



unitec[®]
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES[®]

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTA DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

**ÁREA DE MANTENIMIENTO DEL PARQUE EÓLICO CERRO DE HULA, ENERGIA EOLICA
DE HONDURAS S.A**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN AL TÍTULO DE
INGENIERO EN ENERGÍA**

PRESENTADO POR:

11411072

ORLANDO JOSUE MOLINA GUERRERO

ASESOR METODOLÓGICO: ING. RAFAEL AGUILAR

CAMPUS TEGUCIGALPA; ABRIL DE 2020

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por las oportunidades y el conocimiento que me brindó, deseando utilizar el conocimiento obtenido para servir al país. A UNITEC por brindarme las herramientas necesarias que fueron requeridas a lo largo del periodo hasta llegar a su culminación.

Le dedico este trabajo a mi madre Rita Guerrero y mi abuela Enma Núñez ejemplo de perseverancia y lucha, demostrando que no hay que rendirse por muy difícil que parezca, nada es imposible. A mi padre Orlando Molina por su apoyo en mi educación. A mis hermanos Gabriela Molina, Héctor Pineda y Juan Pineda por sus consejos y apoyo. A mis amigos Larissa Sierra, María Quintero, Carla Barahona, William Maldonado, Gerardo Zelaya, Erick Zúniga, Ramiro Zúñiga, Iris Portillo y Nefer Solorzano, por su apoyo incondicional.

De manera especial, quiero agradecer a mis asesores durante la práctica profesional, quienes fueron mis mentores, gracias por inspirarme a ser mejor profesional cada día, Ing. Joel Sierra, Ing. Andy Ochoa y Fernando Girón, además de agradecer a los catedráticos que me guiaron y aconsejaron, siendo un ejemplo por seguir: Ing. Carlos Oyuela, Ing. Ingrid Roveló, Ing. Pablo Meraz, Ing. Rafael Aguilar, Ing. Mario Zelaya e Ing. Ela Valladares.

Una máquina puede hacer el trabajo de cincuenta hombres ordinarios. Ninguna máquina puede
hacer el trabajo de un hombre extraordinario
- Elbert Hubbard, The Philistine

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo se describe los trabajos realizados durante la práctica profesional en la planta de energía eólica, Energía Eólica de Honduras Sociedad Anónima (EEHSA), siendo el cargo de asistente de coordinación de mantenimiento. Junto a las capacitaciones y charlas internas que se recibieron junto al personal de la planta.

La empresa EEHSA perteneciente a la Corporación Multi Inversiones (CMI), tiene siempre el objetivo de una mejora continua. Por lo cual se solicitó conocer sobre las herramientas 5'S y la norma ISO 45001. Para brindar opciones de mejora en el área del taller de la planta y bodega. Las sugerencias brindadas en las bodegas quedaron pendientes a considerar. Debido a una remodelación planeada.

En el departamento de operación y control se tomaron datos para analizar mediante gráficas y poder ver en que categoría de viento, son más frecuente las fallas y que tipo de falla. Además de las capacitaciones para la comprensión del funcionamiento del parque y del monitoreo mediante el sistema SCADA. Como actuar y notificar en caso de las alarmas o fallas presentadas en los aerogeneradores.

De parte de la empresa se solicitó un acuerdo de confidencialidad por lo cual los procedimientos registrados y datos obtenidos no pueden ser presentados en el presente informe.

Palabras claves: Energía eólica, Operación y control, Fallas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	introducción	1
II.	Generalidades de la Empresa	2
2.1	descripción de la Empresa	2
2.1.1	Corporación Multi Inversiones	2
2.1.2	Visión	3
2.1.3	Misión	3
2.1.4	Valores	3
2.1.5	CMI Energía	4
2.1.6	Parque eólico Cerro de Hula	4
2.2	Descripción del Departamento	5
2.3	Objetivo de puesto	6
2.3.1	Objetivo general	6
2.3.2	Objetivos específicos	6
III.	MARCO TEORICO.....	7
3.1	¿Qué es la energía eólica?	7
3.2	¿ cómo se produce la energía eólica?	7
3.3	Clasificación de los Aerogeneradores	7
3.4	Partes de un aerogenerador	8
3.4.1	La base	9
3.4.2	La torre	9
3.4.3	Las palas y el rotor	9
3.4.4	La góndola	11

3.4.5	La caja de cambios	11
3.4.6	Generador.....	12
3.4.7	Sistema de frenado	13
3.4.8	Sistema de control	13
3.5	Ventajas de la energía eólica	14
3.7	El pequeño correctivo	15
3.8	Herramientas 5'S	15
3.9	Hojas de Seguridad (MSDS/HDS)	18
3.9.1	¿Qué es una Hoja de Seguridad?	18
3.10	Fichas Tecnicas	20
3.11	Metrología	21
3.11.1	¿Qué es metrología?.....	21
3.11.2	Calibración y Verificación	22
3.12	Sistema SCADA	23
3.13	ISO 45001	24
3.13.1	¿Qué es la ISO 45001?	24
3.14	Subestaciones Eléctricas.....	25
3.15	Operador Del Sistema	26
3.16	Energía solar	27
IV.	Desarrollo	29
4.1	Descripción del trabajo desarrollado	29
4.1.1	Revisión y actualización de las Hojas de Seguridad.	29
4.1.2	Levantamiento de un listado maestro de equipo a calibrar.	30

4.1.3	Sistema de bodega	31
4.1.4	Propuesta mejora en el taller	32
4.1.5	Plantilla velocidad del viento y fallas alto viento	33
4.1.6	Acompañamiento de las actividades del personal técnico	34
4.2	Cronogramas de Actividades	37
V.	Conclusiones	38
VI.	Recomendaciones.	39
VII.	Bibliografía	40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Logo de la Empresa	2
Ilustración 2 CMI energía eólica.....	4
<i>Ilustración 3. Partes de un aerogenerador.....</i>	<i>8</i>
Ilustración 4. Palas de un aerogenerador.....	9
Ilustración 5. Descarga de pala nueva.....	10
Ilustración 6. Góndola	11
Ilustración 7. Aerogenerador.....	12
Ilustración 8. Descarga nuevo Generador.....	13
Ilustración 9. Herramientas 5´S.....	16
Ilustración 10. Fichas Tecnicas.....	20
Ilustración 11. Generación Diaria	27
Ilustración 12. Copia de Hojas de seguridad.....	30
Ilustración 13. Verificación de Dinamométrica	31
Ilustración 14. Estantería de Bodega	32
Ilustración 15. Plano básico del taller.....	33
Ilustración 16. Pala Dañada	34
Ilustración 17. Entrega de repuestos	35
Ilustración 18. Generador.....	36

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

CMI: Corporación Multi Inversiones.

CDH: Cerro De Hula

EEHSA: Energía Eólica de Honduras S.A.

ODS: Operador Del Sistema

OIT: Organización Internacional de Trabajo

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition

Calibración: Conjunto de operaciones que tienen como finalidad establecer las relaciones entre los valores indicados por una medida material o por un instrumento de medida y los valores correspondientes de un mensurado. (RAE, s. f.-a)

Verificación: Proceso de evaluación de la conformidad llevado a cabo por un verificador ambiental para demostrar si el análisis ambiental, la política ambiental, el sistema de gestión ambiental y la auditoría interna de una organización y su aplicación se ajustan a los requisitos de la legislación aplicable. (RAE, s. f.-b)

I. INTRODUCCIÓN

Este informe contiene los detalles de las labores a realizar durante la práctica profesional en el Departamento de Mantenimiento del Parque Eólico Cerro de Hula (CDH). Durante el desarrollo de la práctica se conocerán las fallas más comunes, el sistema de entrega y almacenamiento de repuestos. Conociendo el equipo necesario para la atención de estas fallas y el equipo que cada aerogenerador lleva para su correcto funcionamiento. Supervisando los controles de seguridad, considerando el equipo calibrado y sus fechas de calibración para su adecuado uso. Además de revisar las actualizaciones de las hojas de seguridad de los productos, para poder actuar de una manera inmediata en caso de emergencias.

La generación de energía eólica se basa en el aprovechamiento de la energía cinética generada por la velocidad del viento. Es de suma importancia conocer las normas de seguridad y utilizar el equipo adecuado y en óptimas condiciones. Los aerogeneradores están a una altura de aproximadamente 78 m, con aspas de 87 m promedio. El mantenimiento de los aerogeneradores es de suma importancia para evitar el riesgo de la vida humana, siendo esto la prioridad del área técnica, velando por los pobladores que viven alrededor y la vida los técnicos que hacen el mantenimiento a estas alturas.

