

Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la
Universidad de La Laguna

PLAN DE MANTENIMIENTO DE “CERO HORAS” DE UN M.C.I. EN UNA
PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA.



ALUMNO: JOHAN DAVID FERNÁNDEZ TRUJILLO

DIRECTOR: ALEXIS DIONIS MELIAN

GRADO: TECNOLOGIAS MARINAS

FECHA: 06/09/2019

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Don Alexis Dionis Melián, profesor ayudante doctor asociado del área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, perteneciente a la unidad departamental de ingeniería marítima de la Universidad de La Laguna certifica que:

Don JOHAN DAVID FERNÁNDEZ TRUJILLO, ha realizado el trabajo fin de grado mi dirección con el título:

PLAN DE MANTENIMIENTO DE “CERO HORAS” DE UN M.C.I. EN UNA PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA.

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente certificado.

En Santa Cruz De Tenerife, a fecha de 06 de septiembre de 2019

Fdo. Alexis Dionis Melián

Director del trabajo de fin de grado.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

AGRADECIMIENTOS:

Agradecer al director y a los compañeros de la central por el trato recibido, la aceptación a explicarme los procedimientos de trabajo y dejarme participar en ellos durante el periodo de prácticas.

También a los trabajadores de BARLOWORLD FINANZAUTO por integrarme como uno más del grupo y dejarme realizar los trabajos junto a ellos durante el periodo de revisión del motor.

A los profesores por ayudarme a la elaboración de este proyecto en el que he aprendido a cómo desarrollar un informe escrito sobre un trabajo de campo.

Por último, a la familia que durante estos años me han apoyado y animado para superar los retos que me han surgido durante la carrera.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

ÍNDICE

I. INTRODUCCION.....	12
II. OBJETIVOS.....	17
III. REVISION Y ANTECEDENTES.....	19
3.1. MANTENIMIENTO.....	22
3.2. GENERACIÓN ELECTRICA.....	22
3.2.1. GENERACIÓN ELÉCTRICA POR M.C.I.....	22
3.3. NORMATIVAS.....	23
3.4. GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LAS ISLAS.....	23
3.5. HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD EN LA GOMERA.....	25
3.6. HISTORIA DE LA CENTRAL.....	27
3.7. DISTRIBUCIÓN DE LA CENTRAL.....	29
IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....	32
4.1. MATERIAL EMPLEADO.....	32
4.2. MÉTODO DE UTILIZACIÓN.....	34
4.3. DOCUMENTACION BIBLIOGRAFICA.....	34
4.4. METODOLOGIA DEL TRABAJO DE CAMPO.....	34
4.5. MARCO REFERENCIAL.....	35
V. RESULTADOS.....	39
5.1. DEFINICIÓN MANTENIMIENTO “CERO HORAS”.....	39
5.2. CARACTERISTICAS DEL M.C.I.....	39
5.3. ORGANIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE TRABAJO.....	40

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

5.4. ELABORACIÓN DEL MANTENIMIENTO “CERO HORAS” DEL M.C.I.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. BIBLIOGRAFIA.....	64

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

I. INTRODUCCION

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.

La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

I.INTRODUCCION.

La elaboración y desarrollo de este trabajo surge de la experiencia obtenida durante el periodo de prácticas en empresa, perteneciente a la carrera. En el que se ha estado presente en la realización de la revisión de 40000 horas de uno de los motores diésel situados en la Central Diesel El Palmar, en San Sebastián de La Gomera. Este tipo de revisión entra dentro del concepto de mantenimiento de “cero horas”.

Se hablará sobre la historia de la electricidad en las islas y de su evolución de la isla de La Gomera, nombrando con esta las normativas referentes a la generación eléctrica tanto a nivel nacional como a nivel autonómico. También se hará una descriptiva de la evolución y distribución de la Central Diesel El Palmar.

Nos encargaremos de explicar paso a paso, la organización de los grupos de trabajo que se encargaran de realizar el mantenimiento y la elaboración de este, en función del procedimiento que se ha de llevar a cabo para una correcta elaboración de los trabajos.

En el capítulo de metodología se incluyen tres puntos, documentación bibliográfica, metodología del trabajo de campo y el marco referencial. En el último punto de este apartado se recoge los elementos a los que se han de sustituir en la revisión.

Como conclusiones se habla sobre la experiencia obtenida en el trabajo realizado y sobre el control que se ha de llevar a cabo para una correcta elaboración del proceso.

Por último, se hará un listado bibliográfico en el que se detallan las páginas web y la diferente documentación empleada para la elaboración del TFG.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

II. OBJETIVOS

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.

