

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE RESINAS EPOXI LÍQUIDAS

PROYECTO DE FINAL DE CARRERA

INGENIERÍA QUÍMICA



Alejandro Polo Matas

Francisco Habas Palma

Sandra Lloria Hernández

Safae El Hmidi Cherkaoui

Samantha González Restrepo

Junio 2022

Tutor: Rafa Bosch

UAB
Universitat
Autònoma
de Barcelona

e escola
d'enginyeria

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE RESINAS EPOXI LÍQUIDAS

CAPÍTULO 09. OPERACIÓN EN PLANTA



Alejandro Polo Matas

Francisco Habas Palma

Sandra Lloria Hernández

Safae El Hmidi Cherkaoui

Samantha González Restrepo

Junio 2022

Tutor: Rafa Bosch

UAB
Universitat
Autònoma
de Barcelona

e escola
d'enginyeria

ÍNDICE

9. OPERACIÓN EN PLANTA	2
9.1 Introducción	2
9.2 Departamentos de ResyTech	3
9.3 Personal de la planta	4
9.4 Áreas de la planta.....	6
9.4.1 Tanques de almacenamiento: Z-100 y Z-800	7
9.4.2 Primera etapa de reacción: Z-200	9
9.4.3 Primera zona de deshidrohalogenación: Z-300.....	10
9.4.4 Separación de sal: Z-400	11
9.4.5 Segunda zona de deshidrohalogenación: Z-500.....	12
9.4.6 Separación de fases: Z-601	13
9.4.7 Recuperación de resina: Z-602	13
9.4.8 Gestión de residuos y medio ambiente: Z-900	14
9.5 Otras áreas de ResyTech.....	14
9.6 Bibliografía	16

9. OPERACIÓN EN PLANTA

9.1 Introducción

Una vez se ha realizado la puesta en marcha de la planta y ésta ha funcionado correctamente, durante un trabajo de producción continuo, se acabará llegando a un estado estacionario en el que se podrán llevar a cabo el correspondiente control de operación.

ResyTech es una planta que cuenta con un sistema de automatización DCS lo que permitirá disminuir el número de operarios que se necesiten en planta durante el proceso. Sin embargo, este hecho no será nunca sinónimo de no necesitar operarios ya que deberán estar presentes para seguir el correcto funcionamiento del sistema y actuar en caso de situación de emergencia.

Así pues, la gran parte de las tareas que se llevaran a cabo en la operación en planta de ResyTech se realizaran a través de las salas de control presentes en la Z- 100 y Z-1002. Los operarios deberán presentarse en la zona de producción en casos excepcionales como serian la recogida de muestras para comprobar la calidad, en caso de derrame, si el sistema de automatización alerta de algún fallo...

9.2 Departamentos de ResyTech

Los departamentos de ResyTech los cuales se encuentran implicados en el proceso de producción de Resinas epoxídicas líquidas son los siguientes:

- Departamento de Producción → La persona responsable de este departamento será el jefe de producción y, junto a los operarios, tendrán la función de garantizar que el proceso de producción se lleva a cabo correctamente garantizando que se llevan a cabo las 40 toneladas anuales. Por un lado, los responsables de turno serán los encargados de supervisar que se lleve a cabo un buen proceso de producción y los que deberán responder directamente frente al jefe de producción. Por otro lado, en cada jornada habrá un turno de operarios que se encargaran, en el caso de ResyTech, de estar pendientes del funcionamiento del sistema de automatización, de modificar los parámetros de operador en caso de que sea necesario y actuando en la planta cuando sea necesario.
- Departamento de Medio ambiente y Seguridad (HSE) → Este departamento comprende la salud, seguridad y medio ambiente (Healthy, Safety and Environment). Se delegarán dos puestos principales que serán los de responsable de seguridad y responsable de medioambiente que, conjuntamente, se encargarán de garantizar la seguridad de los trabajadores de ResyTech frente a los riesgos o cuidados del medioambiente, entre otros. Con la ayuda de este departamento, ResyTech garantizará una adecuada gestión de calidad frente a los procesos que se lleven a cabo en la planta y el cumplimiento, a su vez, de las leyes y los estándares internacionales ISO. Dentro de HSE se llevarán a cabo la programación de las formaciones necesarias para los trabajadores de la planta y, también, se realizarán estudios HAZOP conjuntamente para estudiar cualquier cambio en las instalaciones.
- Departamento de Gestión de Calidad → Aquellos empleados que se encuentren en este departamento tendrán la función de realizar un estudio de las muestras de subproductos o, especialmente, de los productos finales, para así garantizar que la calidad de la resina epoxídica líquida es la esperada y que se podrá entregar a los clientes con la seguridad de que quedaran satisfechos y no habrá devoluciones y quejas. Además, este departamento se encargará de guardar estas muestras durante el periodo de un año por si tuviera lugar alguna reclamación.