La correcta administración y operación, trae para la empresa la disminución de riesgos e incrementa la generación junto a los ingresos. El mejoramiento de los procesos de mantenimiento y/o registro de estos, además del servicio de la bodega para facilitar el flujo de repuesto, es una oportunidad para que la empresa mejore sus estándares internos de calidad.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA



Ilustración 1 Logo de la Empresa

Fuente:(Corporación Multi Inversiones—Inversión, empleo y desarrollo—Energía, s. f.)

2.1.1 CORPORACIÓN MULTI INVERSIONES

Corporación Multi Inversiones (CMI) es una corporación familiar multilatina, de origen centroamericano, que genera inversión, empleo y desarrollo en la región.

Un grupo con presencia en más de 14 países de tres continentes que, a través de las Agrupaciones de Negocio: Alimentos y Capital, crean un impacto sostenible en las comunidades donde operan, ofreciendo excelencia y calidad en los productos y servicios.

Los negocios de CMI incluyen, en la agrupación de CMI Alimentos, molinos de harina de trigo, producción de pasta y galletas; industria avícola, porcícola, procesados y fabricación de embutidos; alimentos balanceados para animales y mascotas; industria de restaurantes, con su marca Pollo Campero, entre otros.

CMI Capital incluye proyectos de generación de energía renovable; desarrollo de proyectos inmobiliarios y negocios de servicios financieros.

2.1.2 VISIÓN

Ser una organización de clase mundial en productos, procesos y capital humano, participando de manera significativa en múltiples mercados y creciendo estratégicamente con una rentabilidad sobresaliente y sostenible.

2.1.3 MISIÓN

Ser una Corporación internacional, líder en negocios relevantes y selectivamente diversificados que generan valor de manera sostenida para sus accionistas, consumidores, clientes, proveedores, colaboradores y la comunidad.

2.1.4 VALORES

Nuestro fundador, Don Juan Bautista Gutiérrez, siempre se preocupó porque sus negocios estuvieran cimentados en elevadas normas de ética personal.

Don Juanito fue un vivo ejemplo de responsabilidad, excelencia, integridad y respeto; por lo tanto, mantener su legado es un elemento clave para que el cimiento de CMI se mantenga intacto a pesar de su rápido crecimiento.

Todos los colaboradores de CMI, independientemente del cargo o posición que ocupamos y del tiempo de trabajo en la corporación, realizamos todas nuestras acciones de manera libre y voluntaria, en total apego a nuestros valores REIR.

Nuestros Valores REIR:

- Responsabilidad: Es asumir y cumplir el compromiso individual, así como responder por nuestros actos y consecuencias.
- Excelencia: Es buscar la superioridad y acercarnos a la perfección en lo que hacemos. Para ello, buscamos hacer mejora continua, dar resultados excepcionalmente buenos y ser eficientes.
- Integridad: Es la congruencia de nuestros actos y palabras con nuestros valores.

- Respeto: Es la consideración que prestamos a los derechos de los demás y al sistema legal que apoya dichos derechos.

2.1.5 CMI ENERGÍA

CMI Energía se encuentra posicionado entre los tres primeros productores de energía renovable en Centroamérica.

Actualmente, cuentan con una capacidad instalada de 741 MW (Megavatios) con la recién entrada en operación de Renace IV y 70 MW (Megavatios) en construcción de Bósforo y un portafolio de proyectos a desarrollar con el objetivo de diversificar sus operaciones a nivel geográfico y tecnológico. Esta operación confirma los compromisos de seguir invirtiendo en la región, generando empleos y optimizando los costos de la electricidad para contribuir a la competitividad y desarrollo a largo plazo de los países en donde tienen presencia.



Ilustración 2 CMI energía eólica.

Fuente: (Corporación Multi Inversiones—Inversión, empleo y desarrollo—Energía, s. f.)

2.1.6 PARQUE EÓLICO CERRO DE HULA

El parque eólico de Cerro de Hula (CDH) , también conocido como Energía Eólica de Honduras S.A. (EEHSA), es importante que conocer que dentro de CMI el parque es conocido como CDH.

Es una empresa subsidiaria de CMI dedicada a la generación de energía eléctrica, EEHSA opera el Parque Eólico de Cerro de Hula desde el 21 de diciembre de 2011, el cual tiene una capacidad instalada de 126 MW. La empresa ha asumido el compromiso de: Establecer, documentar, implementar, mantener, mejorar un sistema integrado de gestión que incluye:

- El manejo ambiental basado en la norma internacional ISO 14001
- El manejo de la salud y seguridad en el trabajo, vasado en la norma OHSAS18001

El Compromiso del sistema integrado de gestión específicamente comprende:

- Cumplir los requisitos legales aplicables y otros
- Prevenir la contaminación y la protección de la salud y seguridad de los colaboradores
- Mejorar continuamente el desempeño ambiental, así como de la salud y seguridad en el trabajo
- Mantener todos los impactos positivos a ambiente y los colaboradores
- Promover la toma de conciencia sobre la gestión ambiental, la salud, y seguridad ocupacional.
- Asegurar la disponibilidad de información y recursos.

Esta política es aplicable a todas las personas que trabajen en la empresa y en nombre de ella.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El Departamento de mantenimiento, está encargado de la operación, administración, mantenimiento y ejecución de todos los proyectos técnicos que se llevan a cabo de forma lógica como física para la mejora del sistema. En detalle esta área controla los mantenimientos preventivos, predictivo y correctivo, además de la operación, vigilando las velocidades de viento, orientación. Y la generación e inyección de energía a la red nacional.

El departamento administrativo, se encarga de la administración general, recurso humano y legal, sirviendo de conexión con la planta y la corporación para mantener los estándares interno de CMI.

2.3 OBJETIVO DE PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer las fallas más comunes y el procedimiento de operación de una planta de energía renovable. Analizar el sistema de entrega en bodega, considerando las fallas más recurrentes y el suministro de repuestos y herramientas a usar. Registrar los procedimientos de mantenimientos propios de la empresa para tener un orden en su realización de futuros mantenimientos.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el sistema de la bodega ubicación y cantidad de herramientas y repuestos, conociendo las fallas más recurrentes y los suplementos necesarios para su solución.
- Brindar un nuevo esquema de ubicación basado en las fallas más frecuentes y los mantenimientos de 6 y 12 meses. Para ubicar las herramientas y repuestos según su flujo en bodega.
- Revisar el estado de las herramientas y su fecha de calibración según los estándares internos, junto a las hojas de seguridad de los productos según normas de seguridad.
- Conocer el funcionamiento de los aerogeneradores y del sistema de control interno de la planta.
- Conocer los lineamientos de seguridad para los mantenimientos, recibimiento de equipo pesado y del trabajo en taller.
- Redactar los procedimientos internos, para facilitar la replicabilidad de estos mismos a futuro.
- Proponer mejoras en la Ubicación y señalización del taller.

III. MARCO TEORICO

3.1 ¿QUÉ ES LA ENERGÍA EÓLICA?

La energía eólica es la energía obtenida del viento. Es uno de los recursos energéticos más antiguos explotados por el ser humano y es hoy en día la energía más madura y eficiente de todas las energías renovables. El término "eólico" proviene del latín "aeolicus", perteneciente o relativo a Eolo, Dios de los vientos en la mitología griega.(¿Qué beneficios tiene la energía eólica?, s. f.).

3.2 ¿ CÓMO SE PRODUCE LA ENERGÍA EÓLICA?

El calentamiento dispar de la superficie terrestre por la luz solar genera cambios en la presión y la temperatura de las masas de aire que produce naturalmente los vientos. Dichas masas de aire, al desplazarse, pueden movilizar las aspas de los generadores eólicos, que son básicamente molinos, sólo que, en vez de transformar la energía cinética del viento en energía mecánica para moler el trigo, lo hacen en energía eléctrica que sirve para múltiples usos. (Energía Eólica: Concepto, Usos, Ventajas y Desventajas, s. f.).

Esto ocurre ya que, al moverse las aspas de la hélice, impulsadas por el viento, hacen girar el rotor de un generador, que, junto a un alternador, producen una carga eléctrica constante. Estos aparatos se denominan generadores de turbina de viento, y suelen necesitarse múltiples instalaciones semejantes, dado que su producción es relativamente baja.(Energía Eólica: Concepto, Usos, Ventajas y Desventajas, s. f.).

