

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÓXIDO DE ETILENO

Trabajo final de grado
Grado en Ingeniería Química



Paula Lafuente Simó
Joan Ramón Pájaro Crespo
Anabel Rodríguez Rengel
Carlos Salgado Espinosa
Ferriol Viñas Francisco
Veronica Fernanda Zaldivar Sánchez

Tutor: Marc Perís

Año académico: 2019 - 2020

CAPÍTULO VIII



Puesta en marcha

ÍNDICE

8.1 Introducción.....	2
8.2 Acciones previas	2
8.2.1 Documentación previa a la primera puesta en marcha	3
8.2.2 Tareas previas a la puesta en marcha	4
8.2.3 Servicios.....	5
8.3 Puesta en marcha des de cero.....	7
8.3.1 Área 100: Acondicionamiento y almacenamiento de materias primas.....	7
8.3.2 Área 200: Reacción	7
8.3.3 Área 300: Separación del óxido de etileno.....	8
8.3.4 Área 400: Purificación del óxido de etileno	9
8.3.5 Área 500: Tratamiento de dióxido de carbono (CO ₂).....	10
8.3.6 Área 600: Almacenamiento de óxido de etileno	11
8.4 Puesta en marcha des de una parada planificada.....	12
8.5 Puesta en marcha des de una parada de emergencia	14
8.6 Bibliografía	15

8.1 Introducción

Una vez construida la planta, esta se tiene que poner en marcha para conseguir su finalidad que, en el caso de la planta ETHOXID, es la producción de óxido de etileno.

La puesta en marcha consiste en seguir una serie de pasos y protocolos para evitar complicaciones, asegurar y comprobar que todo va a funcionar bien. Para empezar la puesta en marcha hay que tener finalizada la construcción de la planta y tener toda la instalación de equipos y de las conexiones necesarias.

Dependiendo de la complejidad del proceso y del tiempo invertido en realizar una buena planificación, la duración de la puesta en marcha será más larga o menos.

Hay tres tipos de puestas en marcha: des de cero, des de una parada planificada, y la des de una parada de emergencia. Tanto la puesta en marcha des de cero, como la puesta en marcha des de una parada planificada tienen una situación similar, con la simple diferencia que la parada des de cero tiene unos pasos adicionales. En cambio, la puesta en marcha des de una parada de emergencia es una situación más compleja ya que se realizará de una manera determinada dependiendo de la razón del fallo, es por ello que serán los ingenieros de planta los encargados de realizarla.

A parte, la puesta en marcha se puede dividir en tres etapas:

- Comprobación del correcto funcionamiento de todos los equipos e instrumentos. En el caso de la puesta en marcha des de cero se harán en los equipos para comprobar el diseño y la construcción.
- Habilitar los servicios de la planta. Es necesario un correcto funcionamiento de los servicios, para que los equipos funcionen correctamente, y poner en marcha los tratamientos de residuos.
- Finalmente se realiza la puesta en marcha, donde se realiza un protocolo específico para cada equipo.

8.2 Acciones previas

Antes de realizar la puesta en marcha, hay que verificar que todo esté preparado (check-list) para asegurar que todo funcione correctamente y evitar complicaciones innecesarias en la puesta en marcha.

8.2.1 Documentación previa a la primera puesta en marcha

Todos los equipos que se van a utilizar en la planta ETHOXID han tenido que ser previamente probados para evitar fallos técnicos.

Para garantizar que este test previo se ha realizado correctamente, cada equipo contiene un documento que lo demuestra. Los documentos que se exigen son:

- Certificados de materiales.
- DQ, IQ y OQ.
- Manuales de equipos, accesorios e instrumentos.

8.2.1.1 Certificados de materiales

Los certificados de materiales son documentos firmados por la empresa proveedora donde verifican que el material solicitado corresponde con las especificaciones y las composiciones adecuadas.

En la planta ETHOXID la mayoría de los equipos y accesorios se han construido con Acero Inoxidable (ASIS 316L), por lo que se debe comprobar que se han recibido todas las certificaciones y que se ajustan a las temperaturas y presiones que se indican.

8.2.1.2 DQ, IQ y OQ

La DQ es la cualificación del diseño. Es un protocolo de verificación que asegura que el equipo sigue los requisitos y las normas de seguridad legales, y que cumple con los requisitos pedidos.

La IQ es la cualificación de instalación. Es un documento que certifica que los equipos cumplen los requisitos y las normas de seguridad legales indicados en la DQ.