La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

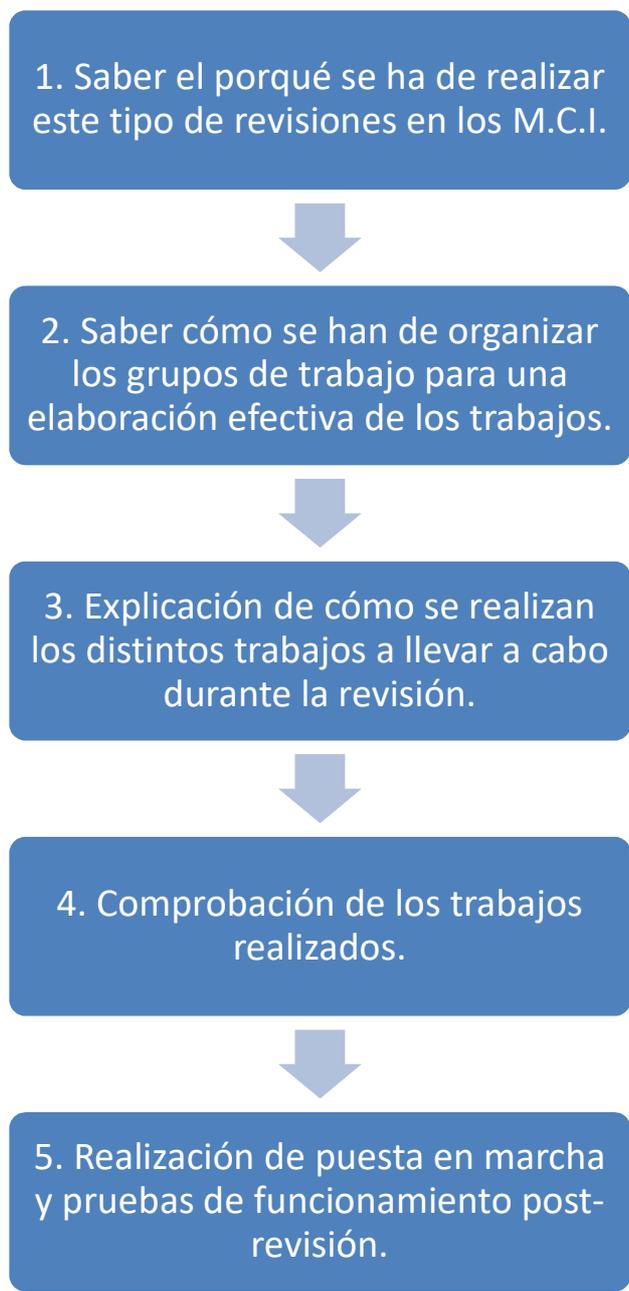
Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

II. OBJETIVOS.

Con este trabajo de fin de grado se pretende cumplir los siguientes objetivos:



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.

La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

II. REVISION Y ANTECEDENTES

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

III. REVISION Y ANTECEDENTES.

3.1. MANTENIMIENTO (Ref. Bibliográfica 4)

Este término normalmente se ha dividido en 5 tipos de mantenimiento que se diferencian entre ellos por las labores que hay que realizar en cada uno de ellos:

1. **Mantenimiento correctivo:** se realiza para corregir defectos ocurridos durante el uso del equipo y que se ha de corregir en el instante.
2. **Mantenimiento preventivo:** este tipo de mantenimiento se realiza para revisar los puntos más sensibles del equipo, este se hace de forma programada y siempre de forma continuo, aunque no se haya producido ningún fallo. Se hace con el fin de evitar un fallo grave en el equipo.
3. **Mantenimiento predictivo:** partiendo de la experiencia que se obtiene durante el funcionamiento normal del equipo, se controlan todas las variables (temperatura, vibraciones, etc.). Comprobando esos datos se puede saber si es preciso un mantenimiento para evitar un fallo catastrófico en el equipo.
4. **Mantenimiento cero horas:** en este tipo de mantenimiento se realiza una revisión completa del equipo, en el que se sustituyen o reparan todos los elementos de desgaste del mismo. Con esto se logra dejar el equipo como si estuviera recién salido de la línea de producción.
5. **Mantenimiento en uso:** lo puede realizar el propio usuario del equipo, puesto que se trata de recogida de datos de funcionamiento, lubricando los elementos que así lo requieran y realizando los ajustes necesarios.

3.2. GENERACIÓN ELÉCTRICA.

Una planta de generación eléctrica es aquella instalación que tiene la capacidad de transformar energía mecánica en energía eléctrica.

Esta instalación puede poseer varias fuentes de energía como son: el agua, el gas, el uranio, combustible fósil, el viento y el sol. Estas fuentes son empleadas para generar un proceso mecánico que a través de un alternador transforma la energía mecánica en energía eléctrica.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

En función de los tipos de fuentes de alimentación, para generar la energía mecánica necesaria, se puede crear una clasificación de las centrales eléctricas:

- **Centrales hidroeléctricas:** emplea el impulso generado por el agua debido a un desnivel natural o artificial impulsando las palas de las turbinas hidráulicas.
- **Centrales térmicas convencionales:** son aquellas centrales que emplean combustible fósil (carbón, fueloil o gas) para generar el calor necesario en una caldera, produciendo vapor unido a una alta presión, será capaz de mover las aspas de una turbina de vapor. Con lo que se transforma la energía calorífica en energía mecánica.
- **Centrales térmicas de ciclo combinado:** estas centrales emplean la combinación de dos ciclos termodinámicos. En un primer ciclo, se genera la combustión de gas natural en una turbina de gas, y en un segundo ciclo, se emplea el calor sobrante de los gases para producir vapor y llevarlo a una turbina donde se expande.
- **Centrales nucleares:** emplean la gran energía liberada por la fisión de los átomos para generar vapor, el cual es transportado a un grupo turbina-alternador donde se genera la energía eléctrica.
- **Centrales eólicas:** los aerogeneradores que se emplean aprovechan la energía cinética del viento para convertirla en energía mecánica de rotación produciendo electricidad.
- **Centrales termoeléctricas solares:** la energía solar captada se utiliza para calentar el fluido que circula por el interior de los paneles solares y a su vez calienta otro fluido que se transforma en vapor, el cual actúa sobre una turbina-alternador que produce movimiento rotatorio con el que se genera electricidad.
- **Centrales de biomasa o de residuos sólidos urbanos (RSU):** se emplea un mismo sistema de generación al de las centrales convencionales. La diferencia entre ambas es el tipo de combustible empleado para generar calor en la caldera, en este caso se trata de la quema de los residuos generados por nosotros.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Hay plantas de generación eléctrica que no precisan de la creación de una energía mecánica para elaborar energía eléctrica. Estas plantas son las siguientes:

- Energía fotovoltaica, este tipo de producción transforma de manera directa la radiación solar en energía eléctrica.
- Baterías o pilas de combustible, este tipo de producción emplea los procesos químicos de uno o varios componentes para generar energía eléctrica.

