

IsoNova

# PLANTA DE PRODUCCIÓN DE FOSGENO

PROYECTO FIN DE GRADO  
Ingeniería química



Luis Antonio Gallardo Blanco  
Bélana Kirschstein  
Daniel Matamoros Nicolás  
Marta Riera Flores  
Jie Zhang

**TUTOR**  
Oscar Guerrero Sodric



IsoNova

# PLANTA DE PRODUCCIÓN DE FOSGENO

PROYECTO FIN DE GRADO  
Ingeniería química



## CAPÍTULO 9: OPERACIÓN EN PLANTA





## Índice

<b>9.1 Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>9.2 Departamentos de la planta.....</b>	<b>5</b>
9.2.1 Departamento de Dirección.....	5
9.2.2 Departamento de Ingeniería.....	5
9.2.3 Departamento de I+D.....	5
9.2.4 Departamento de Producción.....	6
9.2.5 Departamento de Mantenimiento.....	6
9.2.6 Departamento de Limpieza.....	6
9.2.7 Departamento de Calidad.....	6
9.2.8 Departamento de Seguridad y medio ambiente.....	6
9.2.9 Departamento de Recursos humanos.....	7
9.2.10 Departamento de Administración.....	7
9.2.11 Departamento de Finanzas.....	7
<b>9.3 Personal de la planta.....</b>	<b>7</b>
<b>9.4 Operaciones de la planta por áreas.....</b>	<b>10</b>
9.4.1 Área 100: Entrada reactivos, evaporador y caldera.....	10
9.4.2 Área 200: Mixer y tanque de nitrógeno.....	10
9.4.3 Área 300: Reacción.....	11
9.4.4 Área 400: Refrigeración.....	11
9.4.5 Área 500: Condensación.....	12
9.4.6 Área 600: Tratamiento de gases.....	12
9.4.7 Área 700: Sala de control.....	13
9.4.8 Área 800: Grupos electrógenos.....	13
9.4.10 Área 900: Compresores y purificación del aire.....	13
9.4.11 Área 1000: Zona de carga y descarga.....	13
9.4.12 Área 1100: Aparcamientos.....	13
9.4.13 Área 1200: Laboratorio.....	14
9.4.14 Área 1300: Oficinas.....	14
9.4.15 Área 1400: Vestuarios.....	14
<b>Bibliografía.....</b>	<b>15</b>

## **9.1 Introducció**

Una vez acabada la construcción de la planta y haber podido completar correctamente la puesta en marcha, es necesario implementar un plan de operación de planta, y este apartado no es menos importante que la puesta en marcha, ya que la planta es un proceso dinámico y complejo que se requiere una gestión eficiente de tanto material como recursos humanos.

El inicio de de esta planta de producción continua comenzará explicando las secciones de departamentos que habrán en la planta, los turnos que se hará, para asegurar una gestión correcta, se definirán el personal que se necesitarán y finalmente exponiendo las áreas que habrán con el objetivo distribuir de forma eficiente las tareas que se tienen que realizar.

## **9.2 Departamentos de la planta**

### **9.2.1 Departamento de Dirección**

Este departamento es el que toma las decisiones estratégicas que sigue la planta, desde revisar los objetivos, las políticas, supervisar el resto de los departamentos, como la toma de decisiones económicas como productivas.

### **9.2.2 Departamento de Ingeniería**

Estos son los responsables del diseño, la implementación de los procesos y su mejora en la producción, asegurar la correcta instalación de los equipos y su respectivo mantenimiento, la mejora de los recursos energéticos y gestionar futuros proyectos que se harán en la planta.

### **9.2.3 Departamento de I+D**

Este departamento es la que se encarga, tal y como dice el nombre, de innovar y desarrollar nuevas tecnologías, procesos y los productos de la planta, tanto en

los procesos actuales de la planta, como en las nuevas tecnologías por el avance tecnológico que puedan haber para aumentar la eficiencia.