La OQ es la cualificación de operación. Consiste en un documento que verifica que el equipo o la maquinaria del proceso opera como se definió en el diseño y determina los valores óptimos de operación para todas las variables de control.

Los protocolos IQ y OQ se deben actualizar cada vez que se genere un cambio importante en algún equipo.

8.2.1.3 Manuales de equipos, accesorios e instrumentos

Estos manuales de mantenimiento y operación son necesarios ya que explican cómo se deben realizar los mantenimientos, las paradas y puestas en marcha, las reparaciones y las consideraciones de cada equipo.

8.2.2 Tareas previas a la puesta en marcha

Hay que realizar unas tareas previas para poder conseguir una puesta en marcha, ya sea des de cero o des de una parada, correcta y segura. Estas acciones y consideraciones a tener en cuenta se especifican en los siguientes apartados.

8.2.2.1 Organización y comprobaciones

- Organización del personal y de los turnos.
- Comprobación de la disponibilidad de los proveedores. Esta comprobación hay que realizarla para materias primas, catalizadores, servicios y recambios de equipos, accesorios e instrumentos.
- Comprobación del stock de recambios disponibles y materiales en el almacén de la planta.
- Comprobación de que los equipos, instrumentos y accesorios corresponden a la documentación proporcionada.
- Comprobación y actualización de los protocolos utilizados.

8.2.2.2 Inspecciones

- Inspección visual del interior de los recipientes de los equipos y tanques.
- Inspección visual y comprobación del correcto etiquetado de las tuberías.
- Inspección visual y comprobación del correcto etiquetado de todos los accesorios.
- Comprobación de la configuración de la instrumentación y elementos de software.
- Inspección visual y comprobación de la conexión y la señal del cableado.
- Inspección visual de los aislantes.
- Inspección visual y comprobación del correcto uso de las estructuras de los diferentes equipos y líneas del proceso.
- Comprobación del nivel de la balsa del sistema contraincendios y del número de extintores necesarios en la planta.
- Comprobación de la correcta señalización de riesgos en la planta.
- Comprobación de las medidas anticorrosivas de cada equipo y línea del proceso.
- Comprobación, en las zonas donde se requieran, de los materiales de protección de los trabajadores.
- Comprobación del estado general de la planta.

8.2.2.3 Pruebas

- Pruebas de presión en equipos y tuberías.
- Pruebas de estanqueidad en los equipos.
- Pruebas de paso y continuidad del fluido por las tuberías.
- Comprobación del funcionamiento y de la rotación de los motores eléctricos.
- Revisión de fugas y comprobación del funcionamiento de la estación de bombeo del sistema contraincendios.
- Pruebas de la instrumentación y el control.
- Prueba del sistema eléctrico de la planta.

8.2.2.4 Mantenimiento

- Calibración de la instrumentación necesaria.
- Sustitución de equipos, accesorios e instrumentos que lo requieran.
- Limpieza de los equipos.
- Renovación del catalizador.
- Disposición del taller con todas las herramientas disponibles.

8.2.3 Servicios

Los primeros sistemas en ponerse en marcha deben ser los servicios, dado que todo el proceso productivo depende de ellos. A continuación, se explica la puesta en marcha de cada uno de estos, siguiendo la prioridad expuesta previamente.

8.2.3.1 Electricidad

- 1) Poner en marcha el suministro eléctrico de la planta y la turbina de vapor.
- 2) Encender los cuadros eléctricos de la planta de producción.
- 3) Comprobar que cada punto de la planta reciba un correcto suministro eléctrico.

8.2.3.2 Aire comprimido

- 1) Encender los compresores de aire comprimido.
- 2) Comprobar tanto que el aire llegue a las válvulas como que en ningún punto haya una pérdida de presión elevada.

8.2.3.3 Agua de red

- 1) Abrir la entrada del agua de red a la planta.
- 2) Llenar los tanques pulmón del área de servicios.
- 3) Comprobar que no haya fugas.

8.2.3.4 Nitrógeno

- 1) Abrir las válvulas de los tanques de nitrógeno del área de servicios.
- 2) Inertizar todos los equipos del proceso, al igual que los tanques de almacenamiento de producto.
- 3) Comprobar que no haya fugas ni sobrepresiones.

8.2.3.5 Gas natural

- 1) Abrir la entrada del gas natural a la planta.
- 2) Suministrar el gas a las calderas de vapor de agua, de Dowtherm A y de agua sobrecalentada.