3.2.1 GENERACIÓN ELECTRICA POR M.C.I.

Existe la generación por medio de grupos generadores, formados por un motor de combustión interna y un alternador acoplado a este. Los motores empleados pueden ser de gasolina o de gasoil, al igual que pueden ser de 2 o 4 tiempos. Por lo general, se suele usar como combustible el gasoil debido a su alto rendimiento en el trabajo a altas presiones, un consumo más reducido y un costo inferior al de la gasolina. Estos suelen trabajar a regímenes medios bajos puesto que lo que necesitan es un elevado par motor y no una alta velocidad.

Ilustración 1: Grupo generador diésel.



Fuente: <http://dieselpower-es.com /1-7-caterpillar-diesel-generator/>

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

3.3. NORMATIVAS. (Ref. Bibliográfica 6)

En lo referente a la normativa reguladora en este sector está recogido en la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. Jefatura del Estado «BOE» núm. 310, de 27 de diciembre de 2013. Referencia: BOE-A-2013-13645.

En ella, se recogen los artículos que dan a conocer los requisitos que ha de cumplir toda planta generadora y distribuidora de energía eléctrica, para poder realizar esta actividad de forma legal.

En estos artículos, se explican los datos de consumos, emisiones y producción que han de cumplir cada una de las plantas en función de su capacidad de carga y de demanda que han de abarcar.

3.4. GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LAS ISLAS. (Ref. Bibliográfica 5)

La generación eléctrica en Canarias se sitúa dentro del sistema de ordenación español en los nombrados sistemas energéticos insulares y extra peninsulares. En este sistema se encuentran las Islas Baleares, Ceuta, Melilla y las Islas Canarias. Esta denominación se debe a la singularidad que conlleva cada una de las comunidades nombradas debido a su situación fuera del marco peninsular.

Los sistemas de estos territorios se distinguen debido al tamaño que va asociado a una isla o territorio reducido en tamaño, la vulnerabilidad del sistema, el depender en su totalidad del exterior y ser sistemas que por situación geográfica están aislados del resto entre otras situaciones especiales. Esto provoca que en estos casos haya un sobre costo en la producción de energía (Boletín Oficial del Estado Núm. 260, 2013).

Aún con esta denominación, de “sistemas insulares y extra peninsulares”, no se puede llegar a un entorno generalizado para estas comunidades puesto que entre ellos hay grandes diferencias como son: en las islas baleares se cuenta con una serie de conexiones entre islas y una conexión entre las islas y la península por lo que no están del todo aislados. Esta misma situación se lleva a cabo en la Ciudad Autónoma de Ceuta en la que también existe una conexión entre la ciudad y la península, cosa que en el caso de la Ciudad Autónoma de Melilla no se lleva a cabo (Boletín Oficial del Estado Núm. 260, 2013).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

El subsistema canario posee unas dificultades extras con respecto a las otras comunidades nombradas con anterioridad y se pueden ver reflejadas en las Directrices de Ordenación Sectorial de la Energía (Gobierno de Canarias y Gesplan, 2013):

- Sistemas aislados de reducido tamaño, concretamente 6 subsistemas, uno por cada isla, a excepción de Fuerteventura y Lanzarote que están interconectados por un cable de corriente continua, esto complica el correcto aprovechamiento de las energías renovables.
- Imposibilidad de interconectar el subsistema al sistema peninsular, de la misma manera que el resto de subsistemas extra peninsulares, por la lejanía.
- El mayor consumo de energía se produce en el sector transporte (terrestre, marítimo y aéreo).
- Ausencia de sistemas de almacenamiento energético en el archipiélago (a excepción de algunos enclaves localizados como la central hidroeléctrica La Gorona del Viento, El Hierro).
- Un cuerpo legislativo no renovado en cuestiones medioambientales.
- Largos y complejos trámites administrativos que retrasan la ejecución de proyectos energéticos afectando principalmente la instalación de fuentes renovables.

Debido a los sucesivos cambios en las normativas eléctricas en referente a la desregularización y el aumento de la competencia, y principalmente a la Ley del Sector Eléctrico de 1997, el sistema español se encuentra dividido en tres ramas: producción, transporte y distribución. En cuanto a la producción y la distribución se ha abierto un libre mercado en el que han entrado nuevas empresas en el sector de la generación de energía con lo que se ha logrado un incremento de la competencia y un abaratamiento del costo para los demandantes. En cambio, en lo referente al transporte sigue habiendo una única empresa encargada de esta función debido a su carácter estratégico, eso sí este se encuentra muy regulada. Esta empresa es, Red Eléctrica Española (REE), que ha sido el único operador de forma nominal desde 2007 (Boletín

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Oficial del Estado Núm. 260, 2013) y de forma efectiva desde 2010, también es la propietaria en exclusiva de la red de Alta Tensión del territorio español.

