

Facultad de Tecnología de la Industria

Evaluación del mantenimiento preventivo en los sistemas de ceniza 1 A y 1 B del área de caldera, mediante el análisis del sistema existente, en la empresa Cogeneración Green Power S.A.

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Industrial/Mecánico

Elaborado por

Tutor:

Br. Freddy Rafael
Aguilera Hurtado
Carnet: 2009-
29015

Br. Manuel José
Bojorge Ramírez
Carnet: 2011-
37330

Br. Cony Leonela
Chávez Calvo
Carnet: 2013-
61135

MSc. Paul Arafat
Guadamuz Herrera

Managua, Nicaragua

Dedicatoria

Primeramente, doy gracias a Dios, porque me ha permitido llegar hasta la meta, de principio a fin, así mismo a seguir adelante y terminar lo que había iniciado.

A mi mama Francis Calvo que ha sido mi pilar y apoyo incondicional desde que inicie mi carrera y me motivo a esforzarme y dar lo mejor de mí, mama y mejor amiga.

A mi Papa Daniel Montiel que me apoyo en todo momento tanto económicamente como profesionalmente, aconsejándome siempre a que me esforzara para ser alguien en la vida.

A mi Esposo Jaime Calero quienes han estado conmigo para apoyarme en mis decisiones, mi mejor amigo, consejero y ayuda idónea.

A mi Tutor Ing. Paul Arafat Guadamuz Herrera por el apoyo que nos brindó en el trabajo monográfico.

A la Universidad Nacional de Ingeniería por darme la oportunidad de haber cursado mi carrera universitaria y por todas las herramientas que nos brindaron durante estuve cursando.

Sin duda alguna gracias a cada uno de ellos por todo el apoyo que me dieron como familia y por creer en mí.

y como siempre digo **“Dios es bueno todo el tiempo y Todo el tiempo Dios es bueno”**

Conny Leonela Chávez Calvo

Índice

I.	Introducción.	1
II.	Objetivos.	2
	2.1. Objetivo General	2
	2.1.1 Objetivo Específico	2
III.	Marco Teórico	3
	3.1 Evaluación del mantenimiento preventivo	3
	3.1.1 Evaluación	3
	3.1.2. Mantenimiento	3
	3.1.3. Principios básicos de mantenimiento	4
	3.1.3 Funciones específicas	4
	3.1.4 Funciones secundarias del mantenimiento	4
	3.1.5 Mantenimiento industrial	5
	3.1.6 Mantenimiento preventivo	6
	3.1.7 Ventajas del Mantenimiento Preventivo	7
	3.1.8 Desventajas del Mantenimiento Preventivo	7
	3.2 Presupuesto	8
	3.3 Partes principales de un sistema de ceniza volátil.	8
	3.3.1. Tolva recolección de ceniza	8
	3.3.2. Visores físicos de vidrio	8
	3.3.3. Junta de expansión	9
	3.3.4. Placa principal con refrigeración	9
	3.3.5. Guillotina superior	9
	3.3.6. Guillotina inferior	9
	3.3.7. Vasija recolectora de ceniza	10
	3.3.8 Esfera de domo	10
	3.3.9. Empaque de silicona	10
	3.3.10. Tubería de transporte	10
IV.	Diseño Metodológico.	12
	4.1 Tipo de Enfoque	12

4.2 Tipo de Investigación	12
4.3 Población.....	12
4.4 Técnicas y Recopilación de Datos.	12
4.4.1 Instrumento.....	13
4.4.2 Entrevista	13
4.5 Investigación documental	13
4.6 Ficha técnica.....	13
V. Desarrollo metodológico	14
5.1. Acerca de la empresa.....	14
5.2. Misión	14
5.3. Visión	14
5.4. Ubicación.....	14
5.5. Descripción del área de evacuación de ceniza	15
5.6. Sistemas de ceniza 1 A Y 1 B	16
5.7. Diagrama de Flujo de los sistemas de ceniza 1A Y 1B.....	17
5.8. Análisis del programa actual de tiempo en los equipos de ceniza.....	18
5.9. Método de desarme equipos de ceniza por operador	20
5.9.1. Inspección y desarme de equipos de ceniza según manual del proveedor	21
5.10. Análisis del mantenimiento aplicado según operador	23
5.11. Evaluación del presupuesto del mantenimiento preventivo actual.....	24
5.11.2. Costos HH real vs costos HH presupuestado por la empresa	26
VI. Conclusiones.	28
VII. Recomendaciones.....	29
VIII. Bibliografía.	30
IX. Cronograma de Ejecución.....	31
X. Anexos.....	33

I. Introducción.

El mantenimiento preventivo es la base del rendimiento y aseguramiento de la funcionalidad continua de los equipos que forman parte del sistema productivo, buscando la fiabilidad y estabilidad de la empresa. Para lograr esto es necesario manejar un plan de mantenimiento preventivo que ayude a mantener la operatividad y evitar paros ineficaces por correcciones de fallas en los equipos. La demanda social actualmente exige a las empresas un mejor rendimiento en la producción, situación que no se cumple en gran parte por un mantenimiento mal efectuado.

Ante la oportunidad de desarrollar un trabajo investigativo en la empresa Cogeneración Green Power S.A. ubicada en San Rafael del Sur, se realizó el presente trabajo que se enfoca en la evaluación del mantenimiento preventivo del sistema existente en los equipos de evacuación de cenizas 1A y 1B con el fin de diagnosticar la situación actual de su mantenimiento y valorar que tan eficiente es.

La importancia de realizar este tipo de investigación se da por la necesidad de mantener un óptimo rendimiento en los equipos de evacuación de ceniza, minimizando en lo posible los costos que esto genera, esto se puede lograr organizando y controlando de manera efectiva las actividades del mantenimiento preventivo, minimizando los paros imprevistos, logrando así incrementar la productividad y vida útil de los equipos.

La investigación presentada a continuación es descriptivo-analítica, para la recopilación de información se realizó una entrevista y una visita de campo para la observación directa abarcando las variables a estudiar (recursos, eficiencia del mantenimiento preventivo y costos), así mismo se utilizaron protocolos y manuales de mantenimiento, facilitados por la empresa.

II. Objetivos.

2.1. Objetivo General

- Evaluar el plan de mantenimiento preventivo que existe en los sistemas de ceniza 1 A y 1 B del área de caldera, mediante el análisis del sistema existente, en la empresa Cogeneración Green Power S.A.

2.1.1 Objetivo Específico

- Analizar el tiempo de realización de mantenimiento preventivo mediante, registro de servicios realizados e intervalos de paros, que se lleva a cabo en los equipos para la evacuación de ceniza, identificando las necesidades existentes para la optimización del plan de mantenimiento.
- Relacionar las nuevas técnicas de mantenimiento preventivo brindadas en las actualizaciones de manuales de los sistemas de ceniza 1 A y 1 B para la optimización de recursos y reducción de costos.
- Evaluar el presupuesto actualizado del plan de mantenimiento preventivo que se utiliza en la actualidad, que permita organizar, controlar y gestionar las actividades de mantenimiento para maximizar la operatividad del área de caldera.

III. Marco Teórico

Para el desarrollo de esta investigación, será realizada en la empresa Cogeneración Green Power, mediante una recopilación de conceptos que ayudará a entender esta evaluación.

Estaremos abordando los principales aspectos del mantenimiento preventivo, siendo una parte importante en la gestión de cualquier tipo organización, que contribuye al aumento de la vida útil de los equipos, así mismo a la reducción de los períodos de inactividad no deseados y, en última instancia, a la reducción de los costos de mantenimiento a largo plazo.

Así mismo para poder realizar esta investigación nos apoyamos de libros, artículos y manuales de procedimientos de la misma empresa, de este modo nos fue de mucha ayuda para dar claridad a la información que se necesitaba llevar a cabo.

3.1 Evaluación del mantenimiento preventivo

Durante las rutas de inspecciones diarias se lleva un registro de hallazgos, permitiéndonos detectar posibles fallas que generen daños al equipo.

3.1.1 Evaluación

Con esta evaluación se pretende llevar un mejor control del estado operativo del equipo, monitoreando cada componente en busca de posibles daños que vuelvan al sistema ineficiente.

Permite orientar las alternativas de mejores técnicas para optimizar costos, además contribuye a darle un carácter sistemático, lo cual garantiza la continuidad operativa de los procesos dentro de la efectividad del sistema productivo. (Fonseca, 2015)

3.1.2. Mantenimiento

El mantenimiento es necesario para evitar fallos en el proceso productivo que generen mayores costes. Por esa razón, los especialistas en mantenimiento pueden monitorear frecuentemente sus equipos para actuar antes de que se sucedan los desperfectos.

El mantenimiento, en otras palabras, consiste en la realización de una serie de actividades, como reparaciones y actualizaciones, que permiten que el paso del tiempo no afecte al rendimiento de un bien de capital, propiedad de la empresa. (Ecohtpág. <https://economipedia.com/definiciones/mantenimiento.html>)

3.1.3. Principios básicos de mantenimiento

Como se sabe el mantenimiento es la secuencia de operaciones que se realizan para tener los equipos trabajando en óptimas condiciones. Sin importar el tipo de mantenimiento que se realice en una empresa, el mantenimiento tiene algunos principios básicos que no cambian. Estos son:

- Reducción de los costos por paros improductivos.
- Alargamiento de la vida útil de los equipos.
- Aumentar la eficiencia de los equipos.
- Investigar las causas y remedios de los paros de emergencia.
- Reducción al mínimo el tiempo de paro.

3.1.3 Funciones específicas

- Mantener, reparar y revisar los equipos e instalaciones.
- Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones.
- Nuevas instalaciones de equipos.
- Desarrollo de programas de mantenimiento preventivo y programado.
- Selección y entrenamiento de personal.

3.1.4 Funciones secundarias del mantenimiento

- Hacer pedidos de repuestos, herramientas y suministros.
- Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros
- Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección.
- Llevar la contabilidad e inventarios de los equipos.

Razones por las cuales es beneficioso gestionar las Operaciones del Mantenimiento:

- Reducir costos generados por la falla de equipos que obligan a parar la producción.

- Optimizar el inventario de repuestos disponibles en stock, sin tener que comprar de más, ni sufrir la carencia de repuestos cuando se requieran.
- Brindar seguridad al personal de campo en el cumplimiento de sus actividades diarias.
- Rebajar costos de producción, a fin de producir productos más competitivos en el mercado.
- Evitar el desperdicio de recursos: materia prima, energía, mano de obra.
- Optimizar el consumo de recursos y presupuesto asignado al departamento de mantenimiento.
- Optimizar la utilización de equipos y maquinaria, prolongando su tiempo de vida
- Cumplir estándares de calidad exigidos por los consumidores y organismos reguladores.
- Garantizar el cuidado del medio ambiente en el desarrollo de la actividad productiva.
- Mantener un control y supervisión sobre las tareas que ejecuta el departamento de mantenimiento.

3.1.5 Mantenimiento industrial

Se considera como una actividad necesaria para asegurar la disponibilidad de los equipos edificios e instalaciones. De ello depende en gran medida que la planta física se conserve en buenas condiciones de operación y considerarse como una parte integral e importante en la organización que maneja una fase de las operaciones.

La función principal del mantenimiento en una empresa es conservar la planta física en óptimas condiciones de operación y, a la vez garantizar que la producción no sea interrumpida por paros imprevistos. (Medrano, 2017)

3.1.6 Mantenimiento preventivo

Conformado por el conjunto de actividades que buscan anticiparse a la ocurrencia de un problema avería o falla, estas actividades son planificadas en el tiempo y espacio, buscando fortalecer puntos frecuentes de falla, localizando vulnerabilidades, reemplazando componentes antiguos o desgastados. (IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial, 2da Edición 2018)

Consiste en intervenciones periódicas, programadas con el objetivo de disminuir la cantidad de fallos aleatorios. No obstante, éstos no se eliminan totalmente. El accionar preventivo, genera nuevos costos, pero se reducen los costos de reparación, disminuyen en cantidad y complejidad. Este tipo de mantenimiento trata de anticiparse a la aparición de las fallas. Evidentemente, ningún sistema puede anticiparse a las fallas que no nos avisan por algún medio.

Según Smith (1993) existen tres razones principales por las que se debe hacer el mantenimiento preventivo:

- Prevenir fallas
- Detectar la aparición de fallas
- Descubrir fallas escondidas

Hay diferentes razones por las que es importante el mantenimiento preventivo dentro de la administración. (Wireman, 1990) Estas razones son:

- Incremento de automatización
- Manufactura Justo a Tiempo
- Pérdida de negocios debido a retrasos en la producción
- Reducción de equipo redundante (doble)
- Reducción de inventarios de refacciones
- Dependencia de células
- Mayor tiempo de vida del equipo
- Minimización del consumo de energía
- Producir productos de mayor calidad
- Necesidad de un ambiente más organizado y planeado

3.1.7 Ventajas del Mantenimiento Preventivo

- Bajo costo en relación con la contratación del mantenimiento predictivo externo.
- Reducción importante del riesgo por fallas o fugas.
- Reduce la probabilidad de paros imprevistos.
- Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los equipos.