- Departamento de Procesos → Al contar con una planta en la que el proceso se encuentra totalmente automatizado, será necesario un departamento de procesos que supervise todos los sistemas de automatización y su correcto funcionamiento. Además, el responsable del departamento de procesos, junto con el departamento de producción y los operarios deberán tener reuniones para informar al gestor externo del sistema de automatización del orden de los procesos, las válvulas y bombas implicadas...
- Departamento de Ingeniería → Tendrán la función de realizar estudios de mejoras técnicas en el proceso de producción y la realización de especificaciones funcionales que servirán de estudio e implementación de estas. Responderán directamente al responsable de ingeniería. Además, estarán en contacto con proveedores para dar un presupuesto de la mejora que proponen.
- Departamento de Mantenimiento → Aquellas personas que trabajen en este departamento se encargaran de la limpieza y el mantenimiento de los tanques, reactores, circuitos eléctricos... y todo aquello que comprenda el proceso de producción.

Además de estos departamentos, ResyTech cuenta con los departamentos de:

- Departamento de Recursos Humanos → Aquellos que gestionan la gestión de personal en la empresa. Son responsables de la contratación de empleados, de garantizar sus formaciones junto con HSE, de garantizar su ascenso en la empresa cuando sea el momento y de los salarios.
- Departamento de Ventas y Finanzas → Por un lado se tendrá el área en el que se gestionará la venta de resinas y el marketing que se realizará en la empresa. Estos irán de la mano con las finanzas que es donde se encargaran de estudiar la rentabilidad de la planta.
- Departamento de Limpieza → En este departamento se encargarán de garantizar la limpieza de toda la zona de oficinas y de la planta. De esta manera, se asegura unas condiciones de trabajo en un lugar higiénico para todos los trabajadores de ResyTech.

9.3 Personal de la planta

La organización del personal de planta durante el proceso de producción de resinas epoxídicas líquidas será el siguiente constará de 24 operarios los cuales se repartirán en 4 turnos (A, B, C y D).

Cada turno, se compondrá de 6 operarios que se repartirán de la siguiente manera:

1. ZONA 1000: Oficinas, laboratorio y sala de control

- a. Encargado de turno: Uno por turno. Su función principal será la de supervisar el proceso automático de producción y autorizar los diferentes puntos clave del proceso.
- b. Jefe de almacén: Uno por turno. Servirá como soporte del encargado de turno y accederá a la zona de procesos en caso de ser necesario.
- c. Operario de almacenamiento: Uno por turno.

2. ZONA 1002: Sala de control

- a. Operario de mantenimiento: Uno por turno. Se hará cargo de dar soporte y actuar en caso de que sea necesario para la limpieza de maquinaria especial que lo requiera.
- b. Operario de producción: Dos por turno. Se encargarán de tomar muestras de diferentes puntos de la línea de proceso de manera que puedan comprobar la calidad del producto y el buen funcionamiento de los sensores que midan viscosidad, temperatura, pH...

Estos trabajadores realizarán los siguientes turnos:

HORARIOS DE JULIO 2022															
DÍA/TURNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES
A	m	m	m	M	m	m	-	-	n	n	N	n	n	n	n
B	t	t	t	-	-	-	m	m	m	m	M	m	m	-	-
C	n	-	-	-	t	t	t	t	t	t	-	-	-	m	m
D	-	n	n	N	n	n	n	n	-	-	-	t	t	t	t

Figura 9.1: Horario de los diferentes turnos. Primeras dos semanas

HORARIOS DE JULIO 2022															
DÍA/TURNO	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
A	-	-	-	t	t	t	t	t	t	-	-	-	m	m	m
B	n	n	N	n	n	n	n	-	-	-	t	t	t	t	t
C	m	m	M	m	m	-	-	n	n	N	n	n	n	n	-
D	t	t	-	-	-	m	m	m	m	M	m	m	-	-	n

Figura 9.2: Horario de los diferentes turnos. Primeras dos semanas

Las figuras 9.1 y 9.2 se explican de la siguiente manera:

- m → Turno de mañanas. Horario: 6.00 a 14.00h.
- t → Turno de tardes. Horario: 14.00 a 22.00h.
- n → Turno de noches. Horario: 22.00 a 6.00h.