3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS AEROGENERADORES

Los aerogeneradores se pueden clasificar desde su potencia y posición del eje Hasta si son eje Horizontal la orientación al viento y numero de palas..

Los aerogeneradores según la potencia pueden ser clasificados de baja, media y alta potencia. Y según la posición del eje pueden ser de eje horizontal y vertical. Además, al tener una clasificación se dividen en distintos tipos. En el caso de los aerogeneradores verticales existen tipos Savonius y Darrius, por ejemplo. Los aerogeneradores de eje vertical no ocupan seguidor de viento, esto los hace una opción para autoproducción a nivel de baja potencia.

En este estudio nos basaremos en los aerogeneradores de tipo horizontal los cuales se pueden subclasificar de acuerdo con el número de palas, como ser los Monopala que tiene una pala, Bipala que tiene dos palas y los más conocidos Tripala que tiene tres palas. Otra subclasificación importante es la orientación al viento con respecto al eje. Las cuales son orientación a Barlovento, es decir cuando el viento pega de frente al eje. Los de orientación Sotavento que el viento pega en la parte posterior del eje.

3.4 PARTES DE UN AEROGENERADOR

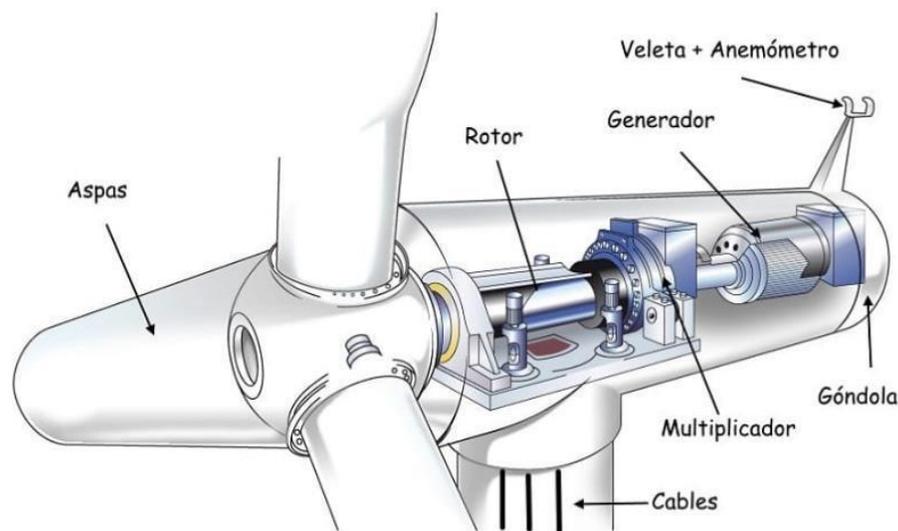


Ilustración 3. Partes de un aerogenerador

Fuente: (Portillo, 2017)

Los aerogeneradores en su conjunto pueden llegar a medir hasta 200 metros de altura y 20 toneladas de peso. Su estructura y sus componentes son complejos y están fabricados para optimizar al máximo la generación de energía a partir de la velocidad del viento.(Portillo, 2017)

Entre los componentes y partes de un aerogenerador tenemos:

3.4.1 LA BASE

Lo básico para un aerogenerador es estar bien sujeto a una base fuerte. Para ello, los aerogeneradores de eje horizontal se construyen con una cimentación subterránea de hormigón armado que se adapta al terreno en el que se encuentra y ayuda a soportar las cargas del viento.(Portillo, 2017).

3.4.2 LA TORRE

La torre es la parte del aerogenerador que soporta todo el peso y es el que mantiene elevadas del suelo las palas. Está construida de hormigón armado por la parte de abajo y de acero por la de arriba. Normalmente es hueca para permitir el acceso a la góndola. La torre es la encargada de elevar el aerogenerador lo suficiente para que pueda aprovechar las máximas velocidades de viento posible. Al extremo de la torre se fija una góndola giratoria de acero o fibra de vidrio.(Portillo, 2017).

3.4.3 LAS PALAS Y EL ROTOR



Ilustración 4. Palas de un aerogenerador.

Fuente: (Portillo, 2017)

Las turbinas actuales están formadas por tres palas ya que proporciona una mayor suavidad en el giro. Las palas están fabricadas de un material compuesto de poliéster con un refuerzo de fibras de vidrio o carbono. Estos compuestos les otorgan una mayor resistencia a las palas. Las palas pueden llegar a medir hasta unos 100 metros de largo y van conectadas al buje del rotor. Gracias a este buje, las palas pueden cambiar el ángulo de incidencia de las palas para aprovechar bien el viento.(Portillo, 2017).

En cuanto a los rotores, en la actualidad son horizontales y pueden tener articulaciones. Normalmente, este está situado a barlovento de la torre. Esto se hace para poder reducir las cargas cíclicas sobre las aspas que aparecen si se situara a sotavento de ella, ya que, si se coloca una pala por detrás de la estela de la torre, la velocidad que incide estará muy alterada.(Portillo, 2017).



Ilustración 5. Descarga de pala nueva.

Fuente: Fotografía tomada en el parque eólico de Cerro de Hula.

3.4.4 LA GÓNDOLA



Ilustración 6. Góndola

Fuente:(Portillo, 2017)

Se trata de un cubículo que se podría decir que **es la sala de máquinas del aerogenerador**. La góndola gira en torno a la torre para colocar la turbina mirando en dirección al viento. En la góndola se encuentra la caja de cambios, el eje principal, los sistemas de control, el generador, los frenos y los mecanismos de giro.(Portillo, 2017).

3.4.5 LA CAJA DE CAMBIOS

La función que tiene la caja de cambios es la de adecuar la velocidad de giro del eje principal a la que necesita el generador.(Portillo, 2017)

3.4.6 GENERADOR



Ilustración 7. Aerogenerador

Fuente: (Portillo, 2017).

En los aerogeneradores de hoy en día existen tres tipos de turbinas que varían sólo por el comportamiento del generador cuando éste se encuentra en condiciones de excesiva velocidad de viento y se intentan evitar las sobrecargas.(Portillo, 2017)

Casi todas las turbinas emplean uno de estos 3 sistemas:

- Generador de inducción de jaula de ardilla
- Generador de inducción bifásico
- Generador síncrono



Ilustración 8. Descarga nuevo Generador

Fuente: Fotografía tomada en el parque eólico de Cerro de Hula.

3.4.7 SISTEMA DE FRENADO

El sistema de frenado es un sistema de seguridad que cuenta con discos que ayudan en situaciones de emergencia o de mantenimiento parar el molino y evitar daños en las estructuras.(Portillo, 2017)

3.4.8 SISTEMA DE CONTROL

El molino eólico está totalmente controlado y automatizado por el sistema de control. Este sistema está formado por ordenadores que manejan la información que suministran la veleta y el anemómetro colocados encima de la góndola. De esta forma, conociendo las condiciones meteorológicas, se puede orientar mejor al molino y las palas para optimizar la generación de energía con el viento que sopla. Toda la información que reciben sobre el estado de la turbina se puede enviar de forma remota a un servidor central y tenerlo todo controlado. En caso de que las velocidades del viento o las condiciones meteorológicas puedan dañar la estructura del aerogenerador, con el sistema de control se puede conocer rápido la situación y activar el sistema de frenado, evitando así daños. (Portillo, 2017).

3.5 VENTAJAS DE LA ENERGÍA EÓLICA

Las ventajas de este tipo de energía son:

- Limpieza. Es una forma medianamente ecológica de obtener energía, ya que más allá de la instalación de los parques eólicos, que pueden arruinar un tanto el paisaje, no producen ningún contaminante atmosférico ni de otro tipo. (*Energía Eólica: Concepto, Usos, Ventajas y Desventajas*, s. f.).
- Seguridad. Los parques eólicos no presentan los riesgos a corto y largo plazo de la energía nuclear, ni representan daños a la salud. Se han reportado casos de molestias por el ruido que estos aparatos generan al rotar diariamente, y por eso se prefiere su instalación en regiones medianamente apartadas. (*Energía Eólica: Concepto, Usos, Ventajas y Desventajas*, s. f.).
- Es renovable. El viento es una fuente de energía inagotable y natural. (*Energía Eólica: Concepto, Usos, Ventajas y Desventajas*, s. f.).
- Aprovechamiento del terreno. Los parques eólicos pueden convivir con sembradíos u otros tipos de aprovechamiento del terreno, o incluso en regiones que no son cultivables de otra manera, como desiertos o costas marítimas o pendientes muy empinadas. (*Energía Eólica: Concepto, Usos, Ventajas y Desventajas*, s. f.).
- Costo. La tecnología eólica es muy económica en comparación con otras formas de obtención de electricidad. (*Energía Eólica: Concepto, Usos, Ventajas y Desventajas*, s. f.).