### **9.2.4 Departamento de Producción**

Son los que se encargan de la producción y supervisión de los productos, asegurando su calidad y seguridad que se hayan establecido, el correcto uso de los recursos y la eficiencia de los procesos. También coordinar las operaciones que se haya que realizar diariamente para asegurar la producción establecida.

### **9.2.5 Departamento de Mantenimiento**

Este departamento tiene el objetivo de realizar un calendario con cada elemento de la planta para realizar la revisión preventiva, y en caso necesario encargarse de los mantenimientos correctivos que surjan, realizar un seguimiento de las averías que ocurran en la planta para estudiar y mejorar la vida útil de los equipos y implementar las mejoras que se surjan de otros departamentos.

### **9.2.6 Departamento de Limpieza**

Se encargan de mantener toda la planta, incluido maquinaria e instalaciones limpias y ordenadas, siguiendo las normas de higiene y seguridad, con el objetivo de mantener los productos en buenas condiciones y que los trabajadores estén cómodos con los desplazamientos sin tropiezos y/o caídas.

### **9.2.7 Departamento de Calidad**

Se encargan de controlar y revisar que la calidad de los productos fabricados estén dentro de los estándares de calidad establecidas, realizando pruebas, recolectando muestras de producto, gestionar las certificaciones y normativas y finalmente en caso de haber alguna desviación de la calidad, realizar planes para corregirlas.

### **9.2.8 Departamento de Seguridad y medio ambiente**

Este departamento se encarga de implementar medidas y revisan los procedimientos para garantizar la seguridad de los trabajadores y que se cumplan

las normativas de seguridad, implementar la formaciones para los empleados de seguridad laboral, y revisar además de que se cumplen las emisiones medioambientales e innovar nuevos procesos para que sean lo más renovable y respetuoso con el medio ambiente

### **9.2.9 Departamento de Recursos humanos**

Se dedican a gestionar todo el personal de la planta, para fomentar un buen ambiente laboral, se encargan de la selección de nuevo personal, su contratación, capacitación y su desarrollo. A parte de también gestionar sus nóminas, beneficios y aplicar las políticas laborales.

### **9.2.10 Departamento de Administración**

Son responsables de las tareas administrativas y la gestión de la planta. Proporciona soporte diario a las operaciones de la planta, gestiona documentos, suministros y servicios generales.

### **9.2.11 Departamento de Finanzas**

Encargados de la gestión financiera de la planta, por lo tanto controla los presupuestos, análisis de costos, gestión de facturas, preparan informes financieros, asegurándose de que tenga un crecimiento y una salud financiera.

## **9.3 Personal de la planta**

Una vez definidos todos los departamentos que habrán en la planta, se planeará el número de personal que hay en cada uno de los departamentos tal y como muestra en la *Tabla 9.1*, además se definirán más adelante el calendario laboral, los turnos y los horarios.

**Tabla 9.1:** Personal asignado en cada departamentos.

Departamento	Puesto de trabajo	Personal
Dirección	Director	1
Ingeniería	Ingeniero de planta	1
	Técnicos de proceso	4
I+D	Encargado de departamento	1
	Técnicos	5
Producción	Encargado de planta	1
	Operarios de planta	30
Mantenimiento	Encargado de mantenimiento	1
	Mecánicos	14
Limpieza	Empleados de la limpieza	2
Calidad	Encargado de departamento	1
	Técnicos de laboratorio	5
Seguridad y medio ambiente	Encargado de departamento	1
	Operarios	2
Recursos humanos	Encargada de RRHH	1
	Personal de RRHH	4
Administración	Encargado de departamento	1
	Técnicos administrativos	4
Finanzas	Encargado de departamento	1
	Comerciales y técnicos de finanzas	4

Como se muestra en la tabla anterior la planta habrá 84 empleados en total en diferentes departamentos de la planta. Está pensado de tal manera que en dirección, el director será el que dirige toda la planta, que tomará las decisiones estratégicas que seguirá la planta y los encargados de la planta son los que recibirán esta orden, además de también reportar informes al director. El resto de

trabajadores son empleados y técnicos que apoyarán en los trabajos de sus respectivos encargados.