8.2.3.6 Calderas

- 1) Llenar los equipos con agua.
- 2) Comprobar que no haya fugas.
- 3) Arrancar las calderas con el circuito cerrado hasta llegar a las condiciones de temperatura y presión necesarias del estado estacionario.

8.2.3.7 Torre de refrigeración

- 1) Suministrar agua y electricidad al equipo.
- 2) Comprobar que no haya fugas.
- 3) Comprobar el correcto funcionamiento del ventilador.
- 4) Arrancar la torre con el circuito cerrado hasta llegar a las condiciones de temperatura y presión necesarias del estado estacionario.

8.2.3.8 Fluido térmico Dowtherm A

- 1) Abrir la válvula del tanque de almacenamiento del fluido térmico.
- 2) Con el circuito cerrado, calentar el aceite hasta alcanzar la temperatura de operación.
- 3) Comprobar que no haya fugas.

8.3 Puesta en marcha desde cero

La puesta en marcha desde cero es aquella la cual se empieza con la primera producción de óxido de etileno de la planta hasta llegar al estado estacionario. Aunque los protocolos establecidos para la puesta en marcha desde cero sean los mismos a las puestas en marcha de paradas programadas o de emergencia, existen diferencias entre estas debido a que las paradas programadas o de emergencia pueden disponer de tanques medio llenos o equipos activos, es decir, pueden no implicar una parada total de la planta.

8.3.1 Área 100: Acondicionamiento y almacenamiento de materias primas

- 1) Se empieza conectando el depósito del camión de monoetanolamina, el depósito de nitrógeno, y las tuberías de oxígeno y etileno al proceso.
- 2) Se abren las válvulas del bypass del control de presión, y se asegura que las válvulas de compuerta y de bypass del control de caudal estén cerradas.
- 3) Se activan las bombas y compresores de llenado de los tanques pulmón. Se llenan hasta llegar a la presión deseada de 11 bar.
- 4) Una vez llenos, se apagan las bombas y compresores, se cierra el bypass del control de presión, y se abren las válvulas de compuerta del control de caudal.
- 5) Se activan los controles de caudal, presión y temperatura de los tanques, al igual que el control de presión y la alarma de temperatura de las bombas y compresores.
- 6) Se activan las bombas y compresores del llenado de los tanques, al igual que el compresor K-100 que envía la mezcla de reactivos al área A-200.

8.3.2 Área 200: Reacción

- 1) Se empieza vaciando el catalizador usado de los tubos de los reactores y llenándolos con el nuevo.
- 2) Se abre el bypass de los controles de temperatura de los intercambiadores de calor E-200 y E-201 y se les introduce el fluido térmico y agua respectivamente.
- 3) Se abre el bypass de los controladores de temperatura de los dos reactores que se van a emplear, por defecto R-200A y R-200B.
- 4) Se abre el bypass de los controladores de presión de los dos reactores, y se activa el compresor K-200.
- 5) Se espera a que los reactores se llenen, y se apaga el compresor K-200.
- 6) Se activan todos los controles de la zona, se cierran los bypass, y se comprueba que las válvulas de compuerta estén abiertas.
- 7) Se activa de nuevo el compresor K-200 y su sistema de control.

8.3.3 Área 300: Separación del Óxido de etileno

- 1) Se empieza abriendo el bypass del control de temperatura del intercambiador E-300, introduciéndole el corriente de agua.
- 2) A continuación, se activa el control de split-range F-308, para separar correctamente el caudal de salida del intercambiador.
- 3) Se abre el bypass del control de temperatura del intercambiador E-301.
- 4) Se cierra el bypass del control de temperatura del intercambiador E-300 y se activan los controles de temperatura y presión de la columna C-300.
- 5) Para la puesta en marcha de la columna C-300, se abren las válvulas previas y posteriores a las bombas P-300 y P-301, y se activan dichas bombas y sus respectivos sistemas de control.
- 6) Con las válvulas de salida de líquido cerradas, se llena la columna de líquido hasta llegar a la consigna de nivel. Al llegar a dicha consigna, se activa el control de nivel de la columna C-300.
- 7) Se activa el control de split-range F-309 para separar correctamente la corriente que se recirculará al área de reacción A-200 del que irá al tratamiento de CO₂ A-500.
- 8) Se abren las válvulas previas y posteriores a la bomba P-302, y se activa dicha bomba y sus respectivos controles. Estas envían el fluido del proceso al tanque de separación gas-líquido T-300.
- 9) Se activa el control de presión del tanque T-300, para asegurar que la presión de dicha columna llegue al punto de consigna.
- 10) Una vez se haya llegado a la consigna de presión, se sigue llenando hasta llegar a la consigna de nivel. El llenado se hace con las válvulas de salida de líquido cerradas.
- 11) Al llegar a dicha consigna, se activa el control de nivel del tanque de separación gas-líquido.
- 12) Se activa el control de temperatura del intercambiador E-302, para regular la temperatura de los gases de salida de la columna C-300.
- 13) Se abren las válvulas previas y posteriores a los compresores K-300 y K-301, que desplazan los gases de salida de la columna C-301 al intercambiador E-301 y posteriormente los recirculan a la columna C-300.
- 14) Se cierra el bypass del control de temperatura del intercambiador E-301, y se activa este mismo control.
- 15) Por último, se comprueba que al darse la recirculación de gases no haya ninguna anomalía en el proceso no compensada por los lazos de control.

