

**Boiler 180 BHP operation and maintenance manual in the technical
process of panela production**

**Manual de operación y mantenimiento del caldero 180 BHP en el proceso
técnico productivo de la elaboración de panela**

Autores:

Peralvo-Zabala ,Marco Antonio
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR
Departamento de Posgrados
Guayaquil - Ecuador



marcoantonio_peralvo@hotmail.com



<https://orcid.org/0009-0006-4344-8747>

Gavilanes-Tipan,Gina Giomara
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR
Licda. en Ciencias de la Educación Mención Ingles
Departamento de Posgrados
Guayaquil - Ecuador



nashigt@hotmail.com



<https://orcid.org/0009-0004-3661-0764>

Maliza -Cruz,Wellington Isaac.
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR
Guayaquil - Ecuador



wimalizac@ube.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0005-1426-583X>

Fechas de recepción: 01-MAR-2024 aceptación: 01-ABR-2024 publicación: 15-JUN-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

El artículo presenta “Manual de operación y mantenimiento del caldero 180 - BHP en el proceso de elaboración de panela.” en la provincia la innovación Tecnológica con la producción panelera es sin duda unos de los objetivos más importantes que persigue el Núcleo Empresarial “ASOCAP”, pero lo más significativo en el trabajo Agroindustrial son las buenas Prácticas de Manufactura, siendo muy transcendental manejarse con un manual de operación y mantenimiento del caldero 180bhp en el proceso de elaboración de panela, que permita laborar con eficiencia eficacia y efectividad. Actualmente es preciso trabajar con un Plan de mantenimiento y Asistencia Técnica que será, la transferencia de Tecnología con el objetivo de redimensionar y reorganizar el proceso productivo agro industrial, que impone una nueva visión a la agricultura cañera, buscando la sostenibilidad sobre la base de un amplio programa de diversificación de producción, que faciliten el aprovechamiento óptimo de sus potencialidades agrícolas, la reducción de sus costos y el incremento de la productividad, para alcanzar la competitividad de la producción con el trabajo permanente y satisfactorio del caldero 180bhp en el proceso de elaboración de panela.

Palabras clave:caldero 180bhp; Agroindustrial; Producción; Mantenimiento; Procesos



Abstract

The article presents "Operation and maintenance manual of the 180 cauldron - BHP in the panela production process." In the province, technological innovation with panela production is undoubtedly one of the most important objectives pursued by the "ASOCAP" Business Nucleus. , but the most significant thing in Agro industrial work is good Manufacturing Practices, being very transcendental to use an operation and maintenance manual for the 180bhp cauldron in the panela production process, which allows working efficiently, effectively and effectively.

Currently, it is necessary to work with a Maintenance and Technical Assistance Plan that will be the transfer of Technology with the objective of resizing and reorganizing the agro-industrial productive process, which imposes a new vision on sugarcane agriculture, seeking sustainability on the basis of a extensive production diversification program, which facilitates the optimal use of its agricultural potential, the reduction of its costs and the increase in productivity, to achieve the competitiveness of production with the permanent and satisfactory work of the 180bhp cauldron in the production process of panela.

Keywords: Boiler 180BHP; Agro industrial; Production; Maintenance; Processes



Introducción

En la actualidad, el mundo moderno ha llevado a las Plantas de producción a otro nivel, tanto que ahora ya pueden trabajar e incluso con sistemas computarizados, sin embargo el trabajo de estas máquina en los campos tienen que mantenerse con los correctos procesos de mantenimiento, controlados mediante el uso de planes que realizan el control de los motores que contempla un Caldero para la producción panelera, los cuales deben regular y controlan el tiempo de trabajo, para su debida Operación y Mantenimiento.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo la Implementación, de un “MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL CALDERO 180 - BHP EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PANELA.” Que beneficiara la producción de la Asociación de Cañicultores de Pastaza. De esta manera podemos mencionar que su importancia radica en los avances tecnológicos y sistemas de mantenimiento que generaría la mejor producción Agro-industrial del país.

Los manuales de Operación y Mantenimiento de mayor utilidad para mantener las partes en movimiento de los motores en óptimas condiciones, son desde hace mucho tiempo los elementos fundamentales para dar mayor tiempo útil de los Calderos de vapor, debido a que en este tipo de trabajo tienden a forzar por la carga que sufren las instalaciones a presión, en el transcurso de las moliendas de caña. Para su correcto uso y diseño se deben tomar en consideración varios factores fundamentales como son tiempo y horas de trabajo. En la Provincia de Pastaza, la innovación Tecnológica con la producción panelera es sin duda unos de los objetivos más importantes que persigue el Núcleo Empresarial “ASOCAP”, pero lo más significativo en el trabajo Agroindustrial son las buenas Prácticas de Manufactura, siendo muy transcendental manejarse con un manual de operación y mantenimiento del caldero 180bhp en el proceso de elaboración de panela, que permita laborar con eficiencia eficacia y efectividad.