3.1.8 Desventajas del Mantenimiento Preventivo

Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos. No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos. (Apolon)

Los pasos que se necesitan para la implementación de un programa de Mantenimiento Preventivo son:

Paso 1. Determinar las unidades críticas.

Paso 2. Clasificar las unidades dependiendo los tipos de componentes.

Paso 3. Determinar los procedimientos de mantenimiento preventivo para cada tipo de componente.

Paso 4. Desarrollar un plan de trabajo para cada procedimiento.

Paso 5. Determinar un horario para cada tarea de mantenimiento preventivo.

Este tipo de técnica ayuda a la administración de mantenimiento a llevar un control más detallado sobre el estado de cada una de las máquinas y de las refacciones que hay en inventario, disminuyendo los tiempos de paro; el retrabajo, porque mantiene la calidad con la que el equipo está trabajando; y horas extras, porque los equipos trabajan constantemente sin fallas que retrasen la producción diaria.

Los encargados de ejecutar las órdenes de trabajo, aparte de cumplir las labores de su orden de trabajo, llevan un registro del deterioro que sufre la máquina, así como de otras clases de anomalías que presente. Esto permite tener un mayor control sobre los activos físicos y prevenir fallas futuras. (Wireman, 1990)

3.2 Presupuesto

Según (Mario Tamayo) el presupuesto no es más que la planeación de los costos del proyecto detallada por rubros o tipo de gastos.

Es más que la planeación de los costos del proyecto detallada por rubros o tipo de gastos. En el caso de que haya más de una fuente de financiación, se indican además los rubros y cantidades que se solicitan a cada una de ellas. (Tamayo, 4ta Edición, 2007)

3.3 Partes principales de un sistema de ceniza volátil.

Para conocer más acerca de los sistemas de ceniza se presenta una variedad de conceptos los cuales están conformado por sus partes y nos ayudaran a entender mejor el procedimiento.

3.3.1. Tolva recolección de ceniza

Después del transporte, el temporizador de reinicio se energiza y luego, después de un tiempo mínimo establecido entre dos ciclos consecutivos, el sistema vuelve a estar listo para el siguiente ciclo en caso de temporizador modo de operación. En el caso del modo de funcionamiento de la sonda de nivel, el sistema está listo para el siguiente ciclo después de que el temporizador de reinicio se desactive todo esto se logra gracias a que la tolva almacena el volumen de ceniza suficiente para activar la sonda de nivel pudiendo reajustar los tiempos entre ciclos si se presenta mayor cantidad de ceniza en las tuberías bajantes. _ (Mecgale, 2014) (anexo 2)

3.3.2. Visores físicos de vidrio

Estos visores permiten realizar inspecciones físicas en la tolva principal son hechos de vidrio de cuarzo para resistir las altas temperaturas y son de mucha importancia por si los sensores digitales de temperatura fallan se pueda revisar si hay atoramiento de ceniza internamente. (Mecgale, 2014). (anexo 3)

3.3.3. Junta de expansión

La junta flexible está instalada estratégicamente entre la tolva superior y la vasija esto para aliviar la tensión que se genera en los componentes de los ceniceros por las constantes variaciones de temperatura que expanden y comprimen el metal. (Mecgale, 2014)_ (anexo 4)

3.3.4. Placa principal con refrigeración

Es la recamara donde se instala el sello inflable y anillo de fijación su objetivo es mantener centrado la esfera de la cúpula ya que, si no está debidamente centralizada el sello no podrá inflarse, la placa cuenta con ranuras internas por donde el aire comprimido a 6.2 kgf/cm² llena la recamara inflando el sello quedando totalmente hermético cuando se de apertura a la válvula de evacuación de ceniza (Mecgale, 2014) (anexo 5)

3.3.5. Guillotina superior

El sistema normalmente está cerrado y cuando se va a almacenar ceniza, la guillotina de entrada se abre durante un tiempo determinado para la caída por gravedad del material y después de transcurrido el tiempo de alimentación la cuchilla esta vuelve a su estado de reposo para el siguiente ciclo. (Mecgale, 2014) (anexo 6)

3.3.6. Guillotina inferior

El tiempo de apertura de la guillotina inferior se activa al comienzo de cada ciclo de transporte y abre la esfera de domo durante un período lo suficientemente largo para asegurar que el recipiente de transporte de cenizas esté lleno de material. Normalmente fijo entre 8 y 10 segundos dependiendo de las características del flujo de material. (Mecgale, 2014) (anexo 7)

3.3.7. Vasija recolectora de ceniza

Todos los sistemas de transporte tienen doble operatividad ya sea a través de una sonda de nivel o a través de temporizador automático, la válvula de entrada en la parte superior del recipiente o vasija se abre rápidamente ya que hay una válvula de escape rápido instalado en la entrada del sello y en el cilindro y permite que el material gravite hacia el recipiente almacenando el volumen de ceniza de acuerdo a los tiempos entre ciclos para lo cual fue programado_ (Mecgale, 2014) (anexo 8)

3.3.8 Esfera de domo

El domo en forma de cúpula está diseñado de tal manera que puede cortar el material que cae asegurando el llenado completo del recipiente antes del transporte y el cierre completo de la válvula, en su tiempo entre ciclos o periodo de reposo. (Mecgale, 2014) (anexo 9)

3.3.9. Empaque de silicona

El empaque de silicona normalmente debe mantener un espacio entre 0,5 mm y 0,8 mm entre el sello y domo en condiciones desinfladas. A menos que el sello entre en contacto con domo mientras está en movimiento de apertura o cierre este se desgastaría rápidamente dando como resultado menor vida útil del sello. (Mecgale, 2014) (anexo 10)

3.3.10. Tubería de transporte

La tubería de transporte debe ser del tamaño y grado especificados, todas las curvas en la tubería, debe ser de radio largo o del tipo de ajuste de curvatura especial y depende del material que se manipula, todas las bridas de los codos deberán tener caras planas y las bridas de las tuberías conectadas también deberán tener cara plana. Se colocarán empaques de goma adecuados en las juntas de flexión para eliminar pequeños desajustes de la curvatura a las bridas y para que sea completamente a prueba de fugas, todas las demás las juntas embridadas se proveerán con junta CAF de 1,5 mm a 3,0 mm de espesor.

Es de gran importancia revisar todos los codos de 45 grados en busca de fisuras o desgaste ya que la ceniza es abrasiva por que al ser transportada por altos flujos de aire provoca menor vida útil del material es necesario realizar mediciones de espesores en toda la tubería y codos para determinar cuáles deben ser reemplazadas para evitar posibles fugas cuando el equipo inicie operaciones nuevamente. (Mecgale, 2014)(anexo 11)

IV. Diseño Metodológico.

La obtención de la información necesaria para la presente investigación se realizará por medio de un estudio de campo, recurriendo a la recopilación de datos a través de visitas a la empresa, donde se obtendrán resultados por medio de entrevistas al personal relacionado con el tema de sistemas de cenizas 1A Y 1B.

4.1 Tipo de Enfoque

El estudio es tipo mixto porque se utilizará el análisis cualitativo y Cuantitativo. En la parte cuantitativa, se obtendrá información precisa para determinar el estado técnico de los equipos y en el apartado cualitativo hará análisis teniendo en cuenta el historial del colaborador en contacto directo con las máquinas, para la investigación del equipo más completo.

4.2 Tipo de Investigación

Este estudio es descriptivo-analítico, descriptivo porque especificamos el estado actual de los equipos a evaluar, obteniendo la Información deseada a través del proceso de visualización, funcionalidad de los equipos, es analítico porque se analizará la información para obtener el resultado de la condición en el que se encuentran en los equipos y, por lo tanto, es capaz de lograr definir un programa de mantenimiento adecuado.

4.3 Población

La población estadística consiste en la recolección de un conjunto de elementos o sujetos que gozan de características comunes, con el fin de estudiarlos y sacar conclusiones específicas para determinar resultados. (Grudemi, 2018)

Nuestra población se basa en 2 equipos del sistema de ceniza 1A Y 1B.

4.4 Técnicas y Recopilación de Datos.

Las técnicas de recolección de datos son diferentes formas o modos de obtener información, ya que las herramientas son los medios físicos utilizados para recolectar y almacenar datos. El objetivo de toda recopilación de datos es obtener evidencia de alta calidad, que luego se emplea para el análisis y respuestas a preguntas. (Arias, 6ta Edición 2006 , pág. 111)

4.4.1 Instrumento

El instrumento se define como una ayuda o conjunto de elementos contruidos por los investigadores para obtener información, facilitando así sus mediciones.

La observación directa, es un método por el cual los investigadores pueden observar y recopilar datos a través de sus propias observaciones (Tamayo, 4ta Edicion, 2007)

4.4.2 Entrevista

Una entrevista significa que una persona calificada aplica el cuestionario a los sujetos participantes, y la primera persona le hace una pregunta a cada sujeto y anota las respuestas. (Carlos Fernandez, 6ta Edicion, 2006, pág. 403).

4.5 Investigación documental

La investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema. Al igual que otros tipos de investigación, éste es conducente a la construcción de conocimientos (Morales, 1995,2003, pag 2)

4.6 Ficha técnica

Se entiende por ficha técnica el documento en el cual constan los pasos que deben de seguirse para un proceso, las etapas que componen un sistema y sus desarrollos, o bien las características que presenta un objeto. (Clasificaciond.org)

Es un documento en él se consolidan las especificaciones técnicas que se requieren para el seguimiento de la producción de la prenda, articulando los procesos con el fin de garantizar la comunicación entre las distintas dependencias involucradas en la transformación de la materia prima para obtener un producto que cumpla con las especificaciones de calidad satisfaciendo las necesidades de los clientes finales; siendo una herramienta esencial para la planeación y ejecución del proceso de producción. (INSTRUCTIVO DE MANEJO FORMATO POKA)

V. Desarrollo metodológico

Dentro de este capítulo se especificarán los elementos necesarios para poder llevar a cabo la evaluación del mantenimiento preventivo de los sistemas de ceniza 1 A y 1 B del área de caldera.

5.1. Acerca de la empresa.

Cogeneración Green Power, S.A es una empresa de capital privado centroamericano está dedicada a generar energía limpia y renovable a base de biomásas, integrando un proceso de cogeneración que evita la emisión de toneladas de CO₂ a la atmosfera.

La planta cuenta con capacidad instalada de 42.5Mw, la energía y generada se utiliza para abastecer las necesidades energéticas de nuestra operación y el resto es vendido a la red Nacional de interconexión.

5.2. Misión

Aportar al desarrollo de nicaragua mediante la producción y comercialización eficiente, responsable y sostenible de azúcar, melaza y energía.

5.3. Visión

Posicionarse para el 2025 como un grupo líder en la agroindustria en innovación, desarrollo humano, seguridad y calidad, generando prosperidad económica, ambiental y social.

5.4. Ubicación

La planta de energía eléctrica Green Power se encuentra ubicada en el Km 62-1/2 carretera a masachapa- san Rafael del sur, también se puede llegar tomando la ruta los cedros – villa el Carmen la cual consta de 32 kilómetros de distancia se presenta en el mapa espacial obtenido de Google maps.

Planta Cogeneración Green Power



Fuente: Google Maps.

5.5. Descripción del área de evacuación de ceniza

El área de evacuación de ceniza está ubicada en la zona oeste de la planta principal con un área 64 m² en la que se encuentra funcionando los sistemas de ceniza 1 A Y 1 B para la evacuación de ceniza.

Consta con una red de tuberías de aire de instrumentación y aire para transporte general para alimentación de vibradores neumáticos, electroválvulas, botellas neumáticas etc.

En esta área trabajan 15 empleados distribuidos en 3 turnos de la siguiente manera:

- Tres coordinadores de turno.
- Tres supervisores de caldera.
- Tres operadores de ceniza.
- Tres mecánicos.
- Tres instrumentistas.

En general hay 5 equipos que operan el área de sistemas de ceniza.

Esto con el objetivo de mantener operando 24 horas los equipos durante la temporada de generación de energía eléctrica en la planta.

5.6. Sistemas de ceniza 1 A Y 1 B

En la empresa cogeneración Green Power S.A hay 2 sistemas iguales para la recolección de cenizas, cuando se dice iguales se refiere a que su tamaño, capacidad y modelo son lo mismo, y su función es igual, pero cada uno de los equipos tiene la tarea de recolectar ceniza y evacuarla de ambos lados de la caldera, ya que esta, se divide en lado A Y lado B, aun teniendo un sistema de programación independiente, si uno falla el otro se saldrá de línea inmediatamente, compartiendo los mismos tiempos de ciclos de apertura para llenar la tolva.

