.
 16. Activar control de nivel de la columna con un set point menor al de operación normal.
 17. Esperar que el nivel de líquido llegue al set point.
 18. Cerrar válvula abierta en el paso 11.
 19. Abrir válvulas todo o nada de la línea auxiliar de alimento directo del reboiler.
 20. Esperar a que la columna se caliente, si la temperatura en el reboiler supera los 105°C alimentar reboiler desde la línea auxiliar.
 21. Esperar a que el tanque de condensados contenga líquido.
 22. Abrir válvula anterior y posterior de la bomba posterior al tanque de condensados.
 23. Abrir válvulas todo o nada de la línea de reflujo.
 24. Activar control de caudal de la línea de reflujo.
 25. Encender bomba posterior al tanque de condensados.
 26. Esperar a que la columna en reflujo total llegue a un estado pseudoestable.
 27. Activar control de nivel del reboiler y abrir sus válvulas.
 28. Abrir válvula anterior y posterior de la bomba de salida del reboiler.
 29. Encenderla bomba de salida del reboiler.
 30. Abrir válvulas todo o nada de las líneas de recirculación de destilado y residuo hacia el tanque T-203.

31. Activar control de caudal de alimento a la columna con un set point menor al normal.
32. Esperar a que la columna en reflujo de operación llegue a un estado pseudoestacionario.
33. [Abrir válvulas todo o nada, presurizar, activar control de presión y venteo partido del tanque T-205, área 200 hoja 3].
34. Abrir válvulas todo o nada de líneas de salida hacia el área 200 hoja 3 y 200 hoja 1.
35. Cerrar válvulas todo o nada de las 3 líneas auxiliares de puesta en marcha.
36. Purgar las líneas auxiliares cerradas.
37. Activar control de nivel de tanque de condensados.
38. [Aumentar poco a poco el set point del control de caudal de alimento de la columna hasta alcanzar el set point normal a medida que se ponga en marcha la planta].

8.3.3.6. Área 200, hoja 3

Descripción: Zona de la segunda columna de fraccionamiento (C-202).

Objetivo: Que la columna alcance un régimen de operación cercano al estacionario.

Requisitos previos: El primer tanque (T-205) ya está operativo y recibiendo fluido de proceso.

Observaciones: La puesta en marcha de esta área se hará a un caudal de operación menor al normal, que se irá incrementando a medida que se haga la puesta en marcha del resto de áreas.

Estado final: Área presurizada, controles de presión y venteo partido activos, controles de temperatura activos, controles de nivel activos, líneas auxiliares de puesta en marcha cerradas, control de caudal de reflujo activo, control de caudal de entrada a la columna activo pero con un set point menor al normal.

1. Inicio con las válvulas cerradas (a excepción del venteo partido del tanque T-205, tal y como se describe en el paso 34 del apartado 8.3.3.5, puesta en marcha del área 200 hoja 2).

2. Abrir válvulas todo o nada de la línea de purgas del tanque T-205.
3. Activar control de nivel del tanque T-205.
4. Abrir todas las válvulas de líneas de proceso desde el tanque T-205 (a excepción de las cuatro válvulas que aíslan el tanque) hasta las dos válvulas de salida de destilado y residuo de las líneas que se dirigen al área 400 hoja 1 y 200 hoja 4 respectivamente (estas dos válvulas permanecerán cerradas).
5. Abrir válvulas todo o nada del venteo partido del tanque T-206.
6. Presurizar todo el circuito a través de la entrada de nitrógeno del tanque T-206.
7. Activar control de presión del tanque T-206.
8. Cerrar todas las válvulas abiertas en el paso 4.
9. Activar control de temperatura del intercambiador E-206.
10. Abrir válvulas todo o nada del control de caudal de alimento a la columna.
11. Abrir válvula de control de caudal de alimento a la columna.
12. Abrir las tres válvulas de salida de líquido del sumidero de la columna.
13. Activar control de temperatura del intercambiador E-208.
14. Abrir válvula todo o nada de la salida superior de vapor de la columna.
15. Activar control de temperatura del intercambiador E-207.
16. Activar control de nivel de la columna con un set point menor al de operación normal.
17. Esperar que el nivel de líquido llegue al set point.
18. Cerrar válvula abierta en el paso 11.
19. Esperar a que la columna se caliente.
20. Esperar a que el tanque de condensados contenga líquido.
21. Abrir válvula anterior y posterior de la bomba posterior al tanque de condensados.
22. Abrir válvulas todo o nada de la línea de reflujo.
23. Activar control de caudal de la línea de reflujo.
24. Encender bomba posterior al tanque de condensados.
25. Esperar a que la columna en reflujo total llegue a un estado pseudoestable.
26. Abrir válvula anterior y posterior de la bomba de salida del reboiler.
27. Activar control de nivel del reboiler y abrir sus válvulas.
28. Encenderla bomba de salida del reboiler.