Actualmente es preciso trabajar con un Plan de mantenimiento y Asistencia Técnica que será, la transferencia de Tecnología con el objetivo de redimensionar y reorganizar el proceso productivo agro industrial, que impone una nueva visión a la agricultura cañera, buscando la sostenibilidad sobre la base de un amplio programa de diversificación de producción, que faciliten el aprovechamiento óptimo de sus potencialidades agrícolas, la reducción de sus costos y el incremento de la productividad, para alcanzar la competitividad de la producción con el trabajo permanente y satisfactorio del caldero 180bhp en el proceso de elaboración de panela.

Material y métodos

A través del método científico con sus métodos generales:

Analítico: para establecer el Capítulo I, referente a la contextualización y justificación.

Sintético: Se usa en la estructuración del Capítulo II, del marco teórico.

Inductivo: Da mucha importancia en la estructuración del Capítulo IV, del Trabajo de Graduación para establecer el análisis e interpretación y recomendaciones partiendo de hechos observados particularmente.

Deductivo: Aplicable en el Capítulo V, del Trabajo de Grado para establecer las conclusiones y recomendaciones.

Histórico-Comparado: Útil en la estructura de la contextualización, elaboración de la justificación e importancia de la propuesta.

Descriptivo: Se lo utiliza durante toda la elaboración del Trabajo de Graduación y en especial en el Capítulo VI, la propuesta.

Resultados

Para la recolección de la información consideramos los siguientes elementos:

Validez y confiabilidad de los Instrumentos.

Validez. - Para procurar obtener la validez cualitativa y cuantitativa del proyecto, se sustentó las variables de la estructura consolidada del marco teórico y se elaboró los instrumentos de recolección de datos.

Confiabilidad. - Antes de la aplicación definitiva de los instrumentos de recolección de la información se comprobó la correcta estructura de la encuesta y se siguió los siguientes pasos:

Paso 1. Se recolecto la información bibliográfica y documental.

Paso 2. Se realizó la contextualización del problema.

Paso 3. Se aplicó la encuesta a los Productores Paneleros de la Asociación de Cañicultores de Pastaza “ASOCAP”.

Los datos obtenidos después de la aplicación de los instrumentos fueron procesados, organizados, codificados, tabulados estadísticamente y analizados a través de matrices estadísticas y en función a los resultados se diseñó, la propuesta que es: “Manual de Operación y Mantenimiento del Caldero 180bhp en el Proceso de Elaboración de Panela.”

Descripción de la muestra

La institución donde se llevará a cabo el proyecto de Investigación se llama Central Panelera de la Parroquia Teniente Hugo Ortiz, que se encuentra en la provincia de Pastaza, Cantón Pastaza ciudad del Puyo - Ecuador, el cual consiste en un proyecto de investigación (Artículo Científico)

Diseñar un manual de operación y mantenimiento del caldero 180bhp en el proceso técnico productivo de elaboración de panela.

La institución educativa presenta los siguientes niveles académicos:

En referencia el nudo crítico, nuestra investigación se centra en los productores que utilizaran la planta procesadora a través de un caldero 180 BHP en la producción de panela.

Las personas que intervienen en el proceso de la investigación son:

- Número de Productores de panela: 60
- Número de técnicos provinciales: 10
- Número de maestrantes: 03

En referencia a los datos de los que serían beneficiados de la investigación sobre el “Diseño de un manual de operación y mantenimiento del caldero 180bhp en el proceso de elaboración de panela”:

- Número de género femenino: 25
- Número género masculino: 35
- Número total de Familias beneficiadas: 60

DESCRIPCIÓN GENERAL

Foto N° 01 Planta Panelera Teniente Hugo Ortiz.

Esta es una caldera COMBINADA para generar vapor de agua saturado a unos 175°C a una presión igual o inferior a 150 libras por pulgada cuadrado (10,34 bares), utilizando bagazo,



madera, carbón, como combustible y recibiendo agua de alimentación a una temperatura no inferior a 70°C. Su capacidad nominal es de 6.025.500 de British Thermal Units (BTU), entregadas al agua que fluye a través de ella, o 90 Boiler Horsepower) con lo que se logra generar unas 6.210 libras de vapor por hora (3.105 Kg/hr), 1.500.000 kcal/h, dependiendo de las condiciones de la entrada de agua y salida del vapor.

El sistema de caldera combinado de generación de vapor consta de un hogar con parrilla y paredes enfriadas por agua, de tipo acuotubular y un sistema de absorción de calor, de tipo piro tubular el cual genera vapor de agua saturado a una presión no superior a 150 PSI. Así mismo cuenta con sistemas de absorción de calor externos al hogar para el precalentamiento del agua de alimentación.

El combustible (BAGAZO) se transporta y se quema en el hogar de tipo Acuotubular a través del ducto de Dosificación y se encuentra asistido por un ventilador de aire primario, para la combustión.

Foto N° 02 Sistema de Alimentación de Energía (Bagazo).

Las flamas de fuego generadas en el interior irradian y transfieren calor a toda la superficie del hogar, conformada por tubería, en donde ebulle el agua a presión que se encuentra en el interior de la tubería. De este modo el vapor asciende hasta los domos superiores, donde se realiza la separación del agua y luego se envía fuera hacia la red principal de vapor.



