

INFORME DE INSPECCIÓN
DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR POR ÓSMOSIS INVERSA
SWRO 600K
OCEANO SEAFOOD – PLANTA ALTAIR
GINO UCCELLI

Paita, 30 de julio de 2019.



CONTENIDO

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | <u>ANTECEDENTES</u> | 3 |
| 2. | <u>OBJETIVO</u> | 3 |
| 3. | <u>ALCANCE</u> | 4 |
| 4. | <u>STATUS ACTUAL DE LAS INSTALACIONES</u> | 4 |
| 4.1 | <u>Sistema de captación de agua de mar</u> | 4 |
| 4.2 | <u>Skid de alimentación a Filtros Multimedia</u> | 5 |
| 4.3 | <u>Filtros Multimedia</u> | 5 |
| 4.4 | <u>Sistema de dosificación de químicos</u> | 6 |
| 4.5 | <u>Planta desalinizadora por Ósmosis Inversa (SWRO)</u> | 6 |
| 5. | <u>DESVIACIONES OPERATIVAS Y DE DISEÑO</u> | 7 |
| 5.1 | <u>Sistema de captación de agua de mar</u> | 7 |
| 5.2 | <u>Skid de alimentación a Filtros Multimedia</u> | 7 |
| 5.3 | <u>Filtros Multimedia</u> | 8 |
| 5.4 | <u>Sistema de dosificación de químicos</u> | 8 |
| 5.5 | <u>Planta desalinizadora por Ósmosis Inversa (SWRO)</u> | 9 |
| 6. | <u>PLAN DE ACCIÓN PARA ADECUACIÓN DE LA SWRO</u> | 11 |
| 6.1 | <u>Sistema de captación de agua de mar</u> | 11 |
| 6.2 | <u>Skid de alimentación a Filtros Multimedia</u> | 11 |
| 6.3 | <u>Filtros Multimedia</u> | 11 |
| 6.4 | <u>Sistema de dosificación de químicos</u> | 12 |
| 6.5 | <u>Planta desalinizadora por Ósmosis Inversa (SWRO)</u> | 12 |



1. ANTECEDENTES

Durante el día 19 de julio de 2019 se realizó una visita técnica a las instalaciones de la Planta Procesadora Altair, ubicada en Paita, Departamento de Piura, para evaluar el estado actual de la planta desalinizadora de agua de mar mediante tecnología de ósmosis inversa. En la visita participó por WP El Ing. R. Véliz, mientras que por Océano Seafood participaron los operadores y el jefe de mantenimiento. El Ing. Armando Suarez dirigió la visita y proporcionó información relacionada con los históricos de operación y las actividades de mantenimiento correctivo realizadas hasta el momento.

El sistema fue construido en el año 2012 por el fabricante SEVERN TRENT SERVICES e instalado por su operadora INODEM, y consta de tres (3) trenes de ósmosis inversa para desalinización de agua de mar (cada tren cuenta con su bomba de alimentación, filtro multimedia y bombas dosificadoras), los cuales operan cada uno de manera independiente (no tiene control central), con capacidad de producción por cada tren de 36.67 gpm (52834 GPD o 200 m³/d) de acuerdo a su diseño original, para una capacidad total por diseño de 600 m³/d.

Debido a la falta de mantenimiento preventivo y correctivo, y a pesar de los esfuerzos del personal operativo por mantener la planta en funcionamiento, se fueron generando fallas y acumulando problemas operativos que llevaron a la caída de la producción de agua filtrada a apenas un tercio de la capacidad de diseño de la planta, y con fallas técnicas graves que pueden ocasionar daños en equipos mayores que aún se mantienen operativos, como las bombas de alta presión y las membranas de Ósmosis Inversa. Además, para mantener dos de los tres trenes en operación, los operadores se vieron forzados a “canibalizar” uno de los trenes para mantener los otros dos operativos, debido a la falta de suministro de repuestos críticos y de operación por parte de la administración anterior.

La inspección llevada a cabo fue solicitada por la nueva administración de la planta, a cargo de Océano Seafood, empresa a través de la cual se buscará acondicionar la planta para que esta opere de forma continua a la mayor capacidad de agua permeada posible, optimizando la inversión en repuestos y mantenimiento.