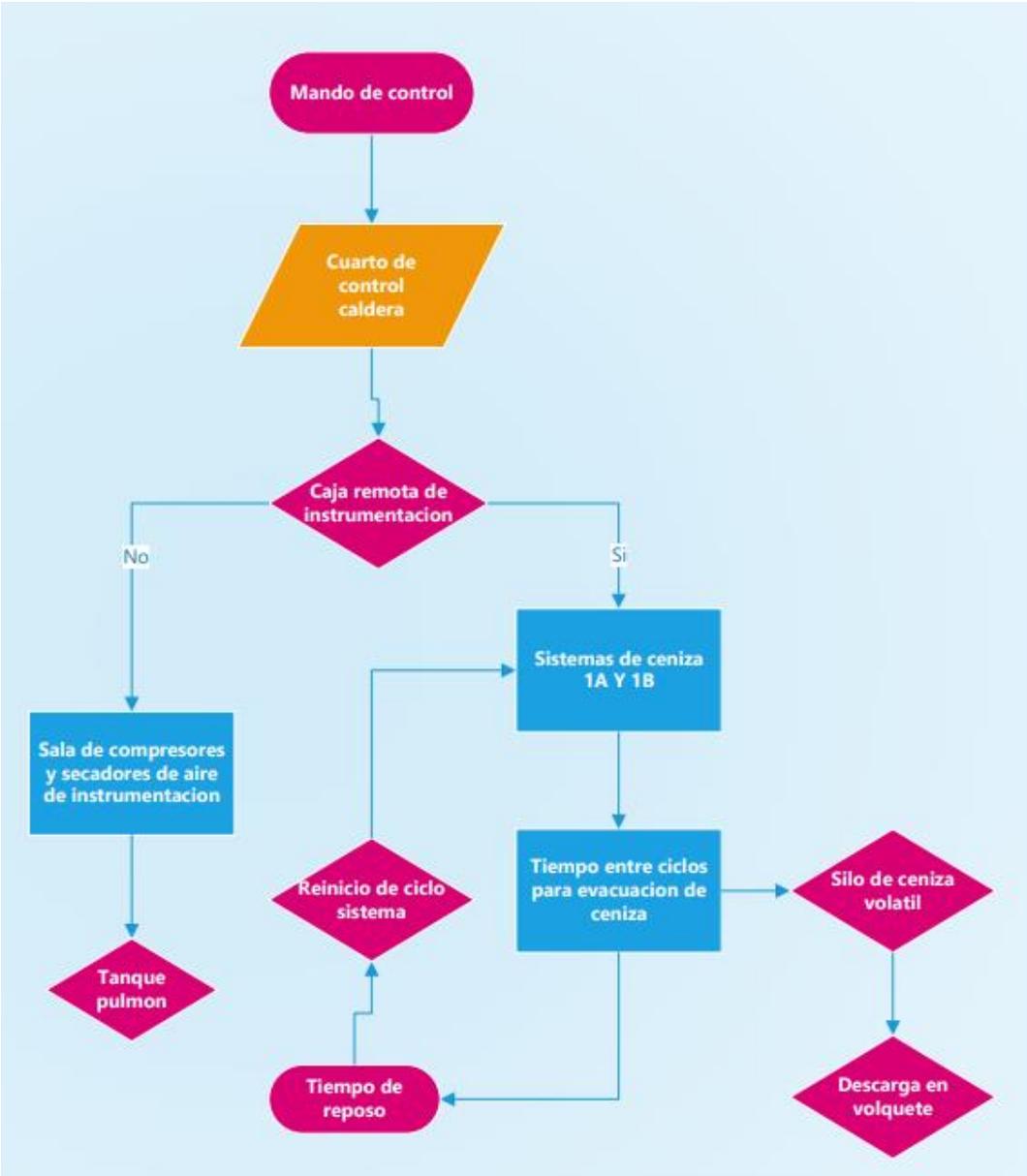
Ambos están programados con el mismo tiempo de apertura de las guillotinas y mismo tiempo de transporte de ceniza con aire comprimido entre 80 y 100 psi, luego que finaliza la evacuación de ceniza hacia el silo principal, los equipos pasan a un tiempo de reposo en la espera que la ceniza de la caldera se acumule en la tubería para de nuevo iniciar el ciclo de evacuación, normalmente el tiempo de reposo se cambia si hay presencia de inquemados, ya que al ser más pesados provocan atoros en la tubería de transporte con más frecuencia.

La ceniza a transportar por medio de tubería de diámetro de 4 pulgadas tiene diferentes ángulos para llegar al silo principal donde en ocasiones produce atoramientos ya sea porque el equipo fallo y almaceno una gran cantidad de ceniza y el volumen aumento o por que la presión de aire comprimido está por debajo de lo permitido para evacuar, haciéndolo ineficiente para transportar la ceniza, si las

condiciones están dentro de lo permitido para transportar la ceniza a su punto de almacenamiento donde continuara el siguiente proceso. (Manual de Mantenimiento Green Power, 2019)

5.7. Diagrama de Flujo de los sistemas de ceniza 1A Y 1B

Se describe el flujo de proceso, en donde el sistema automatizado de control envía la señal de mando para activar el programa de ejecución de evacuación de ceniza.



Fuente: (Figura 1). Elaboración Propia

5.8. Análisis del programa actual de tiempo en los equipos de ceniza.

Durante la salida de unidad cuando la planta generadora de energía eléctrica esta fuera de servicio el departamento de planificación inicia los programas de mantenimiento programados a los equipos de caldera, en este caso los sistemas de ceniza 1 A Y 1 B.

Antes de iniciar las labores de mantenimiento el operador debe cumplir con algunas condiciones de seguridad, como establece el reglamento interno de la empresa como es el llenado de ATS (análisis de trabajo seguro), multipermisos de trabajo y las firmas autorizadas para comenzar labores, si este no cumple con alguna de las condiciones no podrá iniciar el desarme del equipo que estaba programado con una fecha y tiempo específico conforme a lo planificado, muchas veces este tipo de atrasos se genera por la falta de compromiso del operador o una mala planificación del supervisor a cargo del mantenimiento.

Las actividades muchas veces se posponen debido a que no existe una planificación y coordinación por parte del departamento encargado como, por ejemplo; los supervisores, realizan charlas operativas orientadas por el departamento de higiene y seguridad, sin embargo, estas deben tener un tiempo límite de 10 minutos, no obstante, tardan de 30 a 40 minutos finalizarla, esto sucede debido a que los operarios exponen inconformidades personales cuando debería ser una charla motivadora de seguridad.

Finalizada la charla de seguridad el supervisor inicia con el llenado de los permisos de trabajo de manera que el operario inicie su jornada laboral, debiendo cumplir con las inspecciones de herramientas, hojas de prevención de sustancias químicas, los equipos de protección del personal y delimitación del área de trabajo.

Otro de los factores que afecta el mantenimiento y es el más representativo es el uso del celular en horas laborales, a pesar de que las normativas de la empresa lo prohíben, el personal hace uso de este medio cuando están sin supervisión, esto genera tiempo perdido, volviendo muy ineficiente las revisiones a profundidad de cada componente del equipo.

Uno de los reglamentos que son sancionables en la empresa, es el personal fuera de su área de trabajo, es decir, aglomeración de trabajadores para iniciar conversaciones en tiempos de mantenimiento, provocando distracciones que pueden ocasionar una serie de accidentes. Muchas veces este tipo de comportamiento son causados por el exceso de confianza que los supervisores depositan en los operarios.

En el periodo de mantenimiento para poder ejecutar las actividades el operador de sistema de ceniza, debe realizar múltiples gestiones para la adquisición de materiales que se presentan a continuación:

- Gestionar requisita de materiales en el departamento de planificación.
- Buscar firma y autorización por parte de jefe de área.
- Retirar materiales en bodega de suministros central.

Esta gestión consume gran parte del tiempo de la jornada laboral de 8 horas, el tiempo de pérdida de esta gestión varía de 1 a 2 horas.

El departamento de planificación, programa la revisión de las actividades de mantenimiento al final de cada semana dando seguimiento a los atrasos de las actividades que no se han completado, estos atrasos son resultados de una mala planificación por parte del supervisor encargado de las actividades.

La falta de repuestos en bodega influye mucho debido a que si la pieza no se puede comprar localmente y es requerida de urgencia se procederá a fabricar en el taller de torno exponiendo al equipo recolector de ceniza a un fallo operativo ya que no tendría el mismo tratamiento metalúrgico que se aplica en las fábricas proveedoras de repuestos como son las piezas de hierro colado de la cual están hechos estos equipos.

5.9. Método de desarme equipos de ceniza por operador

El operador de sistemas de ceniza comienza inspeccionando cada parte del equipo rociando con aceite penetrante todas las piezas mecánicas, pernos espárragos, tuercas bushin etc. Con el objetivo de eliminar el óxido de todos componentes que lo requieran, con un juego de llaves afloja la pernería en la parte superior de la compuerta principal de la tubería de almacenamiento de ceniza, luego procede de manera segura a sujetar la compuerta con un tecele para posteriormente bajarla, esta pieza cabe resaltar que es muy pesada en algunas ocasiones la pernería al no ceder el operador tiende a golpearlos con maso o cortarlos con pulidoras.

Luego que las piezas más grandes absorbieran el aceite penetrante se procede aflojar con llaves toda la pernería que mantiene unido el equipo, el operario golpea la llave con un mazo para aflojar las tuercas deformando las herramientas que usan para el desarme, también estos golpes bruscos pueden dañar otras partes como consecuencia de no tener precaución, usan espátulas fabricadas artesanalmente como barras de hierro donde le dan una forma de punta, utilizadas para levantar piezas que están con una abertura muy corta que dificulta poder desacoplar como son las vasijas receptoras de ceniza.

Usando llaves de tipo Allen se procede aflojar la pernería de la placa superior del equipo una vez aflojados los pernos se procede a levantar con un tecele la pieza, una vez puesta en la mesa de trabajo se retiran los componentes internos de la placa que son anillo metálico de inserción, anillo de fijación de sello, empaques de neopreno de 1/8", sello de silicón, para su revisión en busca de desgastes daños o fisuras algunas veces estas piezas vuelven a ser ensambladas al equipo por falta de repuestos.

Concluido el desarme del equipo el operario procede a la revisión de las tolvas principales que recolectan la ceniza en el área del banco convectivo de la caldera en busca de deformaciones o fisuras que puedan introducir aire frío y provocar solidificación de la ceniza.

5.9.1. Inspección y desarme de equipos de ceniza según manual del proveedor

Inicialmente se debe asegurar que el indicador de presión del equipo marque cero, es decir que el recipiente y la tubería de aire comprimido estén totalmente despresurizados, luego se debe engrasar los ejes de la válvula de entrada utilizando una pistola de engrase de uso general con aceite servo mesh 32, con el objetivo de suavizar las clavijas de fijación y poderlas retirarlas con mayor facilidad una vez floja la pernería se retira el cabezal de sellado de la válvula de entrada

para verificar que la cúpula del domo no presente deformaciones, para extraer los ejes del domo se golpea uno de los extremos con un mazo suave en la dirección requerida para posteriormente revisar los ejes de fijación y comprobar que no presentan desgaste alguno y reemplazar los empaques de los sellos si es necesario.

Lubricar con un recipiente de manguera flexible desengrasante industrial sobre la pernería que fija el carrete de la junta de expansión, girando la pernería de elevación dejar un espacio alrededor de 10 a 15 mm entre la válvula de entrada y la junta de expansión, luego retirar el carrete con cuidado deslizándola lateralmente hasta desacoplarlo totalmente.

Para extraer el sello inflable de silicona se debe retirar los pernos de fijación que sujetan el conjunto del cabezal de sellado al cuerpo de la válvula de entrada, en esta etapa todos los componentes del cabezal se pueden separar ya que no hay otra pieza acoplada entre ellas, una vez retirada la pernería levante con cuidado el cabezal de sellado y proceda a revisar el sello inflable, el anillo de inserción la espiga de entrada de aire y la placa superior para ver si están desgastados o dañados.

Si el sello presenta desgaste en alguna parte de su circunferencia, se recomienda volver a colocar la placa superior junto con el sello, inserte 4 tornillos y apriete a 312 libras de presión con un torquímetro, luego mida el espacio entre sello y domo alrededor de toda la circunferencia usando medidores de relleno (galgas) el espacio debe ser casi igual en todas las direcciones y debe ser alrededor de 1.0 a 1.2 mm en caso de que el espacio no sea igual marque los puntos donde el valor de la medición es diferente, posiblemente la pieza presenta desgaste. (Mecgale, 2014)

Limpie y elimine todas las rebabas de todos los componentes, retire las virutas de los orificios de roscado en la parte superior del cuerpo de la válvula, realizar pruebas de ajuste de pernos que no presenten desgaste si esto sucede machuelear para revivir hilo.

La guillotina de forma unidireccional con tacos y de un solo asiento debe desmontarse quitando primeramente los espárragos de fijación con las bridas en el área del pecho, se debe tener cuidado de no tocar la parte inferior de los pernos prisioneros, aflojar las tuercas del prensaestopas para retirar la empaquetadura de doble capa, la fuerza empleada para desmontarla no debe ejercerse sobre la compuerta de manera que se separe del asiento ya que podría provocar tensión y llegar a fisurarse se recomienda asegurarla con arnés de seguridad.

para realizar las inspecciones de mantenimiento en la tubería de transporte se debe quitar las bridas que mantienen rígidos los tubos cuando estos transportan la ceniza luego verificar que todas las caras de las juntas de las tuberías coincidan internamente para eliminar la restricción de la ruta del flujo de material, todas bridas deben ser de tipo deslizable y normalmente con patrones de orificios BS 10, se recomienda que la tubería sea ERW (soldadura por resistencia eléctrica inglesa) para servicio pesado que se proporcionan para fines de transporte general. (Mecgale, 2014)

A continuación, mencionaremos lo métodos implementados por el operador en contraste con lo recomendado por el manual:

1. El manual recomienda verificar la completa despresurización en las tuberías de aire comprimido, sin embargo, el operador no realiza esta actividad poniendo en riesgo su seguridad al solo cerrar la válvula de alimentación de aire pudiendo ser abierta accidentalmente y ser impactado por partículas metálicas a alta velocidad.
2. En el desarme de piezas el operador utiliza diésel para remover el óxido de los componentes del equipo, en vez de aceite servo mesh 32, como lo recomienda el manual, aumentando el tiempo de absorción provocando que las actividades de desarme se retrasen.