Los productos de la combustión, aún calientes, salen del hogar por la parte superior posterior para dirigirse hacia el “piro tubo”, donde se trasfiere gran parte del calor y de este al pre calentador de aire para calentar el aire de combustión. Estas zonas reciben el nombre de "zonas de convección", porque la transferencia de calor ocurre por el mecanismo de convección de los gases a los tubos, y de estos al agua y aire que circula alrededor de ellos.

Los gases de la combustión son movidos por un ventilador, de tiro inducido, que los succiona del precalentador, el cual provoca una ligera depresión en el hogar produciendo de este modo el flujo de los gases hacia la zona de convección. El ventilador de tiro inducido descarga dichos gases a un sistema mecánico de separación de partículas, llamado ciclón, que utiliza el mecanismo de la fuerza centrífuga como forma de separación, para luego conducirlos a través de la chimenea y despedirlos hacia la atmósfera.

Las partículas retenidas en el ciclón se almacenan en la parte inferior del mismo para ser desalojadas cuando se requiera.

Foto N° 03 Bridas para inspección y limpieza

Los lodos que se generan por las impurezas que puedan entrar con el agua en forma sólida o disuelta drenan hacia las tuberías inferiores de la caldera y de estas hacia el domo colector de lodos, el cual se ubica en la parte más baja de la caldera y que además posee bridas para inspección y limpieza, lo mismo que las tuberías "cabezales" que conforman la parrilla de la caldera.



1. ADVERTENCIA

Estas instrucciones deben ser estudiadas, discutidas y entendidas a cabalidad por el personal a cargo de la operación de las calderas y no deberá intentarse ninguna operación nueva, mientras que no se tenga pleno control de la situación.

La política de la compañía es diseñar los equipos con liberalidad suficiente, para que si estos se operan por diversas circunstancias bajo condiciones adversas o de sobrecarga razonable, no significa que necesariamente se presentará un daño. Lo que debe entender el cliente, es que asume la responsabilidad por cualquier consecuencia de operar el equipo con variables fuera de especificaciones.



FICHA TECNICA:

SERIAL.



MODELO	ECOLÓGICA
TIPO	COMBINADA(ACUOP IROTUBULAR)
POTENCIA	180 BHP
PRESIÓN DE DISEÑO	150 (PSI)
PRESIÓN DE TRABAJO	130 (PSI)
PRUEBA HIDROSTÁTICA	250 (PSI)
PRODUCCIÓN DE VAPOR	5950 LB/H
TIPO DE COMBUSTIBLE	BAGAZO, LEÑA
CONSUMO DE ENERGÍA	45 KW
TIPO DE ALIMENTACIÓN	SEMIAUTOMÁTICA CON BANDA TRANSP.
EFICIENCIA TÉRMICA	75% (+/- 5%)
TABLERO	ELECTRÓNICO 220/380 V

2. ACCESORIOS Y CONTROLES

2.1 VENTILADOR DE AIRE PRIMARIO

Foto. N° 03 Ventilador de Aire.

- Inyecta la cantidad de aire suficiente para una buena combustión en el hogar. Este aire es insuflado por debajo de la parrilla a través de las ranuras que ésta tiene. Y sus características son:
- Tipo centrífugo.
- Tamaño: rotor Ø 700 mm (27.55 inch).
Regulado con dâmpner
- Entrada: sencilla
- Descarga: 470 x 470 mm
- Motor: marca Siemens, 12 Hp, 1800 RPM, 3 fases, 220/440 V, 60Hz.
- Polea motor Ø 5" 1/2" 2B Eje de Ø 38 mm y Cuñero de 10x5 mm
- Pole Ventilador Ø 7" 2B Eje de Ø54 mm y Cuñero de 14 x 7 mm
- Velocidad ventilador RPM: 1400
- Correas: Dos (2) correas A 65



- Rodamientos SKF SY 55 - TF
- Eje del ventilador: Material AISI -SAE 4140, Ø 56 mm externo y Ø 40 mm interno.
- Cantidad: Uno (1).

2.2 VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO



Foto. N° 04 Ventilador de Tiro

Extrae los gases de la combustión una vez que han cedido la mayor parte del calor al pre calentador de aire, además posee las siguientes características:

- Tipo centrifugo.
- Tamaño: rotor □ 800 mm (31.5 inch).
- Entrada: sencilla
- Descarga: 600 * 600 mm
- Motor: marca Siemens, 25 Hp, 1800 rpm, 3 fases, 220/440 V, 60Hz.
- Polea motor Ø 6" 3B Eje de Ø 42 mm y Cuñero de 12x6 mm
- Pole Ventilador Ø 7" 3B Eje de Ø74 mm y Cuñero de 3/4" x 3/8"
- Velocidad ventilador RPM: 1500 □ Correas: tres (3) correas B 71".
- Rodamientos: SKF SNL 517.
- Eje del ventilador: Material AISI -SAE 4140, Ø 80 mm externo y Ø 40 mm interno.

2.3 SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL DE AGUA EN LA CALDERA

Foto. N° 05 Control Nivel de Agua.