Conociendo las partes más importantes de los aerogeneradores, depende mucho de la operación, de las condiciones atmosféricas del sitio como ser la humedad o cambios de temperatura, las horas de trabajo de las maquinas. Además de las fechas en las que se realizan los mantenimientos preventivos. Los mantenimientos correctivos o pequeños correctivos deben brindarse al ver los reportes de fallas más usuales en un periodo de tiempo para identificar la falla, o la pieza donde hay que trabajar.

3.6

3.7 EL PEQUEÑO CORRECTIVO

suelen ser las pequeñas averías y cambios de componentes pequeños de un aerogenerador que ocasionan una pequeña incidencia implicando una parada de corta duración en los equipos. Son averías que suelen producirse con mucha frecuencia y que son solucionables a corto plazo. (*Averías mayores y menores en aerogeneradores, s. f.*)

Este pequeño correctivo afecta a los elementos auxiliares que prestan servicio a los componentes generales del aerogenerador. Hablamos del sistema de control, el sistema de orientación de palas, el sistema de frenado, el de lubricación o el sistema de góndolas. (*Averías mayores y menores en aerogeneradores, s. f.*)

No suponen un gran coste ni un impacto en la producción de energía importante. Se suelen resolver en poco tiempo, en el peor de los casos en un par de horas. Dentro del pequeño correctivo se incluyen todas las paradas debidas a la instrumentación, es decir, fallos en los instrumentos de medida que acaban provocando una parada del aerogenerador. Por lo general se solucionan rápidamente sustituyendo el instrumento, configurándolo, sustituyendo o reparando el cable o posicionando el instrumento correctamente. (*Averías mayores y menores en aerogeneradores, s. f.*)

Los fallos eléctricos (los elementos del cuadro eléctrico, los cables, etc.) también son responsables de parte del pequeño correctivo que pueden provocar paradas momentáneas. En cuanto a pequeñas averías de tipo mecánico la solución de fugas de aceite (principalmente por retenes o latiguillos flexibles de la multiplicadora), reparaciones en frenos, pequeñas reparaciones en grupos hidráulicos o sustitución en alguno de los motores eléctricos con los que cuenta el aerogenerador (para activación de frenos, para rotación de góndola, motores de bombas de los grupos hidráulicos, motores de bomba de lubricación, etc.) también figuran entre las averías mecánicas de pequeño alcance. (*Averías mayores y menores en aerogeneradores, s. f.*)

3.8 HERRAMIENTAS 5'S

5S es una herramienta de gestión visual fundamental dentro de Lean Manufacturing, y utilizada habitualmente como punto de partida para introducir la mejora continua en la empresa. Su misión

es optimizar el estado del entorno de trabajo, facilitar la labor de los empleados y potenciar su capacidad para la detección de problemas. Con su implementación conseguimos mejorar la productividad del proceso y aumentar la calidad. (*Las «5 eses» para ser más productivo · Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, s. f.*)

Disponer de un puesto de trabajo ordenado, limpio y bien organizado, es clave para atajar las pérdidas de tiempo-desplazamientos innecesarios, reducir los defectos en piezas, ahorrar en mantenimiento y aumentar la seguridad. Ayuda a que el personal de planta esté motivado y trabaje en las mejores condiciones. (*Las «5 eses» para ser más productivo · Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, s. f.*)

La metodología “cinco eses” fue desarrollada en Japón y cada una de las “S” hace referencia a una acción a realizar para implantar este método: Clasificación, Organización, Limpieza, Estandarizar y Seguir Mejorando. Como se aprecia en la ilustración 9. Hay que tener en cuenta que esta es una actividad que depende de la participación de todo el personal de la empresa. Se debe de concienciar a los diferentes empleados de que van a ser capaces de mejorar su ambiente de trabajo. (*Las «5 eses» para ser más productivo · Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, s. f.*)



Ilustración 9. Herramientas 5'S

Fuente: (*LAS 5`S HERRAMIENTAS BASICAS DE MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA ::: Paritarios.cl - , s. f.*)

Resultado de Aplicación de las 5 S

Estudios estadísticos en empresas de todo el mundo que tienen implantado este sistema demuestran que:

Aplicación de 3 primeras S :

- Reducción del 40% de sus costos de Mantenimiento.
- Reducción del 70% del número de accidentes.
- Crecimiento del 10% de la fiabilidad del equipo.
- Crecimiento del 15% del tiempo medio entre fallas.

Fuente: (LAS 5`S HERRAMIENTAS BASICAS DE MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA ::: Paritarios.cl -, s. f.)

¿QUÉ BENEFICIOS APORTAN LAS 5S?

- La implantación de las 5S se basa en el trabajo en equipo.
- Los trabajadores se comprometen.
- Se valoran sus aportaciones y conocimiento.
- LA MEJORA CONTINUA SE HACE UNA TAREA DE TODOS.

Fuente: (LAS 5`S HERRAMIENTAS BASICAS DE MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA ::: Paritarios.cl -, s. f.)

Conseguimos una MAYOR PRODUCTIVIDAD que se traduce en:

- Menos productos defectuosos.
- Menos averías.
- Menor nivel de existencias o inventarios.
- Menos accidentes.
- Menos movimientos y traslados inútiles.
- Menor tiempo para el cambio de herramientas.

Fuente: (LAS 5`S HERRAMIENTAS BASICAS DE MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA::: Paritarios.cl -, s. f.)

Lograr un MEJOR LUGAR DE TRABAJO para todos, puesto que conseguimos:

- Más espacio.
- Orgullo del lugar en el que se trabaja.
- Mejor imagen ante nuestros clientes.
- Mayor cooperación y trabajo en equipo.
- Mayor compromiso y responsabilidad en las tareas.
- Mayor conocimiento del puesto.

Fuente: (LAS 5`S HERRAMIENTAS BASICAS DE MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA::: Paritarios.cl -, s. f.)

3.9 HOJAS DE SEGURIDAD (MSDS/HDS)

3.9.1 ¿QUÉ ES UNA HOJA DE SEGURIDAD?

Una Hoja de Seguridad (También HDS) es el documento que describe los riesgos de un material peligroso y suministra información sobre cómo se puede manipular, usar y almacenar el material con seguridad. Para su elaboración se debe tener en cuenta los parámetros establecidos en la Normas vigentes tanto nacionales como internacionales. (*¿Qué es una Hoja de Seguridad?*, s. f.).

La hoja de seguridad para materiales describe los riesgos de un material y suministra información sobre cómo se puede manipular, usar y almacenar el material con seguridad. Debe presentar un resumen de la información de seguridad sobre el material. Para que esté completo y sea claro, debe contener información sobre el producto químico e información sobre el proveedor, los componentes químicos o peligrosos, identificación de los peligros, primeros auxilios, medidas para apagar incendios, medidas cuando hay escape accidental, manipulación y almacenamiento, controles de exposición, protección personal, propiedades físicas y químicas y reactividad. (*¿Qué es una Hoja de Seguridad?*, s. f.).

También debe incluir información toxicológica, sobre disposición, transporte, reglamentaria y otra útil. Las hojas de seguridad para materiales no pueden incluir información sobre cada aplicación del material, aunque deben considerar las exposiciones peligrosas que resultan del uso, mal uso, manipulación y almacenamiento ocupacionales habituales y razonablemente previsibles. Las hojas de seguridad para materiales son solamente una fuente de información sobre un material; como tal, su mejor uso se hace junto con boletines técnicos, rótulos, entrenamiento y otras comunicaciones. (*¿Qué es una Hoja de Seguridad?*, s. f.).

En cada sección de las hojas de seguridad de materiales se identifican los posibles usuarios, que van a recibir la información. Esto se hace para ayudar a quien prepare las hojas de seguridad de materiales, a decidir sobre el lenguaje técnico para usar en cada sección. Los fabricantes suministran las hojas de seguridad para materiales a sus clientes, quienes a su vez las ponen a disposición de sus empleados. Los destinatarios se identifican en toda la hoja de seguridad como: (*¿Qué es una Hoja de Seguridad?*, s. f.).