3. para la verificación del sello de silicón el operador no marca los puntos donde se encontró desgaste, el manual recomienda realizar una medición con galgas para detectar los puntos con menor espesor, al no efectuar esta actividad deja la posibilidad de presentar daños cuando el equipo entre en servicio.

4. mientras se procede a efectuar el desarme de la guillotina superior, el operador asegura de manera arbitraria con el arnés de seguridad toda la pieza en general donde el manual recomienda no sujetarla de la compuerta acoplada al asiento ya que provoca tensión y posteriormente llevaría a fisurarse.

5. al momento de aflojar la pernería que mantiene acoplado los ejes del equipo, el operador hace uso de un mazo de hierro para golpear la llave que se utiliza para extraer el perno deformando el cuerpo de la herramienta, el manual recomienda golpear con un mazo suave (goma) para prolongar la vida útil de los recursos de la empresa.

5.10. Análisis del mantenimiento aplicado según operador

Basados en la entrevista realizada al operador, principal responsable de las actividades en los sistemas de cenizas, se detectaron limitantes que atrasa la labor de mantenimiento preventivo, siendo presentados a continuación:

- Poca existencia de stock de materiales para el mantenimiento preventivo.
- Inexistencia de un tipo de contrato externo, para el mantenimiento de los sistemas, ya que los pedidos se realizan a distintas empresas nacionales y extranjeras al momento de una falla.
- Falta de contrato externo con empresas para el suministro de partes y componentes que mantengan un justo a tiempo el stock de mantenimiento, por lo que los equipos están más propensos a paros indefinidos, además no se tiene un control y seguimiento adecuado de los recursos
- Un control deficiente en el registro de las entradas y salidas de materiales.

Basados en esta información, se dedujo, que el sistema de gestión de mantenimiento ejecutado en la empresa Green Power, presenta algunas deficiencias, sin embargo, la empresa no está renuente a su mejoramiento.

Se cree que es evidente, que las deficiencias son más sobresalientes, por la falta de implementación de estrategias, planes y poca gestión, que se ejerce en el área, lo cual representa un desafío que debe ser asumido por la empresa, para mejorar sus resultados y elevar el nivel de productividad de la misma.

Ahora bien, durante la visita realizada a la planta, se realizaron análisis de varias observaciones las cuales se presentan a continuación:

- No es lo suficientemente efectivo necesita mejorar, pero cumple totalmente los objetivos de la empresa.
- Si se realizan inspecciones físicas, para tener en cuenta si es desperfecto superficial o interna.
- No, no existen normas para el uso adecuado, pero si existen procedimientos de trabajo para el personal, redactado por los supervisores de área para la adquisición de conocimiento.
- Si existe un encargado de mantenimiento, que es el que está pendiente a las fallas que ocurren dentro de la empresa, al momento de ocurrir fallas, él es encargado de adquirir un técnico de mantenimiento.
- No se planifican los mantenimientos que se realizaran a futuro debido a que no se lleva un control exacto de fallas de maquinaria.
- Las fallas del equipo dentro de la empresa son muy frecuentes cuando no se ajustan correctamente los tiempos de operatividad desde el sistema automatizado.
- No, no existe un formato, pero si hay bitácoras para anotaciones de fallas.

A continuación, se presenta tabla de los tiempos de mantenimiento que se genera por cada actividad según el sistema utilizado en proyect.

5.11. Evaluación del presupuesto del mantenimiento preventivo actual.

Según (Garrido) El cálculo del presupuesto de mantenimiento es una labor importante que asume el responsable de Mantenimiento de una instalación como una de sus principales funciones.

La siguiente tabla representa el presupuesto que genera la empresa para el mantenimiento preventivo para los sistemas de ceniza, los cuales consta de las necesidades que se genera para que el operador pueda realizar su labor de mantenimiento.

Tabla #1: Presupuesto Planificado vrs Activos Consumidos

Costo de materiales utilizados en el mantenimiento de sistemas de ceniza 1A Y 1B						
Descripcion	Unidad de medida	Cantidad solicitada	Costo UnitarioC\$	Sistema 1A 1B Presupuestado	Cantidad consumida	Sistema 1A 1B Consumido
grasa mobilux ep2	Lb	35	C\$70.00	C\$2,450.00	35	C\$2,450.00
empque 3/8 412-w chesterton	Lb	2	C\$1,505.45	C\$3,010.90	7	C\$10,538.15
tuerca hexagonal 3/4	C/U	120	C\$10.80	C\$1,296.00	144	C\$1,555.20
perno hexagonal 3/4x3-1/2" H/O	C/U	120	C\$47.07	C\$5,648.40	144	C\$6,778.08
arandela lisa 3/4	C/U	120	C\$7.62	C\$914.40	60	C\$457.20
limpiador y desengrasante industrial	Gln	5	C\$420.00	C\$2,100.00	10	C\$4,200.00
silicon industrial rojo 300 ml	C/U	15	C\$500.00	C\$7,500.00	22	C\$11,000.00
esparrago inox. 3/1x13"	C/U	4	C\$1,446.00	C\$5,784.00	4	C\$5,784.00
cepillo mango de madera	C/U	5	C\$115.14	C\$575.70	6	C\$690.84
lija de tela #120	C/U	10	C\$27.34	C\$273.40	20	C\$546.80
teflon 3/4x50 mts	C/U	2	C\$166.94	C\$333.88	3	C\$500.82
cordon o-ring 1/8"	Mts	8	C\$26.52	C\$212.16	20	C\$530.40
empaque lamina para agua 1/8"	C/U	2	C\$5,952.69	C\$11,905.38	3	C\$17,858.07
empaque de neopreno de 1/16x56"x39"	C/U	4	C\$1,500.00	C\$6,000.00	4	C\$6,000.00
empaque de nropreno de 1/8x56"x1 mt	C/U	4	C\$3,000.00	C\$12,000.00	4	C\$12,000.00
thinner	Gln	5	C\$305.00	C\$1,525.00	10	C\$3,050.00
soldadura 1/8 6011	Lb	10	C\$50.00	C\$500.00	10	C\$500.00
soldadura 1/8 7018	Lb	20	C\$70.00	C\$1,400.00	10	C\$700.00
valvula inox roscada npt 1/2"	C/U	8	C\$1,260.00	C\$10,080.00	6	C\$7,560.00
empque de silicon rojo	C/U	2	C\$9,033.56	C\$18,067.12	2	C\$18,067.12
aceite penetrante	C/U	8	C\$143.42	C\$1,147.36	15	C\$2,151.30
chiche de engrase de 1/4	C/U	4	C\$15.54	C\$62.16	4	C\$62.16
empaque de hule 1/4 "	C/U	1	C\$4,208.20	C\$4,208.20	1	C\$4,208.20
vidrio de borosilicato 5.875x0.500" para 300 grados celcius	C/U	4	C\$2,150.70	C\$8,602.80	2	C\$4,301.40
MANGUERA LONA 3/4"X1M C/TERMINAL HEMBRA H.N 150 PSI	C/U	4	C\$864.07	C\$3,456.28	4	C\$3,456.28
MANGUERA LONA 1/2"X1M C/TERMINAL HEMBRA H.N 150 PSI	C/U	8	C\$377.85	C\$3,022.80	6	C\$2,267.10
ESPIGA (CONECTOR DE AGUA ENFRIAMIENTO) 111028	C/U	4	C\$8,714.83	C\$34,859.32	4	C\$34,859.32
RETENEDOR AGUA DE REFRIGERACION 111027	C/U	4	C\$784.51	C\$3,138.04	4	C\$3,138.04
SEPARADOR SELLO DE EJE (LAMINAS COBRE DE 1/16) 111019	C/U	4	C\$737.97	C\$2,951.88	4	C\$2,951.88
Diesel	Gln	1	C\$163.53	C\$163.53	3	C\$408.83
			Total	C\$153,188.71	Total	C\$168,571.19

Fuente: Cadena de suministros Green Power.

Según los datos obtenidos en la tabla de costos presupuestados de materiales para el mantenimiento preventivo de los sistemas de ceniza 1A y 1B, muestran en comparación con el presupuesto obtenido por la jefatura de operaciones de Green

Power, un déficit de C\$ 15,382.88 lo que resulta una mala optimización de los recursos suministrados por parte de los operarios.

5.11.2. Costos HH real vs costos HH presupuestado por la empresa

Descripcion de la tarea	Duracion (dias)	Duracion en horas	Jornada laboral (hrs)	Tiempo prom por gestion de recursos(hrs)	Precio por HR/H(C\$)	Total real pagado(C\$)	Total segun project(c\$)
Mantenimiento de guillotina superior, limpieza, engrase de rodos, cambio de empaques, revision de pernos.	1.5	12	8	3	C\$37.08	C\$556.25	C\$445.00
Revision de junta de expansion y cambio de ser necesario .	1	8	8	3	C\$37.08	C\$407.92	C\$296.67
Mantenimiento de guillotina inferior, limpieza, engrase de rodos, cambio de empaque, revision de pernos.	1.5	12	8	3	C\$37.08	C\$556.25	C\$445.00
Mantenimiento de niple recibidor, limpieza, cambio de empaques.	0.5	4	8	3	C\$37.08	C\$259.58	C\$148.33
Mantenimiento de 2 guillotinas mecanicas acopladas al cilindro, limpieza, cambio de empaques, revision de desgastes internos.	1.5	12	8	3	C\$37.08	C\$556.25	C\$445.00
Mantenimiento de 2 juntas de expansion superior/inferior de tolva limpieza y cambios de empaquetadura.	0.5	4	8	3	C\$37.08	C\$259.58	C\$148.33
Tolva recibidora: limpieza, empaques de mirillas, pruebas de espesores, limpieza de enfriadores fluheo.	1	8	8	3	C\$37.08	C\$407.92	C\$296.67
Domo: mantenimiento, desarme,cambio de orings, empaques, limpieza de esfera, cambio si es necesario, revision de los ejes, pines, cambio de los retenedores dañados, revision de bushing de broce.	4	32	8	3	C\$37.08	C\$1,297.92	C\$1,186.67
Pruebas de hermeticidad en partes internas del domo	0.25	2	8	3	C\$37.08	C\$185.42	C\$74.17
Colocacion de chiches de engrase.	0.25	2	8	3	C\$37.08	C\$185.42	C\$74.17
Revision del sistema de en friamiento, entrada y salida, limpieza, revision de mangueras, niples y valvulas, cambio de las danadas, flusheo de tuberia por obstruciones.	0.5	4	8	3	C\$37.08	C\$259.58	C\$148.33
Tazon colector inferior, desmontaje, limpieza y rellenos de soldadura si es necesario.	1	8	8	3	C\$37.08	C\$407.92	C\$296.67
Costo Total HH						C\$5,340.00	C\$4,005.00
Total por los 2 sistemas de ceniza						C\$10,679.99	C\$8,009.99
Margen de costos						C\$2,670.00	

Fuente: Elaboración Propia.

Costos HH obtenidos de comprobante de pago del operador mediante la entrevista.

Dado los resultados obtenidos en la tabla se determinó una variación de costos que muestra un total de **C\$2,670.00** que no estaban presupuestado dentro del proyect de la empresa.

Estos resultados son el equivalente a horas extras no presupuestadas, donde se refleja una mala planificación por parte del supervisor, debido a que no da el seguimiento adecuado a las gestiones del operador.

VI. Conclusiones.

En la evaluación del mantenimiento preventivo en los sistemas de ceniza 1 A y 1 B del área de caldera, mediante el análisis del sistema existente, en la empresa Cogeneración Green Power S.A. se concluyó que:

Los equipos que se encuentran en la planta de cogeneración de energía son de tipo mecánicos con más de 7 años de funcionar en la empresa, donde la situación actual en el área evaluada, no presentan una correcta planificación por actividad de sus equipos.

Se llegó a determinar las deficiencias que esta posee, en términos de mantenimiento, el beneficio se centra únicamente en el mantenimiento correctivo de los equipos de ceniza, no llevando un control e intervenciones de manera desorganizada.

Se identificó el proceso que interviene en el mantenimiento preventivo de los equipos de ceniza para conocer las actividades programadas que se realiza normalmente a cada equipo en la jornada laboral de 8 horas dichas actividades se puede visualizar (Tabla: Proyect Departamento de planificación Cogeneración Green Power S.A) en el cual determina las actividades que se intervienen.