Consta de un flotador dentro de un pequeño recipiente a presión que mueve dos interruptores eléctricos “microswitchs”, de los cuales el primero tiene dos contactos, uno normalmente cerrado y otro normalmente abierto; mientras que el segundo interruptor posee un contacto normalmente cerrado. El contacto normalmente cerrado del primer interruptor proporciona una alarma de bajo nivel, mientras que el contacto normalmente abierto bloquea la señal eléctrica para el encendido de la caldera. La función del segundo interruptor es enviar una señal al sistema de bomba para que surtan de agua a la caldera. Cuando el nivel de agua es restaurado se invierte la posición normal de los contactos, en consecuencia, se interrumpe la señal de alarma y se da señal para el encendido de la caldera, a la vez que el sistema de bomba se apaga.



El control de nivel posee un visor de nivel, en vidrio pírrex, que indica el nivel de agua que tiene la caldera en general. El control de nivel utilizado es de marca Mc. Donnell and Miller referencia 157.

2.4 SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN

Foto. N° 07 Control de Presión.

La caldera cuenta con un (1) control de presión el cual apaga el ventilador de aire primario y tiro inducido, así como el sistema de banda. Una vez que se ha alcanzado el valor de la presión de trabajo.

El control de presión utilizado es de marca Honeywell L404A-D, F.



VALVULA DE SEGURIDAD CALDERA

❖ Marca: TECVAL. V.S.R.G



- ❖ Modelo: VSGR 1 1/2" x 2" x 140 PSI.
- ❖ Fluido: Vapor saturado
- ❖ Descarga: 6832 Lb/h
- ❖ Materiales: Cuerpo hierro dúctil, conector y disco en Bronce.
- ❖ Resorte en acero inoxidable AISI 1070

VALVULA DE SEGURIDAD TANQUE DE CONDENSADOS

- ❖ Marca: TECVAL. V.S.G.R
- ❖ Modelo: VSGR 1" x 1 1/4" x 140 PSI.
- ❖ Fluido: Vapor saturado
- ❖ Descarga: 2676 Lb/h
- ❖ Materiales: Cuerpo hierro dúctil, conector y disco en Bronce.
- ❖ Resorte en acero inoxidable AISI 1070.

2.6 BOMBAS DE CONDENSADOS

Esta bomba trabaja, en la succión, a la temperatura y presión de los condensados provenientes del proceso, y su oficio es hacer circular el agua desde el tanque de condensados hacia la caldera, elevando la presión de los condensados a un valor mayor que la presión de trabajo de la caldera. Dicha bomba se encuentra gobernada por el control de nivel de agua de la caldera. Las características de la bomba son:



- ❖ Marca: HYDROMAC.
- ❖ Modelo: MZG 40/4. Bomba centrífuga monoblock multietapas.
- ❖ Caudal: 60 gpm a 150 psi.



- ❖ Diámetro succión: Ø2".
- ❖ Diámetro descarga: Ø1 1/2".
- ❖ N° etapas: 8
- ❖ Impulsor: Fundición gris
- ❖ Sello mecánico: Vitón.
- ❖ Material: Hierro fundido.
- ❖ Motor: Siemens, 10 Hp, 3600 rpm, 3 fases, 220/440 V, 60Hz.
- ❖ Transmisión directa.
- ❖ Cantidad: una (1)

2.7 MANÓMETRO



Se utiliza para medir la presión al interior de un recipiente. La caldera posee un manómetro de carátula que indica el valor de la presión a la que están sometidas la tubería del hogar y los domos. Las características del manómetro son:

MANOMETRO CALDERA

- ❖ Material: Inoxidable.
- ❖ Tipo: Glicerina.
- ❖ Rango: 0-200 PSI
- ❖ Diámetro: 6"
- ❖ Conexión: Diámetro 1/2" en posición vertical.
- ❖ Cantidad: Uno.

MANOMETRO TANQUE DE CONDENSADOS

- ☐ Material: Inoxidable.
- ☐ Tipo: Glicerina.
- ☐ Rango: 0-200 PSI
- ☐ Diámetro: 4"
 - ❖ Conexión: Diámetro ½" en posición vertical.
 - ❖ Cantidad: Uno.



2.8 TABLERO ELÉCTRICO

Posee los arrancadores y protectores de máxima corriente para los motores de los ventiladores, de la bomba de alimentación, un totalizador, luces de señalización, protecciones, así como de los elementos suficientes y necesarios que garanticen la protección adecuada tanto de los equipos y el correcto funcionamiento de la caldera, así como de las instalaciones en donde se encuentra.



2.9 COMPUERTAS DE ACCESO PARA LIMPIEZA DE LA CALDERA

Existen Cuatro (4) puertas localizadas en la pared frontal de la caldera que permiten que una persona entre al hogar y realice labores de limpieza, inspección, mantenimiento o reparación, según sea el caso.



De igual forma los piro tubos tienen una compuerta o tapa en el extremo de fácil acceso que se usan para inspeccionar y limpiar los tubos cuando sea necesario; esto también ocurre para el pre calentador de aire.

La limpieza de estas zonas es vital porque permite remover depósitos de cenizas que se acumulan al interior de los tubos dado que reducen la absorción de calor en las zonas de transferencia de calor por convección, a la vez que impiden el flujo adecuado de los gases.



2.10 PAREDES DE AISLAMIENTO

Están construidas con doble lámina de acero, con lana mineral entre ellas como elemento aislante, que cubren la caldera para reducir las pérdidas de calor y aislar las paredes calientes; están soportadas por una estructura, la cual se encuentra integrada al cuerpo de la caldera, de dimensiones adecuadas para ser removidas con facilidad y tener acceso a las paredes de la caldera.