29. Abrir válvulas todo o nada de las líneas de recirculación de destilado y residuo hacia el tanque T-205.
30. Activar control de caudal de alimento a la columna con un set point menor al normal.
31. Esperar a que la columna en reflujo de operación llegue a un estado pseudoestacionario.
32. [Abrir válvulas todo o nada, presurizar, activar control de presión y venteo partido del tanque T-207, área 200 hoja 4].
33. [Abrir válvulas todo o nada, presurizar, activar control de presión y venteo partido del tanque T-401, área 400 hoja 1].
34. Abrir válvulas todo o nada de líneas de salida hacia el área 400 hoja 1 y 200 hoja 4.
35. Cerrar válvulas todo o nada de las 2 líneas auxiliares de puesta en marcha.
36. Purgar las líneas auxiliares cerradas.
37. Activar control de nivel de tanque de condensados.
38. [Aumentar poco a poco el set point del control de caudal de alimento de la columna hasta alcanzar el set point normal a medida que se ponga en marcha la planta].

8.3.3.7. Área 200, hoja 4

Descripción: Zona del segundo reactor, vaporización previa y condensación posterior.

Objetivo: Poner en marcha el reactor 2 y coordinarla con la puesta en marcha del área 400 hoja 1 y área 400 hoja 2.

Requisitos previos: El primer tanque (T-207) ya está operativo y recibiendo fluido de proceso. El tanque T-401 del área 400 hoja 1 ya está operativo y recibiendo fluido de proceso. El reactor está cargado de catalizador.

Observaciones: La puesta en marcha de esta área se hará a un caudal de operación menor al normal, que se irá incrementando a medida que se haga la puesta en marcha de las áreas posteriores.

Estado final: Área presurizada, controles de presión y venteo partido activos, controles de temperatura activos, controles de nivel activos.

1. Inicio con las válvulas cerradas (a excepción del venteo partido del tanque T-207, tal y como se describe en el paso 31 del apartado 8.3.3.6, puesta en marcha del área 200 hoja 3).
2. Abrir válvulas todo o nada de la línea de purgas del tanque T-207.
3. Activar control de nivel del tanque T-207.
4. Abrir válvulas todo o nada de las líneas de servicio de aceite térmico.
5. Abrir válvulas todo o nada de la línea de HCl anhidro.
6. Abrir válvula anterior y posterior de los 3 grupos de bombas de presurización.
7. [Abrir válvulas todo o nada, presurizar, activar control de presión y venteo partido del tanque T-208, área 200 hoja 5].
8. Activar control de temperatura del intercambiador E-210 y el reactor R-202.
9. Abrir válvula de control de caudal de alimento al intercambiador E-209. El caudal debe ser lo suficientemente pequeño para que empiece la evaporación antes de que el kettle se llene.
10. Activar control de nivel del intercambiador E-209.
11. Activar control de nivel del tanque de separación F-201.
12. Activar control de nivel de los tanques T-211 y T-212.
13. [Puesta en marcha del área 400 hoja 2].
14. [Puesta en marcha del área 400 hoja 1, el caudal inicial hacia el tanque de separación F-401 deberá ser pequeño y su aumento se debe coordinar con el aumento de caudal circulante en el área 200 hoja 4].
15. Coordinar la abertura de la válvula de caudal de HCl líquido con la llegada de gas a condensar, todo el HCl líquido que llegue debe ser evaporado. Se esta forma se debe controlar la presión en todo el circuito de vapor de forma manual, hasta alcanzar la presión de operación.
16. Cuando el nivel de líquido de los tanques de condensado y el separador lleguen a su nivel de operación activar su respectiva bomba de presurización de líquido saliente.
17. Cuando el intercambiador E-212 llegue al equilibrio activar su control de presión.