2. OBJETIVO

Reportar el status actual de las instalaciones y equipos asociados a la “PLANTA DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR POR ÓSMOSIS INVERSA 600 KLPD” perteneciente a Océano Seafood, instalada en la Planta Altair, en la Provincia de Paita, Departamento de Piura, con la finalidad de indicar los puntos de mejora, problemas operativos y acciones a tomar para llevar la Planta Desalinizadora a su máxima capacidad de producción.



3. ALCANCE

Este documento tiene como alcance presentar al cliente los puntos de mejora y las actividades de adecuación necesarias para optimizar la productividad de la "PLANTA DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR POR ÓSMOSIS INVERSA 600 KLPD", para ello se describirán los siguientes puntos:

- Status actual de las instalaciones
- Desviaciones operativas y de diseño
- Plan de acción para optimización de la planta desalinizadora

4. STATUS ACTUAL DE LAS INSTALACIONES

4.1 Sistema de captación de agua de mar



El agua de mar es captada y enviada a los tanques de agua cruda por una bomba centrífuga de acople abierto, con motor de 70 HP de potencia. Debido a la corrosión y a la falta de mantenimiento del equipo, resulta imposible visualizar la placa de identificación de esta. De acuerdo con las observaciones de los operadores, la bomba llena desde 1/4" hasta 3/4" de la capacidad total de la cisterna de alimentación (se estima un volumen de 120 m³) en aproximadamente 8 minutos, por lo que el caudal de operación de la bomba es de 900 m³/h aproximadamente. La planta requiere de aproximadamente 60 m³/h de agua de alimentación, por lo que la bomba debe activarse cada 2 horas aproximadamente, dando un tiempo estimado de servicio diario de 96 minutos.

La succión es una toma abierta ubicada a aproximadamente 8 metros de profundidad desde la superficie, y se encuentra a 4 metros del fondo marino, lo cual evita que la bomba succione material sedimentado en el lecho marino, y además evita que succione material sobrenadante en la superficie como grasas, aceites y residuos generales.

La bomba descarga a través de una tubería de 10" en una cisterna de 240 m³ de capacidad total, la cual tiene como función almacenar el agua cruda que alimentará la Planta Desalinizadora. Luego de realizarse el llenado de la cisterna, se añade una dosis de hipoclorito de calcio diluido para control



microbiológico y evitar el crecimiento de algas, limo y materia orgánica en la cisterna de alimentación.

4.2 Skid de alimentación a Filtros Multimedia

El skid de alimentación está compuesto por tres bombas centrífugas (una por cada tren) de acople cerrado del fabricante Ampco Pumps, modelo ZC2 2 ½" x 2", esto de acuerdo con lo que se puede observar en la placa, la cual está bastante corroída, ya que en la información técnica suministrada por el fabricante no se encuentra el modelo específico. La bomba está fabricada en una aleación especial resistente a la corrosión (Nickel Aluminun Bronze) por lo que las carcasas se encuentran en buen estado.



Las bombas operan de forma automática gracias a un transmisor de nivel envía una señal al PLC y permite arrancar las bombas cuando hay nivel de operación, y cuando hay bajo nivel envía una señal para detener la bomba y evitar que trabaje en vacío, impidiendo cavitación y daños en los equipos. Actualmente funcionan de forma adecuada.

4.3 Filtros Multimedia

Se encuentran instalados tres (3) Filtros Multimedia a presión (un filtro por cada tren), con recipiente FRP 36"x72", con válvula automática Pentair Fleck de bronce, y medio filtrante TurbiMax aproximadamente 25 ft³ por cada filtro (Con esa dimensión del recipiente, debieron ser solo 20 ft³ por cada filtro). Los filtros cumplen la función de remover materia suspendida (solidos de gran tamaño molecular, algas, turbiedad presente en el agua) hasta un tamaño de partícula de 10 micrones aproximadamente.