La planta es una producción en continuo, por lo tanto, se deberá trabajar las 24 horas del día, así que se necesitará en cada momento que siempre hayan los operarios y otros trabajadores esenciales para poder esta producción. Por lo tanto en la planta se dividirán, por un lado, turno partido y otro de turno rotativo, ambos de jornada laboral de 8 horas.

- Turno partido: los que seguirán este tipo de horario son los departamentos de dirección, ingeniería, I+D, limpieza, seguridad y medio ambiente, recursos humanos, administración y finanzas.

Sus horarios laborales son:

- 8:00 a 13:00 y 14:00 a 17:00 de trabajo.
- 13:00 a 14:00 descanso.
- Turno rotativo: seguirán este horario el departamento de producción, mantenimiento y calidad.

Sus horarios son:

- Turno de mañana de 6:00 a 14:00.
- Turno de tarde de 14:00 a 22:00.
- Turno de noche de 22:00 a 6:00.

De esta manera se aseguran que la planta esté activa por 24 horas del día para una producción continua, los que hagan turnos rotativos<sup>[1]</sup> tienen descanso de 30 minutos. Cada dos semanas se cambiarán sus horarios, de manera que si está de turno de mañana se cambiará a tarde, los de tarde a noche, y finalmente lo que hayan trabajado de noche tendrán horario de mañana.

## 9.4 Operaciones de la planta por áreas

### 9.4.1 Área 100: Entrada reactivos, evaporador y caldera

En esta área corresponde a la entrada de los reactivos monóxido de carbono en fase gas y cloro líquido, ambos que llegan a la planta por tuberías, están el equipo de evaporado para transformar el líquido que llega el cloro a gas y una caldera que se utilizará para la puesta en marcha y calentar en caso de necesitar en la planta.

Se tiene que revisar que lleguen correctamente los reactivos a la planta de forma continua, sin fugas, con las condiciones establecidas y sin impurezas previstas.

- Operación: Verificar la llegada correcta de los reactivos, acciones correctivas en caso de ser necesario en el evaporador y revisar las condiciones de llegada de los reactivos.
- Supervisión: Revisar si existen fugas, temperatura y presión previstas, se evapora todo el cloro a gas en su salida.
- Control: Caudal que entra el cloro, la temperatura que sale del cloro en evaporador y el caudal de agua que se utiliza para calentar el cloro.

### 9.4.2 Área 200: Mixer y tanque de nitrógeno

En esta área se mezclan los gases de monóxido de carbono y el cloro gas que sale del evaporador, y ambos entran al mixer que mezclará los dos reactivos y calentará a 50°C, para prepararse y entrar al reactor. El tanque de nitrógeno es el que se utiliza para limpiar los equipos y tuberías e inertizar.

- Operación: Es un proceso automatizado, por lo tanto no habrá operaciones importantes a no se de que haya que realizar acciones de mantenimiento o correctivo.
- Supervisión: Llegada correcta de los reactivos, a la temperatura adecuada y revisar posibles fugas, correcta presión del tanque de nitrógeno.

- Control: Nivel de reactivos que haya en el mixer, temperatura y presión, y la composición de salida de los reactivos.

### 9.4.3 Área 300: Reacción

Los reactivos preparados y que llegan a 50°C se introducen en el reactor catalítico y comienza la reacción, esta área es la más crítica ya que alcanza a altas temperaturas.

- Operación: Cambiar el catalizador en caso de inactivación o deterioro.
- Supervisión: Caudal de la mezcla de cloro y monóxido de carbono correctos, temperatura y presión establecidos.
- Control: Nivel de reactivos del mixer, temperatura interna y salida del reactor, presión y composición de entrada.

