

## Índice

- ANTECEDENTES
- DISTRIBUCION ACTUAL EN CASA DE FUERZA
- OPORTUNIDADES DE MEJORA EN GENERACION Y DISTRIBUCION DE VAPOR
  - o Mejora en la distribución en casa de fuerza.
  - o Mejora en la distribución del manifold principal
  - o Mejora en la operación de las calderas
  - o Reemplazo de 2 Calderas de 900 BHP x 1 Caldera de 2000 BHP
  - o Evaluación del sistema de distribución de vapor actual
- SISTEMA DE VAPOR FLASH ACTUAL
  - o Consumo de condensado en Calentadores de espuma y sanguaza
- CAMBIOS GENERADOS DEBIDO AL REEMPLAZO DE LAS 4 COCINAS EXISTENTES
- LISTADO DE COMPONENTES REQUERIDOS PARA IMPLEMENTACION
- ANALISIS DE PERFORMANCE DEL SISTEMA DE EVACUACION DE CONDENSADO DE NUEVAS COCINAS AL INCORPORARSE AL SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR FLASH
- APENDICE DE CALCULOS
  - o Capacidad de Generación en Calderas.
  - o Consideraciones para el dimensionamiento de tuberías y manifolds
  - o Consideraciones para el dimensionamiento de tanques flash, líneas de alimentación, líneas de purga y venteo.
- COMPENDIO DE PLANOS GENERADOS
  - o Reemplazo de calderas
  - o Manifolds para calderas líneas A y B
  - o Distribución de Tuberías en calderas
  - o Modificación del diagrama de flujo principal
  - o Modificación en Cocinas
  - o Sistema de Generación de vapor flash existente (modificado) y nuevo (Coaguladores)

### ESTUDIO DE INGENIERIA VP-1801-01-AC

Para: **AUSTRAL GROUP S.A.A. – Departamento de Proyectos**  
**Ing. Iván Tasayco – Superintendente de Proyectos**

De: **HMF SISTEMAS Y CONTROL DE FLUIDOS**  
**Ing. Harold Meléndez Fiestas – Gerente Técnico – Comercial**

Asunto: **EVALUACION SISTEMA DE VAPOR Y CONDENSADO PLANTA COISHCO PARA REEMPLAZO DE COCINAS Y CALDERAS**

Referencia: **Orden de Servicios 0070030942**

Fecha: **Enero de 2018**

### ANTECEDENTES

El presente estudio tiene por finalidad realizar una evaluación de las instalaciones de vapor y condensado de **AUSTRAL GROUP S.A.A. planta Coishco**, el estudio involucra la capacidad de generación de vapor, equipos consumidores de vapor (actuales y futuros) y las oportunidades existentes con respecto a la recuperación de condensado además de reaprovechar el exceso de energía que acompaña al condensado en los diferentes procesos existentes para poder generar vapor Flash que podrá ser empleado en los procesos.

Partiendo de lo anterior podemos encontrar lo siguiente:

Caldera	Marca	Potencia (BHP)	Presión de Operación (PSI)	Capacidad Teórica (Kg/hr) @ 0 psi	Capacidad Real a Presión de Operación (Kg/hr)
1	Distral	900	105	14040	11986
2	Distral	900	105	14040	11986
3	Distral	900	105	14040	11986
4	Distral	900	105	14040	11986
5	Distral	900	105	14040	11986
6	Distral	900	105	14040	11986
7	Distral	900	105	14040	11986

Para los cálculos de la capacidad real de generación se tomó como dato operacional la temperatura del agua de alimentación en el deareador como 90°C, en este caso se nos informó que no están trabajando con el sistema de calentamiento con vapor, a pesar que en pruebas realizadas se lograban temperaturas de 105°C o mayores. El alimentar las calderas con agua a menor temperatura implica una merma en la capacidad de generación.

## Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

De lo anterior, en el mejor de los casos Austral cuenta con 83902 Kg/hr disponibles para sus procesos de calentamiento siempre y cuando las calderas operen eficientemente (Esto no incluye el vapor Flash generado a partir de los condensados de rotadisk, rotatubos 3 y condensado de rotores de cocinas 3 y 4, esto debido a que el consumo de vapor es mayor en los arranques pues no contamos con vapor flash).