8.3.3.8. Área 200, hoja 5

Descripción: Zona de la tercera columna de fraccionamiento (C-203).

Objetivo: Que la columna alcance un régimen de operación cercano al estacionario.

Requisitos previos: El primer tanque (T-208) ya está operativo y recibiendo fluido de proceso.

Observaciones: La puesta en marcha de esta área se hará a un caudal de operación menor al normal, que se irá incrementando a medida que se haga la puesta en marcha del resto de áreas.

Estado final: Área presurizada, controles de presión y venteo partido activos, controles de temperatura activos, controles de nivel activos, líneas auxiliares de puesta en marcha cerradas, control de caudal de reflujo activo, control de caudal de entrada a la columna activo pero con un set point menor al normal.

1. Inicio con las válvulas cerradas (a excepción del venteo partido del tanque T-208, tal y como se describe en el paso 7 del apartado 8.3.3.7, puesta en marcha del área 200 hoja 4).
2. Abrir válvulas todo o nada de la línea de purgas del tanque T-208.
3. Activar control de nivel del tanque T-208.
4. Abrir todas las válvulas de líneas de proceso desde el tanque T-208 (a excepción de las cuatro válvulas que aíslan el tanque) hasta las dos válvulas de salida de destilado y residuo de las líneas que se dirigen al área 300 hoja 1 (estas dos válvulas permanecerán cerradas).
5. Abrir válvulas todo o nada del venteo partido del tanque T-209.
6. Presurizar todo el circuito a través de la entrada de nitrógeno del tanque T-209.
7. Activar control de presión del tanque T-209.
8. Cerrar todas las válvulas abiertas en el paso 4.
9. Abrir válvulas todo o nada del control de caudal de alimento a la columna.
10. Abrir válvula de control de caudal de alimento a la columna.
11. Abrir las tres válvulas de salida de líquido del sumidero de la columna.
12. Activar control de temperatura del intercambiador E-214.

13. Abrir válvula todo o nada de la salida superior de vapor de la columna.
14. Activar control de temperatura del intercambiador E-213.
15. Activar control de nivel de la columna con un set point menor al de operación normal.
16. Esperar que el nivel de líquido llegue al set point.
17. Cerrar válvula abierta en el paso 10.
18. Esperar a que la columna se caliente.
19. Esperar a que el tanque de condensados contenga líquido.
20. Abrir válvula anterior y posterior de la bomba posterior al tanque de condensados.
21. Abrir válvulas todo o nada de la línea de reflujo.
22. Activar control de caudal de la línea de reflujo.
23. Encender bomba posterior al tanque de condensados.
24. Esperar a que la columna en reflujo total llegue a un estado pseudoestable.
25. Abrir válvula anterior y posterior de la bomba de salida del reboiler.
26. Encenderla bomba de salida del reboiler.
27. Abrir válvulas todo o nada de las líneas de recirculación de destilado y residuo hacia el tanque T-208.
28. Activar control de caudal de alimento a la columna con un setpoint menor al normal.
29. Esperar a que la columna en reflujo de operación llegue a un estado pseudoestacionario.
30. [Abrir válvulas todo o nada, presurizar, activar control de presión y venteo partido del tanque T-301, área 300 hoja 1].
31. Abrir válvulas todo o nada de líneas de salida hacia el área 300 hoja 1.
32. Cerrar válvulas todo o nada de las 2 líneas auxiliares de puesta en marcha.
33. Purgar las líneas auxiliares cerradas.
34. Activar control de nivel de tanque de condensados.
35. [Aumentar poco a poco el set point del control de caudal de alimento de la columna hasta alcanzar el set point normal a medida que se ponga en marcha la planta].

8.3.3.9. Área 300, hoja 1

Descripción: Zona de la cuarta columna de fraccionamiento (C-301).

Objetivo: Que la columna alcance un régimen de operación cercano al estacionario.

Requisitos previos: El primer tanque (T-301) ya está operativo y recibiendo fluido de proceso.