Así mismo en el presupuesto se encontró un uso inadecuado en los recursos utilizados en los equipos de ceniza. Generando mayores costos de los que estaban presupuestado según la empresa. Así mismo en el presupuesto realizado de horas hombres por cada actividad presento un aumento de costos debido a los tiempos improductivos que no forman parte de las tareas del mantenimiento preventivo.

VII. Recomendaciones.

1. Sugerimos establecer un nuevo sistema de planificación de las tareas asignadas a los operadores debido a que el sistema actual presenta un descontrol de los tiempos de ejecución en las actividades a realizar con respecto al mantenimiento preventivo.
2. Analizar mediante la supervisión las actividades de los operadores con el fin de lograr el cumplimiento de las tareas de mantenimiento acorde el tiempo establecido por la empresa.
3. Desarrollar una guía de procedimientos para el mantenimiento preventivo de los sistemas de cenizas 1A y 1B basada en el manual del proveedor para garantizar el alargamiento de la vida útil del equipo.
4. Crear un registro de los repuestos que con más frecuencia se desgastan o averían para así mantener un inventario disponible y evitar demoras en la ejecución del mantenimiento preventivo.

VIII. Bibliografía.

- (s.f.). *Economipedia*, <https://economipedia.com/definiciones/mantenimiento.html>.
- Apolon, V. (s.f.). *the crew*, (págs. <https://www.mantenimientopreventivo.site/ejecucion/mantenimiento-preventivo-4-ventajas-y-2-desventajas>).
- Arias, F. G. (6ta Edición 2006). *El proyecto de Investigacion*. Caracas, Venezuela: El Pasillo 2011, C.A.
- Carlos Fernandez, P. (6ta Edición, 2006). *Metodologia de la Insvestigacion* . Mexico DF.
- Clasificaciond.org. (s.f.). <https://www.clasificacionde.org/ficha-tecnica>.
- Fonseca, W. A. (2015). La Gestion del Mantenimiento Estructura Funcional de la Industria. *Universidad Esc.colombia de carreras industriales*.
- Garrido, S. G. (s.f.). Presupuesto del mantenimiento. *Ingenieria del Mantenimiento* , págs. <http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/secciones-ing-mto/mantenimiento/el-presupuesto-de-mantenimiento>.
- Grudemi, E. (2018). *poblacion* . Editorial Grudemi.
- INSTRUCTIVO DE MANEJO FORMATO POKA. (s.f.). *DOGOTEX.SA*.
- IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial, G. A. (2da Edición 2018). *Gestion y Planificacion del Manteneinto Industrial*.
- Masip, R. O. (7 Julio 2003). *Mantenimiento Preventivo*. Ecuador.
- Mecgale. (2014). *INSTRUCTION MANUAL MAINTENANCE OF ASH HANDLING PLANT* . N-65, M.I.D.C. HINGNA INDUSTRIAL AREA, INDIA.
- Medrano, J. (2017). *Mantenimiento Tecnicas y Aplicaciones Industrial*. Mexico .
- Morales, P. O. (1995,2003, pag 2). *Fundamentos de Investigacion documental y la Monografias*. Merida Venezuela.
- Personalizado. (2019). *Manual de Mantenimiento Green Power*.
- Tamayo, M. (4ta Edición, 2007). *El Proceso de la Investigacion Cientifica*. Mexico.
- Wireman, T. (1990). *World Class Maintenance Management* . Reino Unido: Industrial Press, Inc.

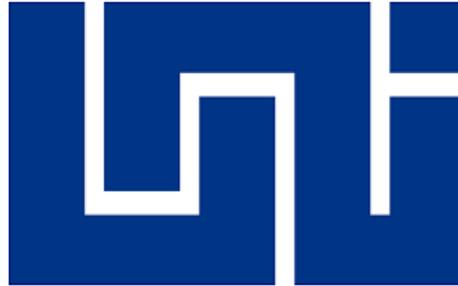
IX. Cronograma de Ejecución.

Actividades 2022-2023	Noviembre 2022					Enero 2023					Febrero 2023					marzo 2023					Observación
	Semanas																				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Fase 1) Curso de inducción para los tutores seleccionados																					
Curso de inducción para los tutores seleccionados																					
Fase 2) Inicio del taller para la culminación de estudio, enero del 2023																					
Elaboración de: Tema a investigar y objetivos.																					
Aprobación del tema por el decano																					
Marco conceptual																					
Diseño metodológico																					
Desarrollo del diseño metodológico																					
Aplicación de instrumentos, prueba de laboratorios																					
Procesamiento y análisis de la información																					
Conclusiones, recomendaciones y anexos																					
Fase 3) Defensa de trabajo monográfico, marzo del 2023.																					
Defensa del trabajo monográfico																					
Preparación de acto de graduación																					

Actividades 2022-2023	Noviembre 2022					Enero 2023					Febrero 2023					marzo 2023					Observación
	Semanas																				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Realización de acto de graduación y entrega de título																					

X. Anexos.

Anexo N°1 Formato de Entrevistas.



**Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de la Tecnología de la Industria**

FORMATO DE ENTREVISTA

Fecha: 12/02/2023

Nombre del evaluado: Daniel Tenorio

Ocupación a desempeñar: Operador de sistema de cenizas

Nombre del entrevistador: Manuel Bojorge

Somos estudiantes egresados de INGENIERÍA INDUSTRIAL e INGENIERIA MECANICA estamos realizando una investigación cuyo tema es “Evaluación del mantenimiento preventivo en los sistemas de ceniza 1 A y 1 B del área de caldera, mediante el análisis del sistema existente, en la empresa Cogeneración Green Power S.A en el municipio de san Rafael del sur del departamento de Managua.

Objetivo: Dar a conocer el tipo de mantenimiento que utiliza la empresa Cogeneración Green Power. Agradecemos su aporte y valiosa información que es clave para llevar a cabo nuestro trabajo investigativo

De acuerdo con las siguientes preguntas se estableció la siguiente entrevista.

Preguntas:

1. ¿Existe un plan de formación para el personal de mantenimiento preventivo? ¿En qué ámbito los capacitan?

2. ¿Existe algún formato de orden de trabajo específico? ¿Qué elementos contiene?

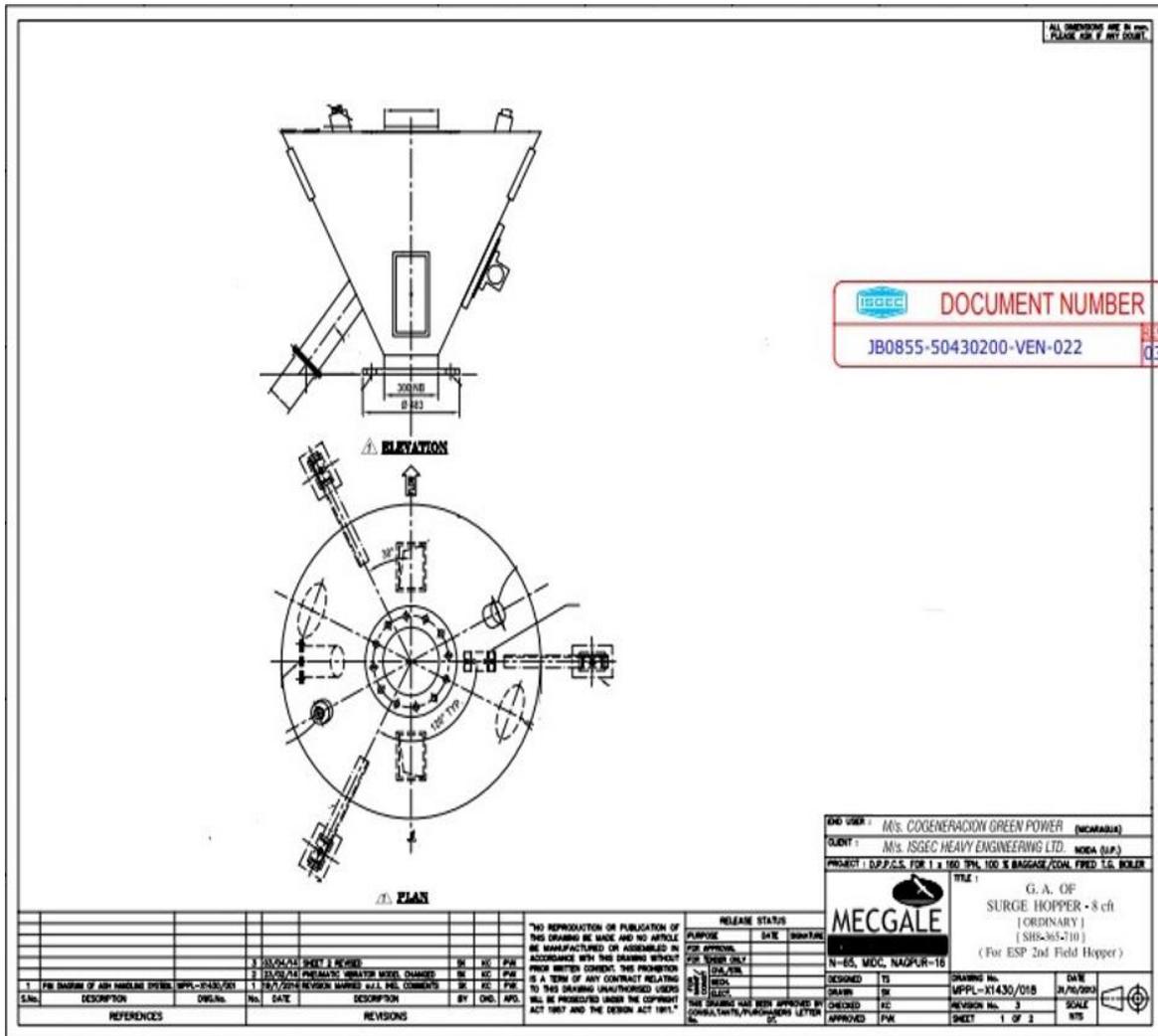
3. ¿Cuenta la empresa con algún tipo de stock de mantenimiento?

4. ¿Cree usted que para COGENERACION GREEN POWER podría ser útil algún aplicativo informático, para el seguimiento y control del mantenimiento preventivo?

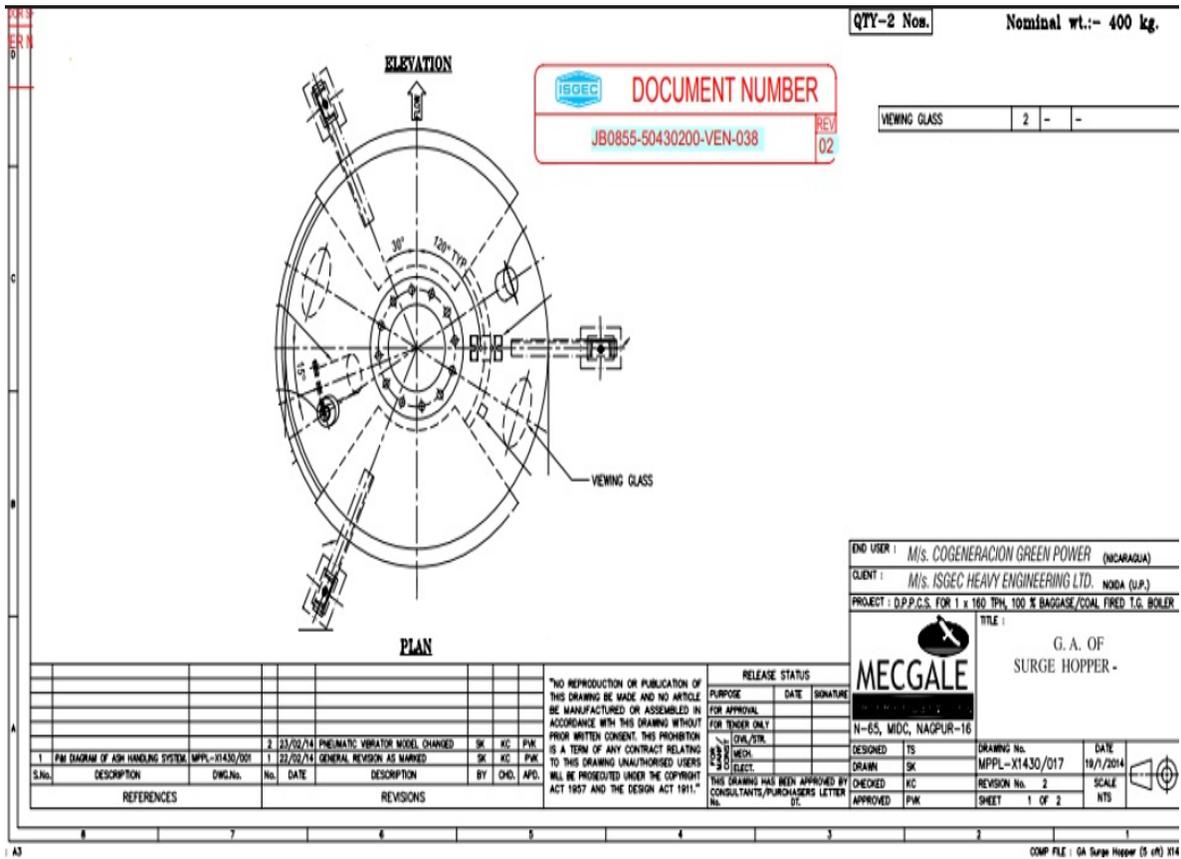
5. ¿Cuáles son los factores más comunes para el seguimiento y control de mantenimiento?