### **DISTRIBUCION ACTUAL EN CASA DE FUERZA**

Del cuadro de calderas podemos afirmar que actualmente se dispone de 6200 BHP como potencia instalada, las cuales están distribuidos de la siguiente manera:

**Calderas 1, 2, 3 y 4:** con una potencia total de 3600 BHP, instalación en Serie y alimentan a una troncal de 16”.

**Calderas 5, 6 y 7:** con una potencia total de 2700 BHP, instalación en Serie y alimentan a una troncal de 16”.



De lo anterior podemos afirmar que la distribución actual en sala de calderas no es la más eficiente, la distribución en serie implica que las calderas se vean limitadas en su capacidad de suministrar vapor al sistema, esto porque el suministro de vapor se dará escalonadamente desde la caldera más cercana al manifold principal (caldera 1 y caldera 5), es decir, cuando la demanda exceda la capacidad de la primera caldera, se empezará a caer la presión en la primera caldera y entra en acción la segunda caldera, y así sucesivamente. Lo que no se tomó en cuenta con esta distribución en serie es que las primeras calderas quedan expuestas a expansión del volumen agua remanente (se cae la presión y por ende las burbujas de vapor ganan volumen) y con ello se genera arrastre de agua hacia el sistema de distribución de vapor (Esto se percibe actualmente y es parte de la problemática que actualmente se percibe en la planta).



## Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

Las líneas de distribución se prolongan hasta el manifold principal de 36" de diámetro, durante la visita pudimos observar que ambas líneas son alimentadas hacia un extremo y al extremo opuestos se encuentran los consumidores más importantes.

De acuerdo con lo observado la línea de los calderos 5,6 y 7 (2700 BHP) se encuentran más cerca a los consumidores, siendo el caldero 5 la que está más expuesto a alterar su régimen operacional, esto trae como consecuencia que durante la operación de la planta en el caldero 5 se generen jalones de agua (arrastre) y por ende puede afirmarse que su capacidad de respuesta a las necesidades de vapor de la planta es mínima o nula.

La línea de distribución de la caldera 1, 2, 3 y 4 alimenta al manifold al extremo, como consecuencia el flujo de vapor queda "arrinconado" por la línea de distribución de las calderas 5, 6 y 7 y sin capacidad de respuesta para "auxiliar" a la línea de alimentación de las calderas 5, 6 y 7, esto principalmente porque al igual que la distribución de las líneas que salen de las calderas, al estar en serie, implica que primero debe actuar la línea de la caldera 5, 6 y 7 (Menos potencia instalada), y cuando en esta línea se empiece a caer la presión, la línea 1,2,3 y 4 recién quedaría expedita para poder entregar el vapor que transporta desde la sala de calderas al distribuidor principal y por ende a los equipos consumidores.

### **Respecto al equipamiento de calderas tenemos lo siguiente:**

Todas las calderas cuentan con control superficial de purgas, este control tiene un comportamiento bastante bueno puesto que el sistema instalado cuenta con sensor de conductividad inmerso en la caldera. Es necesario verificar si el sensor instalado puede medir temperatura también, esto debido a que si se consideró un valor fijo se debe tomar en cuenta que un error en la medición de 1°C genera 2% de error en la medición de la conductividad.

Las calderas 1, 2 y 3, tenían habilitada el control de purga de fondo automatizado, para el caso se recomienda verificar la especificación de las mismas puesto que la opción instalada es bastante costosa a pesar de que satisface el requerimiento.

### **Respecto al control de nivel existen varias observaciones:**

Las válvulas de control instaladas están sub-dimensionadas (Kvs 19), éstas pueden operar si y sólo si las bombas generan una presión no menor a 6 bar por encima de la presión de operación de las calderas (Se genera un gran consumo de energía innecesariamente, debido al sub-dimensionamiento de las válvulas de control)

Los actuadores de las válvulas de alimentación de agua son eléctricos y de respuesta muy lenta (Velocidad de 0.52 mm/s), considerando que la carrera de la válvula de control seleccionada es de 30 mm, se requiere de casi 1 minuto para abrir de 0 a 100%, esta respuesta lenta trae consigo problemas de arrastre y posibilidad de que las calderas o se apaguen por bajo nivel o se generen jalones de agua remanente en las calderas, quedando la bomba prendida todo el tiempo y generándose un arrastre continuo desde la caldera.



## Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco



En la parte superior derecha se observa la válvula de control motorizada que es parte del sistema de control de nivel actualmente instalado

En el control modulante se requiere controlar la presión del sistema de alimentación de agua, esto debido a que, si el sistema no tiene un alivio bien dimensionado, las bombas (verticales) quedaran expuestas a estar en zona de transición y por ende se pueden destruir los internos.

### **OPORTUNIDADES DE MEJORA EN GENERACION Y DISTRIBUCION DE VAPOR**

#### **❖ Mejora en la distribución en casa de fuerza.**

- Se sugiere reemplazar el sistema de distribución de las calderas de en serie por uno en paralelo (Sistema multi-caldera).
- El sistema de alimentación de vapor en paralelo requiere la instalación de 2 manifold dimensionados para una velocidad de 8 m/s o menor, esto debido a los beneficios que involucra la instalación de los manifold. Los manifolds distribuidores de presión de vapor en zona de calderas tienen 4 funciones principales:
  - Redistribución de líneas de ingreso y salida
  - Sirve para poder separar el arrastre asociado en la generación de vapor (Dehumedecer el vapor generado en calderas)
  - Equaliza la presión del vapor cuando se tienen varias calderas
  - Funciona como un acumulador de vapor restándole sensibilidad de respuesta a las calderas durante la operación de la planta (Todas alimentan



## Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

- a la vez al manifold lo cual genera mejor respuesta a variaciones de demanda, a diferencia del sistema en serie donde alimentan escalonadamente a la tubería de distribución)
- El manifold a instalar se sugiere tenga 26" de diámetro en cada caso con sus respectivos paquetes de purga, sistema de eliminación de aire y monitoreo de presión. Se propone diagrama de ambos manifold
  - Cada manifold deberá incluir una salida de 16" que se conectaran a las líneas de distribución existentes.
  - La instalación de los manifolds genera beneficios importantes puesto que de existir problemas de arrastre le quitaríamos carga al manifold principal, mejorando la calidad de vapor con que se alimentará a la planta.

### ❖ Mejora en la distribución del manifold principal

- Se requiere reubicar la línea de alimentación de las calderas 1, 2, 3 y 4 (actualmente al extremo derecho) al extremo izquierdo, considerando que el lado izquierdo es donde se ubican los equipos de mayor consumo, debería percibirse una mejora en la operación del parque de calderas, sobre todo en las calderas 5, 6 y 7. Esta mejora se hará más evidente con la implementación de los manifolds sugeridos.



En la figura adjunta se visualiza la modificación sugerida al manifold ya realizada donde desde inicio de esta temporada la línea A alimentará a los Secadores

## Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

### ❖ Mejora en la operación de las calderas

- El sistema de control de nivel de las calderas no es el idóneo ya que adicional a que se requiere trabajar con presiones elevadas en las bombas para que las válvulas de control eléctricas puedan adecuarse a las fluctuaciones de carga de las calderas, este sistema cuenta con un control de nivel con una tecnología bastante antigua (Mc Donell & Miller): Tiene partes móviles, respuesta lenta y señal de salida poco usual (Ohmiaje), requiere adecuarse y linealizarse; para el caso sugerimos el reemplazo del sistema por un control del tipo capacitivo para aplicaciones en calderas (Monitoreo continuo, no parte móviles, no requiere mantenimiento, soporta condiciones de operación más severas), con válvulas de control proporcionales con actuador neumático, estas últimas tienen una velocidad de respuesta de 0 a 100% de 3 a 4 segundos lográndose con ello respuestas más adecuadas a las necesidades operacionales de las calderas.
- Actualmente cada caldera cuenta con su bomba y su sistema de control de nivel, a fin de lograr más confiabilidad y reducir el consumo energético podemos evaluar la posibilidad de implementar un sistema de alimentación de agua centralizado a partir del parque de bombas actual, el cual pueda adecuarse a las variaciones de carga de la planta (producción parcial o total) y dependiendo del parque existente tener bombas en back up que trabajen alternadamente con este sistema. Con ello esperamos reducir el número de bombas a la mitad operando a la vez y mantener un menor número de bombas en Back up.