8.3.4 Área 400: Purificación del Óxido de etileno

- 1) Para empezar la puesta en marcha de esta área, se hace entrar el fluido de proceso a la columna, operando ésta a reflujo total, abriendo el bypass del control de reflujo y cerrando las válvulas de salida de la cabeza de la torre.
- 2) Una vez la columna llega a la presión de consigna, se activan tanto los controles de presión como temperatura, manteniendo aún el reflujo constante.
- 3) Al llegar al nivel de consigna, se activa también el control de nivel de la columna. También se activa el control del nivel del tanque de condensados y, finalmente, se activa el controlador de reflujo, dejando de operar a reflujo total para operar al nivel de reflujo de diseño.
- 4) Se activa el compresor K-400 y su respectivo control, para enviar los gases a la columna C-401.
- 5) Se activa el control de presión y de temperatura de la columna C-401.
- 6) Con las válvulas de salida de líquido cerradas, se llena la columna C-401 de líquido hasta llegar a la consigna de nivel, momento en el que se activa el control de nivel.
- 7) Se abren las válvulas previas y posteriores a la bomba P-400, y se activan los controles de esta, para enviar el líquido de entrada a la columna C-402.
- 8) Se hace entrar el fluido de proceso a la columna, operando ésta a reflujo total, abriendo el bypass del control de reflujo y cerrando las válvulas de salida de la cabeza de la torre.
- 9) Una vez la columna llega a la presión de consigna, se activan tanto los controles de presión como temperatura, manteniendo aún el reflujo constante.
- 10) Al llegar al nivel de consigna, se activa también el control de nivel de la columna. También se activa el control del nivel del tanque de condensados y, finalmente, se activa el controlador de reflujo, dejando de operar a reflujo total para operar al nivel de reflujo de diseño.
- 11) Se activa el control split-range F-415 para separar correctamente el corriente recirculado al área A-300 del que es recirculado al área de purga de agua A-900.
- 12) Se activa el control de temperatura del intercambiador E-401, para enfriar el producto dirigido a la zona de almacenamiento de producto A-600.
- 13) Se abren las válvulas previas y posteriores a la bomba P-401, y se activan los controles de esta, para enviar el producto purificado al intercambiador E-401.

8.3.5 Área 500: Tratamiento de Dióxido de carbono (CO₂)

- 1) Se empieza activando los sistemas de control de temperatura y presión de la columna C-500.
- 2) Para la puesta en marcha de la columna C-500, se abren las válvulas previas y posteriores al compresor K-500, y se activa dicho compresor y sus respectivos sistemas de control.
- 3) Con las válvulas de salida de líquido cerradas, se llena la columna de líquido hasta llegar a la consigna de nivel. Al llegar a dicha consigna, se activa el control de nivel de la columna C-500.
- 4) Se activa el control split-range F-515 para separar correctamente el corriente que se recircula a la columna C-500 de la monoetanolamina (MEA) purgada.
- 5) Se abren las válvulas previas y posteriores al compresor K-500 y se activan los controladores de este, para enviar los gases de salida de la columna C-501 al intercambiador E-504.
- 6) Se activa el control de temperatura del intercambiador E-504, para regular la temperatura del gas que se recircula a la zona de reacción A-200.
- 7) Se abren las válvulas previas y posteriores a la bomba P-500, y se activa dicha bomba y sus sistemas de control, para suministrar al tanque de separación flash T-500 el fluido de proceso.
- 8) Se activa el control de presión del tanque T-500, para asegurar que la presión de dicha columna llegue al punto de consigna.
- 9) Una vez se haya llegado a la consigna de presión, se sigue llenando hasta llegar a la consigna de nivel. El llenado se hace con las válvulas de salida de líquido cerradas.
- 10) Al llegar a dicha consigna, se activa el control de nivel del tanque de separación gas-líquido.
- 11) Se activa el control de temperatura del intercambiador E-501, para regular la temperatura del fluido de salida del tanque T-500.
- 12) Se abren las válvulas previas y posteriores a la bomba P-501, y se activa dicha bomba y sus sistemas de control, para suministrar a la columna de destilación C-501 el fluido de proceso.
- 13) Se hace entrar el fluido de proceso a la columna C-501, operando ésta a reflujo total, abriendo el bypass del control de reflujo y cerrando las válvulas de salida de la cabeza de la torre.
- 14) Una vez la columna llega a la presión de consigna, se activan tanto los controles de presión como temperatura, manteniendo aun el reflujo constante.