Observaciones: La puesta en marcha de esta área se hará a un caudal de operación menor al normal, que se irá incrementando a medida que se haga la puesta en marcha del resto de áreas.

Estado final: Área presurizada, controles de presión y venteo partido activos, controles de temperatura activos, controles de nivel activos, líneas auxiliares de puesta en marcha cerradas, control de caudal de reflujo activo, control de caudal de entrada a la columna activo pero con un set point menor al normal.

1. Inicio con las válvulas cerradas (a excepción del venteo partido del tanque T-301, tal y como se describe en el paso 30 del apartado 8.3.3.8, puesta en marcha del área 200 hoja 5).
2. Abrir válvulas todo o nada de la línea de purgas del tanque T-301.
3. Activar control de nivel del tanque T-301.
4. Abrir todas las válvulas de líneas de proceso desde el tanque T-301 (a excepción de las cuatro válvulas que aíslan el tanque) hasta las dos válvulas de salida de destilado y residuo de las líneas que se dirigen al área 500 hoja 3 y 200 hoja 4 respectivamente (estas dos válvulas permanecerán cerradas).
5. Abrir válvulas todo o nada del venteo partido del tanque T-302.
6. Presurizar todo el circuito a través de la entrada de nitrógeno del tanque T-302.
7. Activar control de presión del tanque T-302.
8. Cerrar todas las válvulas abiertas en el paso 4.
9. Activar control de temperatura del intercambiador E-301.
10. Abrir válvula anterior y posterior de la bomba posterior al tanque T-301.
11. Abrir válvulas todo o nada del control de caudal de alimento a la columna.

12. Encender bomba posterior al tanque T-301.
13. Abrir válvula de control de caudal de aliento a la columna.
14. Abrir las tres válvulas de salida de líquido del sumidero de la columna.
15. Activar control de temperatura del intercambiador E-303.
16. Abrir válvula todo o nada de la salida superior de vapor de la columna.
17. Activar control de temperatura del intercambiador E-302.
18. Activar control de nivel de la columna con un set point menor al de operación normal.
19. Esperar que el nivel de líquido llegue al set point.
20. Cerrar válvula abierta en el paso 13.
21. Esperar a que la columna se caliente.
22. Esperar a que el tanque de condensados contenga líquido.
23. Abrir válvula anterior y posterior de la bomba posterior al tanque de condensados.
24. Abrir válvulas todo o nada de la línea de reflujo.
25. Activar control de caudal de la línea de reflujo.
26. Encender bomba posterior al tanque de condensados.
27. Esperar a que la columna en reflujo total llegue a un estado pseudoestable.
28. Abrir válvula anterior y posterior de la bomba de salida del reboiler.
29. Encenderla bomba de salida del reboiler.
30. Abrir válvulas todo o nada de las líneas de recirculación de destilado y residuo hacia el tanque T-301.
31. Activar control de caudal de alimento a la columna con un set point menor al normal.
32. Esperar a que la columna en reflujo de operación llegue a un estado pseudoestacionario.
33. [Puesta en marcha del área 500 hoja 3].
34. Abrir válvulas todo o nada de líneas de salida hacia el área 500 hoja 3 y 200 hoja 4.
35. Cerrar válvulas todo o nada de las 2 líneas auxiliares de puesta en marcha.
36. Purgar las líneas auxiliares cerradas.
37. Activar control de nivel de tanque de condensados.
38. [Aumentar poco a poco el set point del control de caudal de alimento de la columna hasta alcanzar el set point normal a medida que se ponga en marcha la planta].

8.3.3.10. Área 400, hoja 1

Descripción: Área de distribución y auto-refrigeración de HCl.

Objetivo: Coordinar la puesta en marcha del área 400 hoja 1 con el área 400 hoja 2, 200 hoja 4 y 500 hoja 1.

Requisitos previos: El primer tanque (T-401) ya está operativo y recibiendo fluido de proceso.

Observaciones: La puesta en marcha de esta área se hará a un caudal de operación hacia el separador menor al normal y un caudal hacia el área 500 hoja 1 mayor al normal. Estos caudales se irán normalizando con el tiempo.

Estado final: Área presurizada, controles de presión y venteo partido activos, controles de nivel activos, control de caudal de reflujo activo, control de caudal de entrada a la columna activo pero con un set point menor al normal.