### ❖ Reemplazo de 2 Calderas de 900 BHP x 1 Caldera de 2000 BHP

Actualmente AUSTRAL GROUP cuenta con un plan de reemplazo de equipamiento por equipos más eficientes y confiables. Dentro de este plan de reemplazo se encuentran las calderas las cuales todas sin excepción son de la marca DISTRAL (Estas calderas están listadas al principio del informe)

A pesar que los equipos se muestran en buen estado su performance combinada no ha sido de las mejores, esto se debe más a una distribución inadecuada que a la operatividad propia de los equipos. Ya hemos explicado como es el comportamiento de las calderas dentro del sistema de generación y distribución de vapor, y del análisis es evidente que la caldera 5 es la más expuesta a problemas generados durante la operación de la planta.

Por lo mismo a fin de mejorar la respuesta de las calderas se sugirió instalar la línea A (Calderas 1,2,3 y 4) al extremo opuesto donde se encuentran las tomas de los mayores consumidores, esta acción debería de generar un alivio importante a la línea B (calderas 5,6 y 7) y sobre todo a la caldera 5.

Dentro del plan de reemplazo de calderas actualmente ya se adquirió una caldera de 2000 BHP la cual reemplazará las calderas de la posición 1 y 2 (Sistema en serie). Evidentemente una caldera de 2000 BHP con la capacidad de generación y el equipamiento que trae respondería mucho mejor que las calderas actuales con una alimentación en serie, pero igual si la demanda actual se mantiene los problemas actuales también persistirían.

De lo anterior, la incorporación de la nueva caldera va de la mano con la implementación de los manifolds de distribución (Sistema en Paralelo), es necesario

## Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

tenerlo en cuenta puesto que una caldera de 2000 BHP tiene una respuesta mucho más lenta que una caldera de 900 BHP debido a cambios en la demanda; en este caso el sistema respondería mucho mejor con la implementación del sistema de distribución en paralelo y los manifolds, esto sin que las calderas se afecten por las necesidades de carga de la planta como actualmente sucede.

De lo anterior, estaremos proponiendo los diagramas de los manifolds sugeridos considerando la instalación actual y futura de la planta (cambio del parque integral de calderas). Para el caso nuestra propuesta involucra el cambio progresivo de las calderas según se tiene previsto (2017, 2018 y 2019).

De igual modo, se sugiere evaluar el estado actual de las calderas, esto a fin de que cuando se dé la incorporación de la caldera de 2000 BHP, se queden en operación las que estén en mejor estado, además al incorporar la nueva caldera de 2000 BHP se logra 200 BHP Adicionales, esto ayudaría a las necesidades actuales de la planta cuando la materia prima llega con temperaturas bastante bajas por efecto de la refrigeración cuando la pesca se encuentra muy alejada.

### ❖ Evaluación del sistema de distribución de vapor actual

El análisis partirá de los principales consumidores y las modificaciones que implica el reemplazo del parque actual de cocinas para poder obtener un sistema de vapor balanceado y optimizado que responda a las diferentes condiciones de demanda que podría tener la planta.

Actualmente la planta cuenta con:

#### Secadores Rotatubos:

Actualmente se cuenta con 03 secadores rotatubos:

##### **02 Secadores Enercom con un consumo total:**

20250 Kg/hr @ 90 psi. (10125 kg/hr c/u)

Los condensado generados en ambos equipos son alimentados independientemente a las chaquetas de las cocinas 1 y 2 (AF60 y AF50).

##### **01 Secador Fima con un consumo total: 11475 Kg/hr @ 90 psi.**

El condensado generado en el secador Fima, actualmente se emplea para generar vapor flash de 1.5 Bar que se alimenta a las chaquetas de las cocinas Esmital (Huarmey) de 40 Ton/hr.