Red Eléctrica de España S.A. también es la encargada de gestionar las operaciones y el transporte de la electricidad en las Islas Canarias, aunque con la salvedad que es La Comunidad Autónoma la encargada de la planificación tanto a corto como a largo plazo de la producción, transporte y distribución de la misma, ésta también es la encargada de toda gestión de las normativas referentes a la generación, el transporte, la distribución, la comercialización y los tramites legislativos necesarios para su correcto funcionamiento. Esto viene reflejado en la Ley 11/1997 de Regulación del Sector Eléctrico Canario (Boletín Oficial de Canarias Núm. 158, 1997).

3.5. HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD EN LA GOMERA.

(Ref. Bibliográfica 1)

La electricidad llegó hace poco más de un siglo a la Gomera, a través de la central hidroeléctrica de Monforte en Hermigua. Jugó un papel importante junto a los diferentes grupos y motores que se fueron instalando a lo largo de la geografía de la isla.

Vallehermoso era uno de los principales motores económicos de la isla, por lo que fue pionero en el alumbrado público desde 1904. Dos décadas más tarde se instalaría la primera planta eléctrica.

A partir de 1915, San Sebastián pasó a disponer de alumbrado público gracias a la aportación de un vecino del municipio, que disponía de una planta equipada con un motor diésel de 38 cv acoplado a una dinamo de 25A. Años más tarde, la capital se conectó a la central hidroeléctrica de Monforte, abasteciéndose de fluido hasta los años 40.

Durante ese tiempo Agulo realizó diferentes pruebas para la implantación de su propia electricidad y alumbrado público, pero terminó acoplándose al rendimiento que ofrecía la central de Monforte, en Hermigua. Desde 1927, dicha central marcó el devenir de la electricidad en la isla, generando una potencia entre 80.000-90.000 kW con el aprovechamiento del salto de agua del

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.

La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699

Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Cedro, siendo suplidos en la década de los 30 por un motor de 72 cv que terminaría por duplicar la potencia en poco tiempo.

Casi un siglo más tarde de la primera instalación eléctrica, se realizó la construcción de la Central Diesel El Palmar, que abastece de una forma más garantizada a toda la isla.

3.6. HISTORIA DE LA CENTRAL. (Ref. Bibliográfica 2)

El lugar elegido para la construcción de la Central Diesel El Palmar fue San Sebastián, puesto que es el municipio más poblado de la isla y también por su cercanía al principal puerto marítimo, para un mejor abastecimiento de combustible. La construcción fue llevada a cabo por la empresa UNELCO y posteriormente pasó a formar parte de la empresa ENDESA.

Ésta se inauguró en 1986, con la puesta en marcha de dos grupos diésel que generaban un total de 3.2 MW. A los dos años de funcionamiento, se introdujeron dos grupos más de 2.4 MW cada uno, con lo que se aumentó la producción hasta los 8 MW.

En el período comprendido entre los años 1995 y 2000, se añadieron dos grupos fijos más de 2.85 MW cada uno y otros dos grupos más, pero en estos casos móviles para apoyo de los fijos de 1.46 MW y 1.02MW respectivamente. Con esta implantación se aumentó la producción hasta los 16.18 MW.

En el año 2005 se realizó la última actualización de la central en lo que corresponde a la generación. Esta actualización implicó la instalación de dos grupos fijos de 3.49 MW cada uno. Por lo que la C.D. El Palmar pasó a generar una potencia máxima de 23 MW y la cual se mantiene hasta hoy en día.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

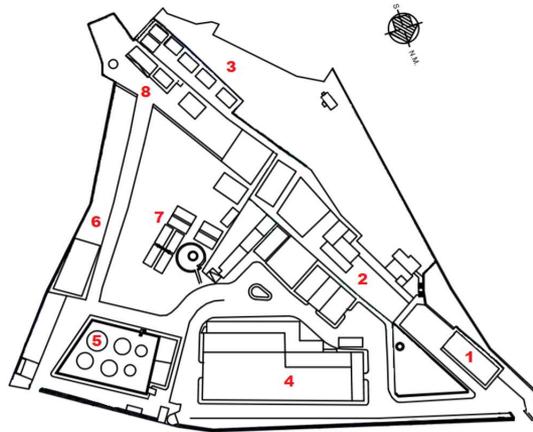
Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

3.7. DISTRIBUCIÓN DE LA CENTRAL.

Ilustración 2: Plano de la central con las zonas



Fuente: Elaboración propia

En este punto, hablaremos de la distribución de la central dividida por zonas de trabajo. Según nos introducimos a la central, nos encontramos con la zona 1, donde se encuentran las oficinas de Endesa Generación donde se gestiona la atención al cliente.

Al avanzar nos encontramos con la zona 2, donde se encuentra la oficina tanto del jefe de central, como las oficinas de los jefes de los distintos departamentos de mantenimiento de las instalaciones y también se encuentra el aula de formación, donde se realizan los distintos cursos impartidos por la empresa.

A continuación, se encuentra la zona 3 de contratistas, donde se sitúan las oficinas y vestuarios de las empresas externas a Endesa que trabajan en el mantenimiento de la central.

Como punto medio de la central se encuentra la zona 4, en esta zona se encuentra la sala de motores y generación de la planta. Esta consta de un gran edificio insonorizado en el que en su interior están los motores y generadores de electricidad, al igual que los distintos elementos necesarios para la distribución de la energía.

En la zona 5 se encuentran los depósitos de almacenamiento de combustible que consta de 6 grandes depósitos, en los que se encuentran los de uso diario, los de almacenamiento continuo y los depósitos de emergencia.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Luego, en la zona 6 se sitúan las distintas depuradoras para el tratamiento de las aguas residuales producidas en la central y así poder realizar un vertido de aguas sin contaminantes que puedan perjudicar al medio ambiente de la zona.