- Miembros de la comunidad.
- Servicios de respuesta de emergencias.
- Empleados.
- Empleadores.
- Profesionales ambientales.
- Profesionales de medicina.
- Profesionales de salud ocupacional y seguridad.
- Entidades de control

Fuente: (*¿Qué es una Hoja de Seguridad?*, s. f.).

Como regla general, el lenguaje usado en las hojas de seguridad para materiales peligrosos debe ser comprensible para la audiencia más amplia posible. La mayoría de las secciones de las hojas de seguridad para materiales están destinadas para un público amplio y se deben escribir con el mínimo de jerga técnica. (*¿Qué es una Hoja de Seguridad?*, s. f.).

Al mismo tiempo, se reconoce que la información se debe presentar en un lenguaje técnico con el fin de que sea de utilidad a algunas audiencias determinadas. Algunas áreas en donde puede ser apropiado el lenguaje técnico son: “Notas a los Facultativos”, “Información Toxicológica” y “Controles de Ingeniería”. (¿Qué es una Hoja de Seguridad?, s. f.).

3.10 FICHAS TECNICAS



Ilustración 10. Fichas Técnicas.

Fuente: (La ficha técnica: Definición, contenido y modelos | DIARIO DEL EXPORTADOR, s. f.)

La ficha técnica es un documento en él se consolidan las especificaciones técnicas que se requieren para el seguimiento de la producción de algún producto. (¿Qué es una Hoja de Seguridad?, s. f.) Ejemplo de una ficha técnica en la ilustración 10.

Para este tipo de ficha se articulan 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. Así se cumple con las especificaciones de calidad satisfaciendo las necesidades de los clientes finales; siendo una herramienta esencial para la planificación y ejecución del proceso de producción. (¿Qué es una Hoja de Seguridad?, s. f.).

Los tipos de fichas técnicas pueden ser:

- Ficha de producto
- Ficha de detalles constructivos

- Ficha de diagrama de operaciones
- Ficha de secuencia de procesos
- Ficha de progresiones
- Ficha de orden de producción

Fuente: (▷ **【Ficha TÉCNICA】** » *Qué es, tipos, cómo hacerla y ejemplos, s. f.*)

Estos formatos no son fijos. Por el contrario, es aconsejable un de diseño propio de ficha o fichas que contengan la información necesaria para el tipo de producción a realizar. Dicho diseño tendrá variaciones según características de cada producto. (▷ **【Ficha TÉCNICA】** » *Qué es, tipos, cómo hacerla y ejemplos, s. f.*)

La utilidad de la ficha técnica

La ficha técnica aporta información y una explicación breve sobre las características técnicas de un producto, usando el mayor detalle para comprender las cualidades de dicho producto. Es una herramienta que permite realizar un seguimiento con indicadores. No es un documento rígido ya que se puede intercalar con nueva información. Seguir una ficha técnica nos da la seguridad para el uso de materiales y productos, respetando sus normas de calidad. (▷ **【Ficha TÉCNICA】** » *Qué es, tipos, cómo hacerla y ejemplos, s. f.*)

3.11 METROLOGÍA

3.11.1 ¿QUÉ ES METROLOGÍA?

La metrología es la ciencia e ingeniería de la medida, incluyendo el estudio, mantenimiento y aplicación del sistema de pesos y medidas. Actúa tanto en los ámbitos científico, industrial y legal, como en cualquier otro demandado por la sociedad. Su objetivo fundamental es la obtención y expresión del valor de las magnitudes, garantizando la trazabilidad de los procesos y la consecución de la exactitud requerida en cada caso; empleando para ello instrumentos métodos y medios apropiados. La metrología tiene dos características muy importantes el resultado de la medición y la incertidumbre de medida. (*¿QUE ES LA METROLOGIA?*, s. f.)

Los físicos y las industrias utilizan una gran variedad de instrumentos para llevar a cabo sus mediciones. Desde objetos sencillos como reglas y cronómetros hasta potentes microscopios, medidores de láser e incluso avanzadas computadoras muy precisas. (*¿QUE ES LA METROLOGIA?*, s. f.)

Por otra parte, la metrología es parte fundamental de lo que en los países industrializados se conoce como Infraestructura Nacional de la Calidad, compuesta además por las actividades de: normalización, ensayos, certificación y acreditación, que a su vez son dependientes de las actividades metrológicas que aseguran la exactitud de las mediciones que se efectúan en los ensayos, cuyos resultados son la evidencia para las certificaciones. La metrología permite asegurar la comparabilidad internacional de las mediciones y por tanto la intercambiabilidad de los productos a escala internacional. (*¿QUE ES LA METROLOGIA?*, s. f.)

En el ámbito metrológico los términos tienen significados específicos y éstos están contenidos en el Vocabulario Internacional de Metrología o VIM. Dentro de la metrología existen diversas áreas. Por ejemplo, la metrología eléctrica estudia las medidas eléctricas: tensión (o voltaje), intensidad de corriente (o amperaje), resistencia, impedancia, reactancia, etc. La metrología eléctrica está constituida por tres divisiones: tiempo y frecuencia, mediciones electromagnéticas y termometría. (*¿QUE ES LA METROLOGIA?*, s. f.)

3.11.2 CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN

Importante conocer dos términos que se tienden a confundir al momento de la revisión de un equipo o herramienta, calibración y verificación.

Calibración: Conjunto de operaciones que tienen como finalidad establecer las relaciones entre los valores indicados por una medida material o por un instrumento de medida y los valores correspondientes de un mensurado. (RAE, s. f.-a)

Verificación: Proceso de evaluación de la conformidad llevado a cabo por un verificador ambiental para demostrar si el análisis ambiental, la política ambiental, el sistema de gestión ambiental y la auditoría interna de una organización y su aplicación se ajustan a los requisitos de la legislación aplicable. (RAE, s. f.-b)

Por lo tanto, la Calibración compara los valores de un instrumento de medida, con la medida de un patrón de referencia establecido previamente, mientras que en la Verificación se compara el instrumento, con otro instrumento, que haya sido calibrado previamente. (*¿Conoces la diferencia entre Calibración y Verificación?*, s. f.)

Frecuencia de calibración y verificación.

No hay una respuesta única o absolutamente cierta. Dependerá del instrumento en cuestión, de cuanto lo usemos, de la sensibilidad y precisión que este tenga y, de cuan precisa es la medida que realmente requerimos. A veces queremos matar a un "mosquito" con un misil. Otras veces le pedimos a un equipo una repetitividad y reproducibilidad que no tienen y, aquí comienzan los líos. («Diferencias entre Calibración y Verificación, a punto», 2016).

En la práctica, es muy importante el histórico que tengamos de un equipo. Por ejemplo, tenemos un termómetro que anualmente calibramos (comenzamos por la frecuencia que recomienda el fabricante). Año tras año, vemos que no tenemos que hacerle casi ajustes pues la medida es muy próxima a la indicada. Aquí parece muy razonable extender el plazo de calibración a un año y medio, por ejemplo, y luego podemos evaluar. La verificación es algo que podemos hacer en el ínterin de ese tiempo. De esta forma veremos si hay una desviación significativa y la calibración deba hacerse antes. («Diferencias entre Calibración y Verificación, a punto», 2016)

3.12 SISTEMA SCADA

Los sistemas SCADA son utilizados por industrias y empresas de los sectores público y privado para una gran variedad de procesos. Funcionan bien en diferentes tipos de empresas porque puede abarcar desde configuraciones simples hasta instalaciones grandes y complejas. Pero ¿qué es este sistema? (*SCADA: qué es y sus beneficios*, s. f.)

SCADA, un acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), es un sistema de elementos de software y hardware que permite a las industrias: (*SCADA: qué es y sus beneficios*, s. f.)

- Controlar los procesos industriales localmente o a distancia
- Monitorizar, recopilar y procesar datos en tiempo real

- Interactuar directamente con dispositivos como sensores, válvulas, bombas, motores, señales de tráfico, etc., a través del software de interfaz hombre-máquina (HMI)
- Grabar eventos en un archivo de registro

Fuente:(SCADA: *qué es y sus beneficios*, s. f.)

Los sistemas de software scada son cruciales para los procesos industriales, ya que ayudan a mejorar en eficiencia, procesar datos para tomar decisiones más inteligentes, y a avisar de los problemas del sistema para ayudar a reducir el tiempo de inactividad. (SCADA: *qué es y sus beneficios*, s. f.)