### 9.4.4 Área 400: Refrigeración

El líquido refrigerante seleccionado es agua, que entrará a 22°C y saldrá a 80°C, la energía que obtiene esta agua es aprovechada para hacer funcionar el evaporador y calentar el mixer, el resto se irá a las torres de refrigeración para renovar esta agua a 22°C. También habrá una corriente de agua refrigerante que irá al condensador, que entrará a 17 °C y saldrá a 80°C.

- Operación: Tareas de mantenimiento y si es necesario correctivos.
- Supervisión: Controlar que las temperaturas y los caudales sean las estimadas.
- Control: Temperatura, caudal y presión de cada torre de refrigeración.

### **9.4.5 Área 500: Condensación**

Los productos que se obtengan a la salida del reactor llegan al condensador, que por una parte, todo el fosgeno se condensará, y el resto saldrá por la parte superior y se irá al tratamiento de gases, el agua refrigerante saldrá e irá directamente a la torre de refrigeración.

- Operación: Tomar muestras del producto y mandar a control de calidad, revisar fugas y realizar mantenimientos.
- Supervisión: Caudal de entrada de refrigerante y su temperatura de entrada y salida, revisar que sean el caudal de productos estimados.
- Control: Temperatura y presión interior y salida del condensador, caudal y composición de fosgeno obtenido.

### **9.4.6 Área 600: Tratamiento de gases**

Los gases que entren al tratamiento de gases provienen de la salida de gases del condensador, que principalmente habrá monóxido de carbono, y como componentes minoritarios como cloro, posible fosgeno que se no se haya condensado, tetracloruro de carbono y dióxido de carbono, que se absorberá con glicerol. El monóxido de carbono resultante es suficientemente puro, por lo que se puede recircular a la entrada del mixer.

- Operación: Realizar mantenimientos del equipo.
- Supervisión: Comprobar las composiciones de gases de la salida del scrubber.
- Control: Caudal de gases a la entrada de scrubber.

### **9.4.7 Área 700: Sala de control**

En esta área estará y llegarán todas las señales de control y se monitorizarán que todos los parámetros sean correctos. Además de tomar acciones en caso de cualquier perturbación que surja en la planta.

### **9.4.8 Área 800: Grupos electrógenos**

Son los dispositivos que generan energía eléctrica, y se podrá usar en caso de necesitar más energía que no pueda cubrir la red o para situaciones donde se necesite electricidad por un fallo eléctrico.

### **9.4.10 Área 900: Compresores y purificación del aire**

Son compresores que se utilizan para comprimir aire ambiente y purificar este mismo para utilizarla para las válvulas neumáticas.

- Operación: Tareas de mantenimiento.
- Supervisión: Comprobar que se tenga en todo momento las presiones adecuadas y que el aire sea limpio para no dañar las tuberías o provocar obstrucción.
- Control: Presión y la pureza del aire

### **9.4.11 Área 1000: Zona de carga y descarga**

Son zonas donde está destinado a la carga y descarga de productos, equipos o el transporte de productos que necesite la planta.

### **9.4.12 Área 1100: Aparcamientos**

Zona destinada al aparcamiento de coches para los empleados.

---

### **9.4.13 Área 1200: Laboratorio**

Zona donde se hará los controles de calidad de los productos, y también de los reactivos para ver si se encuentra dentro de los estándares. También se encontrarán el departamento de I+D para la investigaciones de nuevas tecnologías que surjan.

### **9.4.14 Área 1300: Oficinas**

Área donde se encontrarán la mayoría de los departamentos, tiene que ser agradable y cómodo, buena iluminación y temperatura para asegurar que se encuentren en condiciones perfectas para realizar el trabajo.

### **9.4.15 Área 1400: Vestuarios**

Zona destinada al personal para dejar sus propiedades y cambiar la ropa en caso necesario, como por ejemplo los operarios.

---

## Bibliografía

[1] Gamarra, G. (2024, 3 junio). Qué son los patrones de turnos rotativos y cómo gestionarlos. Factorial.

<https://factorialhr.es/blog/patrones-turnos-rotativos/>