En la zona 7, están situados los aireadores que son los encargados de enfriar el agua de refrigeración de los motores de la sala de máquinas.

Por último, en la zona 8 está situada la zona de almacenamiento de materiales de la planta tales como: aceites, repuestos, grandes herramientas, etc.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

IV.MATERIAL Y MÉTODOS

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.

La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

IV. MATERIAL Y MÉTODOS.

El material y la metodología que emplearemos para la elaboración de este trabajo de fin de grado lo dividiremos en los siguientes puntos:

4.1. MATERIAL.

Durante el desarrollo de la revisión se han empleado diversos útiles especializados para realizar los aprietes necesarios en cada elemento del motor.

Ilustración 3: Útil para soltar y apretar los tornillos de la culata.



Fuente: Trabajo de campo.

Ilustración 4: Útil para la extracción de las camisas.



Fuente: Trabajo de campo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Ilustración 5: Útil neumático para insertar los cojinetes del árbol de levas



Fuente: Trabajo de campo.

Ilustración 6: Útil para la sujeción de los aros del pistón.



Fuente: Trabajo de campo.

Ilustración 7: Útil neumático para el apriete de las tapas de las bielas.



Fuente: Trabajo de campo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Ilustración 8: Llave para el apriete de las secciones del árbol de levas



Fuente: Trabajo de campo.

4.2. MÉTODO DE UTILIZACIÓN.

Para la utilización de los útiles empleados se procede a realizar una serie de pautas, en las que primero, se busca realizar la operación lo más segura posible. Luego se han de ajustar todos los componentes de los útiles para que realicen los movimientos deseados y con la fuerza requerida para cada uno de los elementos.

4.3. DOCUMENTACION BIBLIOGRAFICA.

La información incorporada en este trabajo se ha obtenido a través de diferentes fuentes de información como han sido, páginas web dedicadas a la historia en las islas, trabajos realizados previamente por otros compañeros y también directamente de la página oficial de ENDESA.

4.4. METODOLOGIA DEL TRABAJO DE CAMPO.

Este apartado viene derivado de la experiencia obtenida en la central durante el periodo de prácticas en empresa, donde hemos obtenido de manera detallada la información sobre los procesos que se han de realizar para llevar acabo la revisión, de la elaboración de dichos procesos de forma efectiva y puesta a punto de las diferentes máquinas que se encuentran en el complejo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

En la elaboración de la revisión del motor, hemos podido realizar una gran documentación fotográfica de los procesos realizados durante este periodo.

4.5. MARCO REFERENCIAL.

El marco referencial que en este trabajo nos concierne es la Central Diesel El Palmar, situada en San Sebastián de La Gomera y perteneciente a la empresa nacional ENDESA, la cual ha permitido la realización de nuestras prácticas en sus instalaciones.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

V.RESULTADOS.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

V. RESULTADOS.

En este punto trataremos el objetivo principal en el que está basado el trabajo de fin de grado, donde llevaremos a cabo el desarrollo de los objetivos marcados anteriormente.

5.1. Definición mantenimiento “cero horas”.

Un mantenimiento de “cero horas” en un motor de combustión interna, es aquel en el que, transcurrido un periodo de tiempo de funcionamiento de la máquina, fijado por el fabricante, se realiza una sustitución y reparación completa de todos los elementos de desgastes y de gran esfuerzo que componen el equipo. Con este proceso se busca reducir lo máximo posible las probabilidades de una avería mayor del motor y así prolongar su vida útil.

5.2. Características del M.C.I. (Ref. Bibliográfica 3)

Las características del motor al que se le va a realizar el mantenimiento son las siguientes:

- Marca: Caterpillar
- Modelo: 3612V
- Potencia: 2850 kW
- Número de cilindros: 12 cilindros en V
- Régimen nominal: 750-1000 rpm
- Consumo específico: 189 g/kWh
- Volumen de agua de refrigeración: 1100 L
- Potencia mínima: 2980,00 bkW
- Potencia máxima: 3700,00 bkW
- Turbo alimentado y postrefrigerado
- Dimensiones:
 1. Altura: 3231 mm
 2. Anchura: 1704 mm
 3. Longitud: 4562 mm
 4. Peso (Sin accesorios y sin fluidos): 25140 Kg

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

5.3. Organización de los grupos de trabajo.

Se realiza la reunión previa al inicio de la revisión, debido a la cantidad de trabajadores que se van a encontrar en las instalaciones.

En esta reunión se lleva a cabo la distribución de los trabajos a realizar por cada uno de los grupos, explicando los procedimientos que han de llevar en marcha cada uno. También se explican las normas de seguridad y de procedimiento que se han de realizar dentro de la sala de máquinas para tener un entorno favorable para la elaboración de los trabajos.

En este proceso previo se busca evitar que los trabajadores se molesten unos a otros, con lo que puede llevar a tener accidentes debido a los trabajos que se están llevando a cabo con materiales pesados y de gran volumen.

Una vez finalizada la organización de los trabajos y de los grupos de trabajo, se procede al comienzo de la elaboración de la revisión del motor.

5.4. Elaboración del mantenimiento “cero horas” del MCI.

Para iniciar el proceso se realiza previamente una lista de herramientas necesarias para una correcta elaboración de los trabajos. A continuación, se elabora una lista de todos los elementos nuevos que han de ser instalados en el motor, en caso de no tenerlos disponibles en el almacén, son pedidos para que lleguen lo antes posible mientras se hacen las tareas de desmontaje.