6. ¿Realiza usted una aplicación de costos de mantenimiento para los equipos instalado en el beneficio durante el periodo de reparación?

Anexo N°2 Tolva Recolectora de ceniza



Anexo N°3 Visores físicos de Vidrio



QTY-2 Nos.

Nominal wt.:- 400 kg.

ISGEC DOCUMENT NUMBER
JB0855-50430200-VEN-038
REV 02

VIEWING GLASS	2	-	-
---------------	---	---	---

END USER : M/s. COGENERACION GREEN POWER (NICARAGUA)
CLIENT : M/s. ISGEC HEAVY ENGINEERING LTD. NODA (L.P.)
PROJECT : D.P.P.C.S. FOR 1 x 180 TPH, 100 % BAGGASE/COAL FIRED I.G. BOILER

TITLE :
G. A. OF
SURGE HOPPER -
MECGALE
N-65, MDC, NAGPUR-16

S.No.	DESCRIPTION	DWG.No.	No.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK.	APD.
1	PM DIAGRAM OF ASH HANDLING SYSTEM. MPPL-X1430/001		2	23/02/14	PNEUMATIC VIBRATOR MODEL CHANGED	SK	KC	PK
			1	22/02/14	GENERAL REVISION AS MARKED	SK	KC	PK

"NO REPRODUCTION OR PUBLICATION OF THIS DRAWING BE MADE AND NO ARTICLE BE MANUFACTURED OR ASSEMBLED IN ACCORDANCE WITH THIS DRAWING WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT. THIS PROHIBITION IS A TERM OF ANY CONTRACT RELATING TO THIS DRAWING UNAUTHORISED USERS WILL BE PROSECUTED UNDER THE COPYRIGHT ACT 1957 AND THE DESIGN ACT 1911."

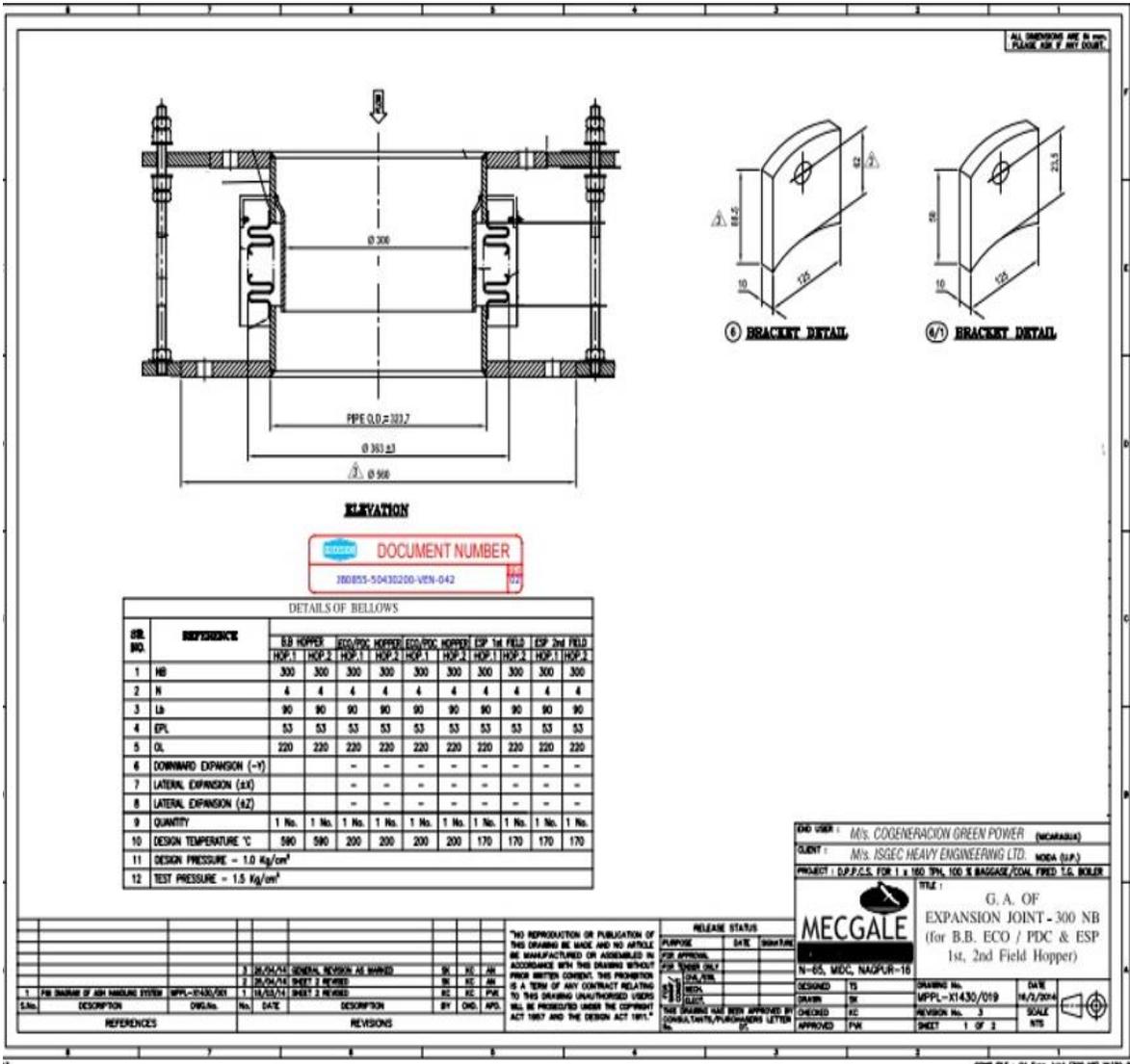
RELEASE STATUS		
PURPOSE	DATE	SIGNATURE
FOR APPROVAL		
FOR TENDER ONLY		
DESIGNED	TS	
DRAWN	SK	
CHECKED	KC	
APPROVED	PK	

DESIGNED	TS	DRAWING No.	MPPL-X1430/017	DATE	19/1/2014
DRAWN	SK	REVISION No.	2	SCALE	NTS
CHECKED	KC	SHEET	1 OF 2		
APPROVED	PK				

A3

COMP FILE : GA Surge Hopper (5 ckt) X14

Anexo N°4 Junta de Expansión



Anexo N°5 Placa principal con Refrigeración

ALL DIMENSIONS ARE IN MM.
PLEASE USE 1/8" DECIMAL.

DOCUMENT NUMBER

JB0855-50430200-VEN-018

REV
0

REFERENCES		REVISIONS	
S.N.	DESCRIPTION	DRAWING NO.	DATE
1	FOR DRAWING OF AIR HANDLING SYSTEM	MPP-32430/01	

RELEASE STATUS		
PURPOSE	DATE	SIGNATURE
FOR APPROVAL		
FOR SHOP ONLY		
FOR QA, ITP		
FOR DEL.		
FOR CHECK		
FOR RELEASE		

NO REPRODUCTION OR PUBLICATION OF THIS DRAWING BE MADE AND NO ARTICLE BE MANUFACTURED OR ASSEMBLED IN ACCORDANCE WITH THIS DRAWING WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT. THIS PROHIBITION IS A TERM OF ANY CONTRACT RELATING TO THIS DRAWING UNLESS OTHERWISE STATED. THIS DRAWING UNLESS OTHERWISE STATED WILL BE PROTECTED UNDER THE COPYRIGHT ACT 1967 AND THE DESIGN ACT 1988.

MECGALE

N-65, MIDC, NAGPUR-16

END USER: M/s. COGENERATION GREEN POWER (MCHABAD)

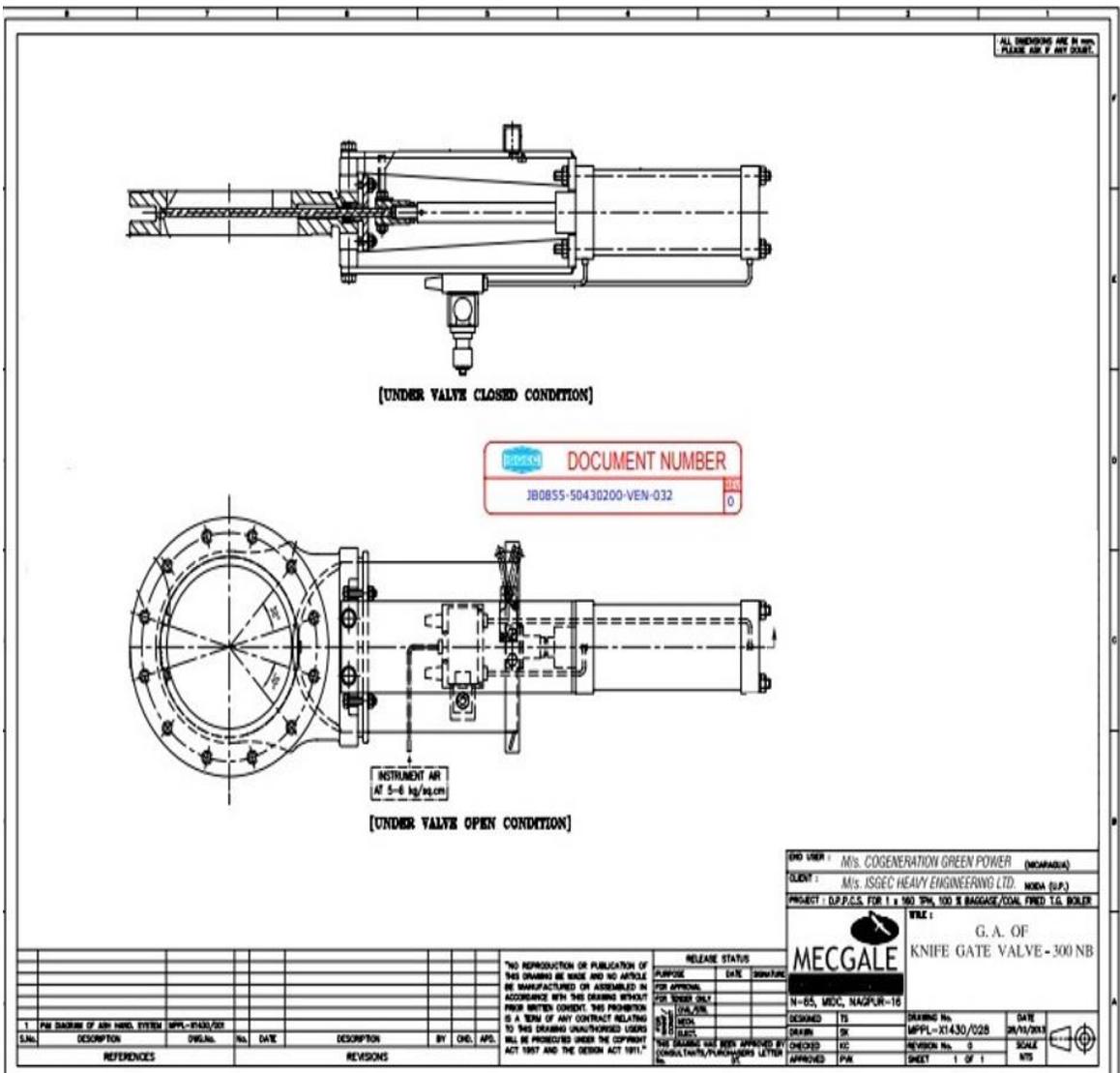
CLIENT: M/s. ISGEC HEAVY ENGINEERING LTD. (NODA (L.P.))