#### Secadores Rotadisk:

Actualmente la planta cuenta con 03 secadores Rotadisk los cuales en conjunto tienen un consumo de: 24375 Kg/hr @ 80 psi.

El condensado generado en los 03 secadores rotadisk, actualmente se emplea para generar vapor flash de 1.5 Bar que se alimenta a las chaquetas de las cocinas Esmital (Huarmey) de 40 Ton/hr.





## Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

### **Cocinas:**

Actualmente la planta cuenta con 4 cocinas:

Las cocinas 1 (AF60) y 2 (AF50) trabajan hasta 50 Ton/hr y 40 Ton/hr respectivamente, actualmente son alimentadas por los rotores con vapor de 2 a 4.5 Bar y por las chaquetas reciben condensados de los rotatubos 1 y 2 respectivamente (Enercom).

Las cocinas Esmital (de 40 ton/hr) son alimentadas por los rotores con vapor de 2 a 4.5 Bar y por las chaquetas reciben vapor flash generado a partir de los secadores rotadisk, el secador Fima y el condensado proveniente de los rotores de las cocinas Esmital. Este sistema de vapor flash tiene una estación reductora de presión como sistema de ecualización de presión de tanque flash y además que complementa el vapor faltante a las chaquetas, lográndose a partir de ello un importante ahorro puesto que es vapor que actualmente ya no es abastecido por las calderas.

### **SISTEMA DE VAPOR FLASH ACTUAL**

El diseño actual del sistema de vapor flash (1.5 Bar) está alimentado con el condensado del secador rotatubos Fima y los 03 secadores rotadisk, adicionalmente cuando la presión en los rotores de las cocinas supere los 2.5 Bar, el condensado será reorientado al tanque flash para aprovechar el exceso de energía que posee.

De lo anterior tenemos:

Secador Fima FRT8000: 11475 kg/hr @ 90 psi

Secadores Rotadisk (03): 24375 Kg/hr @ 80 psi

Rotores Cocinas Esmital (3 y 4): 10200 Kg/hr @ 2.5 a 4 Bar

De lo anterior tenemos:

- Generación de vapor flash sin rotores de cocinas Esmital. Esta condición se da después de los arranques, cuando se dispone de masa para secar y la presión de vapor en los rotores de las cocinas no supera los 2.5 Bar:
  1. Vapor Flash Secador Fima (90 psi): 881.17 Kg/hr
  2. Vapor Flash de Secadores Rotadisk (5.5 Bar): 1661.19 Kg/hr
  3. Ingreso de condensado de rotores (2.5 bar): 229.10 Kg/hr
  4. Ingreso de condensado de Rotores (4.5 Bar): 563.94



## Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

Inicialmente se dispone de 2542.36 Kg/hr de vapor flash a 1.5 bar y cuando se reorienta el condensado de los rotores de 4.5 Bar al tanque flash, se dispone de 3106.3 Kg/hr. Este vapor es el que se genera a partir del exceso de energía en el condensado y que es dejado de abastecer por las calderas.



Sistema de Generación de vapor Flash actualmente instalado

### **Consumo actual chaquetas cocinas Esmital**

Tenemos que las chaquetas de una Esmital consumen 2250 Kg/hr (75% del consumo total de cada cocina), y en total se requieren 4500 Kg/hr para ambas cocinas.

El sistema de vapor flash genera entre 2542.36 y 3106.30 Kg/hr, la diferencia es abastecida por la Estación Reductora de Ecuilibración.

### **Consumo de condensado en Calentadores de espuma y sanguaza**

Con la finalidad de seguir generando ahorros actualmente el condensado del tanque flash y condensado de las chaquetas de las cocinas 3 y 4 se alimenta a los calentadores de Espuma, de lo anterior tenemos que en el mejor de los casos estamos enviando cerca de 47.5 Ton/hr de condensado de 1.5 Bar a los calentadores, luego de que este condensado cede energía en los calentadores, es enviado al tanque de condensado para ser bombeado al tanque desareador.

El ahorro estimado por el enfriamiento de este condensado equivale a 2.23 Ton/hr de vapor a 0.5 Bar.