1. Inicio con las válvulas cerradas (a excepción del venteo partido del tanque T-401, tal y como se describe en el paso 32 del apartado 8.3.3.6, puesta en marcha del área 200 hoja 3).
2. Abrir válvulas todo o nada de los dos controles de nivel.
3. Abrir válvulas todo o nada del control de presión.
4. Activar control de nivel del tanque T-401.
5. [Puesta en marcha del área 500 hoja 1].
6. Activar control de presión del separador F-401.
7. [Puesta en marcha área 400 hoja 2, coordinado con la puesta en marcha del área 200 hoja 4, paso 13 de apartado 8.3.3.7].
8. [Coordinar con puesta en marcha del área 200 hoja 4, paso 14 del apartado 8.3.3.7].

8.3.3.11. Área 400, hoja 2

Descripción: Zona de absorción de HCl en agua.

Objetivo: Poner en marcha la circulación de agua antes de que se ponga en marcha el área 400 hoja 1, 500 hoja 1, 500 hoja 2, 400 hoja 1, 200 hoja 4 y regular la producción de HCl acuoso al 36%.

Requisitos previos: Ninguno.

Observaciones: Esta área debe estar activa antes de que se ponga en marcha cualquier área que pueda tener venteos de HCl puro o HCl con vapor de agua.

Estado final: Controles de presión y venteo partido activos, control de temperatura activo, control de nivel activo, control de caudal de la recirculación activo, control de caudal de entrada a la columna activo, control de densidad activo.

1. Abrir válvulas todo o nada, activar control de presión y venteo partido de la columna C-402.
2. Abrir válvulas todo o nada de la línea de servicio de la columna C-401.
3. Activar control de temperatura de la columna C-401.
4. Abrir válvula anterior y posterior de la bomba a la salida del separador F-402.
5. Abrir válvulas todo o nada de la línea de entrada de agua de red a la columna C-402, de la línea de recirculación de producto y de la línea de salida de producto al área 500 hoja 2.
6. Activar control de nivel del separador F-402.
7. Activar control de caudal de la línea de recirculación.
8. Activar control de caudal de entrada de agua de red a la columna C-402.
9. Llenar el separador F-402 hasta el nivel de operación.
10. Activar control de densidad del separador F-402.
11. Activar bomba.
12. [Puesta en marcha del área 500 hoja 2].
13. El sistema recirculará totalmente el agua desionizada hasta que el área 400 hoja 1, 500 hoja 1, 500 hoja 2, 400 hoja 1 o 200 hoja 4 se ponga en marcha y envíe HCl vapor al sistema de absorción.

8.3.3.12. Área 500, hoja 1

Descripción: Área de almacenamiento de HCl anhidro, licuado a presión y frío.

Objetivo: Preparar el tanque de almacenamiento para recibir producto.

Requisitos previos: Ninguno.

Observaciones: La puesta en marcha se coordinara con el área 400 hoja 1. La presurización de área no se hará con nitrógeno sino con el propio producto.

Estado final: Área presurizada, controles de presión y venteo partido activos, control de temperatura activo.

1. Inicio con las válvulas cerradas.
2. Abrir válvulas todo o nada de la línea de venteo del tanque T-501 hacia el área 800 hoja 4.
3. Abrir válvulas todo o nada de la salida de vapores del tanque T-501.
4. Abrir válvulas todo o nada de la línea de servicio del intercambiador E-501.
5. Activar control de temperatura del intercambiador E-501.
6. Activar control de presión del tanque T-501.
7. Abrir válvula todo o nada de entrada de HCl al tanque T-501.
8. Abrir válvulas todo o nada de la línea de nitrógeno.

8.3.3.13. Área 500, hoja 2

Descripción: Área de almacenamiento de HCl acuoso al 36%, licuado a presión y frio.

Objetivo: Preparar el tanque de almacenamiento para recibir producto.

Requisitos previos: Ninguno.

Observaciones: La puesta en marcha se coordinará con el área 400 hoja 2, paso 12 del apartado 8.2.3.11.

Estado final: Tanque almacenando HCl acuoso al 36%.