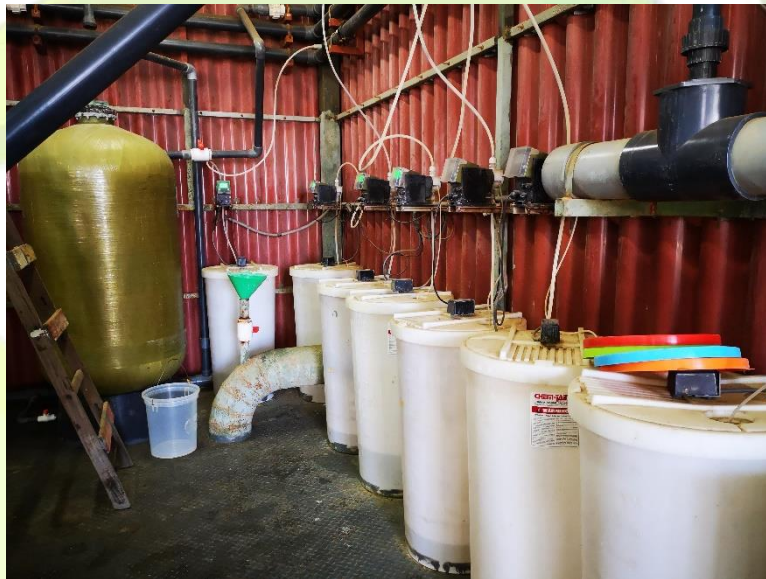


4.4 Sistema de dosificación de químicos

Cada tren cuenta con dos (2) bombas dosificadoras del fabricante GRUNDFOS, modelo DDC 9-7, las cuales dosifican las siguientes soluciones químicas:

- Metabisulfito de sodio en la alimentación (para neutralización del cloro residual).
- Antiescalante para membranas (evita incrustación de compuestos inorgánicos).

Además, se encuentra instalada una bomba dosificadora para la dosificación de hipoclorito de sodio en el permeado, para proteger microbiológicamente el tanque de agua permeada.



4.5 Planta desalinizadora por Ósmosis Inversa (SWRO)

Se encuentran instalados tres (3) trenes de Ósmosis Inversa del fabricante SEVERN TRENT, cada uno con capacidad de producción de diseño de 200 m³/d. cada tren trabaja de forma independiente, y consta de los siguientes componentes:

- Housing Fluytec de PVC para prefiltración (6 cartuchos 2.5" x 40 – 5um)
- Bomba de alta presión Danfoss APP19, motor WEG de 50 HP
- Turbina recuperadora FEDCO HPB-20
- Vasos de presión Protec Arisawa SP 8-1000-5, (x3 por tren)
- Membranas de SWRO Dow Filmtec SW30 HRLE-400 (x5 por vaso, x15 por tren)
- Variador de frecuencia Allen Bradley PowerFlex 400 para bomba de alta presión
- PLC Allen Bradley Micrologix 1400
- HMI Allen Bradley Panel View Plus 600 para operación y visualización de variables



- Tableros de potencia y control con protecciones, NEMA 12
- Manómetros y pressure switch IFM
- Analizadores Signet GF
- Válvulas en acero y PVC, actuadores eléctricos.
- Sistema CIP con tanque, bomba centrífuga, filtros y analizadores.



5. DESVIACIONES OPERATIVAS Y DE DISEÑO

5.1 Sistema de captación de agua de mar

La dosificación de químicos se realiza de forma manual, lo cual representa un riesgo para el operador debido a la manipulación de químicos peligrosos constantemente.

5.2 Skid de alimentación a Filtros Multimedia

Las bombas succionan agua de la cisterna de agua de mar mediante una tubería con una válvula check en el fondo que evitan que pierdan la ceba, a esta válvula se le debe realizar mantenimiento preventivo o sustitución en el caso de daño de la empaquetadura.

Una de las bombas se encuentra desmantelada y fuera de servicio, por lo que se debe realizar un chequeo de esta para sustituir las partes averiadas y ponerla en servicio nuevamente.

Las válvulas de bloqueo en succión y descarga, tornillería, soportería y algunos manómetros requieren sustitución debido al deterioro por corrosión.