- M → Turno de mañana domingos. Horario: 6.00 a 18.00h.
- N → Turno de noches domingos. Horario: 18.00 a 6.00h.
- - → Descanso intersemanal.

El resto de los trabajadores de la planta explicados en el apartado 9.2 Departamentos de ResyTech, realizarán un horario de oficina.

9.4 Áreas de la planta

A continuación, se procederá a explicar el trabajo que se llevará a cabo por los empleados de ResyTech durante las diferentes etapas de producción de las resinas epoxídicas líquidas.

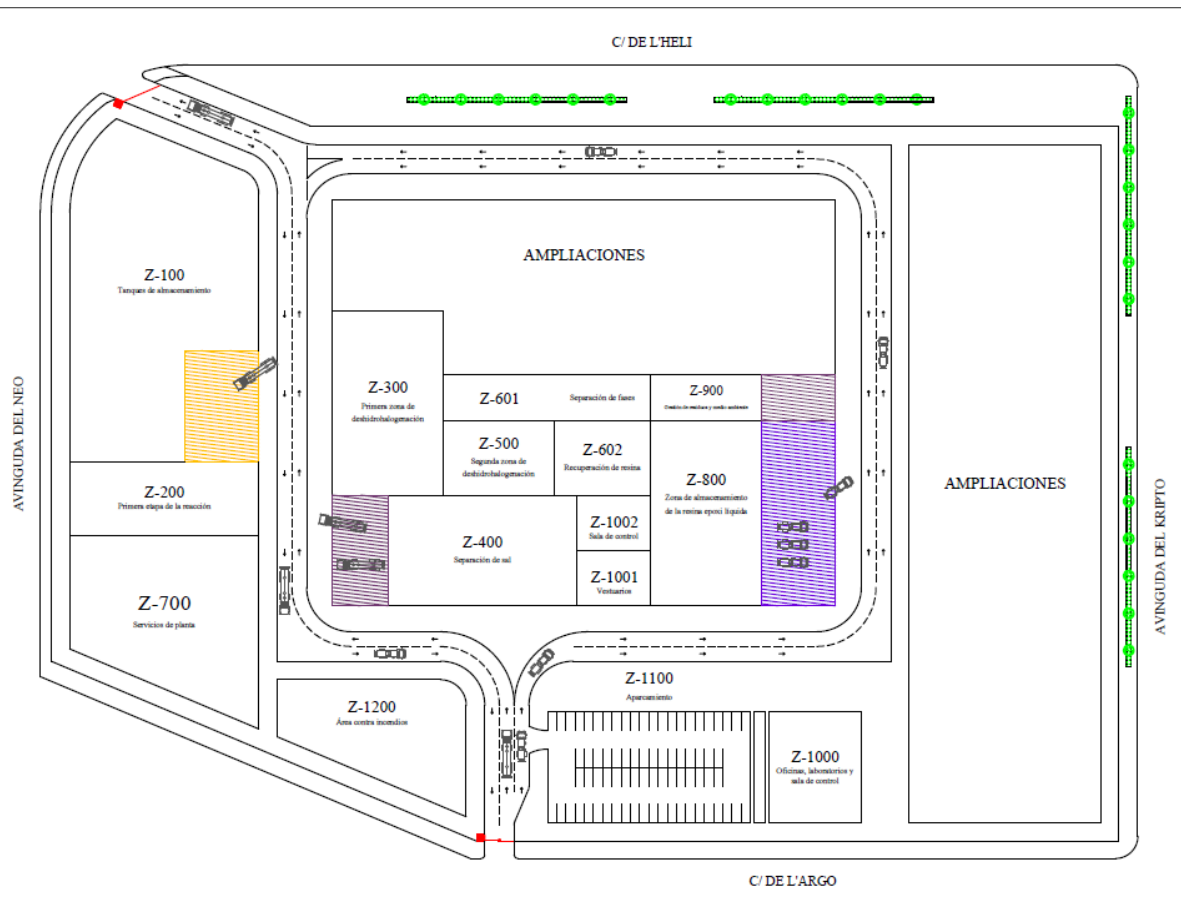


Figura 9.3: Diagrama de la planta de ResyTech

Como se puede observar en la figura 9.3, la planta se encuentra distribuida en distintas zonas:

- | | |
|----------|------------|
| 1. Z-100 | 9. Z-800 |
| 2. Z-200 | 10. Z-900 |
| 3. Z-300 | 11. Z-1000 |

4. Z-400	12. Z-1001
5. Z-500	13. Z-1002
6. Z-601	14. Z-1100
7. Z-602	15. Z-1200
8. Z-700	

9.4.1 Tanques de almacenamiento: Z-100 y Z-800

Se trata de la zona de almacenamiento de sustancias químicas tal y como se mostrará en la figura 9.4.

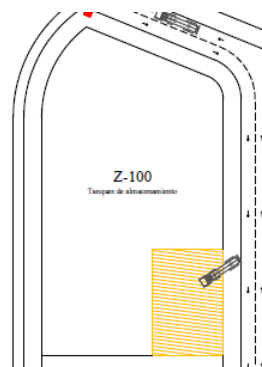


Figura 9.4: Diagrama Z-100 Tanques de almacenamiento

La zona 100, está compuesta por 11 tanques de almacenamiento asegurados con cubetos que se reparten de la siguiente manera:

- Bisfenol A → Se tendrá un recipiente de almacenamiento por lo que habrá un cubeto para esta sustancia.
- Epiclorhidrina → Se disponen de cuatro tanques de almacenamiento que se almacenaran en 1 cubeto.
- Hidróxido de sodio → En la planta habrá un recipiente que almacene NaOH y dispondrá de un cubeto.
- Resina epoxídica líquida → Se dispondrán de 5 recipientes de almacenamiento que contarán con un mismo cubeto.

Estos tanques de almacenamiento se han diseñado siguiendo el código ASME para tanques a presión atmosférica excepto para sustancias que requieran de presiones especiales y se puede ver su diseño en el apartado 11: Manual de cálculos. Además, el estudio de seguridad del almacén se ha realizado siguiendo el ITC MIE APQ 1, 6 y 7 siguiendo la siguiente tabla.

Tabla 9.1: ITC MIE-APQ Para las sustancias de ResyTech

Sustancia	ITC MIE-APQ
Bisfenol A	1,6
BTAC	7
Epiclorhidrina	1,6,7
LER	0
MIBK	1
NaOH	6
NaCl	0
B-PH	0

Las tareas que deberán llevarse a cabo en esta área son las siguientes:

1. Asegurarse que el producto a descargar es el requerido y coinciden los datos de la etiqueta con los del envase.
2. Control de la descarga de productos químicos de la cisterna a el tanque que corresponda.
3. Controlar el buen estado de los tanques de almacenamiento.
4. Controlar el buen estado de la manguera de trasvase de las cisternas a los tanques.
5. Revisar periódicamente que el sensor de nivel máximo se encuentra activo y funciona correctamente.
6. Se deberá asegurar que la presión y la temperatura del almacén son correctas.
7. Control de calidad. Garantizar el buen estado de la materia primera.
8. Mantenimiento de las tuberías, las válvulas y las bombas.
9. Avisar de cualquier fallo que se observe en el sistema de automatización.
10. Control del stock.
11. Realización de informe diaria de los problemas que hayan surgido.

En lo referente al almacenamiento del producto final se deberá tener en cuenta lo siguiente:

1. Asegurar el buen estado del recipiente receptor de la resina.
2. Contrastar el etiquetado con los datos que se tienen en el sistema.
3. Una vez realizado el control de calidad correspondiente y se haya dado el visto bueno, cerrar y almacenar hasta la salida del producto. Con esto, se pretende garantizar que no se contamina el producto en ningún momento.
4. Controlar que no se supere el nivel máximo del tanque de almacenamiento.
5. Control del stock.
6. Control de la salida del producto del almacén.