Seguidamente, se procede al vaciado de todos los circuitos del motor en el que se va a realizar la revisión. Estos circuitos son: el circuito de combustible, agua de refrigeración y de lubricación.

Con los fluidos ya retirados se procede a desconectar todos los elementos eléctricos asociados al motor, para tener un mejor acceso a los otros elementos y evitar que estos se estropeen.

El siguiente paso es desmontar las tuberías del circuito de agua de refrigeración, los colectores de admisión, los colectores de escape del motor, así como el acople del motor con el generador para tener una mejor maniobrabilidad en la zona de trabajo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Ilustración 9: Colector de escape, acople motor-alternador y tuberías de agua de refrigeración.



Fuente: Trabajo de campo.

Se continúa el desmonte realizando la retirada de las tapas de válvulas, los culatines de los balancines y los inyectores.

Ilustración 10: Motor con y sin culatines.



Fuente: Trabajo de campo.

Una vez retirados se realiza la retirada de los empujadores y la varilla de regulación del inyector. También se retira el regulador de velocidad y la bomba de aceite.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Ilustración 11: Regulador de velocidad y bomba de aceite.



Fuente: Trabajo de campo.

Se comienza con la extracción de las culatas, para ello se ha de emplear un útil neumático específico para esta tarea, debido al gran par de apriete al que están sometidas las culatas.

Ilustración 12: Útil neumático para extracción de culatas y motor sin culata.



Fuente: Trabajo de campo.

Se realiza el desmontaje de todos los auxiliares del motor que van acoplados en el lado contrario al acople con el alternador.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

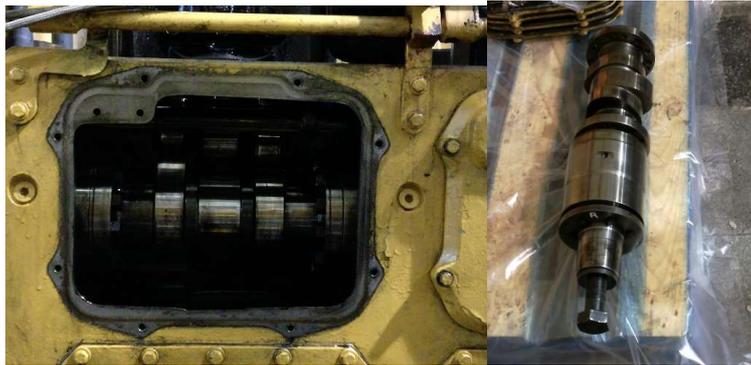
Ilustración 13: Motor sin sistemas auxiliares asociados.



Fuente: Trabajo de campo.

Retiramos el árbol de levas que se divide en secciones y van en función del número de cilindros del motor, en este caso se trata de un V12, por lo tanto, hay 12 secciones del árbol de levas. Con esto se tiene acceso a los cojinetes para su sustitución.

Ilustración 14: Sección del árbol de levas montado y desmontado.



Fuente: Trabajo de campo

Se realiza el desmonte de los enfriadores del motor, situados en la parte alta del motor, para su limpieza.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

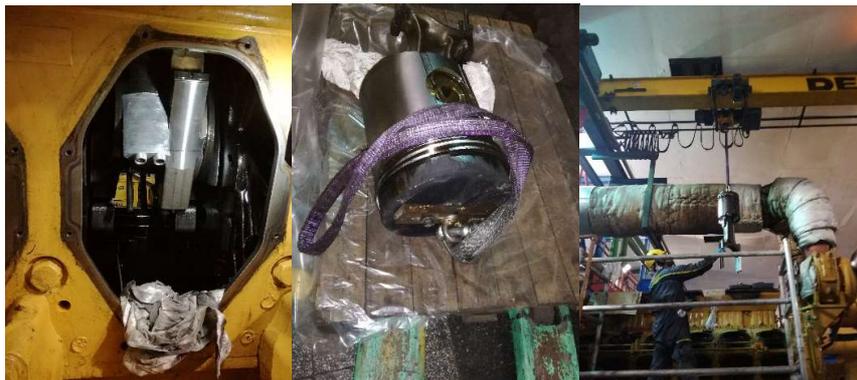
Ilustración 15: Enfriadores del motor.



Fuente: Trabajo de campo

Continuamos con la extracción de los pistones, para su sustitución por unos nuevos. Para ello se emplea un útil específico que se acopla al pistón y se utilizará el puente grúa como herramienta de elevación del pistón debido a su gran peso y tamaño. En los pistones, una vez retirada la tapilla, se les coloca unos suplementos de guía para así facilitar su extracción.

Ilustración 16: Pistón con útiles acoplados y extracción de pistón.



Fuente: Trabajo de campo

Se procede a la separación de la cabeza del pistón y la biela, para así poder prepararlos para su transporte. Para ello se extrae el bulón del pistón que es el elemento que las une.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Ilustración 17: Biela y cabeza de pistón separados.



Fuente: Trabajo de campo.

Al retirar todos los pistones, se procede a extraer las camisas del motor, que al igual que los pistones requiere de la utilización de un útil diseñado para ello y del puente grúa para su extracción.

Ilustración 18: Extracción de camisa y útil empleado.



Fuente: Trabajo de campo.

A continuación, se procede al lijado y a la limpieza de la parte superior del motor. Una vez finalizada la limpieza se tapa y protege el motor para que no le entren impurezas.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Ilustración 19: Parte superior del motor previa a limpieza.



Fuente: Trabajo de campo.