Se debe realizar sustitución de sello mecánico y mantenimiento completo al motor (sustitución de rodamientos, megado, pintado)

5.3 Filtros Multimedia



Debido a los materiales de fabricación de la válvula Fleck, no es recomendada para agua de mar debido a que sus internos son metálicos, por lo que se corroen fácilmente y las válvulas dejan de funcionar. Uno de los filtros está deshabilitado precisamente por este problema, y las demás válvulas también deben presentar problemas de corrosión similares, por lo que la filtración no es muy eficiente. Esto trae como consecuencia un paso de sólidos de mayor tamaño al equipo de Ósmosis Inversa, causando taponamiento mas frecuente de los filtros de cartucho y ensuciamiento prematuro de las membranas de ósmosis inversa lo que se traduce en mayor gasto en filtros de cartucho, necesidad de limpiezas químicas y su respectivo gasto en químicos, así como paradas no programadas y disminución en la producción diaria.

Para evitar el problema operativo causado por las válvulas Fleck, se sugiere cambiar la filosofía de operación de los filtros a "Manual", esto se logra instalando un manifold de válvulas frontal, estas válvulas serian de PVC, con lo que se eliminaría el problema de corrosión.

El material filtrante también está "fouleado", el mismo tiene un tiempo de vida útil estimado de 3 a 5 años con una buena operación, en este caso ya acumula 7 años de operación y con fallas evidentes en el mantenimiento, por lo que debe ser sustituido inmediatamente. De todas maneras, antes de realizar la sustitución del material filtrante, se debe realizar una prueba SDI para confirmar la baja o nula efectividad de filtración del lecho.



5.4 Sistema de dosificación de químicos

En general las bombas se encuentran en buen estado, pero debido al tiempo de uso y a la falta de mantenimiento preventivo, requieren revisión completa del cabezal de dosificación, diafragma, válvulas check e inyectores.



5.5 Planta desalinizadora por Ósmosis Inversa (SWRO)



Actualmente solo se encuentran operativos dos de los tres trenes, debido a las fallas presentadas por la válvula Fleck del filtro multimedia de uno de los trenes, lo que luego llevó a la canibalización del mismo para mantener operativos a los dos trenes restantes.

De acuerdo con la información suministrada por los operadores de la planta, en febrero del presente año se realizó un cambio de membranas a los dos trenes operativos, instalando en uno

de los trenes solo membranas Lewabrane RO S400HF, y en otro una combinación de Lewabrane y HyF. No se cuenta con una simulación que permita corroborar cual es la expectativa de producción de estas membranas. Además, la instalación de las membranas nuevas no solucionó el problema de fondo que es la caída en la producción de la planta, y el desbalance que se observa en la descarga de la bomba de alta presión (1000 psi en vez de los 657 psi que debería producir por diseño) y en la salida de alta presión de la turbina (500 psi vs. los 940 psi que debería producir por diseño). Esta condición se dio en los tres trenes, por lo que la solución que se aplique para uno, debe aplicarse para todos.

Luego los operadores revisaron las turbinas y confirmaron que el center bearing está partido, el rotor y el difusor presentan desgaste, por lo que estas piezas deben sustituirse para lograr el balance hidráulico de diseño y producir la capacidad de agua adecuada.



El motor de la bomba de alta presión (WEG, 50 HP 440VAC 3 PH) presenta calentamiento excesivo, lo cual provoca una falla en el variador de frecuencia, Causando la parada por falla de la planta. Para solventar temporalmente, los técnicos cambiaron el voltaje de salida del variador de 440VAC a 380VAC, lo cual es una práctica insegura y pone en riesgo la vida útil del motor. Para resolver esta falla, se debe realizar mantenimiento correctivo al motor (cambio de rodamientos, megado, y posiblemente rebobinado) para evitar el sobreconsumo y aumento de temperatura. También se debe hacer la revisión de la placa de potencia de los variadores de frecuencia PowerFlex400, debido a la falta de mantenimiento y al ambiente marino agresivo, algunos componentes de la tarjeta electrónica pueden haberse dañado, causando un aumento en la temperatura que dispara las protecciones del variador.



Los analizadores de conductividad y pH nunca han sido calibrados y presentan desviaciones vs. las medidas reales, por lo que deben ser calibrados y en algunos casos, sustituidos, como el del sensor de conductividad de permeado del tren canibalizado, el cual tiene los conectores del componente electrónico partidos.