2.11 CAJONES DE ACUMULACIÓN DE CENIZAS

Está ubicado debajo de la parrilla del hogar y tiene como función recolectar las cenizas de la combustión. El cajón de ceniza posee también una puerta de acceso para remover dichas partículas. En general son partes no críticas de la caldera y se encuentran fabricadas en acero estructural ASTM A36.



2.12 CICLÓN SEPARADOR DE PARTÍCULAS.

Este periférico separa por vía centrífuga las partículas más pesadas procedentes de la combustión, para luego ser recolectadas y evacuadas fuera del sistema. Entre tanto, las partículas livianas son conducidas a través de la chimenea para ser enviadas a la atmósfera. Cabe resaltar que las emisiones de la chimenea cumplen ampliamente la normativa sobre emisiones ambientales.



- ❖ Diámetro Exterior Ciclón: 1400 mm
- ❖ Diámetro Salida Ciclón: 700 mm =
(Diámetro Chimenea) □ Altura ciclón: 5.410 Mts.
- ❖ Cuerpo: HR 1/4" y 3/16" A 36

3. OPERACIÓN DE LA CALDERA



PRECAUCIONES ANTES DEL ENCENDIDO

Estas indicaciones normalmente pueden seguirse al mismo tiempo que se realiza la inspección general de la unidad, sin embargo, por tratarse de un punto tan vital como la seguridad, preferimos dar una lista separada de ítems, que deben verificarse. Acá se encamina al primer arranque de su instalación definitiva pero aplica en general para cualquier arranque después de una parada prolongada.

3.1 REVISIONES PREVIAS PARA ENCENDER LA CALDERA

3.1.1 GENERALES

A. Verifique si existe una póliza de seguros que cubra los riegos de la puesta en marcha. Tanto si ésta es por cuenta del cliente como si lo es por la Compañía, asegúrese de que está vigente.

B. Verifique la existencia de extintores en las cercanías del área de la caldera. De acuerdo con el tamaño de la instalación deberán existir varias unidades. Estas deben ser preferentemente del tipo de espuma.



- C.** Recorra toda la instalación, plataformas y escaleras para comprobar que no hay obstáculos peligrosos en caso de una emergencia.
- D.** Asegúrese de que la iluminación de todas las áreas importantes es adecuada y está en condiciones de funcionamiento.
- E.** Compruebe que se haya limitado el acceso al área de todo el personal no autorizado y que existe un sistema de identificación de válvulas y sistemas de seguridad adecuado.
- F.** Compruebe que no existen depósitos de materiales inflamables en las cercanías de la caldera.

3.1.2 SISTEMA DE ENCENDIDO

- A.** Verifique la disponibilidad de combustible tanto para encendido como para operación.
- B.** Asegúrese de que existe suministro normal de corriente eléctrica y compruebe la posibilidad de interrupciones.
- C.** Revise que el manómetro de la caldera se encuentre en óptimo estado.
- D.** Compruebe con un voltímetro que los voltajes son los adecuados.
- E.** Verifique el ciclo completo del programador y todos los enclavamientos que se encuentren en el respectivo plano eléctrico, el cual debe estudiarse cuidadosamente. Asegúrese de que las válvulas eléctricas tienen suministro de corriente. Es claro que existen varios combustibles, las comprobaciones deben realizarse para cubrir todas las combinaciones.

3.1.3. MOTOR-VENTILADOR

- A.** El motor del ventilador así como el restante de motores eléctricos de la caldera deben probarse con megger tanto en su aislamiento como en el sistema de tierra.
- B.** Compruebe el sistema de rodamientos de los motores. Asegúrese que los rodamientos estén bien lubricados.



3.1.4. VÁLVULAS DE SEGURIDAD

- A.** Compruebe que estén todas instaladas en el sitio que les corresponde.
- B.** Compruebe que hay provisiones suficientes para expansión y descarga; si instala venteos a la descarga a las válvulas, éstos no deben ser rígidos ni solidarios a la misma, deben remitirse a los estándares de venteo para válvulas de seguridad.

3.1.5 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA

A. Verifique el nivel de agua en el desaireador de la caldera y en el tanque de condensados este entre la mitad y las tres cuartas partes ($3/4$) del vidrio visor, de abajo hacia arriba, abrir las válvulas de la línea del tanque a la bomba y a la caldera.

B. Comprobar con los grifos del nivel visible en la columna de control de nivel que este es correcto, drene la columna y observe la restauración del nivel.

C. Poner el interruptor de la bomba de alimentación o de control de nivel en posición automático en esta forma el nivel de agua se mantendrá en punto normal.