Se realiza la sustitución de los cojinetes de los árboles de levas y se hacen los trabajos en la bancada, donde se cambian los cojinetes del cigüeñal. Para la instalación de los cojinetes se realiza una lubricación previa de los alojamientos con aceite y se emplea un útil neumático para poder introducirlos.

Ilustración 20: Empleo de útil para insertar cojinete del árbol de levas.



Fuente: Trabajo de campo.

Realizamos la limpieza, el lijado y pintado de todos los elementos que se han de volver a instalar en el motor. Para ello se emplean las máquinas disponibles en la central para la limpieza con productos desincrustantes para dejar las piezas sin rastros de pintura y grasas.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.

La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699

Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Ilustración 21: Tanque de limpieza de piezas mediante agua caliente y químicos



Fuente: Trabajo de campo

Ilustración 22: Piezas después del proceso de limpieza y lijado.



Fuente: Trabajo de campo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Ilustración 23: Piezas después del proceso de pintado.



Fuente: Trabajo de campo.

Revisión y sustitución de los cojinetes y elementos de desgaste de los sistemas auxiliares del motor, como son: las bombas de agua, la bomba de aceite y los arrancadores neumáticos.

Ilustración 24: Bomba de agua montada y eje con despiece de la bomba de agua.



Fuente: Trabajo de campo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Ilustración 25: Bomba de aceite desmontada para cambio de cojinetes.



Fuente: Trabajo de campo.

Ilustración 26: Motor de arranque montado y desmontado.



Fuente: Trabajo de campo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Posteriormente se inicia la fase de instalación de todos los elementos en el motor, comenzando por la instalación del árbol de levas.

Dicha instalación comienza prelubricando los cojinetes, luego se introducen en primer lugar los “journal-camsaft” que son los tramos finales e intermedios, a continuación, el “shaft as-drive” que es el tramo inicial y por último se coloca un cojinete axial para situar el árbol de levas en su lugar.

Se continúa con la instalación de las nuevas camisas de cilindro en el bloque motor para así instalar los nuevos pistones, todo esto ayudado de los útiles empleados anteriormente para su retirada y sumando uno nuevo para la sujeción de los aros del pistón. Este proceso se realiza de forma inversa a la extracción de dichos elementos.

Ilustración 27: Alojamiento de camisa libre, camisa instalada y montaje completo.



Fuente: Trabajo de campo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Ilustración 28: Útil para sujeción de los aros y su colocación en el pistón.



Fuente: Trabajo de campo.

A la hora de sujetar los pistones a las muñequillas del cigüeñal, se ha de emplear un elemento neumático para realizar el apriete que ello conlleva. Este apriete se ha de realizar en tres fases:

1. La primera, consiste en realizar un apriete manual hasta los 75 lb.pies y de forma cruzada, es decir, 1,4,3,2.
2. La segunda, se realiza el apriete con el útil neumático hasta llegar a los 2000 psi de presión, lo que equivale a 270 lb.pies. Siguiendo el mismo orden anterior.
3. La tercera, se realiza poniendo el útil al máximo de rendimiento y realizando un giro de 180° en cada una de las tuercas, de forma igual a los pasos anteriores.

Ilustración 29: Realización del apriete de las tapillas de pistón con el útil neumático.



Fuente: Trabajo de campo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.

La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699

Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Terminado este proceso, se instalan los aros de fuego de la cámara de combustión de las camisas, como la instalación de los empujadores, las varillas de accionamiento de los inyectores y la colocación de los pernos de sujeción de las culatas.

Se procede a la instalación de las nuevas culatas, proceso en el que se emplea el puente grúa para su elevación y el útil neumático específico para la realización del apriete necesario en las tuercas de sujeción de las mismas.

Ilustración 30: Aro de fuego, pernos, empujadores y varilla instalados.



Fuente: Trabajo de campo.

Ilustración 31: Proceso de instalación de culata y culata ya instalada.



Fuente: Trabajo de campo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

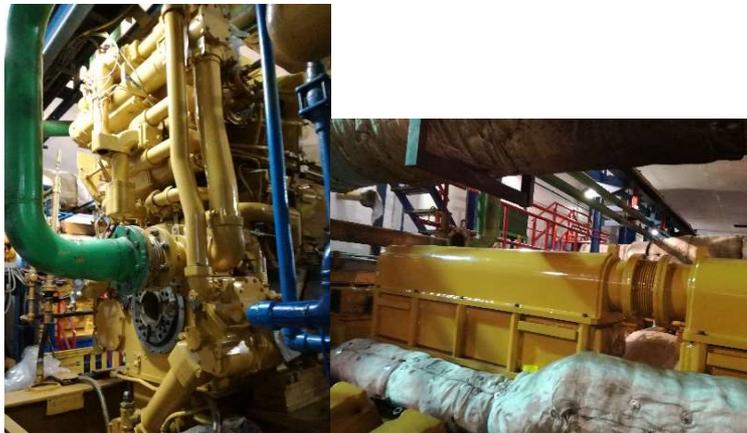
Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Se continúa con la instalación de todos los sistemas auxiliares asociados al motor que ya han sido reparados, revisados y pintados. Una vez montados todos estos elementos, se procede a la instalación de los colectores, tanto de admisión como de escape.

Ilustración 32: Sistemas auxiliares y colectores instalados en el motor.



Fuente: Trabajo de campo.

Procedemos al desmontaje de los turbos para tener un mejor acceso en el desmontaje de la tapa de distribución. Para realizar esta maniobra se ha de emplear el puente grúa debido a sus dimensiones y peso.

Ilustración 33: Motor con turbos instalados y desinstalados.