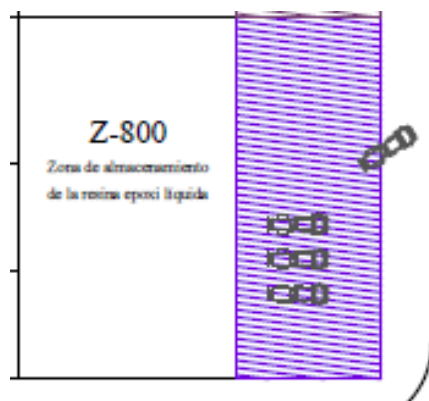


Figura 9.5: Diagrama Z-800 Zona de almacenamiento de la resina epoxi líquida

9.4.2 Primera etapa de reacción: Z-200

Junto al área de almacenamiento, se encuentra la primera fase de la reacción. Aquí se encuentran el T-200, el R-200, el IC-200 y el IC-201.

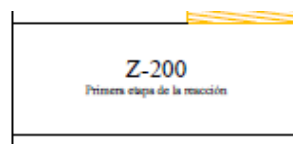


Figura 9.6: PID Z-200 Primera etapa de reacción

En este punto, los tanques de almacenamiento ya han sido cargados. De los T-101, T-102, T-103 y T-104 se cargará epiclorhidrina al T-200. Del T-105 se cargará bisfenol A al T-200. Una vez realizada la mezcla y homogeneizadas las sustancias, pasaran por la línea hasta el IC-200 que calentará la mezcla para introducirla al R-200 junto con el BTAC procedente del tanque de mezcla T-109.

Una vez pasada la primera etapa de reacción, se cargará el IC-201 para enfriar la mezcla y entrar a la siguiente fase.

Las tareas que deberán llevarse a cabo en esta área son las siguientes:

1. Comprobar el correcto funcionamiento de las válvulas.
2. Al inicio de la Z-200, comprobar que las válvulas de salida del T-200.
3. Controlar que los sensores de nivel, presión y temperatura funcionan correctamente y están activados. Se aplica a los tanques y a los reactores de la Z-200.
4. Controlar activación del agitador del mezclador T-200.
5. Asegurarse de que no tienen lugar derrames por haber superado niveles máximos del T-200.
6. Encender la camisa calefactora mediante el sistema de automatización a la temperatura establecida.
7. Comprobar que el IC-200 está encendido y calentando la mezcla para la entrada al reactor.
8. Controlar activación del agitador del mezclador R-200.
9. Comprobar que la línea de recirculación se encuentra operativa y las válvulas abiertas.
10. Control del reflujo mediante el sistema de automatización.
11. Comprobar que el IC-201 está encendido y enfriado la mezcla para la entrada al reactor.
12. Tomar una muestra del R-200 para controlar la calidad del producto.

9.4.3 Primera zona de deshidrohalogenación: Z-300

Se trata de la primera zona de deshidrohalogenación y se pondrá en marcha una vez hayan finalizado las etapas de las zonas Z-100 y Z-200.

Por un lado, de la Z-100, del T-108 el MIBK será cargado al T-300 y del T-107 se cargará NaOH al T-301. Por otro lado, de la Z-200, la reacción del R-200 una vez haya pasado por el IC-201, se cargará al T-300.

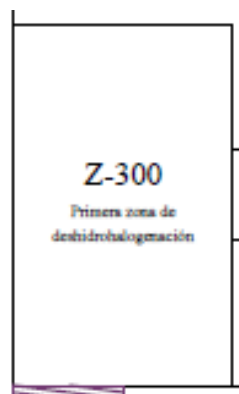


Figura 9.7: Diagrama Z-300 Primera zona de deshidrohalogenación

Las tareas que deberán llevarse a cabo en esta área son las siguientes:

1. Comprobar que, inicialmente, las válvulas de salida de los T-300 y T-301 se encuentren cerradas.
2. Controlar que los sensores de nivel, presión y temperatura funcionan correctamente y están activados. Se aplica a los tanques y a los reactores de la Z-300.
3. Controlar que el sensor del pH del mezclador T-301 se encuentra activo y funciona correctamente para la adición del NaOH.
4. Controlar activación del agitador de los mezcladores T-300 y T-301.
5. Garantizar buen estado del R-300 para cargarlo.
6. Comprobar que antes de cargar el R-300, la válvula de salida se encuentra cerrada.
7. Comprobar que los sistemas de refrigeración funcionan correctamente. En este caso el IC-300 y el IC-301.
8. Controlar activación del agitador del R-300.
9. Finalizada la reacción del R-300 se recogerá muestra.
10. Comprobar que la bomba y el compresor se encuentran funcionando y que una parte de la mezcla del R-200 se dirige a la Z-400 pasando por el IC-301.
11. Comprobar que otra parte de la mezcla es dirigida al IC-300 para luego cargarse en el decantador D-300.
12. Comprobar que se ha activado el control de reflujo en el sistema de automatización.
13. Inicialmente, la válvula de salida del D-300 se deberá encontrar cerrada. Comprobar.
14. Revisar que no haya pérdidas de producto.
15. Abrir manualmente la válvula de salida del D-300 en función de si se realizará recirculación o se cargará al T-200.