- 15) Al llegar al nivel de consigna, se activa también el control de nivel de la columna. También se activa el control del nivel del tanque de condensados y, finalmente, se activa el controlador de reflujo, dejando de operar a reflujo total para operar al nivel de reflujo de diseño.
- 16) Se activa el control de temperatura del intercambiador E-503, para controlar la temperatura del CO₂ que se mandará por tubería.
- 17) Se activa el control de temperatura del intercambiador E-502, para controlar la temperatura del fluido de salida de la columna C-501.
- 18) Se abren las válvulas previas y posteriores a la bomba P-502, y se activa dicha bomba y sus sistemas de control, para hacer el reflujo del caudal de salida de la columna C-501.
- 19) Se activa el control split-range F-516 para separar correctamente el corriente que se recircula a la columna C-500 del agua purgada.

8.3.6 Área 600: Almacenamiento de Óxido de etileno

- 1) Realizar operaciones de inertización de los tanques T-600A, T-600B, T-600C, T-600D, T-600E y T-600F.
- 2) Realizar una prueba hidráulica para comprobar que no existen fugas tanto en las tuberías de entrada a los tanques como en las de salida.
- 3) Activación de los controles de temperatura, presión, nivel y caudal.
- 4) Realizar una prueba de control de presión, presurizando el sistema con nitrógeno, por ejemplo, para comprobar que las válvulas de seguridad de escape funcionan correctamente y se abren cuando se alcanza el punto de consigna.
- 5) Realizar una despresurización controlada.
- 6) Poner en circuito cerrado el sistema introduciendo nitrógeno a la vez que se forma óxido de etileno para mantener la presión estable a 5 atm.

8.4 Puesta en marcha des de una parada planificada

La planta ETHOXID está pensada para trabajar 320 días al año y disponer de una producción de 123.264 toneladas anuales de óxido de etileno. Siempre y cuando no exista ningún tipo de accidente por el cuál se necesite realizar alguna parada de emergencia, están planificadas dos paradas: una de 25 días en junio y otra de 20 días en diciembre.

La puesta en marcha desde una parada planificada es prácticamente igual de compleja que la que se realiza des de cero. Es muy importante realizar dichas paradas de la planta durante el año debido a la necesidad de hacer reposar, por ejemplo, los motores de muchos equipos eléctricos que no aguantarían estar operando 1 año sin ningún tipo de mantenimiento. Así mismo, el hecho de realizar paradas, en el caso de la planta ETHOXID, se puede aprovechar, por ejemplo, para la regeneración del catalizador de los reactores cuando este pierda su actividad al cabo de unos 3 años de operación. Otra de las operaciones necesarias a realizar en cualquier de los periodos de parada de planta la limpieza de la mayoría de los equipos y columnas para así eliminar posibles contaminantes que se hayan podido formar durante el proceso.

El primer paso que se pretende realizar en planta es la continua reducción del caudal de materias primas del proceso provenientes del área A-100, incluyendo oxígeno, etileno y nitrógeno, es decir, siempre que se pueda, se evitará realizar una parada del proceso instantáneamente, por lo que hay que ir disminuyendo la cantidad de óxido de etileno formado, hasta que no se forme más producto. Así mismo, para el caso del área de tratamiento de dióxido de carbono A-500, también se realizarán las operaciones pertinentes para acabar de aprovechar todo el CO₂ que se puede separar. Es por esta razón por la cual una vez el caudal se haya reducido hasta un cierto valor, se procederá a usar únicamente 1 de los dos reactores en operación.