D. Revise que las válvulas en la succión y descarga de la bomba de alimentación se encuentren abiertas.

- Verifique que el nivel de agua en la caldera este entre la mitad y las tres cuartas partes ($3/4$) del vidrio visor, de abajo hacia arriba.
- Si la caldera muestra un nivel de agua adecuado para operar, drene la columna del visor y compruebe que se recupera el nivel.
- Verifique el nivel de agua en el tanque de condensados, o en su defecto el tanque para la alimentación de agua de la caldera.
- Revise que las válvulas en la succión y descarga de la bomba de alimentación se encuentren abiertas.
- Revise que el manómetro de la caldera se encuentre en óptimo estado.
- Verifique la disponibilidad de combustible tanto para el encendido como para la operación.
- Revise que el control de presión estén ajustado de acuerdo a la presión de trabajo de la caldera.
- Compruebe el suministro normal de corriente eléctrica.



3.2 OPERACIONES PREVIAS PARA ENCENDER LA CALDERA

- Realizar una purga de fondo a la caldera para eliminar los lodos y sedimentos que se encuentran en el domo colector de lodos y en el control de nivel.

- Constatar que el nivel de agua en la caldera no haya bajado más allá del límite establecido una vez hecha la purga, si esto ocurre, revisar que el nivel de agua se ha restaurado dentro de los límites establecidos por el control de nivel Mc Donnell and Miller.
- Preparar una pequeña hoguera en el hogar de la caldera, con el fin de iniciar el encendido de la misma, con materiales tales como madera, cartón, pequeños trozos de carbón, combustibles residuales, etc. En ningún caso usar hidrocarburos tales como gasolina, thinner, etc, por su alto grado de inflamabilidad y peligro de manipulación. Prender la banda transportadora para suministrar combustible (Bagazo) al hogar de combustión e iniciar la operación de la caldera.

3.3 SECUENCIA DE ENCENDIDO

- Chequear, una vez más, el nivel de agua en la caldera.
- Revisar que las válvulas de drenaje estén cerradas y que la válvula de salida de vapor se encuentre abierta.
- Verificar que todas las válvulas de la línea de agua que se encuentran entre el tanque de condensados y la caldera estén abiertas.
- Si se observa que hay una buena combustión encender manualmente el ventilador de tiro inducido, primario y la dosificación de bagazo.
- A medida que la caldera entrega una cantidad apreciable de vapor de agua, y en consecuencia el nivel de agua disminuye, se debe encender automáticamente la bomba de agua de alimentación para suplir esta demanda.

3.4 OBSERVACIONES DURANTE EL CALENTAMIENTO

Durante el calentamiento se debe revisar el funcionamiento del sistema de combustión, compuesto por los ventiladores de aire primario y el de tiro inducido, así como el dámper para la regulación del caudal. Revisar también la presencia de inquemados en el hogar, la cantidad de ceniza producida, el tipo y forma de suministro de combustible, temperatura en el ciclón, humos en la chimenea, etc.

3.5 PURGA DE LA CALDERA

El agua de alimentación de la caldera generalmente contiene diversas clases de impurezas, los productos químicos que se agregan para reducir estas impurezas también se consideran como impurezas adicionales. A medida que el agua se evapora, estas impurezas se van concentrando y causan la formación de lodos que se depositan en las zonas de calentamiento.



La reducción de dichas concentraciones y depósitos se logra con una adecuada purga de la caldera.

Además de las instrucciones presentadas en este manual, se recomienda consultar al especialista que realiza el análisis de agua para elaborar un programa de purgas que asegure el buen funcionamiento de la caldera.

3.6 PROCEDIMIENTO EN CASO DE BAJO NIVEL EN LA CALDERA

En caso de presentarse una falla de este tipo, si se sigue el procedimiento adecuado, no existe riesgo de daño para la caldera, pero si la emergencia no se atiende en la forma debida, se pueden ocasionar daños serios en la caldera llegando en casos extremos a generar accidentes graves.

Por norma general, en ningún caso se deberá suponer que el daño se presenta en el control de nivel, y en caso de ser así la caldera se deberá mantener apagada hasta tanto no se reparen los controles y la caldera tenga todas sus protecciones en orden.

Cuando el nivel de agua desciende del punto indicado, el control de bajo nivel apaga los ventiladores de combustión y enciende una luz indicadora en el tablero de control. En esta instancia el operario deberá revisar la causa de la falta de agua y corregirla. Si la falla es rápidamente solucionada, el nivel se restituirá automáticamente y la caldera seguirá su operación normal. Si el problema persiste y el nivel de agua continúa bajando, se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- Apagar completamente la caldera.
- Cerrar la válvula de salida de vapor.
- Retirar del hogar el material que se encuentra en combustión.
- Dejar enfriar la caldera.

Si se presentan síntomas de recalentamiento NO intente alimentar la caldera con agua, hasta tanto la caldera no esté COMPLETAMENTE fría.

3.7 PROCEDIMIENTO PARA LLEVAR LA CALDERA FUERA DE SERVICIO



- Apagar la caldera, es decir, suspender el suministro de aire proveniente de los ventiladores primario y secundario, así como la alimentación de combustible.
- Esperar a que la presión en la caldera sea nula ó cero.
- Mantener el nivel de agua en la caldera, para ello NO se debe apagar la bomba de alimentación de agua.

Si la caldera va a dejarse vacía entonces:

- La temperatura del agua debe ser menor de 30°C antes de drenarla.
- Interrumpa el suministro de corriente con el breaker del tablero eléctrico.
- Cerrar la válvula de alimentación de agua de la caldera.
- No debe haber combustión en la parrilla.

