

## CAPÍTULO II

### INSTRUMENTACIÓN DE LA PLANTA DESALADORA

#### 2.1 Elección de variables de instrumentación

El objetivo de una planta desaladora es la de desalar agua con cantidades considerables de sal para obtener como producto agua que se pueda utilizar para diversos fines, por ejemplo potable o para riego, como deshecho se obtiene salmuera o agua con mayor concentración de sales que a la entrada. Existen varios principios de funcionamiento para una planta desaladora, para este caso se debe instrumentar una desaladora por osmosis inversa, en este sistema la presión juega un papel importante pues se podrá comenzar a desalar agua según la presión que se inyecte al fluido para que ésta penetre por una membrana. De esta manera se vuelve clave el hecho de conocer las presiones a lo largo del recorrido del agua por los conductos de la planta desaladora.

Por otro lado se vuelve necesario el conocer la eficiencia de la Planta desaladora, para ello una opción es conocer la concentración de sales a la entrada y a la salida del proceso.

De manera similar, si se empleara el agua que se tiene a la entrada con una gran cantidad de residuos sólidos no perceptibles a simple vista o con algún compuesto químico como cloro, podrían dañarse las membranas, por ello es necesario tener un proceso de pre tratamiento en el que se filtre el agua o se añada alguna sustancia química que contrarreste los efectos de otras sustancias. En un proceso de esta índole, se vuelve relevante el medir, por ejemplo, presión en determinados puntos lo que nos dará idea de cómo van cambiando las condiciones en los filtros o de qué manera han cambiado las características del fluido. Por ejemplo, con el tiempo, pueden irse acumulando residuos en algún filtro, de tal manera que dificultará el paso de agua y la caída de presión de ese filtro aumentará, esta diferencia de presiones será entonces un indicador de que se debe reemplazar dicho filtro.

De lo anterior aunado a otras consideraciones, puede concluirse que las variables de instrumentación deben ser:

- Presión
- Concentración de sales disueltas en agua
- Temperatura

Cabe destacar que estas variables de instrumentación fueron elegidas para este caso en particular, se podría incrementar o disminuir el número de dichas variables según el tipo de análisis que se necesite.

## 2.2 Ubicación de sensores

Una vez que ya se ha respondido a la pregunta ¿Qué medir?, ahora debe responderse ¿en cuántos puntos y dónde medir? Para ello es importante conocer muy bien el sistema a instrumentar o reunirse con el grupo experto en dicho sistema, el responder estas preguntas va más enfocado al tipo de análisis que se pretende hacer, en este caso se ha definido junto con un grupo de ingenieros mecánicos expertos en desalación, qué información se necesitará extraer para realizar pruebas y cálculos.

En la Figura 3 se muestra un diagrama general de la planta desaladora, se indica con letras los elementos principales de la planta y con números los sensores necesarios para el monitoreo de la misma. Enseguida se hace una descripción de dichos puntos.



Figura 3. Diagrama general de la planta desaladora y ubicación de sensores.

Elementos de la planta desaladora:

- A. Depósito de alimentación: algunas veces aquí se deposita agua de mar, en otras ocasiones se simula empleando agua común, sal y algunos compuestos químicos.
- B. Bomba de baja presión: transporta el agua a desalar, desde la toma, hasta la entrada de la bomba de alta presión, dicha presión debe ser tal, que permita el flujo de agua a través de los filtros ocupados en el pre tratamiento.
- C. Filtro multimedia: está compuesto por varias capas de elementos y permite el filtrado de residuos sólidos.
- D. Filtros cartucho: permiten el filtrado de partículas pequeñas.

- E. Bomba de alta presión: suministra la presión necesaria para vencer la presión osmótica y lograr las caídas de presión en el sistema de osmosis inversa.
- F. Membranas: es el elemento que permite el filtrado de sales del agua que las contiene.
- G. Depósito de salmuera: este es el residuo que se obtiene de la desalación, es decir, agua con mayor concentración de sales que a la entrada.
- H. Depósito del producto: aquí se almacena el agua desalada.

#### Sensores:

1. Sensor de presión: este sensor mide la presión a la entrada del filtro multimedia.
2. Sensor de presión: mide la presión a la salida del filtro multimedia para conocer la caída de presión en dicho filtro al compararla con la lectura obtenida en el punto 1.
3. Sensor de temperatura: mide la temperatura del sistema en un punto estratégico, ya que la temperatura de entrada a las membranas es un factor importante para conocer la presión necesaria para romper la presión osmótica y la calidad del agua a la salida de las membranas.
4. Sensor de conductividad: es necesario conocer la cantidad de sales disueltas a la entrada para poder compararla con la salida y conocer así el rendimiento del proceso.
5. Sensor de presión: nos indica la presión a la que se está inyectando el agua al sistema.
6. Sensor de presión: muestra la presión a la que estamos trabajando para romper la presión osmótica.
7. Sensor de presión: mediante este sensor conocemos la presión a la salida del tubo de salmuera y de esta forma calculamos la caída de presión de las membranas.
8. Sensor de conductividad: ubicado a la salida del tubo de producto, nos ayuda a conocer la cantidad de sales disueltas y calidad del líquido.

En la Tabla 4 se muestran los rangos empleados en cada sensor.

Tabla 4. Rango de los sensores empleados.

Sensor	Variable	Rango
1	Presión	0 – 100 [psig]
2	Presión	0 – 100 [psig]
3	Temperatura	0 – 50 [°C]
4	Conductividad	0 – 200 [mS/cm]
5	Presión	0 – 100 [psig]
6	Presión	0 – 1000 [psig]
7	Presión	0 – 1000 [psig]
8	Conductividad	0 – 2000 [uS/cm]

En el Anexo A se muestra la hoja de especificaciones de los sensores de presión empleados en el sistema, en el Anexo B las especificaciones del sensor de temperatura.

### 2.3 Elección del protocolo de comunicación para los sensores

En la industria existen varios protocolos que indican el tipo de señal que se obtendrá a la salida del sensor, por ejemplo 4-20mA, 0-5V, 0-10V, etc.

Para el caso de este sistema se ha empleado el protocolo de 4-20mA el cual nos entrega a la salida una corriente que variará entre los 4 y 20mA según se den los cambios en la variable de medición, por ejemplo, para el caso del sensor de temperatura que mide de 0 a 50 °C, tendremos que para 0 °C el sensor nos dará una señal de aproximadamente 4mA, si estuviéramos registrando 50 °C tendremos una señal de aproximadamente 20mA, para una temperatura de 25 °C, obtendríamos una señal de aproximadamente 12mA.