9.4.4 Separación de sal: Z-400

Esta parte del proceso tiene como finalidad el separar la sal del proceso. No comenzará hasta haber finalizado los procesos de producción de la Z-100, Z-200 y Z-300.

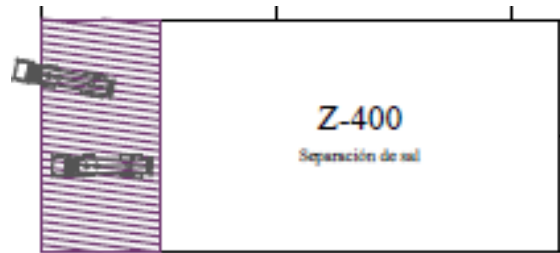


Figura 9.8: Diagrama Z-400 Separación de sal

Las tareas que deberán llevarse a cabo en esta área son las siguientes:

1. Comprobar que la CE-400 se encuentra en marcha.
2. Control del caudal de entrada a la CE-400.
3. Comprobar el correcto funcionamiento de las válvulas de salida de la CE-400.
4. Comprobar que las bombas de salida están encendidas.
5. Activación del control de flujo.
6. Controlar el correcto bombeo al filtro prensa FP-400.
7. Control de la recirculación de FP-400 A CE-400. Control de las válvulas manuales de esta zona.

9.4.5 Segunda zona de deshidrohalogenación: Z-500

Se trata de la segunda zona de deshidrohalogenación y se recibirá el flujo de las zonas Z-100, Z-300 y Z-400.

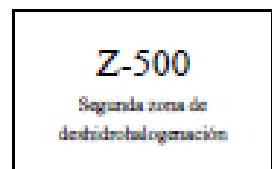


Figura 9.9: Diagrama Z-500 Segunda zona de deshidrohalogenación

Las tareas que deberán llevarse a cabo en esta área son las siguientes:

1. Controlar que los sensores de nivel, presión y temperatura funcionan correctamente y están activados. Se aplica al mezclador T-500 y al reactor R-500.
2. Comprobar que las válvulas de salida del T-500 se encuentran cerradas para iniciar el proceso en la Z-500.
3. Comprobar que el intercambiador IC-500 se encuentra en marcha.
4. Comprobar que la temperatura es la establecida para entrar el fluido de la Z-400 a Z-500.
5. Control de posibles derrames.

6. Controlar el sistema de refrigeración del R-500 para que se encuentre a la temperatura establecida.
7. Controlar que los agitadores se encuentren activos y funcionen correctamente. Se aplica al mezclador T-500 y al reactor R-500.

9.4.6 Separación de fases: Z-601

Una vez finalizado el proceso de producción de la Z-500, el flujo se cargará a la Z-601 la cual se encarga de la separación de fases.

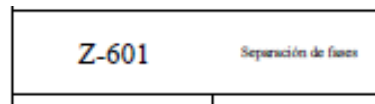


Figura 9.10: Diagrama Z-601 Separación de fases

Las tareas que deberán llevarse a cabo en esta área son las siguientes:

1. Comprobar la activación del coalescedor CO-600.
2. Comprobar que, inicialmente, la válvula de salida del CO-600 se encuentra cerrada para poder ser cargado.
3. Esperar a que tenga lugar la inertización de la bomba con el gas argón.
4. Comprobar que se ha inertizado correctamente.
5. Comprobar que la válvula de salida del CO-600 funciona correctamente y se llena la bomba en condiciones de vacío.
6. Comprobar que el evaporador EV-300 está en marcha y listo para recibir el flujo del CO-600.
7. Comprobar que la válvula de salida del EV-300 se encuentra abierta para permitir el paso de flujo constante.
8. Comprobar que la bomba y compresor de la salida del evaporador EV-300 se encuentra en marcha.