La arquitectura básica del sistema SCADA comienza con controladores lógicos programables (PLC) o unidades de terminal remotas (RTU). Los PLC y RTU son microordenadores que se comunican con una gran variedad de objetos, como máquinas, HMI, sensores y dispositivos, y luego redirigen la información desde esos objetos a los ordenadores con el software SCADA. El software SCADA procesa, distribuye y muestra los datos, ayudando a los operadores y otros empleados a analizar los datos y tomar decisiones importantes. (SCADA: *qué es y sus beneficios*, s. f.)

Por ejemplo, el sistema SCADA notifica rápidamente a un operario que un lote de producto muestra una alta incidencia de errores. El operario pausa la operación y visualiza los datos del sistema SCADA a través de una HMI para determinar la causa del problema. Después revisa los datos y descubre que una de las máquinas no funciona bien. La capacidad del sistema SCADA para notificar los problemas, ayuda a resolverlo rápidamente, y evitar una mayor pérdida de producto. (SCADA: *qué es y sus beneficios*, s. f.)

3.13 ISO 45001

3.13.1 ¿QUÉ ES LA ISO 45001?

La ISO 45001 es la norma internacional para sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, destinada a proteger a los trabajadores y visitantes de accidentes y enfermedades laborales. La certificación ISO 45001 fue desarrollada para mitigar cualquier factor que pueda

causar daños irreparables a los empleados o al negocio. La norma es resultado del esfuerzo de un comité de expertos en seguridad y salud en el trabajo que buscaron un enfoque hacia otros sistemas de gestión, incluyendo la ISO 9001 y la ISO 14001. Además, la ISO 45001 fue diseñada para considerar otros sistemas de gestión de SST como la OHSAS 18001 y otras directrices y convenciones de seguridad. *(ISO 45001 Certification—What Is the ISO 45001 Standard?, s. f.)*

Enfocada especialmente en la gerencia, la ISO 45001 tiene como objetivo final ayudar a los negocios a proporcionar un ambiente de trabajo seguro para los empleados y cualquier persona en el lugar de trabajo. Esto puede conseguirse al controlar factores que puedan potencialmente causar lesiones, enfermedades, y en casos extremos, defunciones. Como resultado, la ISO 45001 se centra en mitigar cualquier factor dañino o que suponga un riesgo para el bienestar físico y mental de los trabajadores. *(ISO 45001 Certification—What Is the ISO 45001 Standard?, s. f.)*

Desafortunadamente, miles de trabajadores fallecen cada día en situaciones de trabajo adversas que pueden prevenirse. De hecho, acorde a la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Organización Internacional de Trabajo (OIT), más de 2.7 millones de defunciones se registran a nivel global en accidentes laborales. Además, se producen 374 millones de accidentes laborales no mortales, que resultan en 4 o más días de baja laboral. *(ISO 45001 Certification—What Is the ISO 45001 Standard?, s. f.)*

Según varios expertos en seguridad y salud en el trabajo, incluyendo a profesional que han trabajado en comités ISO, la ISO 45001 representa un marco de trabajo innovador. Por primera vez, y a nivel internacional, cualquier organización de todo tamaño podrá acceder a un marco de trabajo único que ofrece un camino claro al desarrollo de un sistema de seguridad y salud en el trabajo robusto. *(ISO 45001 Certification—What Is the ISO 45001 Standard?, s. f.)*

3.14 SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

Una subestación eléctrica es una instalación, o conjunto de dispositivos eléctricos, que forma parte de un sistema eléctrico de potencia. Su principal función es la producción, conversión, regulación y distribución de la energía eléctrica. La subestación debe modificar y establecer los

niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para que la energía eléctrica pueda ser transportada y distribuida. (*Subestaciones eléctricas*, 2019).

Tipos de subestaciones eléctricas.

Existen cuatro tipos de subestaciones eléctricas que queremos presentarte:

- De transformación: poseen uno o varios transformadores que elevan o reducen la tensión.
- De maniobra: además de transformar la tensión son capaces de conectar dos o más circuitos.
- Transformadoras elevadoras: este tipo de subestación eléctrica eleva la tensión generada a niveles mucho más altos para poder transformarla.
- Transformadoras reductoras: finalmente, a diferencia de las subestaciones transformadoras elevadoras, las reductoras disminuyen las tensiones altas a niveles medios para poder distribuir las.

Fuente: (*Subestaciones eléctricas*, 2019)

3.15 OPERADOR DEL SISTEMA

El Operador Del Sistema (ODS) tiene como función principal (literal F, capítulo IV, artículo 9 de la LGIE) garantizar la continuidad y seguridad del suministro eléctrico y la correcta coordinación del sistema de generación y transmisión al mínimo costo para el conjunto de operaciones del mercado eléctrico. Adicionalmente, ejercerá la supervisión y el control de las operaciones del Sistema Interconectado Nacional (SIN) y el resto de sus funciones en coordinación con las empresas y operadores del sistema eléctrico, bajo los principios de transparencia, objetividad, independencia y eficiencia económica. (User, s. f.)

El ODS administrará un mercado eléctrico de oportunidad. El precio del mercado de oportunidad será para cada intervalo de operación igual al correspondiente costo marginal determinado en función del despacho al mínimo costo realizado por el ODS. (User, s. f.)



Ilustración 11. Generación Diaria

Fuente: (Operacion Tiempo Real, s. f.)

Como se aprecia en la ilustración 11, el ODS nos permite en la actualidad ver la generación y operación del sistema en tiempo real. Esto nos muestra la realidad del sistema y de donde proviene principalmente la energía eléctrica que se vende y consume. Y desde el punto de vista del generador que tipo de energía está siendo aprovechada a cada hora.

3.16 ENERGÍA SOLAR

El departamento de Operación y control de CDH, controla lo que la planta EEHSA, las plantas solares Choloteca 1, Choloteca 2 y Pacifico. Por lo cual se mencionará la energía solar.

El término energía solar se refiere al aprovechamiento de la energía que proviene del Sol. Se trata de un tipo de energía renovable. La energía contenida en el Sol es tan abundante que se considera inagotable. El Sol lleva 5 mil millones de años emitiendo radiación solar y se calcula que todavía no ha llegado al 50% de su existencia. (*Energía solar, s. f.*)

La energía solar, además de ser inagotable es abundante: la cantidad de energía que el Sol vierte diariamente sobre la Tierra es diez mil veces mayor que la que se consume al día en todo el planeta. La radiación recibida se distribuye de una forma más o menos uniforme sobre toda la superficie terrestre, lo que dificulta su aprovechamiento. (*Energía solar, s. f.*)

La energía solar es la energía contenida en la radiación solar que es transformada mediante los correspondientes dispositivos, en forma de energía térmica o energía eléctrica, para su consumo posterior allá donde se necesite. (*Energía solar*, s. f.)

El elemento encargado de captar la radiación solar y transformarla en energía útil es el panel solar. Los paneles solares pueden ser de distintos tipos dependiendo del mecanismo escogido para el aprovechamiento de la energía solar:

- Mediante captadores solares térmicos (energía solar térmica)
- Mediante módulos fotovoltaicos (energía solar fotovoltaica)
- Sin ningún elemento externo (energía solar pasiva)

Fuente: (*Energía solar*, s. f.)

IV. DESARROLLO

4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

El trabajo que se desarrolló para la ejecución de mejoras en los sistemas o procedimientos dentro de la empresa consta del análisis de los sistemas, para ver las fallas en estos sistemas. Y proponer mejoras de acuerdo con el compromiso de la empresa de una mejora continua. Además del análisis de los procedimientos internos, para presentar propuestas de mejoras.

Conocer sobre las fallas más recurrentes de la planta y los repuestos necesarios para su solución, además de conocer el procedimiento de operación y control de la planta. Considerando la interpretación de los datos proyectados por el SCADA.

4.1.1 REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LAS HOJAS DE SEGURIDAD.

Las hojas de seguridad son de suma importancia para una planta de energía renovable, ya que al tener equipos un producto como aceites, o adhesivos sellantes, que en caso de tener una ingestión o contacto con algunos órganos, pueden ser de gran peligro para el personal técnico. Por lo cual es importante no solo mantener un inventario de los productos si no que mantener un archivo con las hojas de seguridad actualizadas, para poder brindar los primeros auxilios en caso de emergencia. Es de suma importancia saber que no hay un hospital de emergencia cerca del área de la planta o aerogeneradores, el personal posee botiquines médicos y capacitaciones de primeros auxilios.