3.8 VACIADO DE LA CALDERA.

Debido a la presencia de lodos y sedimentos en el interior de la caldera y a la tendencia de acumularse en los puntos más bajos de la misma, es imprescindible purgarla inmediatamente después de sacarla de línea, para ello se debe esperar que la presión haya disminuido y luego se abren las válvulas de drenaje. Es muy importante no esperar demasiado antes de sacar los lodos, ya que pueden secarse y endurecerse. Es importante recordar que para realizar esta operación la caldera debe estar apagada y no debe haber combustible encendido en la parrilla.

4. CALIDAD DEL AGUA DE LA CALDERA

La caldera está diseñada para que con un buen mantenimiento opere sin problemas durante decenas de años. Por ello es importante destacar que el primer factor que incide en la vida de la caldera es la calidad del agua de suministro y se aconseja hacer un tratamiento especial con químicos al agua de reposición y a toda agua nueva que ingrese al sistema. Para ello se acude a una firma especializada en estos asuntos la cual determina las sustancias químicas y las proporciones en las que se debe añadir.

Además es importante mantener la alcalinidad del agua de la caldera en un valor de PH cercano a 10 o 10.5 (la muestra se toma de la válvula de drenaje de la caldera) para minimizar la corrosión. Por otro lado, la presencia del oxígeno del aire en el agua causa corrosión en los tubos.

4.1 PARÁMETROS DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN.

PH 9.5 - 10.5



Sólidos totales (ppm)	Máximo 2500.
Alcalinidad OH	100-400
Dureza total (ppm CaCO ₃)	0-5
Sílice (ppm SiO ₂)	Máximo 125.
Oxígeno (ppm)	Máximo 0.007
Hierro (ppm)	Máximo 0.1
Residual de sulfito (ppm SO ₃)	20-40
Residual de fosfatos (ppm PO ₄)	40-60

Las indicaciones aquí contenidas se deben considerar solamente como una guía general, de cualquier forma, es importante contactar como se mencionó antes, con una firma especializada en el área que diseñe el tratamiento óptimo para la caldera, teniendo en cuenta la intensidad de la operación, las variaciones en la calidad del agua, ciclos de marcha y parada, etc.

5. INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO RUTINARIO PARA LA CALDERA

5.1 CONTÍNUAMENTE

- Mantener libre de combustible y aseado el lugar de trabajo.
- Cumplir las instrucciones dadas por el fabricante del equipo.
- Seguir las instrucciones para el tratamiento del agua de alimentación.
- Realizar un recorrido de inspección cada hora para verificar que no hayan escapes en la tubería, bridas, uniones de paso, válvulas, etc.
- Revisar que la banda este trabajando en forma adecuada.

5.2 DIARIA

- Control de la bomba de alimentación y su corte por bajo nivel.
- Control del programa de purgas.
- Purga de la columna de agua del visor de nivel.
- Purgar la caldera utilizando las válvulas que se encuentran ubicadas en el domo colector de lodos.



5.3 EN CADA TURNO

Desalojar las cenizas que se hayan depositado en los puntos de recolección de partículas, tales como parrilla, cajón de cenizas, si las condiciones así lo determinan. Esta rutina de limpieza podrá ser reevaluada por el operario de acuerdo con la experiencia adquirida, ya que esta labor es relativa al manejo de la caldera, a la calidad del combustible y a la intensidad de operación del equipo.

5.4 CADA VEZ QUE SE APAGUE LA CALDERA

- Limpiar la parrilla de cenizas y verificar que las ranuras estén libres de obstrucciones, así como verificar que por ellas sale aire en cantidades apreciables.
- Limpiar los filtros en el lado de succión de la bomba de alimentación.
- Mantener la caldera con agua en su nivel normal.

5.5 SEMANAL

- Remover manualmente las costras y depósitos que se encuentren sobre las superficies del hogar, con la ayuda de una grata de cerdas metálicas.
- Limpiar completamente los tubos que conforman los piro tubos y el pre calentador de aire, con cepillo metálico.
- Extraer las partículas acumuladas en el ciclón.
- Verificar que las alarmas de bajo nivel se encuentren operando correctamente.
- Purgar el control de nivel y la línea de vapor del manómetro.

5.6 MENSUAL

- Limpiar el polvo de los controles eléctricos, verificando que el interruptor general este apagado antes de efectuar la limpieza.
- Mantener cerrada las puertas del tablero eléctrico a menos que esté realizando algún trabajo en los controles eléctricos.
- Efectuar mantenimiento del sistema de alimentación de agua.
 - Revisar el funcionamiento de las válvulas del control de nivel.



- Revisar la lubricación de los motores en general.
- Verificar el estado de las paredes del hogar y el estado de los refractarios en el paso de gases y puertas de inspección.
- Verificar el estado de los acoples y motores en general, así como las correas.
- Chequear todas las válvulas que intervienen en el funcionamiento de la caldera.

5.7 AL PRIMER TRIMESTRE

Destapar las bridas de inspección de la caldera y retirar completamente cualquier tipo de lodo que se encuentre.