Fuente: Trabajo de campo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

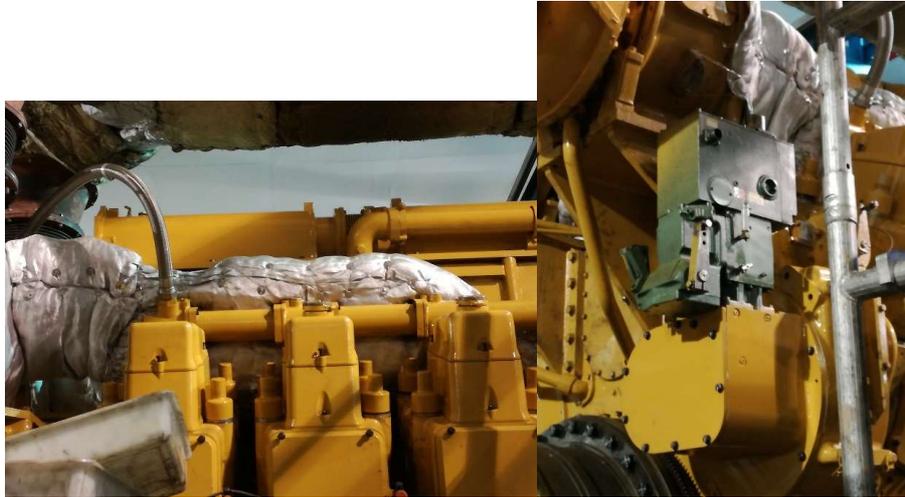
Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Se terminan de instalar los elementos de las culatas, como son: los balancines, las varillas empujadoras, de cada una de ellas, y se realiza la instalación de la varilla del regulador de los inyectores. Se realiza el ajuste de las válvulas de escape y admisión, y el inyector.

Ilustración 34: Culatas totalmente instaladas y regulador de inyección.



Fuente: Trabajo de campo.

Se desmonta la tapa de distribución para tener acceso a los engranajes y así proceder a su extracción. Una vez extraídos, se comprueban y sustituyen los cojinetes de los engranajes, y se vuelven a montar. Al finalizar, se realiza la sincronización de los elementos para un correcto funcionamiento.

Ilustración 35: Motor sin tapa de distribución y asientos de los engranajes.



Fuente: Trabajo de campo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Se realiza la instalación de la tapa de distribución y los elementos que se habían desmontados, como son las turbos y todos sus elementos asociados.

Se instala el acople motor-alternador, empleando una serie de mediciones para que se haga un ajuste y equilibrados perfectos para así evitar vibraciones que produzcan averías.

Ilustración 36: Instalación de acople y medición para su ajuste.



Fuente: Trabajo de campo.

Una vez finalizada la instalación de todos los elementos del motor y sus accesorios, se procese al llenado de todos sus fluidos como son: aceite lubricante, agua de refrigeración de alta y de baja temperatura y el purgado del circuito de combustible.

Por último, se hace una puesta en marcha en la que se comprueban todos los elementos del equipo y se verifica el correcto funcionamiento de cada uno de ellos. También se comprueba que los datos de emisión, temperatura, consumos y potencia generada se adaptan a los datos estipulados por el fabricante. Con lo que una vez finalizadas las pruebas y verificadas por un inspector de REE, el equipo vuelve a estar a disposición de la red para su abastecimiento.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Ilustración 37: Motor completamente finalizado.



Fuente: Trabajo de campo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

VI. CONCLUSIONES

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.

La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

VI. CONCLUSIONES.

Una vez realizado el trabajo, podemos llegar a la conclusión, de que al realizar este tipo de trabajo estamos logrando evitar un fallo catastrófico en la máquina. El cuál puede provocar una gran avería en él, con lo que se podría llegar al punto de tener que sustituirlo en su totalidad, por lo que generaría un gran desembolso para la empresa.

También podemos hablar en este apartado, de que, gracias a una buena organización entre los diferentes grupos de trabajos, se ha realizado la revisión de una forma rápida y segura. En la que se han llevado a cabo todas las operaciones sin ningún tipo de incidente.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

VII: BIBLIOGRAFIA

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.

La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16

VII. BIBLIOGRAFIA.

1. HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD EN LA GOMERA.

http://www.eldiario.es/lagomeraahora/cultura/siglo-luz_0_361863987.html

2. HISTORIA CENTRAL DIESEL EL PALMAR Y TIPO DE MOTORES EMPLEADOS

TFG del compañero Iván Carricondo de la Fe presentado en la ULL en 2015, denominado: ORGANIZACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL TÉRMICA “EL PALMAR”

3. CARACTERISTICAS MOTOR CATERPILLAR 3612V

https://www.cat.com/es_ES/products/new/power-systems/industrial/industrial-diesel-engines-lesser-regulated-non-regulated/18398361.html

4. MANTENIMIENTO

<http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>

5. EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA EN CANARIAS

<http://www.datosdelanzarote.com/Uploads/doc/La-evoluci%C3%B3n-de-los-sistemas-el%C3%A9ctricos-canarios-y-propuestas-para-el-futuro-20180509131648483ANALISIS-DE-LA-EVOLUCION-DE-LOS-SISTEMAS-ELECTRICOS-CANARIOS-Y-PROPUESTAS-PARA-EL-FUTURO.pdf>

6. NORMATIVA APLICABLE

<https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-13645-consolidado.pdf>

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2113699 Código de verificación: 1b37ez3+

Firmado por: Alexis Dionis Melián
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2019 22:48:16