9.4.7 Recuperación de resina: Z-602

El último paso del proceso de producción de resinas epoxídicas líquidas es la recuperación de la resina en la zona Z-602. El flujo que se introducirá en esta zona será la que resulte de la Z-601 por lo que no solo deberá estar esta completada sino también las zonas que la precedan.

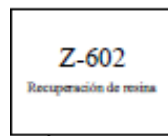


Figura 9.11: Diagrama Z-602 Recuperación de resina

Las tareas que deberán llevarse a cabo en esta área son las siguientes:

1. Comprobar que la columna de destilación DC-602 está en marcha.
2. Comprobar que los lazos de control se encuentran activos.
3. Comprobar que las válvulas se encuentran abiertas según el grado de apertura requerido.
4. Comprobar el correcto funcionamiento de las bombas de la Z-602.
5. Controlar la puesta en marcha y correcto funcionamiento de los intercambiadores de calor IC-600 y IC-601.
6. Control de temperatura mediante sensor en los IC-600 y IC-601.
7. Recogida de muestra final.

9.4.8 Gestión de residuos y medio ambiente: Z-900

En esta zona se llevará a cabo la gestión de los residuos producidos durante el proceso de producción de la resina y se tratarán para no dañar al medio ambiente.

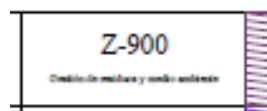


Figura 9.12: Diagrama Z-900 Gestión de residuos y medio ambiente

Las tareas que deberán llevarse a cabo en esta área son las siguientes:

1. Comprobar el correcto funcionamiento de todos los equipos
2. Gestión de muestras para comprobar que los residuos ya no son peligrosos para el medio ambiente.

9.5 Otras áreas de ResyTech

Además de las áreas mencionadas en el apartado 9.4 Áreas de la planta, hay otras áreas de la planta que no requerirán de una presencia continua de operarios.

Estas áreas son:

1. Z-700 – Servicios de planta.
2. Z-1000 – Oficinas, laboratorio y sala de control.

3. Z-1001 – Vestuarios.
4. Z-1002 – Sala de control.
5. Z-1100 – Aparcamiento.
6. Z-1200 – Área contra incendios.

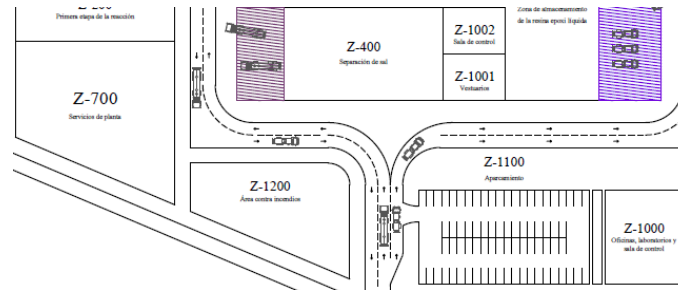


Figura 9.13: Diagrama del área donde se concentran zonas de no producción

Primero se activará la Z-700 activando la energía de manera manual y comprobando el correcto funcionamiento de los sistemas interruptores y los grupos electrógenos autónomos de la planta. Un operario deberá encargarse de poner en marcha el circuito de refrigeración y los ventiladores. A continuación, su función será la de controlar la temperatura. También deberá encargarse de comprobar que el compresor neumático funciona correctamente y se encuentra activado. Se sigue por la activación de las calderas de vapor y aceite térmico presentes en la planta. Por último, comprobar la correcta activación y purga de argón para la inertización de las bombas de vacío para el BTAC.

Las Z-1000 y Z-1002 deberán ponerse en marcha mediante la actuación manual de un trabajador que active el sistema de electricidad. Esto será especialmente necesario en la sala de control de la Z-1000 ya que será desde donde se lleve a cabo el control de proceso de producción del producto LER. En la Z-1002, además, habrá dos operarios para tomar muestras durante la línea de proceso y comprobar la calidad del producto.

En el caso de la Z-1200, creada para la actuación contra incendios, aquí deberán llevarse a cabo revisiones periódicas de los sistemas de extinción de incendios para comprobar que se encuentran en buen estado y que no han caducado. También se deberá comprobar el correcto funcionamiento del bombeo de agua en caso de que sea necesario.

9.6 Bibliografía

En este apartado, no se ha requerido de uso bibliográfico ya que se ha realizado un plan de operación de planta especializado para ResyTech.