1. Inicio con las válvulas cerradas.
2. Abrir la válvula todo o nada de la línea de entrada a uno de los tanques.

8.3.3.14. Área 500, hoja 3

Descripción: Área de almacenamiento de CFC-13, licuado a presión y frio.

Objetivo: Preparar el tanque de almacenamiento para recibir producto.

Requisitos previos: Ninguno.

Observaciones: La puesta en marcha se coordinara con el área 300 hoja 1. La presurización de área no se hará con nitrógeno sino con el propio producto.

Estado final: Área presurizada, controles de presión y venteo partido activos, control de temperatura activo.

1. Inicio con las válvulas cerradas.
2. Abrir válvulas todo o nada de la línea de venteo del tanque T-504 hacia el área 800 hoja 4.
3. Abrir válvulas todo o nada de la salida de vapores del tanque T-504.
4. Abrir válvulas todo o nada de la línea de servicio del intercambiador E-502.
5. Activar control de temperatura del intercambiador E-502.
6. Activar control de presión del tanque T-504.
7. Abrir válvula todo o nada de entrada de CFC-13 al tanque T-504.
8. Abrir válvulas todo o nada de la línea de nitrógeno.

8.3.3.15. Área 800, hoja 1

Descripción: Área de recogida de venteos.

Objetivo: Que la recogida funcione.

Requisitos previos: Ninguno.

Observaciones: El área solo se compone de tuberías, no debe realizarse ninguna acción para su puesta en marcha (a excepción de todas las comprobaciones y pasos previos a la puesta en marcha en sí).

Estado final: Funciona correctamente.

8.3.3.16. Área 800, hoja 2

Descripción: Área de recogida de purgas.

Objetivo: Que la recogida funcione.

Requisitos previos: Ninguno.

Observaciones: El área solo se compone de tuberías, no debe realizarse ninguna acción para su puesta en marcha (a excepción de todas las comprobaciones y pasos previos a la puesta en marcha en sí).

Estado final: Funciona correctamente.

8.3.3.17. Área 800, hoja 3

Descripción: Tratamiento de purgas.

Objetivo: Que este operativo para posibles purgas que se puedan realizar durante la puesta en marcha y en operación normal.

Requisitos previos: El área 800 hoja 3 de recogida de venteos está activa.

Observaciones: Ninguna.

Estado final: Control de nivel activo.

1. Inicio con las válvulas cerradas.
2. Abrir las válvulas todo o nada existentes desde el separador F-801 y el tanque de almacenamiento de purgas T-801.
3. Activar control de nivel del separador F-801.
4. [Activar bomba en cuanto haya un nivel suficiente de líquido en el separador].

8.3.3.18. Área 800, hoja 4

Descripción: Área de tratamiento de gases.

Objetivo: Tener los dos scrubbers preparados para la puesta en marcha del resto de áreas.

Requisitos previos: Tanque T-802 lleno de disolución de KOH en agua. El filtro de carbón activo está cargado.

Observaciones: Mientras la planta no este activa la salida liquida del scrubber C-801 se recogerá en el tanque T-803, en cuanto la planta este activa y haya consumo de materia prima de CCl_4 la salida del scrubber ira al área 200 hoja 1 y se vaciará el tanque.

Estado final:

1. Inicio con las válvulas cerradas.
2. Abrir válvulas todo o nada, activar control de presión y venteo partido del tanque T-802.
3. [Puesta en marcha área 100 hoja 2].
4. Abrir válvulas todo o nada de la línea de alimento al tanque T-802.
5. Activar control de nivel del tanque T-802.
6. Abrir válvulas todo o nada de salida de líquido de la columna C-801.
7. Abrir válvulas todo o nada de entrada de líquido a la columna C-801.
8. Abrir válvula todo o nada de entrada al tanque T-803.
9. Activar control de nivel de la columna C-801.
10. Activar control de caudal de la línea de alimento de líquido de la columna C-801.
11. Abrir válvulas todo o nada de la entrada de líquido a la columna C-802.
12. Activar control de caudal de entrada de líquido a la columna C-802.
13. Encender bomba de la línea de salida del tanque T-802.
14. Abrir válvula anterior y posterior a la bomba de la línea de salida de líquido del tanque T-805.
15. Abrir válvulas todo o nada del control de caudal de la línea de salida de líquido del tanque T-805 y de la línea de entrada del reactor R-801.
16. Abrir válvula anterior y posterior de la bomba de la línea de salida del tanque T-804.