La planta cuenta con una zona de lavado de ojos y ducha descontámínate, en la zona de la bodega, pero aun así no es suficiente. Las hojas de seguridad nos brindan la información sobre contacto con los órganos humanos, intoxicación y primeros auxilios. Era necesario revisar las hojas de seguridad, realizar una actualización y agregar las hojas de los productos faltantes, logrando localizar cada producto considerando primordial la salud del personal. Asegurando que el personal tenga fácil acceso a estas hojas de seguridad se ubicaron 3 carpetas en puntos estratégicos como ser en la bodega, almacén y en el taller como se muestra en la ilustración 12.



Ilustración 12. Copia de Hojas de seguridad.

Fuente: Fotografía tomada en el taller de EEHSA

4.1.2 LEVANTAMIENTO DE UN LISTADO MAESTRO DE EQUIPO A CALIBRAR.

Para asegurar la correcta respuesta a las fallas, es decir las correctas reparaciones a los equipos, es necesario conocer el estado de las herramientas manuales, mecánicas, hidráulicas, eléctricas y electrónicas. Debido a que estos como ser Bombas, anemómetros, multímetros, y dinamométricas entre otros. Las empresas que elaboran estos equipos brindan una calibración de fábrica y al momento de entregar el producto el proveedor debe brindar una ficha/hoja de calibración donde respalde el estado de la herramienta y los márgenes de errores que debe tener para considerar que la herramienta está en óptimas condiciones.

Se levanto un listado para conocer el estado de las herramientas, haciendo una revisión de cada herramienta considerando, el uso, el estado (Buena o mala), si existían las hojas de calibración y además si la empresa las tenía etiquetada con respecto a la última verificación y calibración. Obteniendo resultado, de ubicación de todo el equipo, el estado y mostrando que herramientas ocupaban la calibración urgentemente, además se realizó un procedimiento propio de la planta para la calibración en base a un procedimiento de la corporación. Asegurando la verificación interna de las herramientas y supervisando la verificación como se muestra en la ilustración 13.



Ilustración 13. Verificación de Dinamométrica

Fuente: Fotografía tomada en el taller de EEHSA

4.1.3 SISTEMA DE BODEGA.

Se brindo una capacitación sobre el sistema de la bodega, inventarios y ubicaciones de repuestos y herramientas. Analizando la situación de la empresa se dieron recomendaciones sobre la reubicación de equipo pesado y poder tenerlo más accesible y menos arriesgado para el personal técnico el transporte hasta los vehículos de las empresas, Actualmente la empresa está en un proceso de remodelación de la bodega por lo cual las recomendaciones se tomaron y se esperan poder optimizar aún más el proceso liberando espacios que tenían en calidad de préstamos a la empresa Gamesa. Para reubicar los estantes que se muestran en la ilustracion14 y agregar un tratamiento en el piso de la bodega y proceder a la nueva ubicación y asignación de espacios de herramientas, repuestos y equipos.

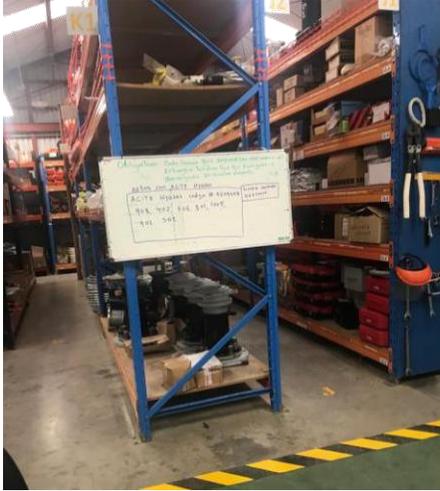


Ilustración 14. Estantería de Bodega

Fuente: Fotografía tomada en la Bodega de EEHSA

4.1.4 PROPUESTA MEJORA EN EL TALLER

El taller ha sido descuidado, debido a que las zonas de trabajo están marcadas pero no las zonas de repuestos y herramientas entre otros, no contiene rutas ni puerta de emergencia, o área de ducha descontámínate y lavado de ojo. Faltan herramientas especiales para movilizar los equipos a reparar de grandes volúmenes, el ingenio del personal técnico ha logrado controlar este inconveniente.

Se basa en las herramientas 5'S para proponer la instalación de equipo de seguridad como ser detectores de humos y centrales manuales de alarma de fuego. La reubicación de estantes con archivos y armarios, la clasificación de los equipos dañados, reparados y esperando revisión. Las surgencias para tener el libre acceso a las instalaciones y la adecuada salida de emergencia, proponiendo se respete el área de las herramientas como ser montacargas. Actualmente al leer la propuesta se asignó a un técnico, para analizarla y agregar las herramientas que considere necesarias para mejorar el taller. Se sigue elaboran una propuesta de mejorar para lograr tener un taller en base a las 5'S de la mejor calidad y comodidad. Considerando las dimensiones de las 3 áreas disponibles en el taller presentadas en la ilustración 15.

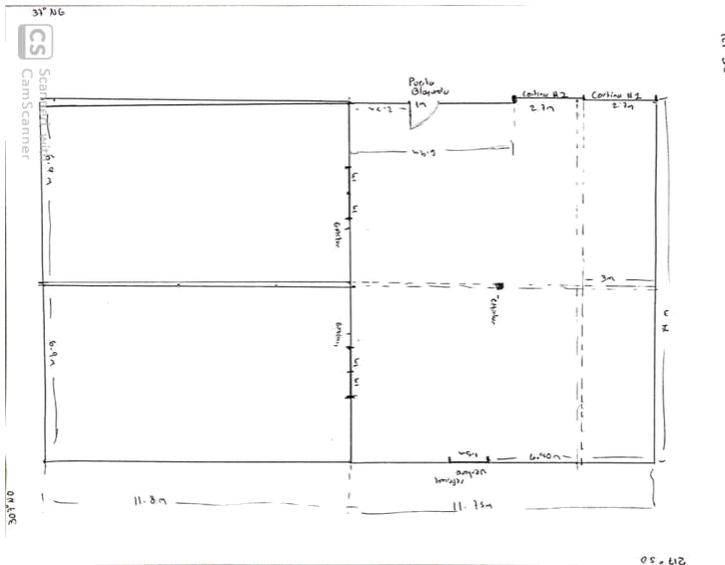


Ilustración 15. Plano básico del taller

Fuente: Elaboración propia

4.1.5 PLANTILLA VELOCIDAD DEL VIENTO Y FALLAS ALTO VIENTO

Se realizó una plantilla de Excel donde se ingresaba las fallas ocurridas, hora que notificó la alarma, las velocidades de viento y las fechas con un tiempo tomado cada 10 minutos. Considerando rangos de 0-12 m/s bajo viento, 12-18 m/s viento medio y de 18 o superior viento alto. Para indicar en la gráfica el comportamiento del viento entre dos fechas, logrando identificar en que rango de viento y periodo de días se localizaron más fallas. Para obtener resultados de si las fallas son provocadas inmediatamente con alto viento, o ya por la actividad del aerogenerador en ese periodo de fechas. Se logró identificar que en viento medio es donde se localizaron más las fallas en los 2 primeros meses del año.

Se propuso a mejorar la plantilla para indicar que tipo de falla se dio en qué fecha y hora, pero debido a la cantidad de datos el ingreso es manual y la plantilla no facilitaría el trabajo. Por lo cual solo se aprovecha la idea principal de mostrar que si existió una falla en x fecha y hora.

Es importante mencionar que estos datos que se consideraron son registrados por el operador de manera manual, se pretendía analizar la generación anual, year to day y mensual del parque pero estos datos dependían del SCADA y debido a las fallas de comunicación se perdían los datos

de generación acumulada por aerogenerador y al querer rellenar estos valores se observó un valor que podía afectar debido a los múltiples fallos de comunicación, se trabajó con la herramienta Power BI para obtener una plantilla automática de lectura de datos y graficación pero por la falta de datos se descartó la idea y la forma graficar los datos debido a conflictos internos del programa.

4.1.6 ACOMPAÑAMIENTO DE LAS ACTIVIDADES DEL PERSONAL TÉCNICO

Se dio la tarea de acompañar en múltiples ocasiones al personal, cumpliendo siempre las normas de seguridad y reglas establecidas.