PROJECT: D.P.P.C.S. FOR 1 x 160 TPA, 100 % BAGASSE/COAL FIRED T.E. HOPPER

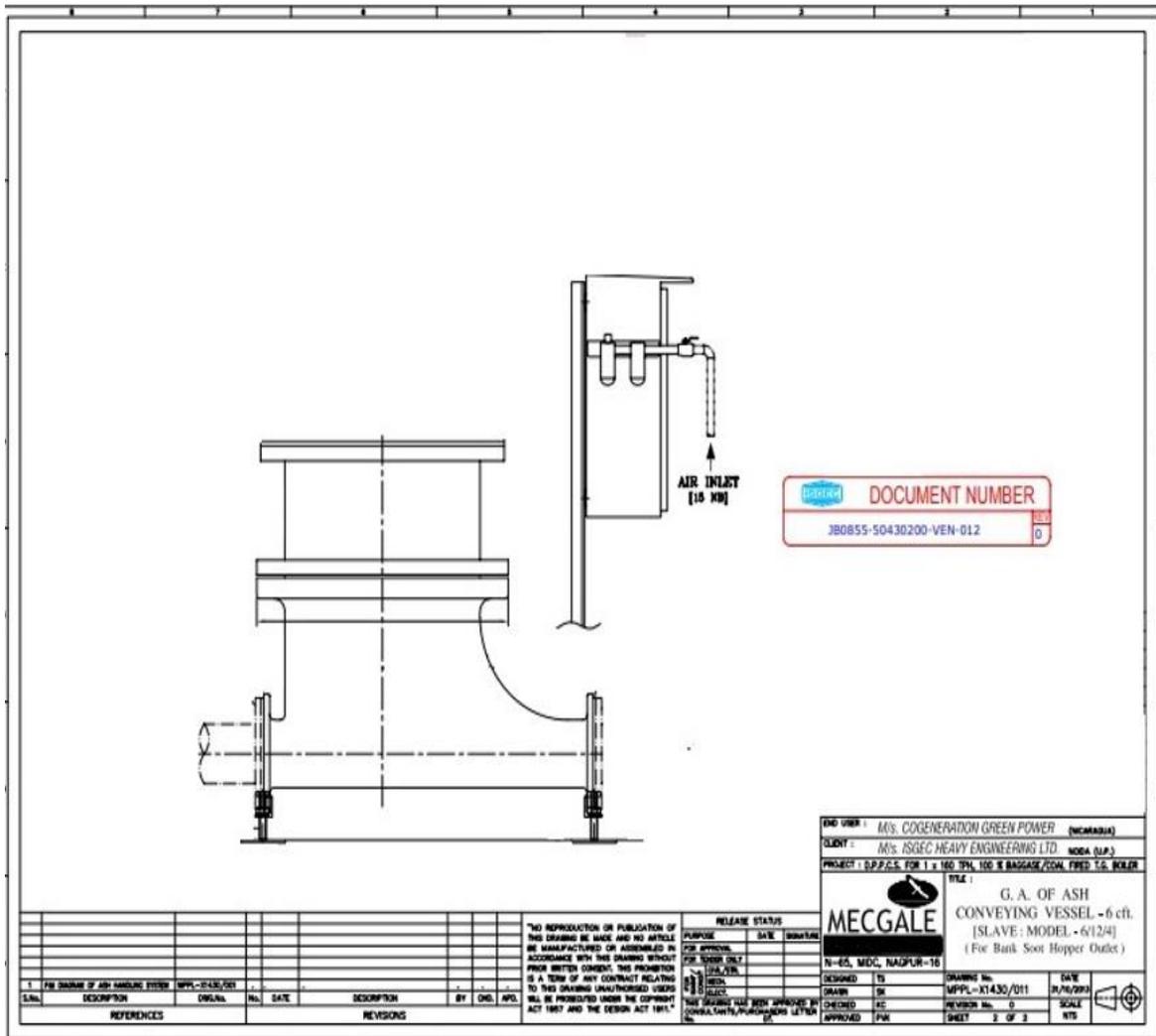
TITLE: G. A. OF INLET VALVE - 300 NB [WATER COOLED] (For Bank Soot & ECO / PDC Hopper)

DESIGNED	TS	DRAWING NO.	MPP-32430/015	DATE	09/05/2011
DRAWN	SR	REVISION NO.	0	SCALE	1:1
CHECKED	EC	SHEET	1 OF 2	NTS	
APPROVED	PK				

Anexo N°6 Guillotina Superior e Inferior



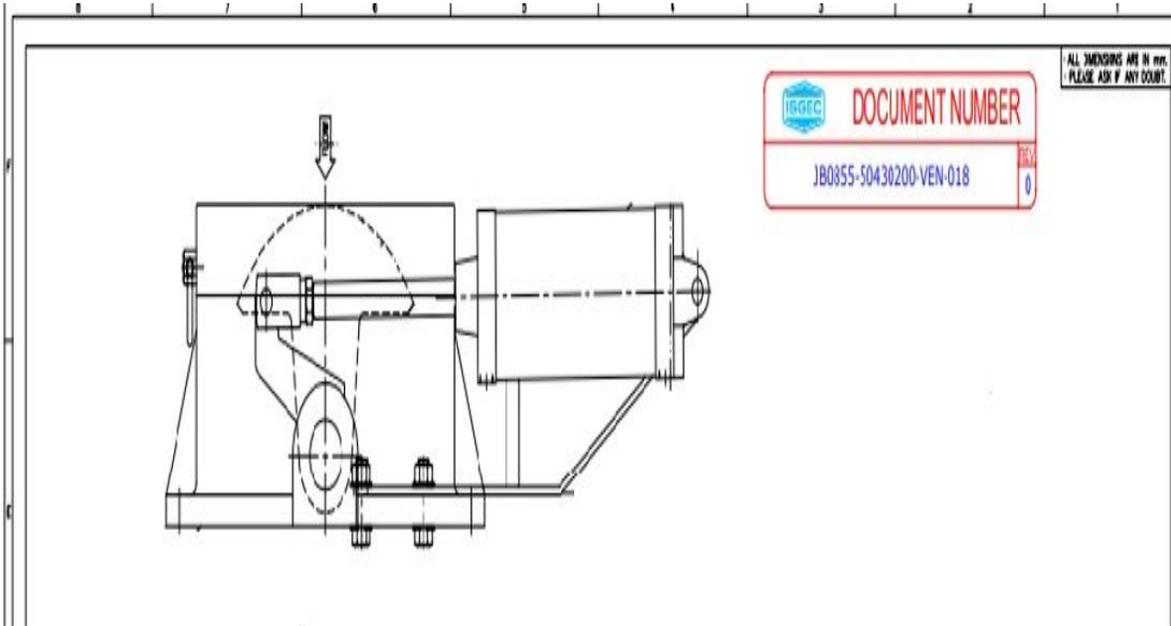
Anexo N°7 Vasijas Recolectoras de ceniza



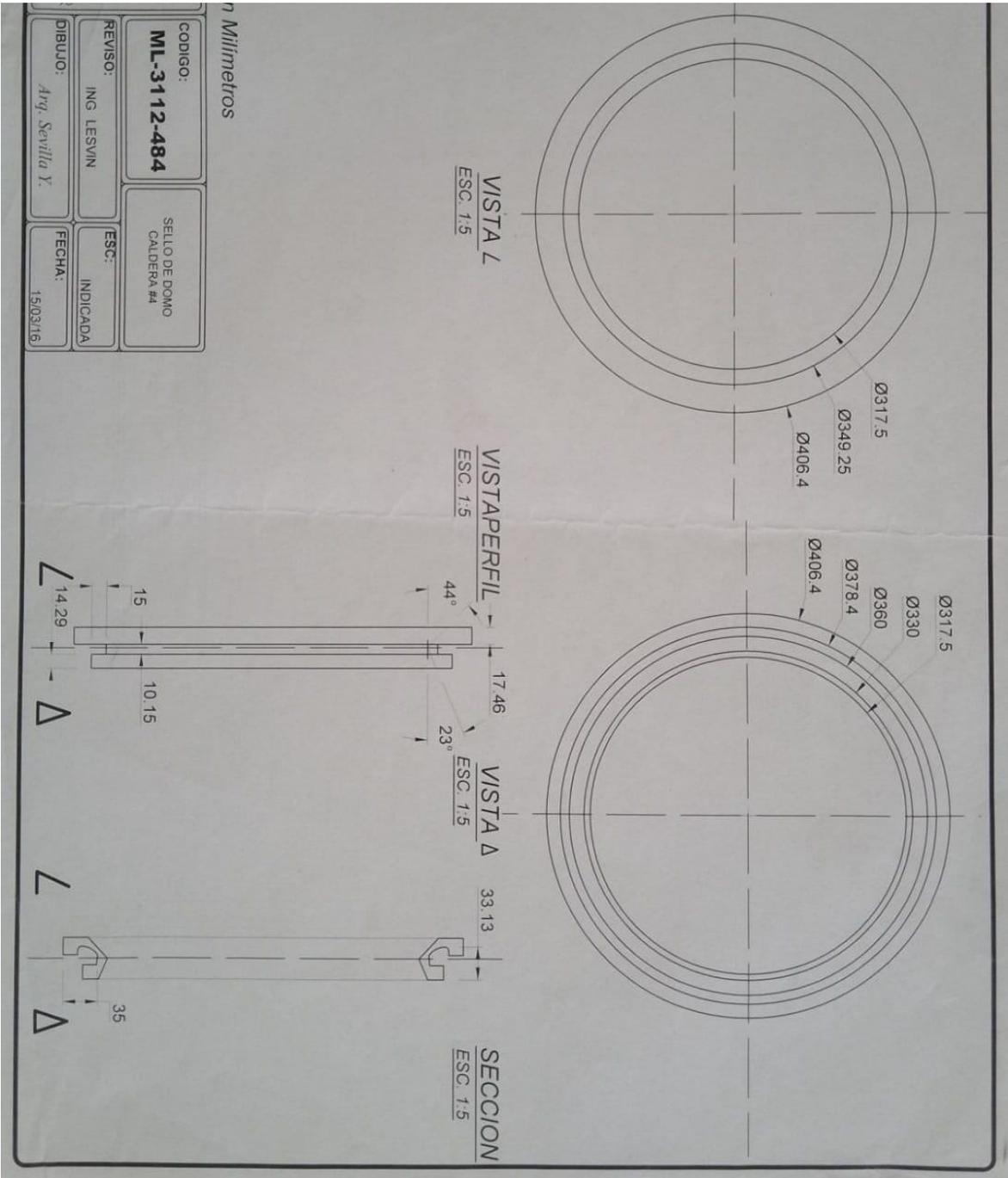
DOCUMENT NUMBER
3B0855-50430200-VEN-012

<p>NO REPRODUCTION OR PUBLICATION OF THIS DRAWING BE MADE AND NO ARTICLE BE MANUFACTURED OR ASSEMBLED IN ACCORDANCE WITH THIS DRAWING WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT. THIS PROVISION IS A TERM OF ANY CONTRACT RELATING TO THIS DRAWING UNLESS OTHERWISE STATED. THIS DRAWING IS UNAPPROVED UNLESS INDICATED OTHERWISE BY PURCHASER'S LETTER.</p>		<p>RELEASE STATUS</p> <table border="1"> <tr> <th>PURPOSE</th> <th>DATE</th> <th>BY</th> <th>INITIALS</th> </tr> <tr> <td>FOR APPROVAL</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FOR ISSUE</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FOR REVISION</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FOR CANCEL</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		PURPOSE	DATE	BY	INITIALS	FOR APPROVAL				FOR ISSUE				FOR REVISION				FOR CANCEL																			
PURPOSE	DATE	BY	INITIALS																																				
FOR APPROVAL																																							
FOR ISSUE																																							
FOR REVISION																																							
FOR CANCEL																																							
<p>1. FOR DRAWING OF AIR HANDLING SYSTEM MPP-12430/011</p>		<p>MECGALE 71-05, MEC, RAJAPUR-10</p>																																					
<p>REFERENCES</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>S/N</th> <th>DESCRIPTION</th> <th>ORIGIN</th> <th>NO.</th> <th>DATE</th> <th>DESCRIPTION</th> <th>BY</th> <th>CHK.</th> <th>APL.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		S/N	DESCRIPTION	ORIGIN	NO.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK.	APL.										<p>CLIENT : M/s. COGENERATION GREEN POWER (NEERABDI) M/s. ISGEC HEAVY ENGINEERING LTD. (MODA DUP) PROJECT : D.P.P.C.S. FOR 1 x 150 TON, 150 X BAGASSE/COAL FIRED T.C. BOILER</p> <p>TITLE : G. A. OF ASH CONVEYING VESSEL - 6 cft. (SLAVE : MODEL - 6/12/4) (For Bank Soot Hopper Outlet)</p> <table border="1"> <tr> <td>DESIGNED</td> <td>TS</td> <td>DRAWING No.</td> <td>MPP-12430/011</td> <td>DATE</td> <td>27/10/2011</td> </tr> <tr> <td>CHECKED</td> <td>SK</td> <td>REVISION No.</td> <td>0</td> <td>SCALE</td> <td>NTS</td> </tr> <tr> <td>APPROVED</td> <td>FVA</td> <td>SHEET</td> <td>2 OF 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		DESIGNED	TS	DRAWING No.	MPP-12430/011	DATE	27/10/2011	CHECKED	SK	REVISION No.	0	SCALE	NTS	APPROVED	FVA	SHEET	2 OF 2		
S/N	DESCRIPTION	ORIGIN	NO.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK.	APL.																															
DESIGNED	TS	DRAWING No.	MPP-12430/011	DATE	27/10/2011																																		
CHECKED	SK	REVISION No.	0	SCALE	NTS																																		
APPROVED	FVA	SHEET	2 OF 2																																				