5.8 SEMESTRAL

Seguir el programa de mantenimiento mensual incluyendo lo siguiente:

- Lavado general de la caldera cuidando que salgan todos los lodos.
- Revisión de la salida de vapor para buscar posibles incrustaciones, lo cual es un indicativo de un tratamiento inadecuado del agua de alimentación.
- De la superficie limpia en los tubos depende en gran parte la eficiencia, el hollín actúa como medio aislante evitando la transferencia de calor y el flujo de los gases. Por esta razón deben limpiarse adicionalmente cuando se detecte una alta temperatura de chimenea o una baja producción de vapor.
- Al llenar la caldera verificar la hermeticidad de las bridas de inspección apretándolas a medida que aumenta la presión.
- Si la caldera se encuentra completamente limpia y se tiene un alto grado de confianza en la calidad del tratamiento del agua de alimentación, estas inspecciones se podrán realizar cada año.

5.9 ANUAL

Cumplir con el programa semestral y además:

- Cambiar la empaquetadura de la bomba de alimentación si es necesario o según lo estipulado por el fabricante.
- Mantenimiento de los motores en un taller especializado.
- Análisis por parte de un especialista en aguas para determinar la eficiencia del tratamiento químico.



5.10 FALLAS MÁS COMUNES

Si la caldera se apaga algunas causas pueden ser:

- Combustión pobre o inadecuada: para ello se debe comprobar la dosificación del aire y observar si el suministro de combustible es el correcto.
- Condiciones de bajo nivel de agua: se debe asegurar que el nivel de agua está en el punto normal en el vidrio, así mismo, verificar completamente el sistema de alimentación de agua y los controles de nivel. Si el nivel de agua fluctúa en forma indebida, verificar el tratamiento del agua.
- Fallas en el suministro de energía eléctrica: chequear contactores, fusibles, interruptores, etc. Observar si hay fluctuaciones de voltaje y verificar todas las terminales y conexiones eléctricas.

6. CONSIDERACIONES ACERCA DE LOS VENTILADORES

- Verificar que los rotores no tengan rozamiento, girándolos manualmente.
- Los rotores deben estar perfectamente centrados con respecto a los conos de entrada del aire.
- Asegurarse que todos los pernos y tornillos estén apretados.
- Las poleas de los motores y rotores deben estar perfectamente alineadas.
- Las correas deben estar correctamente tensionadas. Una correas demasiado tensionadas pueden causar más daño que unas correas flojas. Cuando el motor se arranca directamente de la línea de energía y la transmisión está seleccionada correctamente, las correas deslizan una fracción de segundo; este deslizamiento produce un ruido agudo. Cuando no se produce dicho ruido, puede existir una sobretensión de las correas.
- Verificar el sentido de rotación de los ventiladores.
- Revisar que las chumaceras tengan la lubricación requerida.
- Comprobar las conexiones eléctricas en los motores.

6.1 LABORES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Los siguientes puntos deben verificarse mensualmente:

- Tensión de las correas.
- Alineación de las poleas.
- Desgaste imprevisto de las chumaceras.

Anualmente deben seguirse las siguientes instrucciones:



- Limpiar los rotores si se ha impregnado con materias extrañas.
- Verificar la presencia de vibraciones anormales.
- Revisar los álabes de los ventiladores, para detectar desgaste o fisuras.
- Cambiar las bandas si están en mal estado, luego alinear y tensionar.
- Verificar que los pernos que sujetan los rotores, las poleas y las chumaceras estén correctamente apretados.

6.2 LUBRICACIÓN

La que determine el fabricante de los rodamientos en particular y en las condiciones de frecuencia y forma de lubricar, así como de las condiciones de trabajo de los equipos. Por lo general se emplean lubricantes de base lítica.

Referencias bibliográficas

Mario Bunge. (1973). "Heurística", en La Investigación científica. Barcelona, Editorial Ariel, pp. 221-229

Unidad 1

Actividades de aprendizaje

Bunge Mario. La Ciencia. Su método y su filosofía. www.philosophia.cl / Escuela de Filosofía Universidad ARCIS.

CONSEJO MEXICANO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA, AC. La investigación educativa en México: usos y coordinación. Revista Mexicana de Investigación Educativa septiembre-diciembre 2003, vol. 8, núm. 1

García de Córdoba Fernando y García-Córdoba Lucía Teresa (2005).

LA PROBLEMATIZACIÓN. Etapa determinante de una investigación. SEGUNDA EDICIÓN. INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN DEL ESTADO DE MÉXICO.

ALMEIDA, M. 2011. Proyectos Agropecuarios. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. (Apuntes en clase)

BARBOZA, R.; GUEVARA, L. 1991. Importancia de la caña de azúcar y subproductos en la alimentación de rumiantes. Cundinamarca CO: s.e. 56 p. pdf.

PRODAR 2012. Calderas de Vapor. Valle del Cauca, CO. s.e. p. 3. Consultado 19 Oct 2013 Disponible en: <http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/prodar-panelavapor.htm>.

Osorio, Guillermo. (2007). Manual Técnico Buenas Practicas Agrícolas BPA y buenas Prácticas de Manufactura BPM en la producción de Caña de Azúcar. CORPOICA.

Calero, C. (2021). Sector Agroindustrial de caña de azúcar Informe anual 2020-2021. Colombia: Asocaña.



Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.