Se deben sustituir los manómetros de alta presión que están fuera de servicio y se encuentran corroídos.

En ambos trenes, uno de los vasos de presión presenta desviación en la conductividad de permeado (2400 uS/cm vs 700 uS/cm del resto de los vasos). Se deben revisar estos vasos para corregir problemas de instalación dentro del mismo.

Se debe programar mantenimiento a las bombas de alta presión. En el caso de las bombas Danfoss APP, se sugiere realizar una revisión para sustitución de partes desgastadas al menos una vez al año, sobre todo si la bomba queda durante largos períodos de tiempo fuera de servicio y con agua salada (como fue este el caso).

Se debe realizar un respaldo del programa del PLC, y hacer una revisión completa desde el punto de vista de procesos para garantizar la continuidad operativa y en automático de la planta desalinizadora.



6. PLAN DE ACCIÓN PARA ADECUACIÓN DE LA SWRO

Luego del análisis de la información recabada durante la visita a planta, se debe llevar a cabo el plan de acción para la adecuación de la Planta Desalinizadora, con la finalidad de volver, en la medida de lo posible, a los parámetros de operación por diseño, e iniciar con un plan de operación y mantenimiento preventivo que permita producir 600 m³/d sin mayores contratiempos.

6.1 Sistema de captación de agua de mar

Seleccionar una bomba dosificadora para el suministro de cloro en la línea de alimentación.
Evaluar las condiciones de operación de la bomba de captación de agua de mar.

6.2 Skid de alimentación a Filtros Multimedia

Mantenimiento de válvula check de pie.
Mantenimiento de bomba de alimentación del tren 1.
Revisión general y sustitución de sello mecánico de bombas.
Mantenimiento de motores.
Sustitución de válvulas mariposa de bloqueo oxidadas.
Sustitución de manómetros averiados.
Revisión general de válvulas check y de bola.

6.3 Filtros Multimedia

Medición de Índice SDI.
Desincorporación de válvulas Fleck.
Instalación de manifold lateral de válvulas manuales.
Sustitución de material filtrante por Turbidex (Zeolita).
Instalación de manómetros aguas arriba y aguas debajo de filtros.
Evaluación de rendimiento de los filtros.



6.4 Sistema de dosificación de químicos

Mantenimiento general de bombas dosificadoras.

Mantenimiento de inyectores.

Evaluación de los cálculos de dosificación de químicos.

6.5 Planta desalinizadora por Ósmosis Inversa (SWRO)

Simulación para evaluación de rendimiento de membranas.

Desarmado de vasos de presión y revisión de membranas.

Sustitución de 15 membranas del Tren 1 (Canibalizado).

Sustitución y evaluación de rendimiento de filtros de cartucho.

Mantenimiento de tableros eléctricos.

Mantenimiento de variador de frecuencia PowerFlex400

Mantenimiento de motor eléctrico de bomba de alta presión (offsite)

Revisión de bomba de alta presión y sustitución de componentes averiados.

Sustitución de internos de la turbina recuperadora de energía FEDCO HPB-20.

Mantenimiento de rotámetros, válvulas y actuadores eléctricos.

Sustitución de válvulas averiadas.

Sustitución de analizadores SIGNET GF averiados.

Calibración de analizadores SIGNET GF.

Sustitución de manómetros averiados de línea de alta presión.

Evaluación del rendimiento de procesos (condiciones operativas vs. parámetros de diseño).

Evaluación del consumo eléctrico del sistema.



RESERVA DE PROPIEDAD INTELECTUAL:

NOTA: todo el contenido de este informe, incluyendo la forma de las piezas escritas o diseñadas, está protegido por las leyes de la propiedad intelectual vigentes en la Unión Europea, EE.UU y Perú, en este sentido, y salvo permiso expreso o adjudicación de la oferta de repotenciación, cualquier utilización de la información, datos, tecnología, y conocimientos expresados en este documento tendrá que ser previamente autorizada por AQUACARE PERU SAC / WATER PARTNERS Bajo pena de poder ser accionados los medios legales disponibles en caso de uso no autorizado.

Cordialmente.



Luis Gervasi Parodi
Gerente Comercial