En segundo lugar, en las columnas de destilación del área A-400, se deberá aumentar la relación de reflujo debido a la disminución de caudal de alimentación de columnas. Este procedimiento se deberá repetir para la columna del área A-500 para la obtención del CO₂ con la pureza adecuada del 99,66%. No obstante, llegará un punto que el caudal haya disminuido tanto que la operación de la planta ya no será viable, debido a que ETHOXID se ha diseñado para unas ciertas cantidades de reactivos a tratar.

Así mismo, una de las áreas que deberá seguir activa, siempre que sea viable, es el área de tratamiento de gases A-1600. Esto es así ya que las operaciones que se llevan a cabo para realizar la parada de la planta, como la despresurización de todo el proceso, podrían desprenderse mezclas de gases de alguno de los equipos, concretamente de alguna columna de absorción o destilación. Además, otras de las áreas que deberán permanecer parcialmente activas serán aquellas en las que se necesite suministrar agua de servicio como el A-1000 o de la EDAR A-900.

En tercer lugar y, una vez se ha parado todo el proceso, se realiza la purga de líquido de todos y cada uno de los equipos e instrumentación, incluyendo tuberías, bombas e intercambiadores de calor, para la posterior inertización mediante nitrógeno almacenado en el área A-1000 y, consecuentemente, poder empezar a realizar tareas de mantenimiento de todos los equipos del proceso. Dichas tareas incluyen operaciones de limpieza, pero también de posibles reparaciones de equipos que, durante el proceso, se haya detectado que funcionan erróneamente.

Por último, en la duración de las paradas planificadas hay que tener en cuenta tres fases bien diferenciadas: el tiempo que se tarde en realizar la parada total del proceso, el tiempo que se necesita para realizar las tareas de mantenimiento y/o reparación y, por último, el tiempo que se va a necesitar para volver a arrancar el proceso y llegar al estado estacionario, debido a que la planta trabaja en continuo.

8.5 Puesta en marcha des de una parada de emergencia

Tal y como se ha explicado en el apartado anterior, el funcionamiento correcto de la planta ETHOXID sería el establecido, con dos periodos de paradas planificadas, una en junio y otra en diciembre. No obstante, existe la posibilidad de tener que realizar paradas de emergencia de durada desconocida las cuales provocan paradas del proceso de golpe y sin ningún tipo de tiempo de reacción y pueden estar provocadas por accidentes no controlados, como explosiones o incendios, fallos de equipos del proceso o por la detección de alguna alarma de seguridad.

Una de las causas más comunes y por la cual la planta se para para poder evitar algún accidente mayor, es la necesidad de realizar una parada corta debido a que algún sistema de control automatizado ha detectado una anomalía debido a que se ha superado algún valor de consigna de alguno de los lazos de control de temperatura, nivel, presión, etc.

Es por esta razón por la que sea cual sea la anomalía detectada para la parada del proceso, esta deberá ser detectada y solucionada en el menor tiempo posible, por lo que debe haber una planificación previa de protocolos a realizar en estos casos de forma segura y responsable.

Una de las áreas que deberá seguir activa, tal y como pasaba en las paradas planificadas, es el área de tratamiento de gases A-1600. Esto es así ya que, debido a la emergencia que haya aparecido, podrían desprenderse mezclas de gases tóxicos de alguno de los equipos, concretamente de alguna columna de absorción o destilación y que necesiten ser tratados antes de ser expulsados a la atmosfera. Además, otras de las áreas que deberán permanecer parcialmente activas serán aquellas en las que se necesite suministrar agua de servicio en el caso de que se necesite como el A-1000 de servicios, el A-900 de la EDAR o el A-1500 del área contraincendios.

Así mismo, la planta ETHOXID dispone de un grupo electrógeno externo (generador eléctrico) para que, en caso de fallo en el suministro de la electricidad de la planta vía transformador, se pueda evitar realizar una parada de emergencia y una parada del proceso.

Una vez se ha podido solucionar cualquiera de las anomalías que hayan provocado la parada de emergencia, el equipo de ingenieros de la planta deberá decidir cuál es el protocolo para seguir para la posterior puesta en marcha de manera más segura y eficiente, evitando así la menor cantidad de producción perdida posible.

8.6 Bibliografía

[1] R.H. Perry, W.Green "Perry's Chemical Engineers' Handbook 9th Edition", última consulta 02/06/2020.