
Descripción del Sistema HVAC de la Zona P6 del Laboratorio Urufarma

1. Introducción

La zona P6 del laboratorio Urufarma está dedicada a proveer las condiciones de climatización necesarias para la producción de dos tipos de productos: oncológicos y no segregados. Para ello, se emplea un sistema HVAC que integra equipos de enfriamiento, calefacción y manejo de aire, todo interconectado mediante un avanzado sistema hidráulico. Este diseño garantiza el control preciso de temperatura y humedad, acorde a los requerimientos de la industria farmacéutica.

2. Equipos Principales

2.1 Chillers

En la zona P6 se cuenta con dos chillers tipo YVWE de York, equipados con compresores de tornillo condensados por agua:

- **Chiller de 120 TR**
- **Chiller de 240 TR**

Estos chillers están conectados a tres torres de enfriamiento de circuito cerrado, cada una con capacidad de 120 TR. El agua condensada circula a través de un circuito cerrado que asegura la transferencia de calor necesaria para mantener la eficiencia de los chillers.

2.2 Torres de Enfriamiento

Las torres de enfriamiento suministran agua de condensación a los chillers mediante el mencionado circuito cerrado. De esta forma, se disipa el calor extraído por los chillers, garantizando un funcionamiento confiable y estable.

2.3 Manejadoras de Aire

Las manejadoras de aire (AHU) son críticas en el sistema HVAC, pues permiten controlar con exactitud la temperatura, humedad y limpieza del aire en las áreas de producción farmacéutica. Sus funciones principales incluyen:

1. **Control de humedad:** Utilizan agua fría para deshumidificar el aire.
 2. **Control de temperatura:** Tras la deshumidificación, el aire se recalienta mediante intercambiadores de calor de agua caliente.
 3. **Filtración de aire:** Emplean filtros de alta eficiencia (HEPA) para un suministro de aire limpio, esencial en entornos farmacéuticos.
 4. **Distribución uniforme:** Garantizan la inyección homogénea de aire tratado en las distintas salas de producción.
-

3. Distribución de Manejadoras en la Zona P6

La zona P6 se divide en dos secciones principales: una de producción oncológica y otra de producción no segregada, cada una con tres manejadoras de aire.

3.1 Zona de Producción Oncológica

- **Manejadora de Producto no expuesto**
 - Caudal de agua fría: 19,7 m³/h
 - Caudal de agua caliente: 11,6 m³/h
 - Potencia térmica fría: 126 kW
 - Potencia térmica caliente: 74 kW
- **Manejadora de Producto expuesto**
 - Caudal de agua fría: 31,6 m³/h
 - Caudal de agua caliente: 20,8 m³/h
 - Potencia térmica fría: 200 kW
 - Potencia térmica caliente: 133 kW
- **Manejadora de Vestuarios**
 - Caudal de agua fría: 9,0 m³/h
 - Caudal de agua caliente: 7,5 m³/h
 - Potencia térmica fría: 57 kW
 - Potencia térmica caliente: 48 kW

La superficie total dedicada a productos oncológicos en P6 es de 778 m².

3.2 Zona de Producción No Segregada

- **Manejadora de Producto no expuesto**
 - Caudal de agua fría: 34,8 m³/h
 - Caudal de agua caliente: 16,2 m³/h
 - Potencia térmica fría: 222 kW
 - Potencia térmica caliente: 100 kW
- **Manejadora de Producto expuesto**
 - Caudal de agua fría: 32,8 m³/h
 - Caudal de agua caliente: 19,7 m³/h
 - Potencia térmica fría: 210 kW
 - Potencia térmica caliente: 126 kW
- **Manejadora de Granulación y Blisteo**

- Caudal de agua fría: 9,0 m³/h
- Caudal de agua caliente: 5,9 m³/h
- Potencia térmica fría: 57 kW
- Potencia térmica caliente: 38 kW

La superficie total dedicada a productos no segregados en P6 es de 981 m².

4. Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico de la zona P6 está diseñado para suministrar eficientemente agua fría y caliente a las manejadoras de aire. Se prioriza un control estable de la temperatura y la humedad, reduciendo al mismo tiempo las pérdidas energéticas.

- **Bombas primarias:** Operan con caudal constante, garantizando un flujo fijo de agua a través de los chillers. (Delta T de diseño: 5,5°C)
 - **Bombas secundarias:** Funcionan con velocidad variable, reguladas por un sistema de presión diferencial. Ajustan el caudal que llega a cada manejadora de aire en función de la modulación de las válvulas de dos vías, optimizando el consumo energético y disminuyendo el desgaste del equipo.
-

5. Control de Temperatura y Humedad

5.1 Proceso de Deshumidificación y Calefacción

1. El agua fría suministrada por los chillers se utiliza para deshumidificar el aire en las manejadoras.
2. Posteriormente, intercambiadores de calor de agua caliente elevan la temperatura del aire hasta los valores requeridos por las condiciones de diseño.

5.2 Generación de Agua Caliente

El agua caliente se produce principalmente mediante una bomba de calor **Oilon S280** con capacidad máxima de 800 kW térmicos y un COP de diseño de 7.

- **Fuente de calor:** Esta bomba de calor utiliza el calor de las torres de enfriamiento para su evaporador, aprovechando así la energía térmica disponible y logrando altos rendimientos.
- **Circuito primario:** Consta de una bomba de velocidad constante (caudal de 100 m³/h, pérdida de carga de 3 bar y potencia de 7,5 kW).
- **Circuito secundario:** Bombas de velocidad variable reguladas mediante sensores de presión diferencial.

Función del Fan Coil en Azotea

En caso de que el calor extraído por los chillers no sea suficiente para cubrir la demanda de la bomba de calor, se activa un **fan coil** instalado en la misma azotea donde se ubican las torres de enfriamiento. Este fan coil tiene las siguientes características:

- **Capacidad de intercambio:** 700 kW (agua de 30°C a 23°C).
- **Ventiladores:** 8 unidades de 3 kW cada uno, velocidad fija.
- **Bomba de agua asociada:** Grundfos (77 m³/h, 24 mca, 7,5 kW).

Cuando el agua de condensación de los chillers se enfría excesivamente por la bomba de calor, el sistema de control conmuta a este fan coil a través de válvulas automáticas, desconectando las torres de enfriamiento y habilitando otra bomba de caudal constante. De este modo, la bomba de calor intercambia calor con el aire del fan coil, evitando problemas en el funcionamiento de los chillers.

6. Sistema de Respaldo

Para asegurar la continuidad en la generación de agua caliente, se cuenta con un sistema de respaldo que entra en operación cuando la temperatura de salida de la bomba de calor desciende por debajo de 45°C:

1. **Bomba de circulación de agua caliente**
2. **Caldera a gas con intercambiador de calor**
 - Genera agua a 80°C.
 - El intercambiador recibe agua caliente a 80°C por un lado y, por el otro, el agua de inyección hacia las manejadoras.
 - Una válvula de 3 vías, modulada por el sistema de control, regula el aporte de agua caliente a 80°C para mantener la temperatura requerida en la red cuando la bomba de calor no basta para cubrir la demanda o está fuera de servicio.

7. Condiciones de Diseño

- **Chillers**
 - Setpoint de agua fría: 5°C
 - Delta T: 5,5°C a máxima capacidad.
 - Un Delta T de 2,75°C indica funcionamiento al 50% de la capacidad del chiller.
- **Bomba de calor**
 - Setpoint de agua caliente: 50°C
 - Delta T: 5°C