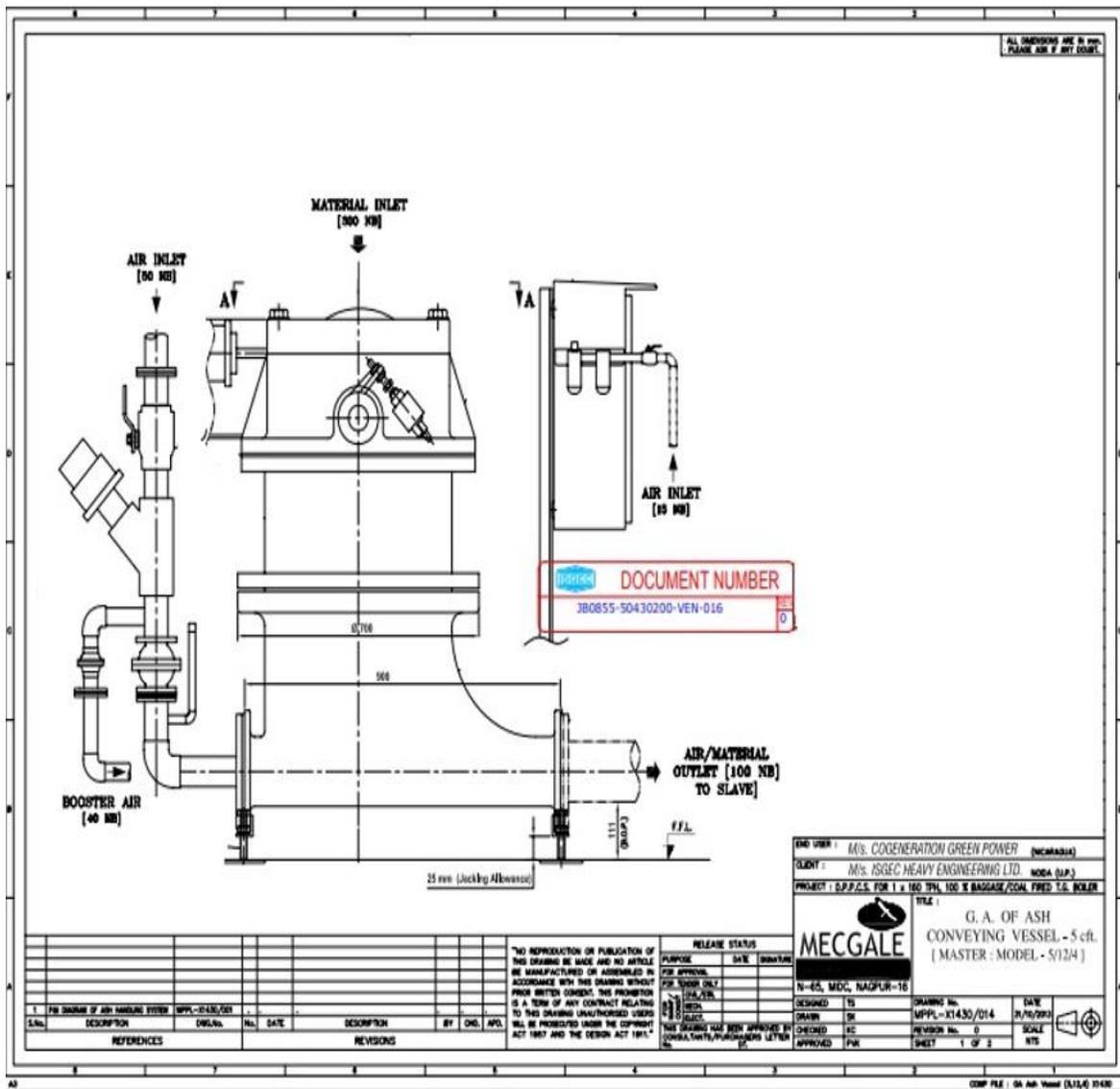
Anexo N°8 Esfera de Domo



Anexo N°9 Empaque de Silicona.



Anexo N°10 Tubería de Transporte



Anexo N°11 Actividades de mantenimiento preventivo.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Nombres de los recursos	Cuadrilla	Supervisor
Mantenimiento de Guillotina superior, limpieza, engrase de rodos, cambio de empaque, revision de pernos	1.5 días	jue 26/8/21	vie 27/8/21	Operario	Cuadrilla N3	Caldera
Revision de junta de expansion superior y cambio de ser necesario 1A	1 día	vie 27/8/21	lun 30/8/21	Operario	Cuadrilla N3	Caldera
Mantenimiento de Guillotina inferior, limpieza, engrase de rodos, cambio de empaque, revision de pernos	1.5 días	lun 30/8/21	mar 31/8/21	Operario	Cuadrilla N3	Caldera
Mantenimiento de niple recibidor, limpieza, cambio de empaques	0.5 días	mié 1/9/21	mié 1/9/21	Operario	Cuadrilla N3	Caldera
Mantenimiento de 2 Guillotinas mecanica acoplada cilindro, limpieza, cambio de empaque, revision de desgastes internos	1.5 días	mié 1/9/21	jue 2/9/21	Operario	Cuadrilla N3	Caldera
Mantenimiento de 2 juntas de expansion superior / inferior de Tolva, limpieza y cambio de empaquetadura	0.5 días	vie 3/9/21	vie 3/9/21	Operario	Cuadrilla N3	Caldera
Tolva recibidora: limpieza, empaque de mirillas, pruebas de espesores, limpieza de enfriadores fluheo	1 día	vie 3/9/21	lun 6/9/21	Operario	Cuadrilla N3	Caldera
Domo: mantenimiento, desarme, cambio de orings, empaques, limpieza de esfera, cambio si es necesario, revision de ejes, pines, cambio de retenedores cambio de los dañados, revision de bushing de bronce,	4 días	lun 6/9/21	vie 10/9/21	Operario	Cuadrilla N3	Caldera
Pruebas de hermeticidad en partes interna de Domo	0.25 días	vie 10/9/21	vie 10/9/21	Operario	Cuadrilla N3	Caldera
Colocacion de chiches de engrase	0.25 días	vie 10/9/21	vie 10/9/21	Operario	Cuadrilla N3	Caldera
Revision de sistema de enfriamiento, entrada y salida, limpieza, Revision de mangueras, niples y valvulas, cambio de las dañadas, flusheo de tuberias por obstrucciones	0.5 días	lun 13/9/21	lun 13/9/21	Operario	Cuadrilla N3	Caldera
Tazon colector inferior, desmontaje, limpieza rellenos de soldadura si es necesario	1 día	lun 13/9/21	jue 16/9/21	Operario	Cuadrilla N3	Caldera
Mantenimient de Valvulas de check de alimentacion de aire transporte	0.5 días	jue 16/9/21	jue 16/9/21	Operario	Cuadrilla N3	Caldera

Fuente: Proyect Departamento de planificación Cogeneración Green Power S.A

Anexo N°12 Ficha técnica de componentes internos del equipo.

31	PIN	1
30	FRONT CLEVIS	1
29	COLLAR	1
28	PNEUMATIC CYLINDER	1
27	HEX. BOLT WITH WASHER	2
26	CYLINDER MOUNTING BRACKET	1
25	LIMIT SWITCH	1
24	LIMIT SWITCH BRACKET	1
23	EYE BOLT (LIFTING LUGS)	2
22	HEX. BOLT WITH WASHER	8
21	TOP PLATE	1
20	INFLATABLE RUBBER SEAL	1
19	'O' RING CORD	1
18	INSERT RING	1
17	'O' RING CORD	1
16	SPIGOT RING	1
15	GASKET (BODY TOP)	1
14	SPRING DOWEL PIN-H.P.(OUTER)	2
13	LIP SEAL	2
12	BUSH (FOR TORQUE ARM BOSS)	1
11	TORQUE ARM BOSS	1
10	STRIKER ARM BOSS	1
9	'O' RING	2
8	SPRING DOWEL PIN-H.P.(INNER)	2
7		
6	M.S. SPACER	2
5	SHAFT SEAL (WIPER)	4
4	SHAFT	2
3	DOME	1
2	BUSH	2
1	INLET VALVE BODY	1
P.No.	DESCRIPTION	QTY/

P.No.	DESCRIPTION	QTY ASS
4	CSK ALLEN SCREW (LIMIT SWITCH BRACKET)	2
3	HEX. BOLT (LIMIT SWITCH BRACKET)	2
2	LOCK SCREW	1
1	CIRCLIP	2

NOTE :- FOLLOWING SMALL ITEMS NOT SHOW IN EXPLODED VIEW.

P.No.	DESCRIPTION	QTY ASS
4	CSK ALLEN SCREW (LIMIT SWITCH BRACKET)	2
3	HEX. BOLT (LIMIT SWITCH BRACKET)	2
2	LOCK SCREW	1
1	CIRCLIP	2

<p>MECGALE PNEUMATICS PVT.LTD. N-65, MIDC, NAGPUR-16</p>	TITLE :	
	INLET VALVE (EXPLODED VIEW)	
DESIGNED TS	DRAWING No. MPPL-3D/EV/IV	DATE 09/08/15
DRAWN LP	REVISION No. 0	SCALE NTS
CHECKED AM	SHEET 1 OF 1	
APPROVED PW		

Anexo N°13 Presupuesto general del mantenimiento preventivo.

NO	DESCRIPCION	NO PARTE	CANTIDAD	UDM	PRECIO/UNIDAD (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
1	Conjunto 300NB (que consta de cúpula, placa superior, anillo de inserción, espiga, sello de neopreno, eje, QEV, interruptor de límite, brazo de torsión, brazo percutor, cilindro de potencia)	159006	1	JGO	4,950.00	4,950.00
2	Conjunto 300NB (placa superior W/C y domo) que consta de domo, placa superior, anillo de inserción, espiga, sello de silicona, eje, QEV, interruptor de límite, brazo de torsión, brazo percutor, cilindro de potencia.	159017	1	JGO	5,400.00	5,400.00
3	Cabeza en forma de cúpula	111007	3	C/U.	515.00	1,545.00
4	Cabeza en forma de cúpula (refrigeración por agua)	11126	2	C/U.	590.00	1,180.00
5	Sello inflable (Silicona)	111013	18	C/U.	168.00	3,024.00
6	Sello inflable (neopreno)	111012	12	C/U.	145.00	1,740.00
7	Placa superior	111031	1	C/U.	520.00	520.00
8	Placa superior (refrigerada por agua)	111032	1	C/U.	550.00	550.00
9	Insertar anillo	111015	4	C/U.	280.00	1,120.00
10	Pieza de Spigot	111028	2	C/U.	410.00	820.00
11	Anillo "O" para anillo de inserción	111021	8	C/U.	18.00	144.00
12	Anillo "O" para pieza de Spigot	111022	8	C/U.	18.00	144.00
13	Eje	111025	2	C/U.	180.00	360.00
14	Eje refrigerado por agua	11114	2	C/U.	220.00	440.00
15	Sello del eje	111027	8	C/U.	22.00	176.00
16	Espaciador de sello del eje	111019	8	C/U.	18.00	144.00
17	Arbusto de eje	111003	2	C/U.	95.00	190.00
18	Sello de labio externo	111018	8	C/U.	18.00	144.00
19	Pin de resorte de pasador	111029	8	C/U.	16.00	128.00
20	Jefe de eje con brazo dinamométrico	11125	1	C/U.	140.00	140.00
21	Jefe de eje con brazo delantero	11124	1	C/U.	135.00	135.00
22	Anillo "O" para brazo de torsión y brazo de percutor	111001	8	C/U.	15.00	120.00
23	Juego de junta	11127	2	C/U.	48.00	96.00
					TOTAL	23,210.00

Fuente: Cotización del proveedor.

Anexo N°14 Costos Unitarios de cada material que se utilizan para para el mantenimiento preventivo de los sistemas de ceniza 1A Y 1B.

Costos Obtenidos del Módulo de la Cadena Suministro Green Power		
Descripción	Unidad de medida	Costo UnitarioC\$
Grasa mobilux ep2	Lb	C\$70.00
Empaque 3/8 412-w chesterton	Lb	C\$1,505.45
Tuerca hexagonal 3/4	C/U	C\$10.80
Perno hexagonal 3/4x3-1/2" H/O	C/U	C\$47.07
Arandela lisa 3/4	C/U	C\$7.62
Limpiador y desengrasante industrial	Gln	C\$420.00
Silicon industrial rojo 300 ml	C/U	C\$500.00
Esparrago inox. 3/1x13"	C/U	C\$1,446.00
Cepillo mango de madera	C/U	C\$115.14
Lija de tela #120	C/U	C\$27.34
Teflón 3/4x50 mts	C/U	C\$166.94
Cordón o-ring 1/8"	Mts	C\$26.52
Empaque lamina para agua 1/8"	C/U	C\$5,952.69
Empaque de neopreno de 1/16x56"x39"	C/U	C\$1,500.00
Empaque de nropreno de 1/8x56"x1 mt	C/U	C\$3,000.00
Thinner	Gln	C\$305.00
Soldadura 1/8 6011	Lb	C\$50.00
Soldadura 1/8 7018	Lb	C\$70.00
Válvula inox roscada npt 1/2"	C/U	C\$1,260.00
Empaque de silicón rojo	C/U	C\$9,033.56
Aceite penetrante	C/U	C\$143.42
Chiche de engrase de 1/4	C/U	C\$15.54
Empaque de hule 1/4 "	C/U	C\$4,208.20
Vidrio de borosilicato 5.875x0.500" para 300 grados Celsius	C/U	C\$2,150.70
Manguera Lona 3/4"X1M C/Terminal HEMBRA H.N 150 PSI	C/U	C\$864.07
Manguera Lona 1/2"X1M C/Terminal HEMBRA H.N 150 PSI	C/U	C\$377.85
Espiga (Conector de agua enfriamiento) 111028	C/U	C\$8,714.83
Retenedora agua de Refrigeración 111027	C/U	C\$784.51
Separador Sello de Eje (Laminas Cobre de 1/16) 111019	C/U	C\$737.97
Diesel	Gln	C\$163.53