En dos ocasiones se presentó la oportunidad de conocer las áreas, 3, 6, 8, 9, 10 y 14 del parque eólico, revisando los aerogeneradores en el interior siempre en la base para cumplir con las normas de seguridad que solo personal capacitado y aprobado por el encargado de seguridad subirá las torres, para revisar el estado de los mismos, la revisión de las palas que se encuentran al par de algunos aerogeneradores, como se muestra en la ilustración 16, palas que se encuentran en mal estado. Y entrega de repuestos que se muestra en la ilustración 17. Para así poder conocer sobre las áreas, el funcionamiento, normas de seguridad, y comunicación al momento de entrega de repuestos.



Ilustración 16. Pala Dañada

Fuente: Fotografía tomada en el parque eólico de Cerro De Hula



Ilustración 17. Entrega de repuestos

Fuente: Fotografía tomada en el parque eólico de Cerro De Hula

En otra ocasión se acompañó y se aprendió sobre el generador instalado en los aerogeneradores de la primera etapa del parque eólico CDH1, el personal técnico se le dio la tarea de revisar un generador dañado, para identificar la falla de este. Por lo cual decidieron desmontar parte del generador y separar el rotor y estator del generador para identificar la falla. Con la explicación que me brindaron logre entender el funcionamiento y la falla. Además de que aunque es una falla que ellos pueden solucionar por cuestiones de garantía y respaldos de seguridad prefieren mandar a reparar el generador a un taller especializado. El generador se presenta en la ilustración 18.



Ilustración 18. Generador

Fuente: Fotografía tomada en el taller de EEHSA

Se realizaron inventarios en dos ocasiones con el objetivo de identificar la ubicación de los productos y la cantidad, debido a que había unas diferencias en las plataformas de registro de productos de la empresa. Y lograr tener registrado la existencia exacta de los productos.

Además se aprovechó a levantar un listado del equipo necesario para los mantenimientos de 6 meses calendarizados por la empresa, y conocer cuanto había en existencia para hacer pedidos con tiempo si es necesario..

V. CONCLUSIONES

- Se analizo el sistema de la bodega ubicación y cantidad de herramientas y repuestos, conociendo las fallas más recurrentes y los suplementos necesarios para su solución. Se brindaron sugerencias de reubicación de equipo pesado de pequeña dimensión, para salvaguardar el bienestar del personal
- No se pudo brindar un nuevo esquema de ubicación basado en las fallas más frecuentes y los mantenimientos de 6 y 12 meses. Debido a que la bodega esta en un proceso de modificación del suelo para la instalación de un epóxico y liberación de dos áreas de bodega prestada a una empresa.
- Se reviso el estado de las herramientas y su fecha de calibración según los estándares internos, junto a las hojas de seguridad de los productos según normas de seguridad. Levantando una base de dato de las herramientas y equipos con sus fechas de calibración para asignar un estado y los certificados de ser existentes.
- Se conoció el funcionamiento de los aerogeneradores y del sistema de control interno de la planta, mediante el acompañamiento en las labores del personal técnico y operadores de la planta.
- Se conoció los lineamientos de seguridad para los mantenimientos, recibimiento de equipo pesado y del trabajo en taller, mediante las charlas de seguridad que la empresa brinda al personal y cualquier persona que ingrese en un determinado periodo de días a la planta.
- Se redactaron procedimientos internos, para facilitar la replicabilidad de estos mismos a futuro, en base a procesos de la corporación y practicas comunes en las labores.
- Se propuso mejoras en la Ubicación y señalización del taller, en base a las herramientas 5'S. para tener un mayor orden y disciplina en esta área.

VI. RECOMENDACIONES.

- Reubicar el equipo pesado de pequeñas dimensiones como ser cilindros y reductoras por ejemplo para tener un mayor acceso al repuesto y facilidad de traslado a los vehículos.
- Capacitar al personal de bodega de los repuestos necesarios para cada falla y los posibles modelos existentes en bodega de algunos.
- Implementación de un nuevo sistema SCADA en la parte de operación y control, para obtener una facilidad de acceso a la información.
- Reorganizar la jerarquía con el personal técnico, actualmente solo tienen 2 niveles. Para facilitar las charlas y escuchar la opinión de estos.
- Al momento de que operación y control informe sobre las fallas presentadas al departamento de mantenimiento, hacer lo mismo con el departamento de bodega para que se preparen con las posibles respuestas en base a las fallas.
- Realizar modificaciones en el área del taller, como ser instalación de sensores de humo y alarmas de fuego.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ▷ **【Ficha TÉCNICA】** » *Qué es, tipos, cómo hacerla y ejemplos.* (s. f.). Recuperado 4 de marzo de 2020, de <https://10ficha.com/tecnica/>
- Averías mayores y menores en aerogeneradores.* (s. f.). Recuperado 21 de febrero de 2020, de <http://www.renovetec.com/irim/14-revista-irim-6/272-averias-mayores-y-menores-en-aerogeneradores>
- ¿Conoces la diferencia entre Calibración y Verificación? - TCM Consultoría y Formación.* (s. f.). Recuperado 4 de marzo de 2020, de <https://www.tcmetrologia.com/blog/conoces-la-diferencia-entre-calibracion-y-verificacion/>
- Corporación Multi Inversiones—Inversión, empleo y desarrollo—Energía.* (s. f.). Recuperado 1 de febrero de 2020, de <https://www.cmi.co/es/unidades-de-negocio/energia>
- Diferencias entre Calibración y Verificación, a punto.* (2016, noviembre 29). *Club Responsables de Calidad.* <https://clubresponsablesdecalidad.com/diferencias-entre-calibracion-y-verificacion/>
- Energía Eólica: Concepto, Usos, Ventajas y Desventajas.* (s. f.). Recuperado 20 de febrero de 2020, de <https://concepto.de/energia-eolica/>
- Energía solar.* (s. f.). Recuperado 4 de marzo de 2020, de <https://solar-energia.net/>
- ISO 45001 Certification—What Is the ISO 45001 Standard?* (s. f.). Recuperado 4 de marzo de 2020, de <https://www.nqa.com/es-pe/certification/standards/iso-45001>

La ficha técnica: Definición, contenido y modelos | DIARIO DEL EXPORTADOR. (s. f.). Recuperado 4 de marzo de 2020, de <https://www.diariodelexportador.com/2018/05/la-ficha-tecnica-definicion-contenido-y.html>

LAS 5'S HERRAMIENTAS BASICAS DE MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA::: Paritarios.cl -. (s. f.). Recuperado 4 de marzo de 2020, de https://www.paritarios.cl/especial_las_5s.htm

Las «5 eses» para ser más productivo · Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke. (s. f.). Recuperado 3 de marzo de 2020, de <https://www.sistemasoe.com/implantar-5s/>

Operacion Tiempo Real. (s. f.). Recuperado 4 de marzo de 2020, de <http://www.ods.org.hn/otr/>

Portillo, G. (2017, junio 21). *Aerogenerador vertical y de eje horizontal, ¿cómo funcionan?* Renovables Verdes. <https://www.renovablesverdes.com/aerogeneradores-verticales/>

¿Qué beneficios tiene la energía eólica? | ACCIONA. (s. f.). Recuperado 20 de febrero de 2020, de <https://www.accion.com/es/energias-renovables/energia-eolica/>

QUE ES LA METROLOGIA? (s. f.). Recuperado 4 de marzo de 2020, de https://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=4569

¿Qué es una Hoja de Seguridad?» TP - Laboratorio Químico. (s. f.). TP - Laboratorio Químico. Recuperado 4 de marzo de 2020, de <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/seguridad-industrial-y-primeros-auxilios/que-es-una-hoja-de-seguridad.html>

RAE. (s. f.-a). *Definición de calibración—Diccionario del español jurídico—RAE.* Diccionario del español jurídico - Real Academia Española. Recuperado 4 de marzo de 2020, de <https://dej.rae.es/lema/calibraci%C3%B3n>

RAE. (s. f.-b). *Definición de verificación—Diccionario del español jurídico—RAE*. Diccionario del español jurídico - Real Academia Española. Recuperado 4 de marzo de 2020, de <https://dej.rae.es/lema/verificaci%C3%B3n>

SCADA: *qué es y sus beneficios*. (s. f.). Recuperado 4 de marzo de 2020, de <https://paradisofp7.eu/scada/>

Subestaciones eléctricas: ¿qué son y para qué sirven? (2019, octubre 31). Twenergy. <https://twenergy.com/energia/energia-electrica/que-son-las-subestaciones-electricas/>

User, S. (s. f.). *Funciones y Atribuciones*. Recuperado 4 de marzo de 2020, de <https://ods.org.hn/index.php/quienes-somos/funciones-ods>