17. Encender bomba de la línea de salida de líquido del tanque T-805.
18. Abrir válvula regulable de la línea de salida de líquido del tanque T-805.
19. En cuanto el tanque T-804 tenga un nivel aceptable encender la bomba de la línea de salida del tanque.
20. En cuanto el tanque T-804 tenga el nivel de líquido normal de operación activar control de pH.
21. [En cuanto se ponga en marcha el área 200 hoja 1 y haya requerimiento de CCl_4 : abrir válvula anterior y posterior de la bomba de la línea que conecta con el área 200 hoja 1, abrir válvula de línea de salida del tanque T-803, encender bomba de la línea que conecta con el área 200 hoja 1, cerrar válvula de la línea de entrada al tanque T-803].

8.4. PARADA DE LA PLANTA PLANIFICADA

La planta está planificada para operar ininterrumpidamente durante 300 días al año, y parar para realizar mantenimiento y poner en marcha durante los 65 días restantes.

La parada de la planta es una operación que si no se realiza correctamente puede ocasionar una pérdida importante de producto, materias primas, intermedios y catalizador. Eso es debido a que si no se consigue ir parando equipos de forma controlada se deberá purgar gran parte del fluido de proceso al tanque de purgas, y una vez todas las purgas quedan mezcladas es muy difícil reaprovecharlas.

La parada se basará en el principio básico de disminuir caudales desde las áreas iniciales del proceso, para así ir vaciando poco a poco dichas áreas a medida que se va transformando en producto. Para evitar la contaminación de las corrientes debido a la inestabilidad de las columnas de fraccionamiento, resultado del descenso de caudales, se recurrirá al incremento de la relación de reflujo.

Una vez los niveles de líquido estén bajo mínimos y la operación de la planta resulte casi imposible se detendrá la producción. A continuación se procederá a la despresurización controlada del proceso, acción que provocara la vaporización parcial del líquido retenido. La composición de la fase vaporizada consistirá en CFCs y HCl. Los CFCs se absorberán con el scrubber de CCl_4 y se almacenará en el tanque T-803 para su utilización como materia prima en un futuro. El HCl y trazas de HF serán neutralizadas en el segundo scrubber.

El líquido que no se haya vaporizado durante la descompresión consistirá mayoritariamente en SbCl_5 , CCl_4 y HF. Esta mezcla se enviará al tanque T-109 del área 100, donde se guardará en su totalidad para reutilizarse en el futuro o se purgará parcialmente para renovar parte del catalizador.

Finalmente quedará líquido en algunas tuberías, en las bombas y pequeñas cantidades en los equipos. Estos remanentes se sacaran mediante purga y no podrán ser reutilizados.

Una vez que el sistema este vacío de líquido de proceso se arrastrarán los vapores con nitrógeno hasta que la concentración final sea baja y puedan abrirse los equipos para realizar el mantenimiento planificado.

8.5. PARADA DE EMERGÉNCIA DE LA PLANTA

Se entiende como situación de emergencia cuando la climatología, el fallo de un equipo o servicio, incendio, entre otros, afecta la operación normal de la planta e impide el buen funcionamiento de esta.

Ante cualquier situación de emergencia una actuación rápida y eficaz es básica para minimizar los daños que se puedan ocasionar. Estas actuaciones pueden ser de carácter local (parada de una zona de la planta) o carácter global (parada de la totalidad de la planta. Depende de la situación el protocolo de actuación tendrá dos maniobras principales: parar la planta manteniendo el sistema presurizado; despresurizar y capturar los fluidos de servicio en el tanque de purgas y almacenamiento de CCl_4 saturado.

Se debe mantener la corriente eléctrica en todo momento, para ello en caso de emergencia se dispone de un grupo electrógeno. Este se precisa para que los automatismos de control sigan funcionando y permitan una parada segura.

Debido al cierre de válvulas y bombas es posible que pueda aumentar la presión en algunos equipos, por tanto se deberá mantener el sistema de scrubbers a plena potencia para capturar los venteos que pretendan aliviar la presión.